

## SUL SIGNIFICATO DELL'ICNOFAUNA DEL PERMIANO INFERIORE DEL BACINO DI COLLIO (PREALPI BRESCIANE)

GIUSEPPE SANTI<sup>1</sup>

*Parole chiave* – icnologia, Formazione di Collio, Valli Trompia e Caffaro, Permiano inferiore.

*Riassunto* – La Formazione di Collio (Permiano inferiore) affiorante nel Bacino Trumplino (Prealpi Bresciane) è un ricco serbatoio di fossili composto da tracce di vertebrati ed invertebrati, resti di lamellibranchi e di vegetali (macropiante e pollini). In parte anche la “Pietra Simona”, membro del Conglomerato del Dosso dei Galli posta al top del “Collio s.s.” contiene icnofossili di invertebrati (*Planolites* e *Palaeophycus*) e orme di rettili attribuite al solo icnotaxon *Dromopus didactylus*. Con lo studio delle tracce degli invertebrati, insieme ai vertebrati la biodiversità originale è stata in gran parte definita nei suoi componenti fondamentali. Con i dati acquisiti sono state considerate le relazioni fra vertebrati ed invertebrati e sollevati diversi problemi che a tutt’oggi non hanno ancora ricevuto una soluzione definitiva.

*Key words* – ichnology, Collio Formation, Trompia and Caffaro Valleys, Lower Permian.

*Abstract* – The meaning of the Lower Permian ichnofauna of the Collio Basin (Brescian Prealps). The Collio Formation (Lower Permian) cropping out especially in the Trompia Basin (Brescian Prealps), is a rich deposit in vertebrate and invertebrate trace fossils, bivalve remains, macroplants and pollens. Also the “Pietra Simona”, a member of the Dosso dei Galli Conglomerate at the top of the “Collio s.s.” contains some invertebrate traces (*Planolites* and *Palaeophycus*) and the only reptile *Dromopus didactylus* ichnotaxon. With the study of the invertebrate and vertebrate ichnologies the original biodiversity in its fundamental components, is largely defined. With the current data the vertebrates and invertebrates relationships have been evaluated; some different problems that at the present day have not still a solution, are also introduced.

### INTRODUZIONE

E’ noto ormai da molto tempo come la Val Trompia e la Val Caffaro (Prealpi Bresciane) siano zone dove affiorano alcune delle più importanti formazioni del Permiano ricche di icnofossili, lamellibranchi e resti vegetali (macropiante e pollini). Sono soprattutto gli strati della Formazione di Collio (Artinskiano-Kunguriano, Permiano inferiore) ad essere generosi serbatoi, in cui il contenuto fossilifero è certamente più abbondante sia per quantità, sia per l’eterogeneità dell’associazione. Le impronte di vertebrati (anfibi e rettili) sono storicamente meglio conosciute e più studiate, sulle quali esiste una ricca bibliografia (CURIONI, 1870; CEOLONI *et al.*, 1987; CONTI *et al.*, 1991, 1999; CASSINIS & SANTI, 2005 e così via). Un po’ dimenticate sono state, al contrario le tracce lasciate dagli invertebrati che nell’ambito dell’Icnologia più moderna, hanno assunto ed assumono attualmente un rilievo di forte valenza paleoambientale, ma anche nell’ideazione ed applicazione del concetto di icnofacies (SEILACHER, 1964, 1967; MELCHOR *et al.*, 2006; BUATOIS & MANGANO, 2009).

Proprio nell’ottica di questa loro moderna utilizzazione le ricerche compiute in queste valli bresciane hanno avuto in tempi recenti nuovo vigore e sono state finalizzate particolarmente alla raccolta e classificazione delle tracce di invertebrati. In questo modo, insieme all’icnocenosi a vertebrati, si è cercato di valutare sempre meglio la costituzione della biodiversità e più

in generale il contesto paleoambientale del Permiano inferiore continentale di queste zone in cui visse tale associazione.

### POSIZIONE AREALE DELLE IMPRONTE

Oltre che in Val Caffaro, la distribuzione delle impronte dei vertebrati ed invertebrati è praticamente continua per tutta la sequenza della Formazione di Collio (Fig. 1) affiorante lungo la strada che da S. Colombano di Collio porta al Passo Maniva. Le investigazioni compiute nelle recenti campagne di scavo non hanno evidenziato delle concentrazioni in ben definiti strati, di una particolare icnospecie o icnogenere rispetto ad altri, bensì esse si possono ritenere ben distribuite fino ai livelli arrossati della “Pietra Simona” (membro del Conglomerato del Dosso dei Galli al top della Formazione di Collio) in cui sono stati identificati *Dromopus didactylus* Moodie, 1929 (CONTI *et al.*, 1991) e più recentemente *Planolites montanus* Richter, 1937 con *Palaeophycus tubularis* Hall, 1847 (RONCHI, 2008).

### L’ICNOASSOCIAZIONE AD INVERTEBRATI E VERTEBRATI

Una ricostruzione paleoambientale oltre che dall’esame delle litologie, non può prescindere dalla elencazione

<sup>1</sup> Dipartimento di Scienze della Terra e dell’Ambiente - Via Ferrata 1, 27100 Pavia (Italia). E-mail: gsanti@unipv.it

