

IL NATURALISTA VALTELLINESE - Atti Museo civ. Storia naturale Morbegno, 21 (2010): 29-47

Note su *Medusina limnica* Müller, 1978 e *Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott, 1898 del Permiano inferiore continentale del Sudalpino (Italia settentrionale)

GIUSEPPE SANTI

Dipartimento di Scienze della Terra, Via Ferrata 1 – 27100 Pavia. gsanti@unipv.it

Riassunto – Fra i fossili del Permiano inferiore continentale del Sudalpino (icniti di vertebrati ed invertebrati, macrovegetali, pollini e spore, lamellibranchi e concostracei) le medusine d'acqua dolce (*Medusina limnica* Müller, 1978 e *Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott 1898) occupano un importante ruolo ecologico. In questa nota vengono avanzate varie considerazioni tafonomiche e ambientali su fossili di *M. limnica* e *M. atava* ritrovati nella Formazione di Collio (Artinskiano-Sakmariano) affiorante nei principali bacini (Orobico e di Collio) del Sudalpino.

Parole chiave: *Medusina limnica*, *Medusina atava*, paleoecologia, Permiano inferiore, Sudalpino

Abstract – Notes on *Medusina limnica* Müller, 1978 and *Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott, 1898 from the continental Lower Permian of the Southalpine region (northern Italy) Among the Lower Permian continental fossils of the Southalpine region (including vertebrate and invertebrate traces, macroplants, pollens and spores, bivalves and conchostracea), the freshwater jellyfish (*Medusina limnica* Müller, 1978 and *Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott 1898) occupy a very important ecological role. In this paper we present some taphonomic and paleoenvironmental considerations on the *M. limnica* and *M. atava* fossils gathered in the Collio Formation (Artinskian-Sakmarian) outcrops in the major basins of the southern Alps (Orobian and Collio Basins).

Key words: *Medusina limnica*, *Medusina atava*, palaeoecology, Lower Permian

Introduzione

Quando si analizza l'associazione fossilifera del Permiano inferiore continentale del Sudalpino, l'area delle Alpi disposta a sud della Linea Insubrica conosciuta anche con il termine di Alpi Meridionali, quasi sempre la discussione scientifica è focalizzata sulle tracce di anfibi e rettili, su quelle degli invertebrati e ai loro diversi significati. Forse perché storicamente, sono più conosciute e quindi hanno goduto di una maggior "visibilità" sia come elemento di studio in sé, sia come tipologia di fossile da raccogliere. Tuttavia, a corollario delle impronte, si ritrovano delle forme che nonostante non assumano un ruolo cronostatigrafico significati-

vo, hanno un'importanza ecologica molto marcata: le medusine d'acqua dolce. Questa nota ha dunque lo scopo di focalizzare l'attenzione sulle idromeduse ritrovate nella Formazione di Collio, a tutt'oggi l'unica unità fossilifera, datata all'Artinskiano (Permiano inferiore) nei principali bacini Orobico e della Val Trompia (figura1), e sul loro ruolo all'interno della fauna vissuta in questo periodo nelle terre del Sudalpino.

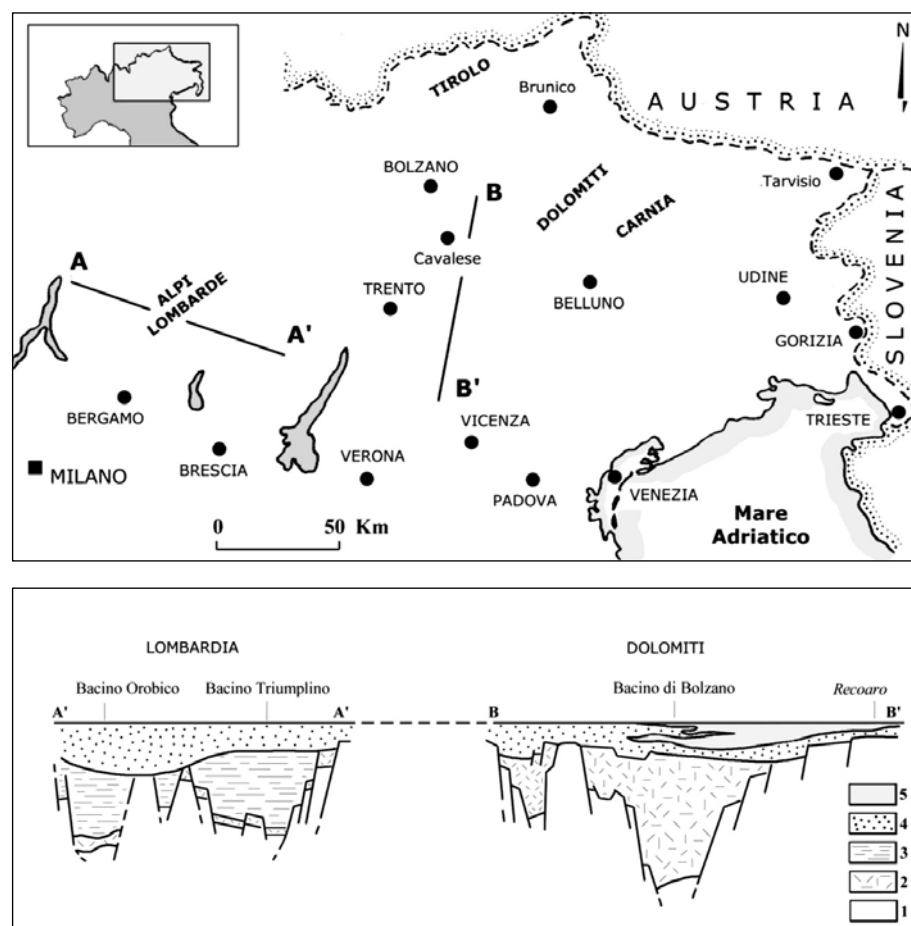


Figura 1 - Sezione non palinspastica schematica di distribuzione dei principali bacini del Permiano del Sudalpino (CONTI et al. 1997, modif.). 1 - Basamento pre-Permiano, 2 - Depositi vulcanici, 3 - Unità clastiche del primo ciclo di sedimentazione ("conglomerato Basale", Formazione di Collio, "conglomerato di Ponteranica", "conglomerato del Dosso dei Galli), 4 - Verrucano Lombardo-Arenaria di Val Gardena, 5 - Formazione a Bellerophon.

Una breve cornice stratigrafica

Nel Sudalpino durante il Permiano l'eredità dell'orogenesi ercinica fu quella di una successione di bacini di differente estensione separati da alti strutturali; i principali sono il Bacino Orobico, disposto ad oriente dal Lago di Como e che occupa le attuali province di Sondrio e Bergamo, e a sud-est di esso quello della Val Trompia, a Nord di Brescia nelle Prealpi Bresciane fra il Lago d'Iseo a ovest, ed il Lago d'Idro ad est, meglio conosciuto come Bacino di Collio. La sedimentazione permiana è suddivisa in due cicli ben distinti riferiti il primo al Permiano inferiore, il secondo al Permiano superiore, separati da una discordanza angolare d'importanza regionale cui è legata una lacuna temporale di circa 14 Ma (comunicazione personale Prof. G. Cassinis).

