

TETTONICA DEL SISTEMA CARSICO RIO STELLA-RIO BASINO (VENA DEL GESSO ROMAGNOLA)

STEFANO MARABINI¹, GIAN BATTISTA VAI¹

Riassunto

L'entità delle faglie e la frequenza delle fratture collegate con esse sono le vie maestre per lo sviluppo dei sistemi carsici. Per capire ubicazione, morfologia e caratteristiche del sistema carsico Rio Stella-Rio Basino bisogna conoscere stratigrafia, tettonica, e storia deformativi di quell'area. La valle cieca del Rio Stella è sostanzialmente una piccola fossa tettonica di cui abbiamo individuato i limiti di faglia a E e a O anche all'interno della Fm. Marnoso Arenacea, oltre a quelli già noti nella parete gessosa. Su di essa si vede che la fossa è composita e molto asimmetrica, e che la faglia diretta limitante a O la fossa ha una componente transtensiva destra. La fossa è divisa in due parti, ovest, corrispondente al blocco di Ca' Faggia e a quello adiacente, e est, composta pure da due blocchi, più disarticolati e fratturati. Alla fossa ovest corrisponde l'inghiottitoio e il lato ovest del sistema carsico, alla fossa est corrisponde la forra del Rio Basino e l'Abisso Bentini caratterizzati da parziale collasso. Le faglie che delimitano e articolano la fossa non tagliano la Fm. a Colombacci e quindi hanno età pre-Messiniano terminale. Il controllo della tettonica è stato determinante sulla crescita e lo sviluppo del sistema carsico.

Parole chiave: Fossa tettonica, *Graben* asimmetrico, stratigrafia, Messiniano, controllo tettonico del carsismo.

Abstract

Relevance of brittle faulting and spacing of related fractures are highways to develop karst systems. Good knowledge of stratigraphy, tectonics, and deformational history is crucial to the understanding of location, morphology and features of Rio Stella-Rio Basino karst system. The blind Rio Stella valley is basically a small half-Graben. Its fault limits to E and W have now been recognized also inside the Marnoso Arenacea Fm. behind those already known on the gypsum cliff. There, the Graben appears to be composite and quite asymmetric. Its W-bounding normal fault shows a dextral transtensional component. The half-Graben is divided into a western (Ca' Faggia and adjacent blocks), and an eastern part also comprised of two more disarticulated and fractured blocks. The western Graben extends to the sinkhole and the western part of the cave, the eastern Graben extends to the Rio Basino gorge and the Bentini abyss and is characterized by partial collapse. Faults bounding and segmenting the half-Graben are sealed by the Colombacci Fm and are therefore of pre-terminal Messinian age. Tectonic control appears to be crucial to the birth and ongoing development of the karst system.

Keywords: Rift, asymmetric Graben, stratigraphy, Messinian, tectonic control of karst development.

Introduzione

Noi uomini troppo spesso attribuiamo all'opera del caso ogni sistema naturale complesso che non riusciamo o non sappiamo spiegare. Il sistema carsico valle cieca a monte, grotta e corso d'acqua carsico nel sot-

tosuolo, e annessa risorgente a valle, come appunto è in breve il sistema Rio Stella-Rio Basino della Vena del Gesso Romagnola (VGR), è al contrario relativamente semplice da comprendere. A maggior ragione se si considera che nella stessa Vena del Gesso ci

¹ Museo Geologico Giovanni Capellini, Via Zamboni 63, 40127 Bologna



Fig. 1 - La Vena del Gesso vista dal culmine della valle cieca del Rio Stella. Sono evidenziate in rosso le principali faglie che