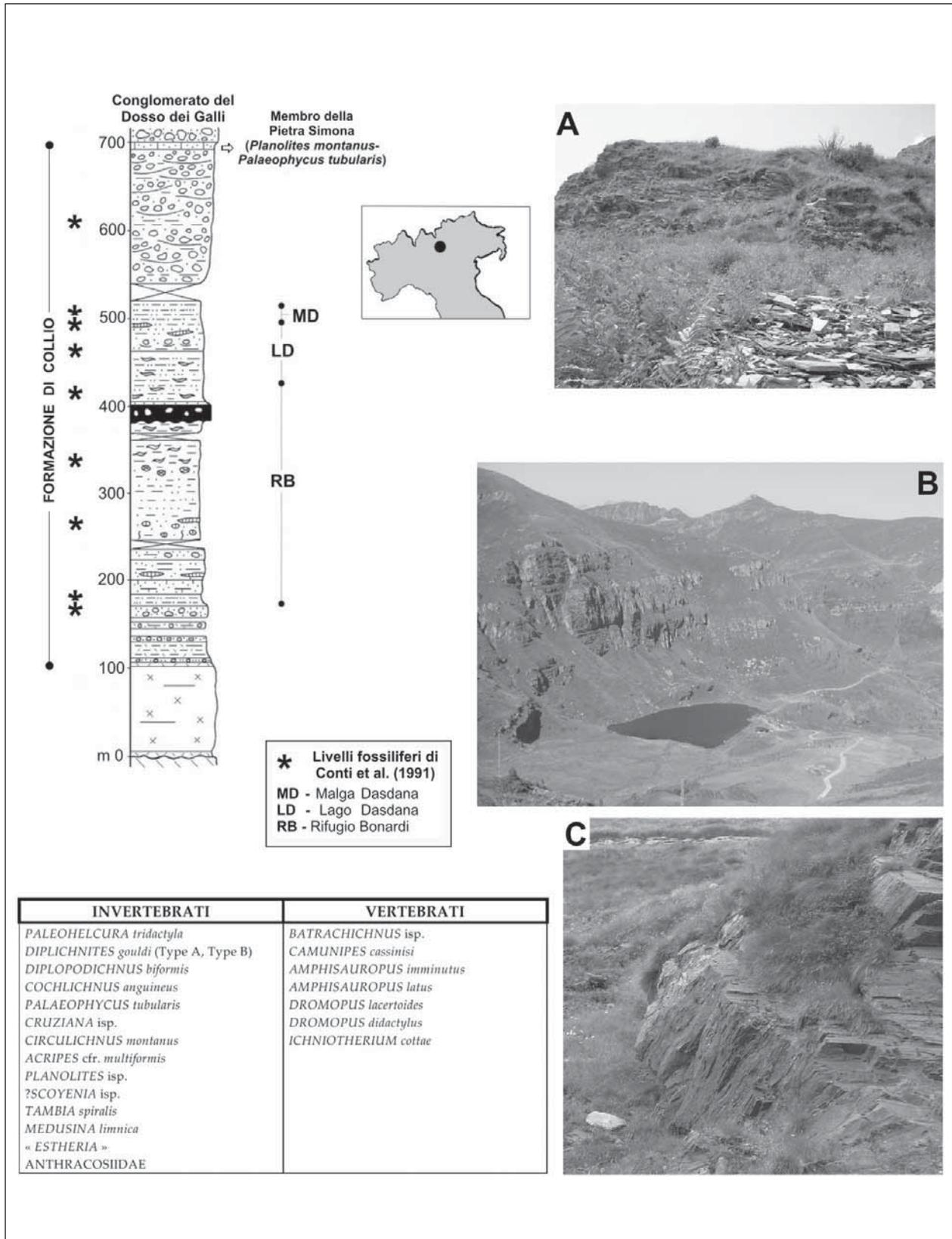


Fig. 1 – Sezione stratigrafica della Formazione di Collio in Val Trompia (da CONTI *et al.*, 1991, mod.). Gli asterischi indicano le posizioni dei ritrovamenti di icnofossili di CONTI *et al.* (1991), i pallini neri si riferiscono alle posizioni dei nuovi rinvenimenti (CONTARDI & SANTI, 2009). Nella tabella è riportata l'icnoassociazione a vertebrati e ad invertebrati (compresi i resti di lamellibranchi d'acqua dolce) dalla Formazione di Collio in Val Trompia e Val Caffaro. **A**- Affioramenti della Formazione di Collio lungo il sentiero verso la Malga Dasdana, **B** – Panoramica della Formazione di Collio in Val Dasdana, **C** – Affioramenti della Formazione di Collio lungo la strada verso il Passo Maniva appena dopo il Rifugio Bonardi.

delle icnospecie riconosciute sebbene una serie di difficoltà possa influire molto nella identificazione degli icnotaxa. Il riferimento va alle icniti dei vertebrati appartenenti al gruppo delle sottoimpronte ed impronte fantasma che nel passato complicarono non poco la classificazione sistematica delle orme. Recentemente per esse, Haubold (1996, 2000) compì una profonda revisione di queste particolari tipologie di impronte riducendo a pochi icnogeneri ed altrettanto poche icnospecie il numero dei componenti l'originale biodiversità del Permiano. Una medesima difficoltà la si incontra anche nelle icnosistematiche degli invertebrati. Molti icnogeneri ed icnospecie necessitano di una revisione profonda; di conseguenza la nomenclatura ad oggi adottata non è del tutto definitiva e comunemente accettata (per esempio: sono sinonimi *Dendroidichnites* e *Mirandaichnium*? *Stiaria* e *Paleohelcura* sono disegnate dal medesimo artropode? Perché se la pista conosciuta come *Diplichnites* "evolve" in continuità in quella chiamata *Diplodopichnus* osservata su un'unica lastra viene classificata con nomi diversi contrariamente a quanto si possa pensare?).

Tralasciando le discussioni sulla nomenclatura icnologica e sulle sue difficoltà di applicazione fuori dal target di questo lavoro, ma considerando quella che più frequentemente è utilizzata negli studi icnologici, in Fig. 1 sono riportate le composizioni delle icnocenosi ad invertebrati e vertebrati fino ad ora conosciute ottenute con lo studio degli icnofossili ritrovati in Val Trompia ed in Val Caffaro, in buona parte attualmente custodite presso il Museo Civico di Storia Naturale in Brescia. Nella Tav. 1 sono visualizzati i più importanti taxa (icniti e resti) che compongono la biodiversità del "Collio". Le tracce e le piste degli invertebrati, insieme a *Medusina limnica* Müller, 1978, *Tambia spiralis* Müller, 1956, "*Estheria*" ed Anthracosiidae furono già segnalate da CONTI *et al.* (1991) ed inserite nella distribuzione sequenziale delle icniti (riferita in particolare ai vertebrati) negli strati della Formazione di Collio in Val Trompia. Gli autori però non affrontarono il problema dell'icnosistematica degli invertebrati. Recentemente questo gap è stato parzialmente riempito con le ricerche condotte da (RONCHI, 2008), CONTARDI & SANTI (2009) e AVANZINI *et al.* (2011). Ulteriori ricerche e scavi saranno necessari per approfondire ancor di più l'esame della composizione dell'icnocenosi originaria.