Nel Bacino di Collio, sopra al basamento cristallino di età varisca ("Gruppo dei Micascisti del Maniva" Auct.) e mediante una discordanza si pone una successione vulcano-sedimentaria alla cui base vi è il Conglomerato Basale di limitata potenza con rarità di affioramenti (CASSINIS & PEROTTI, 1997; CASSINIS et al., 2002). Superiormente, la successione inizia con un'unità di base nota come "ignimbriti inferiori" o "Lower Quartz Porphyries" Auct. composta da ignimbriti, breccie vulcaniche e tufi e datata 283 ± 0.6 Ma (SCHALTEGGER & BRACK, 2007). Ad essa fa seguito un deposito alluvio-lacustre, la Formazione di Collio (CASSINIS, 2007a), suddivisa in un membro inferiore ("membro di Pian delle Baste") ed un membro superiore ("membro della Val Dorizzo"), separati da un deposito lavico e vulcanoclastico "M. Dasdana I bed" di mass-flow ricco in SiO_2 . Il membro inferiore della Formazione di Collio è composto da strati variegati arenaceo-siltosi-argillitici fittamente laminati, mentre il membro superiore è dato da arenarie e peliti con intercalazioni epiclastiche. A tetto della Formazione di Collio la successione permiana prosegue con il "conglomerato del Dosso dei Galli" e le "vulcaniti di Auccia" quindi, mediante un paleosuolo testimone di una lacuna, si passa alla Formazione del Verrucano Lombardo (CASSINIS, 2007b).

Nel Bacino Orobico il primo ciclo di deposizione (?Westfaliano B-C-Permiano inferiore) è caratterizzato da depositi vulcanici e fluvio-lacustri ("conglomerato Basale", Formazione di Collio, "conglomerato del Ponteranica") e può raggiungere, nella sua migliore esposizione, uno spessore di circa 1500 m. In questo bacino il primo ciclo di sedimentazione può giacere direttamente sul basamento cristallino composto da micascisti e gneiss della cosiddetta "Parametamorphic Series" di DE SITTER & DE SITTER-KOOMANS (1949) oppure localmente ed in discordanza, su un litosoma conglomeratico noto con il nome di "conglomerato Basale". Ad esso si sovrappone la Formazione di Collio, impostata più

frequentemente al di sopra delle vulcaniti basali (JADOUL et al., 2000; FORCELLA et al., 2001; SCIUNNACH, 2001). La Formazione di Collio ben stratificata e che localmente presenta delle intercalazioni conglomeratiche può, anche nel Bacino Orobico, essere informalmente suddivisa in due parti entrambe fossilifere: quella inferiore è composta da arenarie e siltiti grigio-verdastre e nere, quella superiore da arenarie e siltiti maggiormente rossastre. La Formazione di Collio si interdigita con un conglomerato di alluvial fan, noto come “conglomerato del Ponteranica”, i cui ciottoli sono composti da vulcaniti con frammenti di micascisti e quarziti. Tramite una discordanza angolare variabilmente inclinata di 15-20° fino ad essere prossima all’orizzontale, il primo ciclo passa al secondo dato dalla deposizione del Verrucano Lombardo, un litosoma maggiormente conglomeratico, rossastro con ciottoli quarziticci, quarzo vulcanico, “porfidi” e rarissimi frammenti di basamento associati ad arenarie anch’esse rossastre e subordinatamente verdine. Con la sua deposizione ha termine la sedimentazione del Permiano.

L’icnofauna a vertebrati ed invertebrati dei Bacini Orobico e di Collio

Fra i fossili in associazione con le medusine si riconoscono tracce di vertebrati (anfibi e rettili) riferite agli icnogeni *Batrachichnus* Woodworth, 1900, *Amphisauropus* Haubold, 1970, *Dromopus* Marsh, 1894, *Varanopus* Moodie, 1929, *Camunipes* Ceoloni et al., 1987, *Ichniotherium* Pohlig, 1892 (figura 2) e di invertebrati rappresentati in prevalenza da *Bifurculapes* Hitchcock, 1858, *Dendroidichnites* Demathieu et al., 1992, *Heteropodichnus* Walter, 1983, *Palaeohelcura* Gilmore, 1926, *Diplichnites* Dawson, 1873, *Diplopodichnus* Brady, 1947 e *Helminthopsis* Heer, 1877 con l’aggiunta di *Planolites* Nicholson, 1873, *Scoyenia* White, 1929 e *Palaeophycus* Hall, 1847.

L’icnoassociazione a vertebrati sia del Bacino Orobico, sia di quello di Collio comprende pochi icnotaxa; la maggior parte delle forme che compongono l’icnocenosi è data da elementi comuni ad entrambi i bacini, cioè: *Batrachichnus*, *Amphisauropus*, *Dromopus*, *Varanopus*, vale a dire da una sola icnospecie d’anfibi protorotiride (*Batrachichnus salamandroides* (Geinitz, 1861) Haubold, 1996) e pochi icnotaxa di rettili (*Camunipes cassinisi* Ceoloni et al., 1987, *Amphisauropus latus* Haubold, 1970, *A. imminutus* Haubold, 1970, *Dromopus lacertoides* (Geinitz, 1861) Haubold, 1971, *D. didactylus* (Moodie, 1930), *Varanopus curvidactylus* Moodie, 1929 e *Ichniotherium cottae* (Pohlig, 1885) Pohlig, 1892) per lo più primitivi appartenenti a captorinomorfi, araeoscelidi e sinapsidi. Decisamente una icnoassociazione povera di componenti che si riduce an-