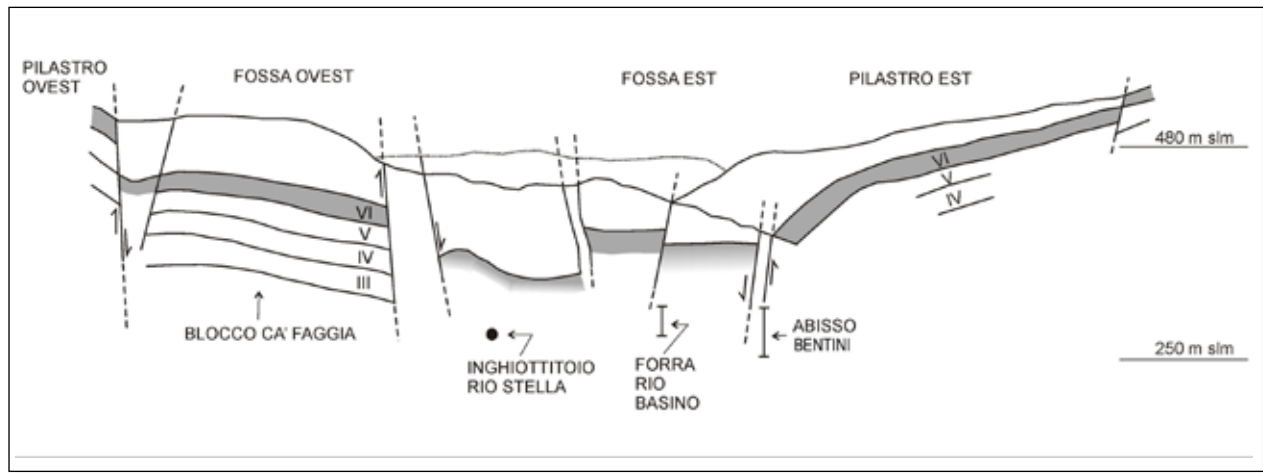


Fig. 2 - Schema interpretativo in sezione naturale da verticale a prospettiva della fossa tettonica o semi-Graben molto asimmetrico di Rio Stella all'altezza della Riva del Gesso. I numeri arabi segnalano i cicli gessosi di MARABINI & VAI (1985). Le barre verticali indicano la Proiezione sul piano della sezione della forra del Rio Basino e dell'Abisso Bentini. Si confronti questo schema con la Fig. 1.

PILASTRO EST

FOSSA EST

ZONA FRATTURATA

INGHIOTTITOIO



spezzano la continuità della Vena in alcuni blocchi, e in azzurro l'inghiottitoio.

sono sistemi carsici più complessi con esso raffrontabili, quali risorgente senza valle cieca, valle cieca senza risorgente, più doline non sviluppate in una valle cieca, valle cieca sfondata e condotto ipogeo collassato (come nel caso della forra del Rio Sgarba a Tossignano). Perché allora il sistema Rio Stella-Rio Basino si è sviluppato proprio lì (come un analogo si era sviluppato nel Rio Sgarba ancora prima)?

Per dare risposta occorre applicare alcune semplici nozioni di geologia, che erano meglio di oggi direttamente comprensibili sul terreno ai tempi della civiltà contadina, quando l'uomo viveva più a contatto con la natura e contribuiva a limitare la copertura vegetale delle aree collinari e montane.

Il primo concetto geologico riguarda, naturalmente, la *litologia*. Per sviluppare grotte carsiche occorre un corpo geologico che per

sua natura sia facilmente solubile in acqua corrente, come avviene per i calcari e ancor di più i gessi.

Un secondo concetto geologico riguarda la *stratificazione* e le *variazioni di spessore* del corpo geologico.

Per esempio, la VGR, che è lunga oltre 20 km e ha uno spessore medio di quasi 200 m, lungo il Senio raggiunge i 250 m ma ai limiti del Marzeno e del Sellustra si rastrema fino a ridursi a 0. Ciò significa che anche i corpi geologici non sono indefiniti, ma hanno dei limiti. E se il corpo resta orizzontale, come al momento della sedimentazione, quando arriva a contatto con l'acqua corrente, il gesso o il calcare verranno sciolti soprattutto lungo la verticale (generando *pozzi*) e poi lungo le superfici di stratificazione per brevi tratti orizzontali. L'altezza massima di pozzi semplici o composti non



Fig. 3 - Immagine sintetica quasi zenitale della fossa del Rio Stella (da Google Earth 2009). Si noti la faglia marcatamente trascorrente destra che delimita a O il blocco di Ca' Faggia.



Fig. 4 - Zona di fratturazione con dolina abortita in prossimità di Monte della Volpe.

supererebbe i 250 metri nel nostro esempio VGR idealizzato. A questo punto dobbiamo tener conto di un altro concetto geologico. In molte aree della Terra, inclusi i nostri Appennini, i corpi geologici hanno perduto

la *orizzontalità iniziale*, come appare dai loro strati variamente inclinati.

È geometricamente intuitivo, a partire dal teorema di Pitagora, che più il corpo geologico è inclinato più un pozzo carsico che

lo attraversa in verticale sarà lungo. In aggiunta, l'inclinazione della superficie carsificabile del corpo accelera il processo stesso di dissoluzione carsica.

Un ultimo concetto geologico da considerare è l'entità e la frequenza delle fratture e delle faglie che attraversano la roccia carsificabile, soprattutto quelle più recenti e quelle magari ancora attive. Queste fratture e faglie sono vere vie maestre per sviluppare pozzi e cavità carsiche di ogni forma e direzione, che seguono mediamente la superficie di frattura incontrata dall'acqua di infiltrazione.