Naturalmente è impossibile poter considerare solamente le tracce degli invertebrati per una completa ricostruzione dei paleoambienti; ad esse vanno aggiunte le orme lasciate dai vertebrati. L'icnoassociazione a vertebrati è composta da *Batrachichnus* isp., *Camunipes cassinisi* Ceoloni *et al.*, 1987, *Amphisauropus latus* Haubold, 1970, *A. imminutus* Haubold, 1970, *Dromopus lacertoides* Geinitz, 1861, Haubold, 1971, *D. didactylus* Moodie, 1929 e *Ichniotherium cotta* (Pohlig, 1885) Pohlig, 1892, vale a dire: rari anfibi protorotiridi, captorinomorfi, areoscelidi e sinapsidi (CEOLONI *et al.*, 1987; CONTI *et al.*, 1991, 1999).

## IL QUADRO PALEOAMBIENTALE DEL PERMIANO INFERIORE IN VAL TROMPIA E VAL CAFFARO

Considerare insieme l'icnofauna ad invertebrati e vertebrati non è utile solamente per completare un quadro icnologico fedele il più possibile alla biodiversità delle terre del "Collio" trumplino, ma perché, in riferimento alla catena alimentare, esiste una vera e probabilmente intensa relazione fra vertebrati ed invertebrati. Infatti, un recente ritrovamento avvenuto nel Bacino Orobico coevo con quello della Val Trompia (SANTI & STOPPINI, 2005) ha dimostrato come rettili areoscelidi, i *trackmakers* dell'icnogenero *Dromopus*, fossero al top della scala alimentare svolgendo il ruolo del carnivoro, sebbene tali in senso stretto non lo fossero. La loro kinesiologia craniale e più in particolare mandibolare, associata ad una dentatura robusta ne facevano dei rettili adatti ad afferrare parti dure quali quelle chitinee di certi artropodi.

Un confronto fra la composizione dell'icnoassociazione a vertebrati ed invertebrati induce a queste, diverse riflessioni.

In primo luogo il numero dei componenti l'icnofauna a vertebrati è inferiore a quella degli invertebrati sebbene per questi ultimi gli icnotaxa non siano decisamente diversificati. Tuttavia, questa "disparità" potrebbe essere logica se inquadrata nell'ottica della piramide trofica. Gli invertebrati, o parte di essi costituivano la base alimentare per alcuni dei vertebrati, almeno di coloro che coprivano il ruolo di fruitori di una dieta mista.

In secondo luogo il rapporto epifauna/infauna per l'icnocenosi ad invertebrati della Val Trompia è favorevole alla prima; fino ad ora è stata rilevata una maggior frequenza di tracce e piste riferite a camminatori s.l. che di quelle lasciate da scavatori.

Le tracce sia dei vertebrati, sia degli invertebrati si formarono probabilmente ai margini di zone lacustri e o stagni molto effimeri impostati su una piana alluvionale; la comunità degli invertebrati era costituita da artropodi, crostacei notostraci, miriapodi, scavatori, oltre che da medusine, lamellibranchi (CONTI *et al.*, 1991) (Fig. 2). Di volta in volta le lande del "Collio" venivano inondate da alluvioni che riempivano le varie depressioni dando luogo ad ambienti effimeri ma adatti al rifiorire della vita. In queste aree relativamente più profonde, una sedimentazione maggiormente argillo-siltoso o argillosa associata ad un idrodinamismo ridotto o assente creava le condizioni ideali per la preservazione delle componenti più delicate della biodiversità (per esempio le impronte delle idromeduse).

La successione della Formazione di Collio è rappresentata dalla sovrapposizione di strati dalla diversa colorazione: grigio-nero-verdi e rossastri. La maggior evidenza di questa variazione cromatica è osservabile nel membro C (*sensu* CASSINIS, 1966) legata ad un cambio climatico che portò ad avere intervalli di maggior

aridità alternati ad altri di maggior clima caldo umido. Se negli strati grigio-nero-verde il record icnologico è più diversificato, non altrettanto si può dire per quelli più arrossati. CONTI *et al.* (1991) identificarono in questi ultimi, oltre a orme attribuite ad *Amphisauropus (latus*

e *imminutus*) anche piste di artropodi e di *Medusina limnica*. Chiare piste di artropodi (*Diplichintes gouldi* in AVANZINI *et al.*, 2011) furono ritrovate, sempre in sedimenti arrossati dai medesimi autori, anche in Val Caffaro.