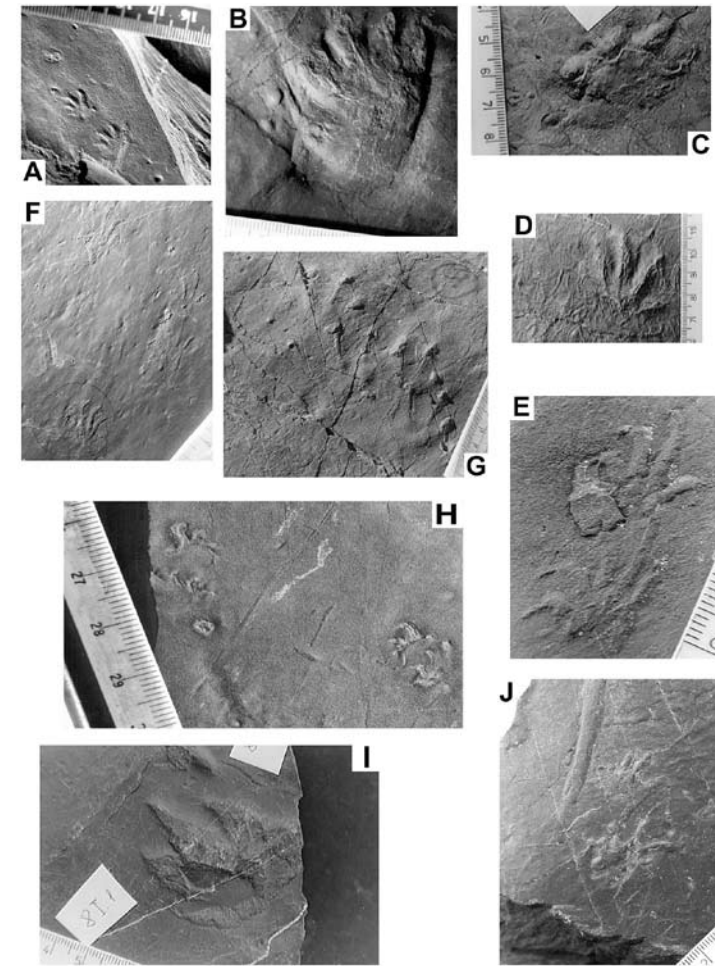


Figura 2 - *Camunipes cassinisi* Ceoloni et al., 1987. Val Brembana, Bacino Orobico (A e H). *Amphisauropus latus* Haubold, 1970. Val Varrone-Pizzo dei Tre Signori, Bacino Orobico (B-C-G-I). *Varanopus curvidactylus* Moodie, 1929. Val Varrone-Pizzo dei Tre Signori, Bacino Orobico (D-E-J). *Dromopus lacertoides* (Geinitz, 1861). Val Brembana, Bacino Orobico (F).

cor di più, dapprima con la scomparsa degli anfibi quindi, passando al top del Permiano inferiore con la presenza di un solo icnotaxon rettiliano, *Dromopus didactylus* nel Bacino di Tregiovo.

Tuttavia, fino ad un recente passato, il numero dei taxa rappresentati era molto più elevato. Infatti, non era mai stato preso in considerazione il problema delle “deformazioni” delle orme lasciate dai rispettivi trackmakers (extramorfologie,

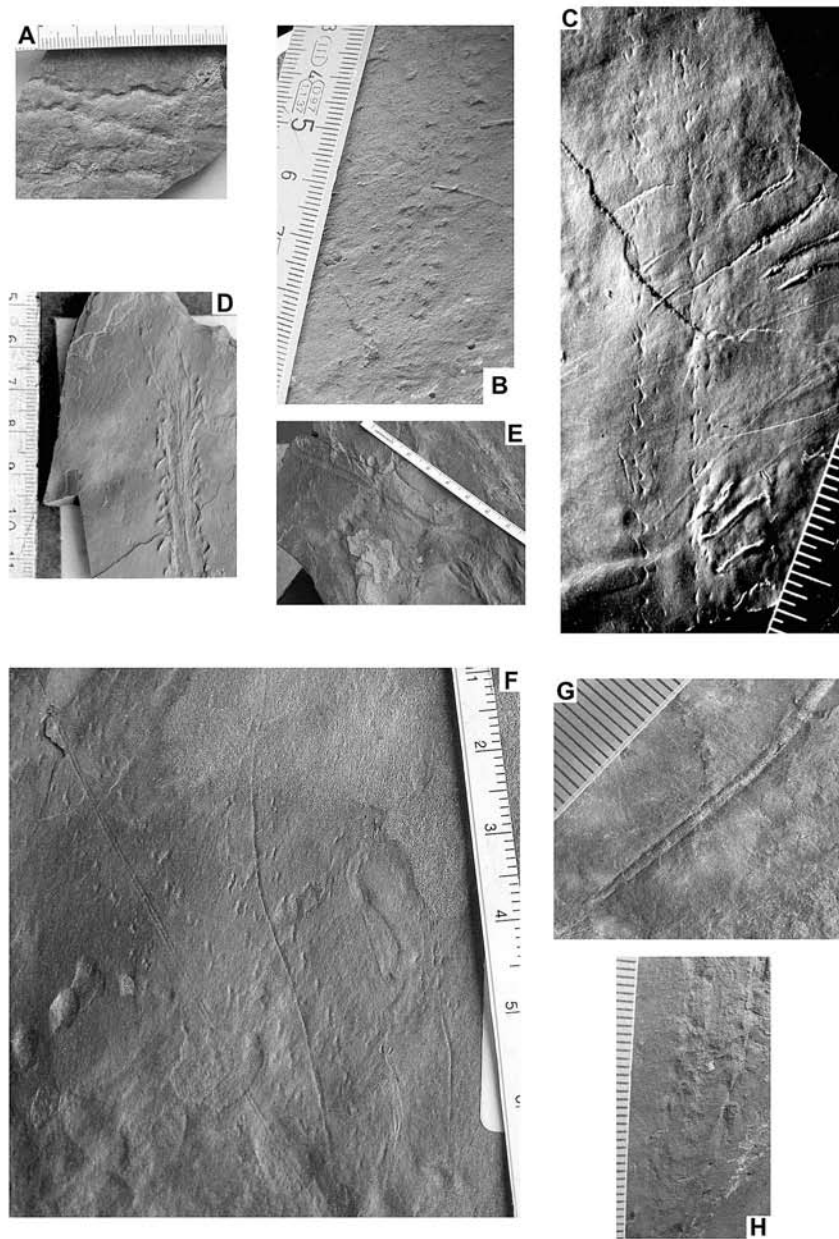


Figura 3 A. *Cochlichnus anguineus* Hitchcock (1958). Val Trompia, Bacino di Collio. B. *Diplichnites gouldi* (Gevers et al., 1971). Val Caffaro, Bacino di Collio. C. *Bifurculapes* isp. Val Brembana, Bacino Orobico. D. *Dendroidichnites elegans* Demathieu et al., 1992, Valle del Pescegallo, Bacino Orobico. E. *Palaeophycus tubularis* Hall, 1847. Val Trompia, Bacino di Collio. F. *Paleohelcura tridactyla* Gilmore, 1926. Val Trompia, Bacino di Collio. G. *Planolites* isp. Val Trompia, Bacino di Collio. H. ?*Scoyenia* isp. Val Caffaro, Bacino di Collio.