Detto questo, dovrebbe essere chiaro che per capire bene morfologia, ubicazione, e caratteristiche del sistema carsico Rio Stella-Rio Basino bisogna conoscere stratigrafia, tettonica, e storia deformativa di quell'area. Più in generale, ciò significa ammettere, ancora una volta, una stretta parentela e affinità fra speleologia e geologia. Tutte due indagano aspetti diversi del sottosuolo e i primi fondamenti della speleologia si trovano infatti nei testi di padri della geologia quali Aldrovandi, Kircher, Stenone, Marsili, Vallisneri, per citare i maggiori (VAI & CALDWELL, 2006).

In prima battuta, anche un semplice appassionato di geologia che si rechi alla testata del Rio Stella e guardi da S verso N non avrà difficoltà a vedere come i banchi gessosi affioranti nell'antistante ripida parete siano vistosamente tagliati da una faglia diretta subverticale orientata NNE-SSO (Fig. 1). Prendendo come riferimento stratigrafico il primo banco sottile del corpo geologico che chiamiamo Formazione Gessoso-Solfifera nella facies della Vena del Gesso, si nota che il blocco roccioso a O della faglia è apparentemente rialzato di circa 40 metri rispetto a quello a E indicato come blocco di Ca' Faggia (infatti i banchi grossi qui hanno spessore intorno a 20 metri o più). Si tratta quindi di una faglia piuttosto importante, che è accompagnata a E da un fascio di faglie subparallele ripidamente inclinate verso E. Anche il blocco a E di quello di Ca' Faggia pare abbassato di circa 40 m. Esso mostra solo strati sottili che sembrano disegnare due blandi pieghe, mentre il blocco ancora più a E, per l'intensa fratturazione,

non mostra quasi più la stratificazione.

Solo a partire dalla sella di Ca' Faggia (punto di flesso della cresta della parete gessosa della Vena) le bancate cambiano giacitura e si inflettono sempre di più verso O, quasi siano state trascinate verso il basso da una faglia meno ripida delle precedenti, sempre orientata SSO-NNE, ma immergente a O. Ne deriva nell'insieme una struttura configurata come una fossa tettonica composta e molto asimmetrica (Fig. 2), la quale interseca la VGR in tutta la sua larghezza per oltre un km, e che in passato abbiamo già denominato, con termine scientifico, *semi-Graben Rio Stella* (MARABINI & VAI, 1985).

La fossa tettonica del Rio Stella

Per inquadrare in modo più completo l'assetto strutturale di questo particolare segmento della VGR, è proficuamente utile l'immagine sintetica quasi zenitale da Google Earth (Fig. 3), la quale ci fornisce ulteriori informazioni sulle faglie della fossa e i loro movimenti. Il blocco di Ca' Faggia appare infatti nettamente spostato verso S di quasi 60 m per effetto di una significativa componente di moto orizzontale lungo il piano sub verticale del fascio di faglie che lo delimita a O. Si tratta quindi di una faglia marcatamente transtensiva destra. A conferma di questa transtensione destra si veda la secrezione di sericolite nella figure 11 in FORTI & LUCCI (2010). Anche i limiti degli altri due blocchi a E di quello di Ca' Faggia sono marcati da fasce di faglie sub parallele con fatturazione sempre più intensa (gli strati non sono più identificabili) finché in corrispondenza della sella non c'è più traccia di affioramenti gessosi, ormai ridotti a detriti e suolo.

Un bell'esempio di come una semplice zona di fatturazione (e non necessariamente una grande faglia) comporti la perdita della continuità laterale degli strati gessosi, la dissoluzione dei bordi dei frammenti, la depressione morfologica e l'inizio della circolazione carsica sotterranea con accumulo di suolo residuale e sviluppo di vegetazione in superficie (la nascita di una dolina) si vede bene poco a O della fossa del Rio Stella, lungo la parete che porta a Monte della Volpe (Fig. 4). In particolare, in una vista a cam-