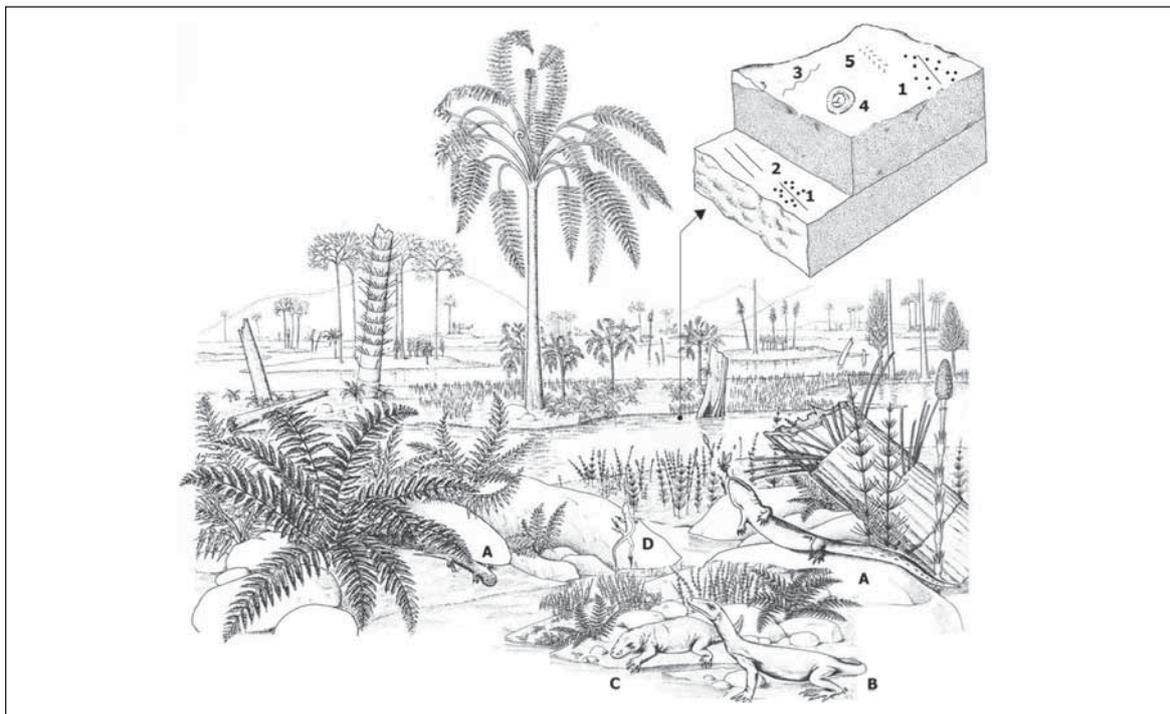


Fig. 2 – Ricostruzione ambientale della Val Trompia durante il Permiano inferiore sulla base dell’icnoassociazione a vertebrati e dei principali invertebrati (nel blocco diagramma). Vertebrati tracemakers di: **A** – *Batrachichnus*, **B** – *Varanopus*, **C** – *Amphisauropus*, **D** – *Dromopus*. Invertebrati tracemakers di: **1** – *Paleohelcura tridactyla*, **2** – *Diplopodichnus biformis*, **3** – *Cochlichnus anguineus*, **4** – *Medusina limnica*, **5** – *Diplichnites gouldi* (da Santi *et al.*, 2008, mod.).

Gli invertebrati rispetto ai vertebrati presentano tracce molto poco deformate contrariamente ai vertebrati (sottoimpronte e impronte fantasma) con il relativo problema della loro classificazione icnosistemica. Non solo, ma anche organismi dal solo corpo molle, delicato e vellutato (*Medusina*) molto difficilmente si ritrovano deformati o mancanti di qualche elemento utile alla sistematica. L'idrodinamismo scarso o nullo non è fattore che porta alla diversa deformazione dell'orma nei vertebrati e invertebrati.

Di conseguenza anche la velocità legata alle diverse modalità di locomozione, lento e più veloce, è un fattore di possibile deformazione della traccia (per esempio parte delle piste di *Paleohelcura tridactyla* in Tav. 1 fig. D). A maggior ragione se si considera l'organismo camminatore e non lo scavatore.

Si è già annotato in precedenza come l'icnofauna sia complessivamente distribuita lungo tutta la successione della Formazione di Collio. Le idromeduse si concentrano in tasche, in ben precisi livelli del "Collio" distribuiti lungo tutta la formazione e, quando si ritrovano, rappresentano quasi sempre l'unica forma organica riconosciuta. Sembra che la loro concentrazione a volte così abbondante, implichi l'assenza di fossili di altri organismi; se si riconoscono medusine d'acqua dolce non si trovano icnospecie di al-

tri invertebrati o vertebrati. Sicuramente uno scarsissimo idrodinamismo, se non proprio assente ha favorito la conservazione di tracce integre delle medusine con scarsissima o nessuna deformazione e con la presenza ben chiara degli elementi icnotassonomici utili per la classificazione.

Tranne che per *Planolites*, *Palaeophycus* e *Dromopus didactylus* ritrovati sia nella Formazione di Collio sia nella "Pietra Simona" (CONTI *et al.*, 1991; RONCHI, 2008) la maggior parte degli icnotaxa degli invertebrati e vertebrati è confinato nel "Collio"; al momento non vi sono ritrovamenti che testimonino una loro presenza in terreni diversi (come appunto la "Pietra Simona" o il Verrucano Lombardo). Per questi invertebrati (*Planolites*, *Palaeophycus*) e per *D. didactylus*, il range stratigrafico è ampio e i loro tracemakers, specialmente per i primi come per gli altri scavatori, potevano agire in diversi tipi di substrato contrariamente agli artropodi (per es. il tracemaker di *Diplichnites* o di *Paleohelcura*).

## ICNOFACIES

Secondo MINTER *et al.* (2007) e recentemente BUATOIS & MANGANO (2009) sussistono quattro tipologie di icnofacies

per gli invertebrati: l'icnofacies a *Scoyenia*, a *Mermia*, a *Coprinisphaera* e a *Octopodichnus-Entradichnus* indicative di differenti ambienti deposizionali. La prima è generalmente rappresentativa di ambienti transizionali (subacqueo/subaereo) tipica di zone fluvio-lacustri prevalentemente effimere, la seconda (*Mermia*) tipica di substrati non consolidati a sedimentazione fine perennemente subacquei di zone lacustri più profonde e/o di "shallow". La icnofacies a *Coprinisphaera* è caratteristica di paleosuoli, mentre quella a *Octopodichnus-Entradichnus* di dune eoliche. Secondo BUATOIS & MANGANO (2009) la nuova concezione sull'applicazione di icnofacies legata alla differente tipologia di prosciugamento di un lago porta a diversità di composizione dell'icnocenosi. La risposta data dalla coppia icnocenosi-icnofabric dipende sostanzialmente da tre elementi: stress ambientale, tipo di sedimentazione, posizione del livello dell'acqua.