impronte fantasma, sottoimpronte), per cui vi fu una sorta di “accanimento sistematico” nell’individuare nuove icnospecie. Solo molto recentemente il problema su queste particolari icniti è stato approfondito (HAUBOLD, 1996, 2000; VOIGT & HAUBOLD, 2000; SANTI, 2007) e la sistematica delle impronte in genere rivista completamente sia a livello europeo che extraeuropeo. Dopo l’ampia revisione sistematica (HAUBOLD, 1996, 2000) l’esagerato numero di icnotaxa venne notevolmente ridotto. In pratica, il nucleo fondamentale della biodiversità è dato da 4-5 forme che costantemente si ritrovano con l’aggiunta di altre, a significato locale, a completare l’associazione; nel Sudalpino, esse sono *Camunipes* (frequente nel Bacino Orobico) ed *Ichniotherium* (maggiormente presente nel Bacino di Collio). L’associazione ad impronte di vertebrati è sempre molto ridotta in numero di taxa, evidenza comune per i coevi bacini europei ed extraeuropei, tuttavia per quelli del Sudalpino la riduzione è ancora maggiore. Fra le cause a livello regionale c’è da sottolineare l’intensa attività tettonica che coinvolge l’area italiana che contrasta con la quiete che invece impera in altri settori. NICOSIA et al. (2000) avanzarono l’ipotesi della “deposition time compression” proprio per poter spiegare, a livello regionale, la povertà di icnotaxa nelle associazioni del Sudalpino. Osservando parte della sezione del Pizzo del Diavolo (Val Brembana) potente qualche centinaio di metri, si ha la prova di come il tettonismo abbia influito sulla radiazione della biodiversità nelle Alpi Meridionali. Fra il momento della prima comparsa di tracce relative a vertebrati e quello in cui si osserva una maggior biodiversità, passano circa 350 metri di sedimenti sterili (RONCHI et al., 2005). In questi strati si hanno numerose strutture tettoniche (piccole faglie), sedimentarie (abbondanti strutture di fondo) e deposizionali (sequenze flyschoidi, sismiti, convoluzioni) tutte riferibili ad una intensa attività tettonica. In questo contesto di continua modificazione geografica, morfologica e di conseguenza ambientale, di fatto è impedita la stabilizzazione nel tempo di habitat utili alla diversificazione faunistica.

La biodiversità ad invertebrati sembra composta da un maggior numero di taxa: *Paleohelcura tridactyla* Gilmore, 1926; *Permichnium* isp.; *Diplichnites gouldi* (Type A, Type B) (Gevers et al., 1971); *Helminthopsis hieroglyphica* Wetzel and Bromley, 1996; *Diplopodichnus bififormis* Brady, 1947; *Gordia marina* Emmons, 1844; *Cochlichnus anguineus* Hitchcock, (1858); *Palaeophycus tubularis* Hall, 1847; *Cruziana* isp.; *Circulichnus montanus* Vyalov, 1971; *Acripes* cfr. *multiformis*; *Planolites* isp.; ?*Scoyenia* isp.. con l’aggiunta di *Dendroidichnites elegans* Demathieu et al., 1992; *Bifurculapes* isp.; *Heteropodichnus* cf. *variabilis* Walter, 1983 (figura 3).

L’icnocenosi è a sua volta completata da medusine d’acqua dolce (*Medusina limnica* e *Medusina atava*), lamelibranchi (Anthracosiidae) e conostracei.

Un confronto fra la composizione dell'icnocenosi a vertebrati ed invertebrati induce a queste, diverse riflessioni. In primo luogo il numero dei componenti l'icnoassociazione 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 per coloro che coprivano il ruolo di fruitori di una dieta mista.

In secondo luogo il rapporto epifauna/infauna per l'icnocenosi ad invertebrati è favorevole alla prima; fino ad ora è stata osservata 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. 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-siltosa 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).

Le specie di *Medusina* nella Formazione di Collio dei Bacini Orobico e di Collio

A tutt'oggi i ritrovamenti di esemplari d'idromeduse del Permiano inferiore sono circoscritti ai due principali bacini, l'Orobico e di Collio (CONTI et al., 1991; SANTI, 2004; RONCHI et al., 2006) in quanto, in essi la successione della Formazione di Collio in cui sono stati raccolti è maggiormente sviluppata. Tuttavia, non vi sono ragioni specifiche per non pensare che nell'ecosistema instaurato nei truogoli di minori dimensioni (per esempio i bacini di Tregiovo, di Tione o di Monte Luco) non potesse vivere questo celenterato.

Come già sottolineato la Formazione di Collio caratterizzata da arenarie, siltiti e argilliti e, a volte, da depositi maggiormente conglomeratici tipicamente d'ambiente fluvio-lacustre e di piana alluvionale, può informalmente essere suddivisa in due unità. Queste sono litologicamente simili. L'unità inferiore è composta da strati ben laminati, cromaticamente grigio-nero-verde, tipici di ambiente fluvio-lacustre e paludoso deposti in un clima caldo-umido alternati più o meno regolarmente a livelli arrossati legati ad un clima maggiormente secco. L'unità

superiore è globalmente e omogeneamente arrossata, di piana alluvionale, maggiormente fluviale e di clima costantemente più secco.

Due sono le specie di medusine ritrovate: *Medusina limnica* Müller, 1978 e *Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott, 1898. La maggior parte degli esemplari di *M. limnica* proviene dalla Val Trompia-Val Caffaro (CONTI et al., 1991) e ultimamente dall'alta Valle Brembana in prossimità del Pizzo del Diavolo (RONCHI et al., 2006). È anche possibile che alcuni fossili, particolarmente difficili da determinare raccolti nell'alta Val Gerola e al Pescegallo, siano riferibili a questa specie, ma tuttora sono ancora sotto studio.

Contrariamente a *M. limnica*, i migliori rappresentanti di *M. atava* sono stati rinvenuti nel "Collio superiore" in alta Val Gerola in prossimità del Lago Trona (SANTI, 2004) (figura 4); diversi indizi su campioni deformati provenienti dal Bacino di Collio, di recente raccolta, potrebbero far pensare ad una presenza di questa idromedusa anche in questa zona.

Il principale elemento tassonomico utile per il riconoscimento sistematico delle idromeduse d'acqua dolce è la diversa struttura interna del corpo, cioè il diverso numero di canali radiali, nonché dalle differenti dimensioni generali. Per comodità di comprensione vengono di seguito sommariamente indicate le principali caratteristiche tassonomiche delle due specie (figura 5).

***Medusina limnica* Müller, 1978** – I fossili appartenenti a questa specie sono per lo più di piccole dimensioni da circolari a sub circolari, spesso distribuiti in gran numero sulla medesima lastra. La caratteristica tassonomica fondamentale tipica della specie, è la costante, "monotona" simmetria tetramera interna cruciforme, i cui bracci spesso rettilinei, si dipartono da un foro centrale, la bocca (figura 6).

***Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott 1898** – Due sono le differenze fra gli esemplari di questa specie e quelli appartenenti ad *M. limnica*. Innanzi tutto le dimensioni che normalmente superano il cm di diametro, ma soprattutto la strutturazione interna. Se *M. limnica* è unicamente, tetrametricamente conformata con bracci disposti a croce, *M. atava* ha una struttura maggiormente petaloide, il numero dei "petali" è sempre superiore a quattro, con un minimo di sei e un massimo di dieci (figura 7). Inoltre gli esemplari riferiti a *M. atava* si ritrovano isolati o sono numericamente scarsi (non più di due).