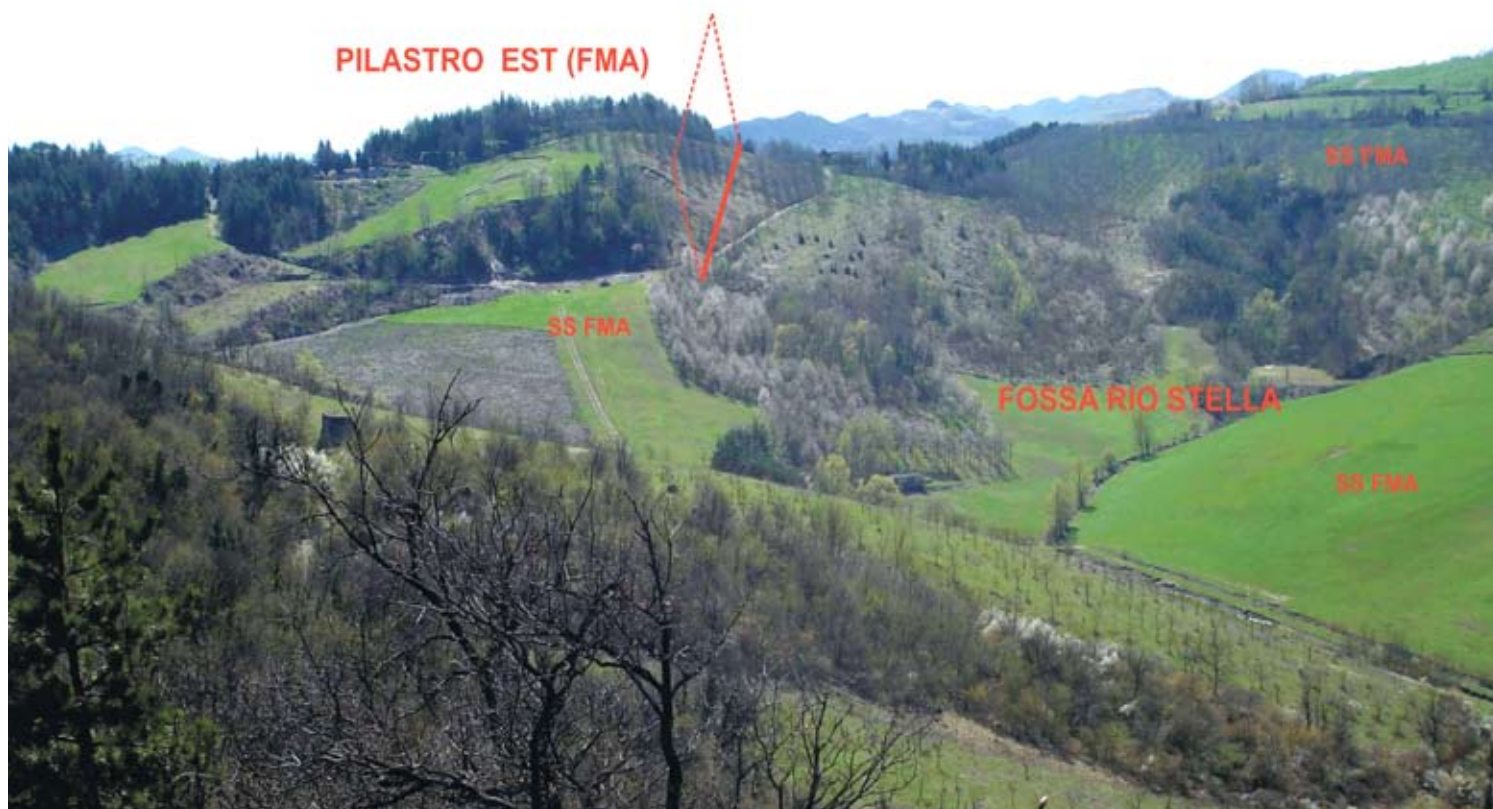


Fig. 5 - La valle cieca del Rio Stella dal ciglio meridionale della cresta gessosa. Sono marcati gli elementi tettonici principali che mostrano l'estensione a S della fossa del Rio Stella nel lato orientale.

po più largo, la sella di Ca' Faggia appare perfettamente in asse con la forra del Rio Basino a NNE.

Quando si percorra in superficie la forra del Rio Basino, la si vede essere costituita da grandi massi gessosi disarticolati e più o meno marcatamente collassati dentro la cavità o depressione lineare formatasi per la dissoluzione carsica del gesso lungo il percorso del rio. Ma la stessa disarticolazione e parziale collasso si osserva anche nella fascia di versante immediatamente adiacente a O della forra. C'è un tratto in cui un ammasso gessoso affiorante per alcune decine di metri mostra immersione degli strati verso S anziché quella comunissima verso NNE.

Inoltre, se dalla cresta della parete gessosa si osserva la valle cieca del Rio Stella, l'occhio del geologo distingue chiaramente la prosecuzione verso S dei fasci di faglia così ben esposti attraverso la parete gessosa. Le faglie attraversano le Peliti Eusiniche e la Marnoso Arenacea (Figg. 5, 6), lasciando traccia lungo ripide paretine stratificate e boscate che delimitano grandi superfici col-

tivate, piatte e regolarmente immergenti a NNE come gli strati dei gessi. Queste paretine, esse stesse dirette NNE, sono le nicchie laterali residue di frane di scorrimento traslazionale assai frequenti nei versanti della Marnoso Arenacea. Le faglie infatti sono zone di debolezza e distacco preferenziale delle masse adiacenti. Si può così delimitare anche nella foto Google Earth una fascia morfologicamente depressa di qualche decina di m in cui la fossa del Rio Stella si estende a SSW verso l'intera valle del Rio Stella e oltre (MARABINI & VAI, 1985; v. anche GAMBERI, 2010).