Considerando la composizione dell'icnofauna ad invertebrati del Bacino di Collio è credibile doverla riferire all'icnofacies a *Scoyenia* sia sulla base dei paleoambienti sedimentari tipicamente fluvio-lacustri e prevalentemente effimeri da cui provengono le tracce, sia soprattutto collegata non tanto ad aree deposizionali, quanto piuttosto a fattori ambientali.

Se per l'icnofacies a *Scoyenia* riferita all'icnofauna dal Bacino Orobico SANTI *et al.* (2008, tab. 2) trovarono ben poche corrispondenze con quella tipica (*sensu* BUATOIS & MANGANO, 1998) tanto da non escludere di considerarla come una sub-icnofacies tipica del Permiano inferiore del Sudalpino e con validità non solo strettamente locale, ma anche regionale o extraregionale, avendo infatti delle notevoli corrispondenze con l'icnoassociazione che caratterizza la Francia meridionale (DEMATHIEU *et al.*, 1992), quella del Bacino di Collio sembra meglio bilanciata e maggiormente simile a quella elaborata dagli Autori in letteratura.

Considerando i casi esposti da BUATOIS & MANGANO (2009) di prosciugamento di un lago e le corrispondenti formazioni di icnocenosi (in quest'ottica sinonimo di icnofacies) la fase di "balanced-fill" *sensu* BUATOIS & MANGANO (2009) può essere quella più esplicativa e rappresentativa per il Bacino della Val Trompia. Infatti, osservando le successioni litostratigrafica e di icnocenosi della Formazione di Collio la "balanced-fill" nella sua continua successione di fasi d'emersione-inondazione con conseguente ripetizione di fattori di stress che agiscono sulla comunità ad invertebrati può spiegare bene la distribuzione del record icnologico. Nella fase di "balanced-fill" l'icnofacies a *Scoyenia* è ben presente (tracce di *firmground*) con conseguente riduzione dell'icnocenosi di *softground* e assenza della icnofacies a *Mermia* (BUATOIS & MANGANO, 2009).

Per quanto concerne i vertebrati secondo HUNT & LUCAS (2006) gran parte delle icnocenosi del Permiano inferiore del Sudalpino dei principali bacini -Orobico e di Collio in testa- apparterebbero alla icnofacies a *Batrachichnus* e sub-icnocenosi ad *Ichniotherium*. Tuttavia, far rientrare tutta l'icnofauna del Permiano inferiore del

Sudalpino nell'unica sub-icnocenosi a *Ichniotherium* potrebbe non essere del tutto giustificato. Infatti, sebbene le icnoassociazioni del Bacino Orobico e quello della Val Trompia siano molto simili la differenza più evidente è la presenza di *Ichniotherium* in quella trumplina e la sua mancanza in quella orobica.

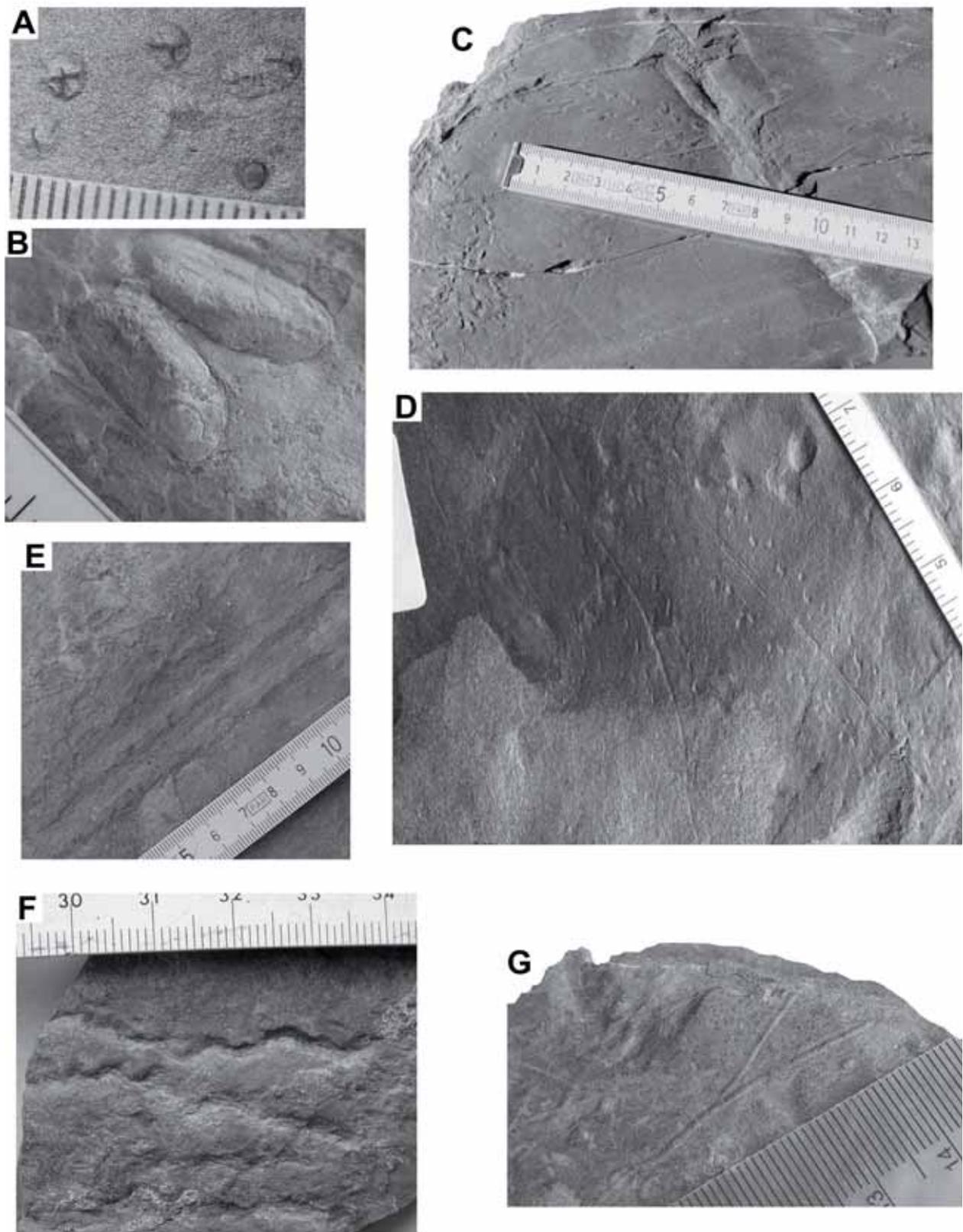
Quindi in Val Trompia, per almeno una parte della Formazione di Collio (la medio-alta) l'individuazione della sub-icnocenosi ad *Ichniotherium* è chiara, ma è anche altrettanto evidente che sia l'icnocenosi, sia i paleoambienti della parte mediana della Formazione di Collio corrispondono meglio alla sub-icnocenosi ad *Amphisauropus*. Ampie discussioni su questo delicato argomento sono riportate in SANTI & NICOSIA (2008) e SANTI (2008).