Lo studio delle idromeduse d'acqua dolce del Permiano non è semplice in quanto le specie tuttora identificate non rientrano in nessuno dei taxa attualmente

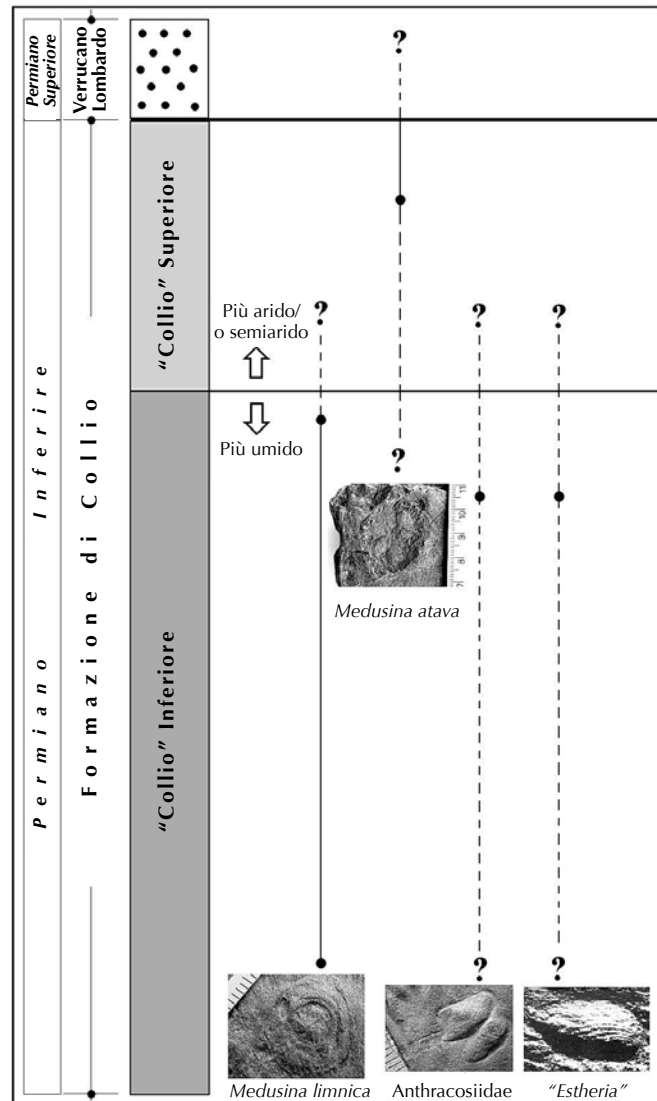
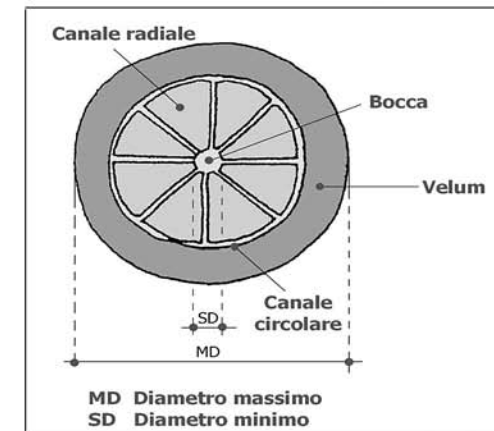


Figura 4 - Colonna stratigrafica schematica (non in scala) della unità informale in cui è suddivisa la Formazione di Collio nei principali bacini del Sudalpino con la distribuzione di *Medusina limnica*, *Medusina atava* e di altri invertebrati e collegate ai cambiamenti climatici. Per non una migliore comprensione sono state omesse le altre formazioni continentali (di ridotto spessore) poste a tetto della Formazione di Collio.



MEDUSINA limnica



MEDUSINA atava



Figura 5 - Principali elementi morfologici e tassonomici per la distinzioni delle specie di medusina d'acqua dolce. Per spiegazioni vedi testo.

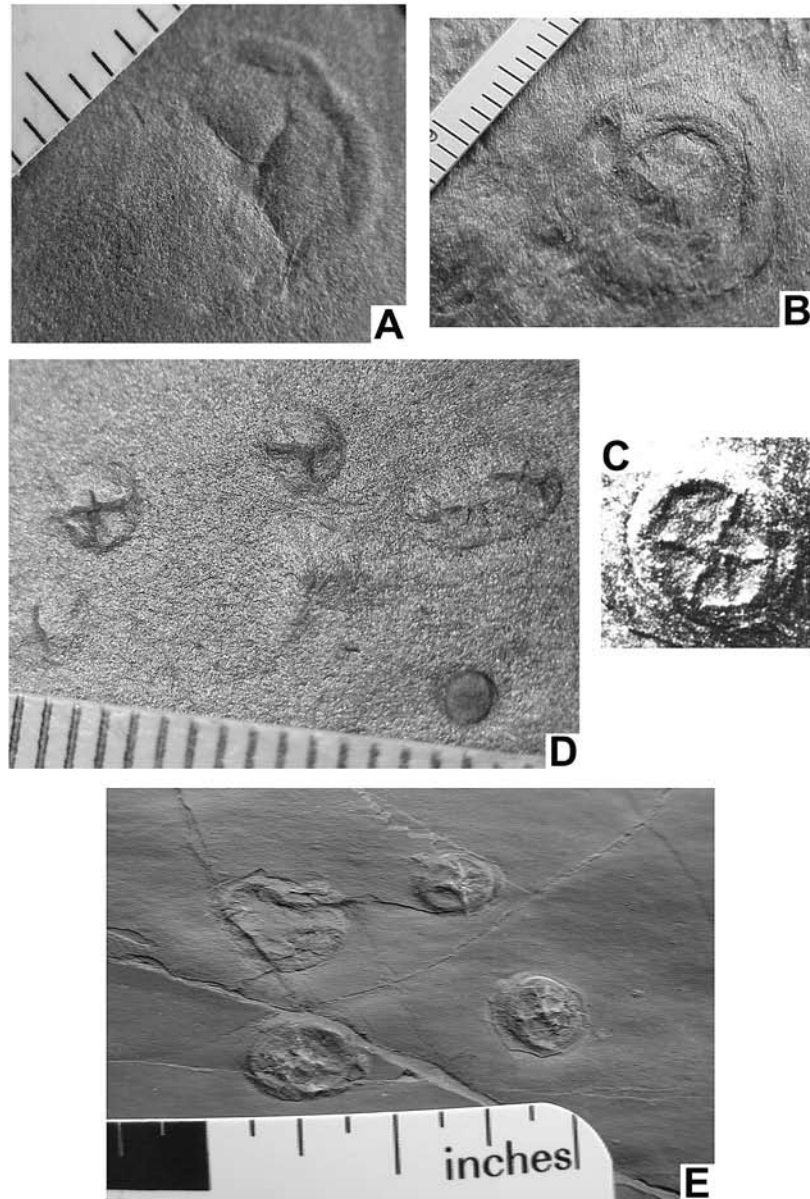


Figura 6 - *Medusina limnica* Müller, 1978 dai bacini di Collio (A-B-C-D) e Orobico (D).