La carta geologica

La geologia moderna è nata quando, ai primi dell'Ottocento, per intuizione di geniali pionieri quali Arduino, Brocchi, Cuvier e Smith, fu inventata la cartografia geologica sulle ceneri di quella geognostica delle accademie minerarie. Osservazioni geologiche e stratigrafiche corredate di una cronologia paleontologica venivano trasposte sulle nuove carte geografiche e topografiche.

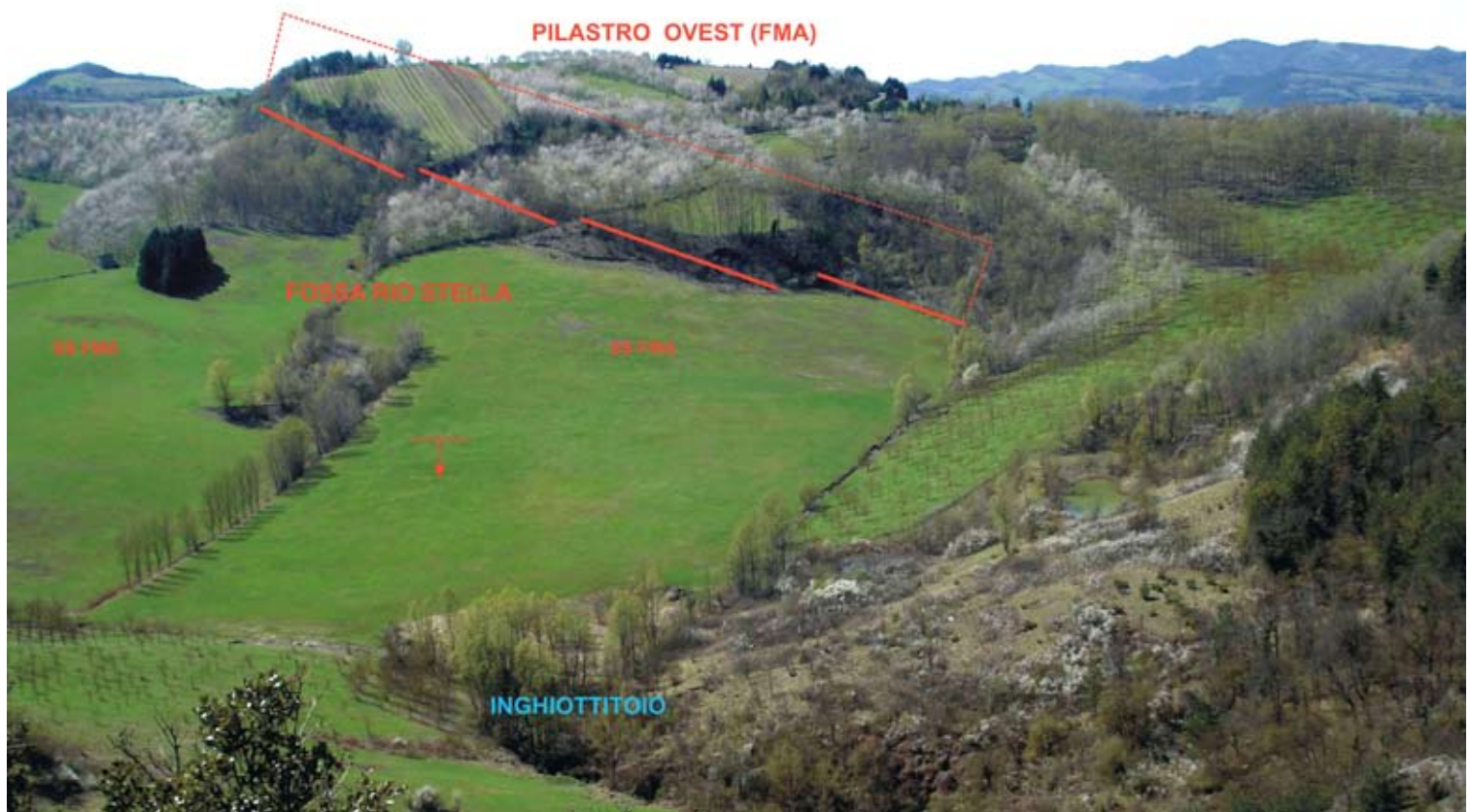


Fig.6 - La valle cieca del Rio Stella dal ciglio meridionale della cresta gessosa. Sono marcati gli elementi tettonici principali che mostrano l'estensione a S della fossa del Rio Stella nel lato occidentale.