## I PROBLEMI ANCORA APERTI

Sebbene la ricerca icnologica abbia dato fino ad ora dei buoni risultati in termini di composizione della icnodiversità confermando la similitudine con quelle riconosciute per altri bacini coevi sia italiani (Bacino Orobico, Bacino di M. Luco) che stranieri (Francia, Germania, USA, Argentina e più recentemente Polonia, VOIGT *et al.*, 2012), il record fossilifero rinvenuto nella Formazione di Collio denuncia ancora dei lati lacunosi. Alcune di queste mancanze sono molto significative specialmente in senso cronologico e mi riferisco particolarmente all'assenza di fossili di blattoidei. Questi ultimi sono frequenti nei bacini di Francia e Germania (SCHNEIDER *et al.*, 2004). E' possibile che la mancanza di questo particolare fossile possa avere una duplice ed alternativa spiegazione: 1) rarità di blattoidei già nella biodiversità originale del "Collio", 2) l'intensa attività tettonica legata ad un leggero metamorfismo, può aver "distrutto" le prove della presenza di questi organismi o comunque averle ridotte drasticamente e quindi difficilmente individuabili.

In riferimento a questa seconda ipotesi cioè dell'importanza dell'impatto del tettonismo sulla formazione degli ecosistemi, sulla sedimentazione e quindi sulla possibilità di fossilizzazione, è utile ricordare il dato cronologico radiometrico ottenuto da SCHALTEGGER & BRACK (1999) per le vulcaniti a tetto e letto della Formazione di Collio in Val Trompia, che dimostra come circa 700 m di sedimenti si depositarono in 4-5 Ma. Un periodo di tempo troppo breve per favorire la stabilità degli ecosistemi e, di conseguenza reali possibilità di fossilizzazioni di organismi così delicati (ipotesi della "deposition time compression" in NICOSIA *et al.*, 2000).

Un secondo dato fino ad ora emerso dallo studio dell'icnofauna trumplina è la relativa mancanza di tracce accreditate ai pesci, inserite nel gruppo generico "Undichna". E' possibile che queste particolari tracce possano in un certo senso essere confuse con quelle di qualche invertebrato, pertanto non è del tutto da escludere l'ipotesi che fra le variabilità delle tracce considerate per un singolo



**Tav. 1** - Fossili dalla Formazione di Collio delle Valli Trompia e Caffaro. **A** – *Medusina limnica* Müller, 1978, **B** – *Anthraconauta* sp. **C** – *Diplichnites gouldi* (Gevers in Gevers et al., 1971), **D** – *Paleohelcura trdactyla* Gilmore, 1926, **E** – *Diplopodichnus biformis* Brady, 1947, **F** – *Cochlichnus anguineus* Hitchcock, (1858), **G** – *Palaeophycus tubularis* Hall, 1847.

organismo possano rientrare anche quelle effettivamente prodotte dai pesci.

Certamente i pesci però, rientravano nella biodiversità del “Collio” soprattutto perché in genere i record paleontologici dei bacini del Sudalpino (almeno dei principali) sono molto simili se non uguali a quelli di Francia e Germania per esempio o anche del Nord America e Sud America in cui le icniti dei pesci sono state individuate e classificate. E’ difficilmente sostenibile l’ipotesi della mancanza dei pesci nella biodiversità originaria.

Un problema che al momento non ha ancora una soluzione è dato dalla convivenza fra le due specie di idromeduse: *Medusina limnica* Müller, 1978 e *Medusina atava* (POHLIG, 1892) Walcott, 1898. Nel Bacino di Collio la presenza di *M. limnica* è stata ben dimostrata a più riprese (per esempio CONTI *et al.*, 1991; CONTARDI e SANTI, 2009; SANTI, 2011), mentre è decisamente più difficile poter ritrovare resti attribuiti a *M. atava*. E’ pur vero che alcuni fossili (ancora in studio) potrebbero essere riferiti a *M. atava*, ma la loro non buona conservazione (gli elementi tassonomici utili per la classificazione sono appena accennati ed incompleti associati ad una decisa deformazione) impedisce una determinazione precisa. Se la presenza di *M. atava* nel Bacino di Collio non è sicura sulla base dei dati attuali, nel coevo Bacino Orobico (ad occidente rispetto al primo) questa idromedusa è già stata identificata negli strati arrossati dell’informalmente cosiddetto “Collio rosso” stratigraficamente posto al di sopra dell’altrettanto informale “Collio nero” (SANTI, 2004, 2011). Vi sono degli elementi che consentono di ritenere come sia possibile, nel medesimo livello stratigrafico del “Collio orobico” ritrovare insieme queste due specie di medusine indicatrici di diversi paleoambienti. La presenza di *M. limnica* suggerisce infatti, ambienti fluvio lacustri, caldi, ben ossigenati e di bassa profondità, mentre *M. atava* è riferita ad ambienti maggiormente fluviali. Secondo GAND *et al.* (1996) non dovrebbe sussistere questa coesistenza, tuttavia VOIGT (2001) la segnala nella Tambach Sandstein (Thuringian Forest, Bromacker, Germania). Ulteriori ricerche in merito da svolgere nel Bacino di Collio certamente porteranno un contributo alla soluzione del problema.