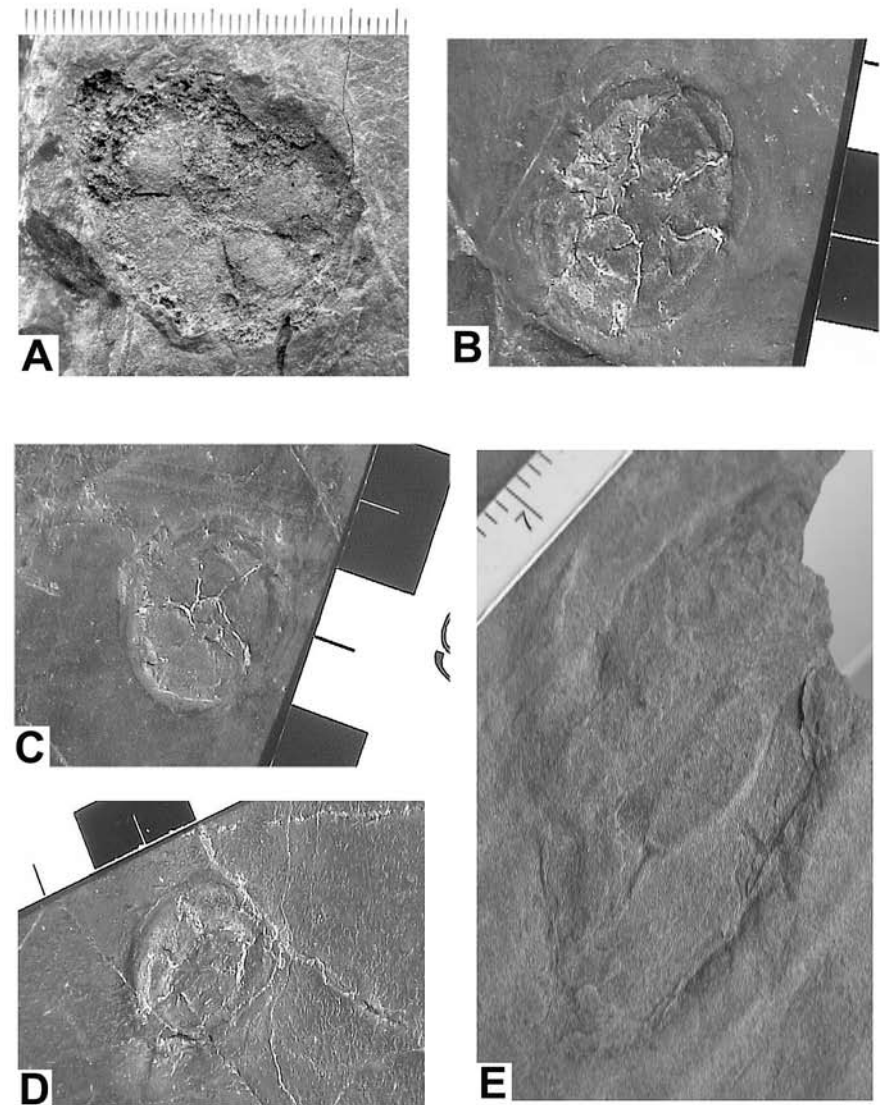


Figura 7 - *Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott, 1898 dal Bacino Orobico (A). *Medusina cf. atava* (Pohlig, 1892) Walcott, 1898 dal Bacino Orobico (B-C-D) e di Collio (E).

conosciuti. Una breve analisi fu compiuta solamente da HARRINGTON & MOORE (1956) per *Medusina atava* ritenuta inizialmente un'*incertae sedis* fra i celenterati, mentre relativamente a *Medusina limnica*, Müller (1978) nell'istituzione della nuova specie, non accenna a nessuna classificazione sistematica.

Considerazioni tafonomiche e paleoecologiche

Tafonomia - Lo stato di conservazione dei fossili di *M. limnica* e di *M. atava* suggerisce qualche considerazione tafonomica comparativa fra le due specie. Normalmente sia i resti di *M. limnica* che quelli di *M. atava* sono integri e ben preservati, e non sono collegati a tracce di trascinamento; quindi data la delicatezza del corpo, appena dopo la morte il seppellimento avvenne in ambienti con scarso o nullo idrodinamismo. In più, osservando la conservazione di *M. atava* raccolta in Valle dell'Inferno nelle arenarie fini/siltite del "Collio rosso", si confermano le conclusioni degli esperimenti di HERTWECK (1996) e ancor prima di SCHÄFFER (1941): le impronte lasciate sott'acqua sono povere di dettagli (solo il canale circolare rimane conservato), quelle meglio preservate con maggior dettaglio si hanno in sabbie sottoposte a processi di disseccamento.

La relazione "tipologia del sedimento-forma, dimensione e frequenza degli esemplari di medusa" porta ad una ulteriore considerazione derivata dall'osservazione del differente numero di resti sulla lastra. Infatti, i fossili delle due specie di meduse si presentano sulla lastra con una frequenza diversa: abbondante per *M. limnica* (molti esemplari), pochi o pochissimi resti per *M. atava* (1 o 2 al massimo). Tuttavia, anche per *M. limnica* sono stati rinvenuti esemplari isolati, specialmente in alcune zone del Bacino di Collio (per esempio in prossimità del Lago Dasdana).

1) In numerose lastre i rappresentanti di *M. limnica* si ritrovano in strati argillo-siltosi nerastri o verdi con una percentuale di "bioturbazione" superiore al 50% (la zona del Pulpito in Val Trompia o nel "Collio" in prossimità del Pizzo del Diavolo in Valle Brembana). Questo potrebbe essere un esempio di una "mortalità di massa" motivata forse da fattori non legati espressamente all'idrodinamismo senso lato. Infatti, la generale integrità dei fossili è un sintomo d'idrodinamismo scarsissimo o assente. Normalmente l'assenza di mud-cracks indica una mancata fase di emersione e il processo tafonomico sicuramente è avvenuto in ambiente totalmente subacqueo. Le possibili esalazioni venefiche derivate da un'intensa attività magmatica, testimoniata da potenti spessori di depositi ben visibili nei bacini sia di maggiori che di minori dimensioni, avrebbero inquinato l'ambiente, provocando una morte *in situ* delle meduse, sia di quelle adulte

che di quelle allo stadio giovanile. Sicuramente potrebbe essere una suggestiva ipotesi per spiegare la mortalità di massa, in futuro tutta da verificare.

2) Sempre con riferimento agli esemplari di *M. limnica*, diverso sembra il caso dei fossili isolati, spesso incompleti nelle loro caratteristiche anatomiche, frequentemente deformati e prevalentemente legati ad un tipo di sedimento differente (più siltoso che argilloso). Il trasporto, in questo caso è evidente.

Infine, è stata testimoniata la presenza di *M. limnica* anche in quei livelli arrosati che ciclicamente si distinguono nell'omogeneità cromatica del "Collio inferiore", indicativi di un repentino cambiamento climatico che da caldo-umido passa a fasi maggiormente più secche. Questi fossili dimostrano una concreta capacità adattativa della medusa.