Se, fedeli a questa tradizione, sovrapponiamo le nostre precedenti osservazioni tettoniche a una carta geologica della zona tra Monte della Volpe e Monte Mauro (Fig. 7), si può fare un po' di storia indiziaria dei movimenti di questi blocchi, a partire dai rapporti fra la stratigrafia e le strutture indicati nella carta. Si può quindi attribuire un'età relativa alle deformazioni e capire il loro evolversi e il loro riflesso sulla formazione del sistema carsico.

La gran parte delle faglie trasversali alla Vena, quelle che danno origine alla prima configurazione della fossa tettonica del Rio Stella, si arrestano al limite settentrionale dell'affioramento gessoso. Esse cioè sono state attive solo o principalmente *prima* che sulla Formazione Gessoso solfifera si depositasse la Formazione a Colombacci l.s. (cioè fino a circa 5,5-5,4 Ma). In gergo tecnico si dice che quelle faglie sono paleofaglie e che sono *suturate* appunto dai Colombacci. Queste faglie hanno una geometria diretta e carattere estensivo con blocchi che si alzano e altri che si abbassano (tettonica a blocchi). Ciò è confermato anche da filoncel-

li sedimentari di materiale dei Colombacci che talora (come a M. Mauro, Castelnuovo, e con molta evidenza al Monticino di Brisighella) penetravano per caduta gravitativa dentro a talune di queste faglie quando erano ancora aperte (beanti) verso i 5,4 Ma. Non siamo in condizione di dire se la componente trascorrente destra evidenziata nella faglia trasversale a O del blocco di Ca' Faggia sia contemporanea con le faglie dirette estensive che hanno originato la fossa oppure sia successiva (ma pure sempre pre-Colombacci, perché l'omonima formazione non ne viene intersecata). La si potrebbe associare infatti con la tettonica di retro scorrimento o di transpressione destra che ha generato i marcati retro scorrimenti di Monte Mauro sempre *prima* della sedimentazione dei Colombacci (MARABINI & VAI, 1985). Proprio questa tettonica compressiva (fase intramessiniana di MARABINI & VAI, 1985) sarebbe coerente con la flessura del fianco E del semi-Graben e della struttura inversa che appare in Fig. 2 (oltre alle blande piccole pieghe del blocco a E di Ca' Faggia).