## CONCLUSIONI

A tutt’oggi la Formazione di Collio affiorante nel Bacino Triumplino è quella che ha fornito la migliore e più com-

pleta documentazione fossilifera del Permiano inferiore continentale del Sudalpino. Ad essa si associa il membro della “Pietra Simona” del Conglomerato del Dosso dei Galli, stratigraficamente al di sopra del “Collio s.s.” in cui sono state rinvenute icniti di *Dromopus didactylus* fra i vertebrati, di *Planolites montanus* e *Palaeophycus tubularis* fra gli invertebrati. La biodiversità è completata da lamellibranchi, crostacei ed idromeduse d’acqua dolce con resti vegetali (macropiante e pollini).

Sulla base dei dati attuali è stata ricostruita gran parte della biodiversità originaria delle lande del “Collio” allineandosi con quanto noto per aree europee (Francia, Germania, Polonia, Gran Bretagna) ed extraeuropee (Nord America, Argentina). Non sembra composta da numerosi icnotaxa, ma da pochi e fondamentali individuati anche nelle altre icnocenosi europee ed extra europee attorno ai quali ruotano forme che occupano il ruolo di “elementi locali” (per esempio *Ichniotherium* per la Val Trompia). L’evidente azione tettonica associata ad altri fenomeni (vulcanismo) impedirono la formazione di stabili ambienti adatti alla vita quindi di una maggior diversificazione della biodiversità.

La composizione dell’icnocenosi è povera in icnotaxa, nonostante ciò non ha impedito comunque, di poter applicare su basi generali, il modello dell’icnofacies a *Scoyenia* (per gli invertebrati) e quella a *Batrachichnus* per i vertebrati seppur con diverse riserve legate per quest’ultima, sia all’effettiva applicabilità del concetto di icnofacies ai vertebrati sia al totale inserimento nell’icnofacies a *Batrachichnus* (Santi e Nicosia, 2008; Santi, 2008) dell’icnoassociazione del “Collio”.

Se molti passi sono già stati compiuti sulla via della completa conoscenza del significato, dell’importanza, dell’evoluzione delle icnocenosi del Permiano inferiore del Bacino di Collio, le ricerche future dovranno necessariamente incentrarsi e confrontarsi prevalentemente sui particolari oltre a scoprire nuove aree di raccolta.

*Ringraziamenti* – Desidero ringraziare il Dott. Schirrolli Paolo del Museo Civico di Storia Naturale (Brescia) per la disponibilità d’accesso alle collezioni. Un ringraziamento particolare alla Dott.ssa Contardi Paola (Casalpusterlengo) per l’efficace aiuto nella raccolta, nella preparazione e per le discussioni sulle tracce degli invertebrati.

La ricerca è stata svolta con fondi FAR.

## BIBLIOGRAFIA

AVANZINI M., CONTARDI P., RONCHI A. & SANTI G., 2011. Ichnosystematics of the Lower Permian invertebrate traces from the Collio and Mt. Luco Basins (North Italy). *Ichnos*, **18**, 95-113.  
BUATOIS L. & MANGANO M.G., 2009. Application of ichnology

in lacustrine sequence stratigraphy. Potential and limitations. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, **272**, 127-142.  
CASSINIS G., 1966. La Formazione di Collio nell’area-tipo dell’al-