3) I pochi esemplari di *M. atava* nel "Collio superiore" non sono così ben conservati come quelli di *M. limnica*. In questo caso, giocò sia il mutato quadro ambientale (piana alluvionale maggiormente canalizzata e maggior idrodinamismo delle acque) sia il cambiamento del clima (prettamente e costantemente secco). Questi fattori solo occasionalmente favorirono la conservazione dei resti medusoidi.

L'habitat delle meduse del Permiano è stato paragonato (GAND et al., 1996) con quello di *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, 1880, uno dei rari esempi attuali di medusa d'acqua dolce (JANKOWSKI, 2001). Questa piccola idromedusa vive in differenti ambienti continentali (aree litorali di laghi semiperenni, stagni effimeri in pianure alluvionali, canali abbandonati) ed ha una distribuzione mondiale. Necessita di acque ben ossigenate con temperature dai 25° ai 30°C, con bassissima energia e ph quasi neutro. Per una stretta analogia la presenza di *M. limnica* suggerisce ambienti fluvio-lacustri, caldi, ben ossigenati, piuttosto calmi e di acque basse. È stata dimostrata una rara coesistenza fra *M. limnica* e *M. atava* nei depositi del Permiano della Turingia (VOIGT, 2001) che al momento, non è stata realmente definita per i reperti "orobici" e del "Collio" trumplino, anche se esistono degli indizi (fossili piuttosto deformati o non ben conservati, i cui elementi tassonomici non sono ben chiari) che potrebbero, in un prossimo futuro, confermarla (figura 7 B-C-D-E).

Confronto e correlazione con le formazioni a meduse della Francia e Germania

Medusina limnica e *M. atava* sono idromeduse ben distribuite nel Permiano continentale dell'Europa. Ne sono testimonianza i numerosi ritrovamenti in alcuni ed importanti bacini della Francia (bacino di Saint-Affrique, GAND et al., 1996) e della Germania (bacini posizionati nella Germania del Nord, MÜLLER, 1978;

POHLIG, 1892) in cui i fossili non solo sono stati raccolti nel Permiano inferiore (Asselliano), ma anche nel Permiano medio e superiore. In Italia Settentrionale sia *Medusina limnica* sia *M. atava* sembrano, a tutt'oggi, esclusive del solo Permiano inferiore (Artinskiano). I fattori che in base ai dati attuali supporterebbero questa ipotesi sono: 1) il particolare climax tettonico in cui si formano gli ambienti favorevoli allo sviluppo delle idromeduse d'acqua dolce; 2) la presenza di una lacuna e conseguentemente di un gap temporale fra il Permiano inferiore e Permiano superiore che comprende tutto il Permiano medio. Questa lacuna è attualmente datata fra i 14 e 25 Ma.; 3) Il Permiano superiore continentale è presente, con completezza e spettacolarità di esposizione solamente nella zona del Butterloch-Bletterbach (Formazione dell'Arenaria Rossa di Val Gardena) in Trentino Alto Adige. Malgrado le intense ricerche compiute negli ultimi decenni negli strati di questa successione non sono stati rinvenuti fossili di medusine di nessuna specie. L'area di deposizione di questa formazione è tuttavia molto particolare, unica nel panorama del Permiano superiore europeo ed extraeuropeo, con una associazione a vertebrati altrettanto unica. Può darsi che in questa situazione ambientale non sussistessero le condizioni minime e sufficienti per poter favorire la nascita e lo sviluppo degli habitat adatti alla vita delle idromeduse d'acqua dolce.

In questi termini una buona (bio)correlazione può essere effettuata solamente per le formazioni datate al Permiano inferiore e l'ampia distribuzione geografica delle medusine conferma l'omogeneità ambientale e la costanza dei fattori imperanti in tutta l'Europa, necessari alla sopravvivenza di questi animali. Il cambiamento totale (ambientale, climatico, d'associazione di forme di vita) che si registra passando dal Permiano inferiore al Permiano superiore nell'area delle Alpi Meridionali sarà devastante per la vita delle medusine che, molto probabilmente, scompaiono già alla fine del Permiano inferiore o forse durante il Permiano medio.

Conclusioni

La breve disamina proposta ha avuto lo scopo di evidenziare che nell'associazione fossilifera del Permiano inferiore continentale del Sudalpino, oltre alle impronte e tracce di vertebrati ed invertebrati, utili peraltro per scopi cronostratigrafici, di analisi di facies e suddivisione delle icnofacies, esiste un sottobosco di fossili che se adeguatamente studiati, possono fornire una visione più accurata sugli ecosistemi e sulle biofacies. L'esempio fornito dalle meduse d'acqua dolce, *Medusina limnica* Müller, 1978 e *Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott 1898 è molto appropriato.

a) Entrambe le specie d'idromeduse sono state ritrovate nei depositi del Permiano inferiore consentendo così di allineare e di poter (bio)correlare le successioni continentali del Sudalpino con quelle di coevi bacini, soprattutto della Francia e della Germania.

b) La presenza di entrambe le specie nei principali bacini consente di appurare che gli ecosistemi utili alla loro sopravvivenza erano attivi in questi truogoli e che non sussistono pertanto controindicazioni per non estendere la loro presenza (al momento solo virtuale) negli altri bacini di minori dimensioni (per esempio il Bacino di M. Luco in Trentino Alto Adige).

c) La distribuzione pressoché continua di *M. limnica* su tutta la successione della Formazione di Collio e la presenza solo puntiforme di *M. atava* avallerebbe l'idea di una differenza ambientale con ecosistemi adatti alla vita più numerosi e meglio distribuiti per *M. limnica*, scarsamente sviluppati in una paleogeografia caratterizzata da una maggior insistenza di canali fluviali per *M. atava*.

Le future ricerche in merito potrebbero confermare o meno queste preliminari conclusioni.

Ringraziamenti - Desidero ringraziare il Dr. Ronchi A. (Pavia) per la collaborazione intensa nelle ricerche sui fossili del Permiano continentale del Sudalpino, la Dr. Contardi P. (Casalpusterlengo) per l'aiuto sul terreno nella raccolta di icnofossili in Val Trompia, il Dr. Confortini F. ed il Sig. Malzanni M. (Bergamo) per il costante e fattivo aiuto nelle ricerche in Val Brembana. Infine, desidero ringraziare la Dott.ssa Bianchi M.G. (Morbegno) per l'aiuto costante e fattivo ed un anonimo revisore per la lettura critica e gli utili consigli proposti.

La ricerca è stata condotta con fondi FAR.