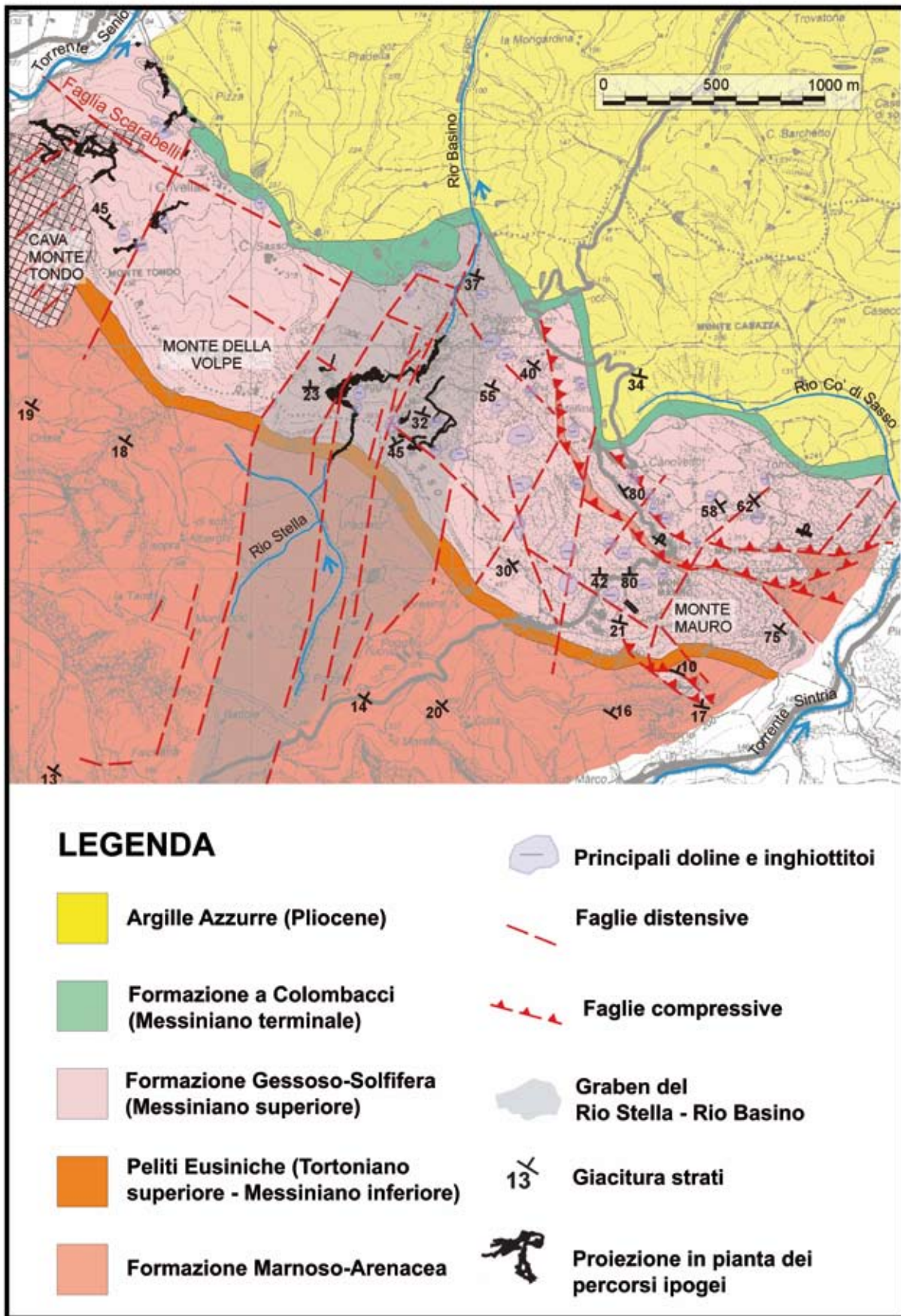


Fig. 7 - Carta geologica schematica da Monte della Volpe a Monte Mauro, con sovrapposizione degli elementi idrografici e speleologici principali (modificata dalla Carta Geologica d'Italia, Foglio 239 Faenza, 2009). Il semi-Graben Rio Stella-Rio Basino è marcato da retino leggero. I lembi terrazzati, detritici e franosi sono stati esclusi.

In sostanza, allo stato attuale delle conoscenze, l'asimmetria della fossa del Rio Stella si evidenzia anche nel fatto che a O ci sono state condizioni solo distensive o transtensive, mentre a E, presso l'area dei retroscorrimenti di M. Mauro osserviamo anche condizioni compressive o transpressive.

Nella carta compaiono inoltre anche faglie dirette longitudinali orientate ESE-ONO, a ribassamento dei lembi meridionali (o verso il Tirreno). Un esempio è dato dalla *faglia Scarabelli*, in destra del Senio, la cui marcata fascia di fatturazione ha peraltro praticamente posto un limite a NE all'avanzamento delle gallerie di coltivazione di gesso nella grande cava di Monte Tondo (ex cava Anic) (FORTI *et al.*, 1997, all.1 carta geologica). E' possibile che questa importante faglia, come alcune sue vicarianti meridionali, si estingua verso est proprio quando raggiunge la fossa tettonica del Rio Stella-Rio Basino.

Idrografia, speleologia e tettonica

L'affinità di interessi tra speleologi e geologi si esalta allorché, come in un caso affascinante come quello in oggetto, la rispettiva disciplina non trova tanto spiegazioni nell'altra, ma piuttosto fornisce all'altra nuovi elementi di approfondimento e comprensione.

Con questa prospettiva, nella carta geologica (Fig. 7) e nello schema di Figura 2 sono raccolti i dati essenziali di idrografia superficiale della valle cieca del Rio Stella, delle grotte e della idrografia del sottosuolo nell'area gessosa intorno al Rio Basino (LUCCI, 2010, a cui si deve anche la digitalizzazione della Fig. 7) e i principali tipi di faglie, con le unità tettoniche.

Così, sotto l'aspetto planimetrico, appare chiaro al geologo che il percorso ipogeo che inizia dall'inghiottitoio del Rio Stella tende prima ad allinearsi con le faglie occidentali della fossa tettonica sino al grande "camerone di collasso" di Ca' Faggia, e poi, come "disorientato", vaga obliquamente per ammassi gessosi fratturati per allinearsi infine con l'opposto fianco orientale della fossa all'imbocco della forra del Rio Basino.

In ogni caso, è innegabile che la fossa tettonica ha costituito per sua natura e da sempre, nella lunga storia di sollevamento della VGR, una via privilegiata per il deflusso idrico di superficie e sotterraneo che essa intercettava. Non si può addirittura escludere che nel passato delle decine e centinaia di migliaia di anni la nostra fossa sia stata solcata da corsi d'acqua anche più importanti degli attuali Senio e Sintria.