- ta Val Trompia (Permiano inferiore bresciano). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, **72**, 507-588.
- CASSINIS G. & SANTI G., 2005. Permian tetrapod footprint assemblages from Southern Europe, and their stratigraphic implications. In: Lucas S.G. & Zeigler K.E. (eds): The Nonmarine Permian. *New Mexico Museum of Natural History & Sciences Bulletin*, **30**, 26-38.
- CEOLONI P., CONTI M.A., MARIOTTI N., MIETTO P. & NICOSIA U., 1988. Tetrapod footprints from Collio Formation (Lombardy, Northern Italy). *Memorie Scienze Geologiche Università di Padova*, **39**, 213-233.
- CONTARDI P. & SANTI G., 2009. New observations on the invertebrate ichnofossils of the Lower Permian basins from Southern Alps (Northern Italy). *Revue de Paléobiologie*, Genève, **28** (2), 333-347.
- CONTI M.A., MARIOTTI N., MIETTO P. & NICOSIA U., 1991. Nuove ricerche sugli icnofossili della Formazione di Collio in Val Trompia. *Natura Bresciana, Annali del Museo Civico di Storia Naturale Brescia*, **26**, 109-119.
- CONTI M.A., MARIOTTI N., MANNI R. & NICOSIA U., 1999. Tetrapod footprints in the Southern Alps: an overview. In: Cassinis G., Cortesogno L., Gaggero L., Massari F., Neri C., Nicosia U. & Pittau P. (coord): Stratigraphy and facies of the Permian deposits between eastern Lombardy and the western Dolomites. Field trip guidebook International Field Conference on: "The Continental Permian of the Southern Alps and Sardinia (Italy). Regional reports and general correlations". Brescia, 23-25 September 1999, Earth Science Department, Pavia University: 137-138.
- CURIONI G., 1870. Osservazioni geologiche sulla Val Trompia. *Rendiconti Istituto Lombardo Scienze Lettere Arti, Memorie, Serie 3*, **2**, 1-60.
- DEMATHEU G., GAND G. & TOUTIN MORIN N., 1992. La palichnofaune des bassins permien provençaux. *Geobios*, **25** (1), 19-54.
- GAND G., GARRIC J., SCHNEIDER J., SCIAU J. & WALTER H., 1996. Biocoenoses a meduses dans le Permien français (bassin de Saint-Affrique, Massif Central). *Geobios*, **29**, 379-400.
- HAUBOLD H., 1996. Ichnotaxonomie und Klassifikation von Tetrapodenfährten aus dem Perm. *Hallesches Jahrbuch Geowissenschaften*, **B 18**, 23-88.
- HAUBOLD H., 2000. Tetrapoden aus Perm. Kenntnisstand un Progress 2000. *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften, Reihe*, **B 22**, 1-16.
- HUNT A.P. & LUCAS S.G., 2006. Permian tetrapod ichnofacies. In Lucas S.G., Cassinis G. & Schneider J. (eds.): Non-Marine Permian Biostratigraphy and Biochronology. *Geological Society London, Special Publication*, **265**, 137-156.
- MELCHOR R.N., BEDATOU E., VALAIS DE S. & GENISE J.F., 2006. Lithofacies distribution of invertebrate trace-fossil assemblages in an Early Mesozoic ephemeral fluvio-lacustrine system from Argentina: implication for the Scoyenia ichnofacies. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **239**, 253-285.
- MINTER N.J., KRAINER K., LUCAS S.G., BRADY S.J. & HUNT A.P., 2007. Palaeoecology of an Early Permian playa lake trace fossil assemblage from Castle Peak, Texas, USA. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, **246**, 390-423.
- NICOSIA U., RONCHI A. & SANTI G., 2000. Permian tetrapod footprints from W Orobic Basin (Northern Italy). Biochronological and evolutionary remarks. *Geobios*, **33** (6), 753-768.
- RONCHI A., 2008. Use of the ichnology in basin environment reconstruction: an example from the Lower Permian Pietra Simona Mb. (Southern Alps, Italy). In: Avanzini M. & Petti F.M. (eds.): Italian Ichnology. Proceedings of the Ichnology Session of Geoitalia 2007, VI Forum Italiano di Scienze della Terra, Rimini – September 12-14 2007. *Studi Trentini di Scienze Naturali – Acta Geologica*, **83**, 115-121.
- SANTI G., 2004. *Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott, 1898 nel Permiano inferiore del Sudalpino (Italia Settentrionale). *Rendiconti Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere, Classe B*, **137** (2003) /1-2, 135-153.
- SANTI G., 2008. The reality of the "Batrachichnus ichnofacies": proof from the Lower Permian of the Orobic and Trompia basins (South-Alpine region, Northern Italy). *Bollettino Società Geologica Italiana (Italian Journal Geosciences)*, **127** (3), 533-544.
- SANTI G., 2011. Note su *Medusina limnica* Müller, 1978 e *Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott, 1898 del Permiano inferiore continentale del Sudalpino (Italia settentrionale). *Il Naturalista valtellinese, Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Morbegno*, **21** (2010), 29-47.
- SANTI G. & STOPPINI M., 2005. Predator-prey interaction in the Permian of the Orobic Basin (Northern Italy). Behavioural consequences. *www.PalArch.nl*, **4** (2), 7-17.
- SANTI G. & NICOSIA U., 2008. The ichnofacies concept in vertebrate ichnology. In: Avanzini M. & Petti F.M. (eds.): Italian Ichnology. Proceedings of the Ichnology Session of Geoitalia 2007, VI Forum Italiano di Scienze della Terra, Rimini – September 12-14 2007. *Studi Trentini di Scienze Naturali Acta Geologica*, **83**, 223-229.
- SANTI G., CONFORTINI F., KRIEGER C., MALZANNI M. & RONCHI A., 2008. Nuovi dati paleontologici e stratigrafici sul Permiano Inferiore della Valle Brembana (Bacino Orobico, Lombardia): confronti e correlazioni. *Atti del Museo Civico di Storia Naturale di Trieste*, suppl. al **53**, 157-176.
- SCHALTEGGER U. & BRACK P., 1999. Radiometric age constraints on the formation of the Collio basin (Brescian Prealps). In: Cassinis G., Cortesogno L., Gaggero L., Massari F., Neri C., Nicosia U. & Pittau P. (coord): Stratigraphy and facies of the Permian deposits between eastern Lombardy and the western Dolomites. Field trip guidebook International Field Conference on: "The Continental Permian of the Southern Alps and Sardinia (Italy). Regional reports and general correlations". Brescia, 23-25 September 1999, Earth Science Department, Pavia University: p. 71.
- SCHNEIDER J.W., LUCAS S.G. & ROWLAND J.M., 2004. The blattida (insecta) fauna of Carrizo Arroyo, New Mexico-Biostratigraphic link between marine and nonmarine Pennsylvanian/Permian Boundary profiles. In: Lucas S.G. & Zeigler K.E. (eds.): Carboniferous-Permian transition. *New Mexico Museum of Natural History & Science Bulletin*, **25**, 247-262.
- SEILACHER A., 1964. Biogenic sedimentary structures. In: Imbrie J. & Newell N. (eds.): Approaches to Paleocology. Wiley, New York. 296-316.
- SEILACHER A., 1967. Bathymetry of trace fossils. *Marine Geology*, **5**, 413-428.
- VOIGT S., 2001. Erstnachweis von fossilen Hydromedusen aus dem Tambacher Sandstein (Rotliegend, Unteres Perm, Thüringen). *Freiberger Forschungshefte*, **C497**, 45-57.
- VOIGT S., NIEDZWIEDZKI G., RACZYŃSKI P., MASTALERZ K. & PIASZYŃSKI T., 2012. Early Permian tetrapod ichnofauna from the Intra-Sudetic Basin, SW Poland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **313-314**, 173-180.