BIBLIOGRAFIA

- CASSINIS G. 2007a. Formazione di Collio. In: CITA M.B., ABBATE E., BALINI M., CONTI M.A., FALORNI P., GERMANI D., GROPELLI G., MANETTI P., PETTI F.M. (2007). *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000, Catalogo delle Formazioni, Unità tradizionali*. APAT, Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia, Quaderni serie III, 7, Fascicolo VII: pp. 42-51.
- CASSINIS G. 2007b. Verrucano Lombardo. In: CITA M.B., ABBATE E., BALINI M., CONTI M.A., FALORNI P., GERMANI D., GROPELLI G., MANETTI P., PETTI F.M. (2007). *Carta Geologica d'Italia - 1:50.000, Catalogo delle Formazioni, Unità tradizionali*. APAT, Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia, Quaderni serie III, 7, Fascicolo VII: pp. 74-82.
- CASSINIS G., PEROTTI C.R. 1997. Tectonics and sedimentation in the western sector of the Permian continental Collio Basin, Southern Alps. In: *Prace Państwowego Instytutu Geologicznego CLVII, Proceedings of the XIII International Congress on the Carboniferous and Permian*, 28 August-2 September, 1995, Kraków, Poland, Part 2, Warszawa: 25-32.

- CASSINIS G., NICOSIA U., PITTAU P., RONCHI A. 2002. Palaeontological and radiometric data from the Permian continental deposits of the central-eastern Southern Alps (Italy), and their stratigraphic implications. *Mémoires Association Géologues du Permien*. 2: 53-74.
- CONTI M.A., MARIOTTI N., MIETTO P., NICOSIA U. 1991. Nuove ricerche sugli icnofossili della Formazione di Collio in Val Trompia (Brescia). *Natura Bresciana. Annali del Museo Civico di Scienze Naturali Brescia*. 26 (1989): 109-119.
- CONTI M.A., MARIOTTI N., NICOSIA U., PITTAU P. 1997. Selected bioevents succession in the continental Permian of the Southern Alps (Italy): improvements of intrabasinal and interregional correlations. In: DICKINS J.M., YANG ZUNYI, YIN HONGFU, LUCAS S.G., ACHARYYA S.K. (eds) Late Palaeozoic and Early Mesozoic Circum-Pacific Events and their global correlations. Cambridge University Press: 51-65.
- DE SITTER L.U., DE SITTER-KOOMANS C.M. 1949. Geology of the Bergamasc Alps, Lombardy, Italy. *Leidse Geologija Mededeling Leiden*. 14: 1-257.
- FORCELLA F., SCIUNNACH D., SILETTO G.B. 2001. The Lower Permian in the Orobic and Cedolo Anticlines (Lombardy, Southern Alps): criteria for field mapping toward a stratigraphic revision of the Collio Formation. In: CASSINIS G. (ed.): Permian continental deposits of Europe and other areas. Regional reports and correlations. *Natura Bresciana. Annali del Museo Civico di Scienze Naturali Brescia, Monografia*. n. 25: 51-57.
- GAND G., GARRIC J., SCHNEIDER J., SCIAU J., WALTER H. 1996. Biocoenoses à méduses dans le Permien français (Bassin de Saint-affrique, Massif Central). *Geobios*. 29 : 379-400.
- HARRINGTON H.J., MOORE R.C. 1956. Medusae incertae sedis and unrecognizable forms. In: MOORE R.C. (ed.) Treatise of Invertebrate Paleontology. Part F – Coelenterata. Geological Society of America and University of Kansas Press: F153-F1561.
- HAUBOLD H. 1996. Ichnotaxonomie und Klassifikation von Tetrapodenfährten aus dem Perm. *Hallesches Jahrbuch Geowissenschaft*. B18 : 23-88.
- HAUBOLD H. 2000. Tetrapodenfährten aus dem Perm-Kennntnisstand und Progress 2000. *Hallesches Jahrbuch Geowissenschaft*. B22 : 1-16.
- HERTWECK G. 1996. Möglichkeiten des Fossilwerdens von Quallen, im Experiment. *Natur und Museum*. 96 : 456-462.
- JADOUL F., FORCELLA F., BINI A., FERLIGA C. (coord.) 2000. *Carta geologica della Provincia di Bergamo*. A cura di: Servizio Territorio della Provincia di Bergamo, Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano – Centro di Studio per la geodinamica alpina e del Quaternario del C.N.R.
- JANKOWSKI T. 2001. The freshwater medusae of the world – a taxonomic and systematic literature study with some remarks on other inland water jellyfish. *Hydrobiologia*. 462: 91-113.
- 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.
- MÜLLER A.H. 1978. Über Hydromedusen (Coelenterata) und medusoide Problematika aus dem Rotliegenden von Mitteleuropa. *Freiberger Forschungshefte*. C342: 29-45.
- POHLIG H. 1892. Altpermische Saurierfährten, Fische und Medusen der Gegend von Friedrichroda i. Thüringen. Frstschrift zum 70. Gbtg. Von Rudolf Leuckarts: 59-64.
- RONCHI A., SANTI G., CONFORTINI F. 2005. Biostratigraphy and facies in the continental deposits of the central Orobic Basin: A key section in the Lower Permian of the southern Alps (Italy). *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*. 30: 273-281.
- RONCHI A., SANTI G., SCHNEIDER J., VOIGT S. 2006. Biofacies and ecological meanings of fresh-water jellyfishes in the Permian of Europe: A review. *International Conference on "Stratigraphy and Palaeogeography of Late-and Post Herycnian basins in the Southern Alps, Tuscany and Sardinia (Italy)"*, Siena 18-23 September 2006, *Abstract Volume* 15-16.
- SANTI G. 2004. *Medusina atava* (Pohlig, 1892) Walcott, 1898 nel Permiano inferiore del Sudalpino (Italia Settentrionale). *Rendiconti dell'Istituto Lombardo Accademia di Scienze e Lettere B* 137 (2003) (1/2): 135-153.
- SANTI G. 2007. New dignity for extramorphological imprints: an attempt at morphodynamic analysis on vertebrate footprints from the Lower Permian of the South-Alpine (Northern Italy). In: Coccioni R., Marsili A. (eds): Proceedings of the Giornate di Paleontologia 2005. *Grzybowski Foundation Special Publication*. 12: 79-92.
- SCHÄFFER W. 1941. Fossilisations Bedingungen von Quallen und Laichen. *Seckenbergiana*. 23: 189-216.
- SCHALTEGGER U., BRACK P. 2007. Crustal scale magmatic systems during intracontinental strike-slip tectonics: U, Pb, and Hf isotopic constraints from Permian magmatic rocks of the Southern Alps. *International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau)*. 96 (6): 1131-1151.
- SCIUNNACH D. 2001. The Lower Permian in the Orobic Anticline (Southern Alps, Lombardy): a review based on new stratigraphic and petrographic data. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 107(1): 47-68.
- VOIGT S. 2001. Erstnachweis von fossilen Hydromedusen aus dem Tambacher Sandstein (Rotliegend, Unteres Perm, Thüringen). *Freiberger Forschungshefte*. C497: 45-57.
- VOIGT S., HAUBOLD H. 2000. Analyse zur Variabilität der tetrapodenfährten Ichniotherium cottae aus dem Tambacher Sandstein (Rotliegend, Unter-Perm, Thüringen). *Hallesches Jahrbuch Geowissenschaft*. B22 : 17-58.

Lavoro pervenuto il 06-12-2010, accettato il 04-04-2011