Un altro elemento di approfondimento, questo più prettamente da speleologo, è l'importante ruolo di collettori idrici laterali che svolgono le faglie longitudinali orientate ESE-OSO. Si consideri, ad esempio, la forte venuta idrica in destra dal sifone poco a monte della Risorgente del Rio Basino, che in qualche modo si può pensare collegata con la *faglia Scarabelli* o una vicariante affettante il pilastro gessoso di Monte della Volpe. Oppure si pensi al tracciato non ancora completamente svelato dell'Abisso Bentini, che si origina nel pilastro gessoso a est della fossa tettonica, e che sembra allinearsi con il fronte dei retroscorrimenti di Monte Mauro.

Da tutto ciò appare sempre più evidente quanto sia determinante il controllo della tettonica, in tutto il suo procedere, sulla nascita e lo sviluppo dei sistemi carsici nella Vena del Gesso Romagnola (BENTINI, 2003). In chiusura ci piace ricordare un piccolo arcano nominalistico tanto caro a Luciano Bentini (BABINI, *et al.*, 1964, p. 102; BENTINI, 1965, p. 95; BENTINI, 1993, p. 16) e relativo a quel toponimo *Rio Stella*, così estraneo al sito e inspiegabilmente astronomico. Ebbene, furono i topografi italiani dell'I.G.M. (fiorentini o romani?) di fine Ottocento a storpiare in Rio Stella il nome autoctono popolare di "*Rè-d-s'-tèra*", cioè 'Rio di sottoterra' dal dialetto romagnolo, ben calzante al sito e appropriato (PIASTRA, 2004). Poiché stiamo celebrando il 150° dell'Unità d'Italia, che di questo piccolo incidente linguistico fu indiretta causa, perché non pensare di ripristinare il toponimo originario in traduzione corretta, e quindi parlare e scrivere di *fossa tettonica del Rio di Sottoterra*? Rispettando unità nazionale, tradizione toponomastica locale, e scienze della Terra.

Bibliografia

- BABINI P., BENTINI L., BENTIVOGLIO A., BIONDI P.P., LEONCAVALLO G., PERONI P., (1964), *Le cavità naturali della Vena del Gesso tra i Fiumi Lamone e Senio*, Gruppo Speleologico "Città di Faenza", Gruppo Speleologico "Vampiro" Faenza, Faenza, pp. 1-115.
- BENTINI L., (1993), *La Vena del Gesso romagnola. Caratteri e vicende di un parco mai nato*, Speleologia Emiliana s. IV, XIX, 4, pp. 1-67.
- BENTINI L., (2003), *I principali sistemi carsici della Vena del Gesso romagnola e il loro condizionamento strutturale*, in *Atti del XIX Congresso Nazionale di Speleologia*, (Bologna, 27-31 agosto 2003), Bologna, pp. 51-68.
- BENTINI L., BENTIVOGLIO A. & VEGGIANI A., (1965), *Il complesso carsico Inghiottitoio del Rio Stella (E.R. 385) – Grotta Sorgente del Rio Basino (E.R. 372)*, in *Atti VI Convegno di Speleologia Italia Centro-Meridionale (Firenze 14-15 Novembre 1964)*, pp. 94-109.
- Carta Geologica d'Italia, Scala 1:50.000, Foglio 239 Faenza*, Servizio Geologico d'Italia, ISPRA, S.EL.CA Firenze, 2009.
- FORTI P. & LUCCI P., (2010), *Le concrezioni e le mineralizzazioni del sistema carsico Rio Stella-Rio Basino (Vena del Gesso Romagnola)*, Memorie Istituto Italiano di Speleologia, s. II, 23, pp. 151 - 168.
- FORTI P., MARABINI S. & VAI G.B., (1997), *Studio geologico, idrogeologico e carsico della porzione della Vena del Gesso Romagnola interessata dalla cava di gesso di Borgo Rivola: Relazione preliminare*, <http://www.venadelgesso.org/testi/cave/fortimarabinivai/cava5.htm>.
- GAMBERI F., (2010), *Subsurface sediment remobilization has an indicator of regional-scale defluidization within the upper Tortonian Marnoso-arenacea Formation (Apenninic foredeep, northern Italy)*, Basin Research, 22, pp. 562-577.
- LUCCI P., (2010), *Il carsismo*, in *Parco regionale della Vena del Gesso Romagnola*, Regione Emilia-Romagna, Diabasis, Mantova, pp. 41-72.
- MARABINI S. & VAI G.B., (1985), *Analisi di facies e macrotettonica della Vena del Gesso in Romagna*, Bollettino della Società Geologica Italiana, 104, pp. 21-42.
- PIASTRA S., (2004), *Alcune note storiche sugli idronimi "Stella" e "Basino" (Vena del Gesso romagnola)*, L'Universo, 84, 6, pp. 808-817.
- VAI G. & CALDWELL W.G.E. (editors), (2006), *The Origins of Geology in Italy*, Geological Society of America, Special Paper 411, pp. 1-223.