

Daniele GIANOLLA

MALACOFAUNA FOSSILE RINVENUTA NEL BACINO DI FORNACI DI RANICA (BERGAMO, PLEISTOCENE INFERIORE)

RIASSUNTO - La successione di Fornaci di Ranica si deposita durante la parte tarda del Pleistocene Inferiore, in una fase climatica molto fredda. I dati malacologici, descritti nel presente lavoro, sono stati analizzati e messi in relazione con i dati vertebratologici e paleobotanici (palinologici in particolare) già presenti in letteratura. In generale si è rinvenuta una malacofauna costituita da poche specie molto resistenti (associazioni pioniere). Lo studio dei resti di Ostracodi e Characeae ha completato il quadro interpretativo. Si propone in questo lavoro un tentativo di correlazione tra i livelli di due sezioni del bacino, attraverso cui è stato possibile collegare i resti fossili al contesto paleoambientale. Le associazioni malacologiche sono dominate in ogni livello dal gasteropode *Valvata piscinalis* (Müller), considerato per molti versi una specie pioniera. Il bivalve *Corbicula fluminalis* (Müller), importante marker biocronologico per l'Italia, è stato segnalato nel bacino: dall'analisi dei reperti tale segnalazione appare verosimile ma non certa.

ABSTRACT - *The fossil malacofauna found in the basin of the Fornaci di Ranica basin (Bergamo, Lower Pleistocene).*

The succession of the Fornaci di Ranica palaeolake was deposited in the late Early Pleistocene, during a very cold climatic phase. The malacological data described in this work, was analyzed and compared with vertebratological and palaeobotanical (particularly palynological - pollen analysis) data already described in the literature. In general, a molluscan fauna was found, composed of a few very resistant species (pioneering assemblages). The study of the remains of the Ostracods and Characeae completed the interpretative framework. An attempt is made in this work to compare the levels of two stratigraphical sections of the basin through which it has possible to link the fossil remains in the palaeoenvironmental context. Malacological assemblages are dominated in each level by the gastropod *Valvata piscinalis* (Müller) that is considered a pioneer. The bivalve *Corbicula fluminalis* (Müller), an important biochronological marker for Italy, has been reported in the basin: from the analysis of fossil remains, the finding appears likely but not certain.

KEY WORDS: Quaternario lombardo, successione lacustre, molluschi continentali, *Valvata piscinalis* (Müller), fase fredda.

INTRODUZIONE

Le argille di Ranica, oggetto del presente studio, sono conosciute già dalla fine del XVIII secolo (Maironi da Ponte, 1791, v. Ravazzi, 2003), sebbene non siano state mai dettagliatamente studiate prima della fine del XX secolo. Esse si originano da un bacino a sedimentazione palustre-lacustre, attivo durante la fase terminale del Pleistocene Inferiore (Ravazzi, 2003). Le prime considerazioni di carattere scientifico sul bacino si devono a Venzo (in Desio & Venzo, 1954) che, rilevando per il Foglio Geologico di Bergamo, propone un'origine di sbarramento per il lago ed effettua alcune segnalazioni di molluschi fossili: «le ghiaie villafranchiane del torrente Nesa devono aver sbarra-

to – nella zona di Borgo Sale – il laghetto della fornace da mattoni di Ranica, in perfetta analogia colla formazione del bacino di Leffe. Le argille lacustri azzurrognole della Fornace contengono *Unio*, *Planorbis*, *Helix*, rami lignitizzati, corna di giovani *Cervus*, ossa di mammiferi, e sono coperte dal ferretto del Fluvioglaciale Mindel».

Il presente lavoro si propone di: riconoscere eventuali trend ecologici attraverso i cambiamenti registrati nelle associazioni malacologiche; aggiornare le determinazioni di Venzo, laddove possibile; integrare con i dati paleontologici dettagliati (principalmente molluschi, ma anche Characeae ed Ostracoda) il quadro paleoecologico del bacino proposto da Siddi *et al.* (1988) e da Ravazzi *et al.* (2005); indagare circa la presenza di eventuali marker biocronologici che possano offrire un supporto alle indicazioni cronologiche presenti in letteratura.

INQUADRAMENTO DELL'AREA

Il bacino è situato nella bassa Val Seriana (BG), alle falde del Colle di Ranica, al confine tra le Prealpi Orobie e la pianura in cui scorre il fiume Serio (fig. 1). Nell'area circostante il bacino è stata riconosciuta una sequenza marina che sviluppa la sua

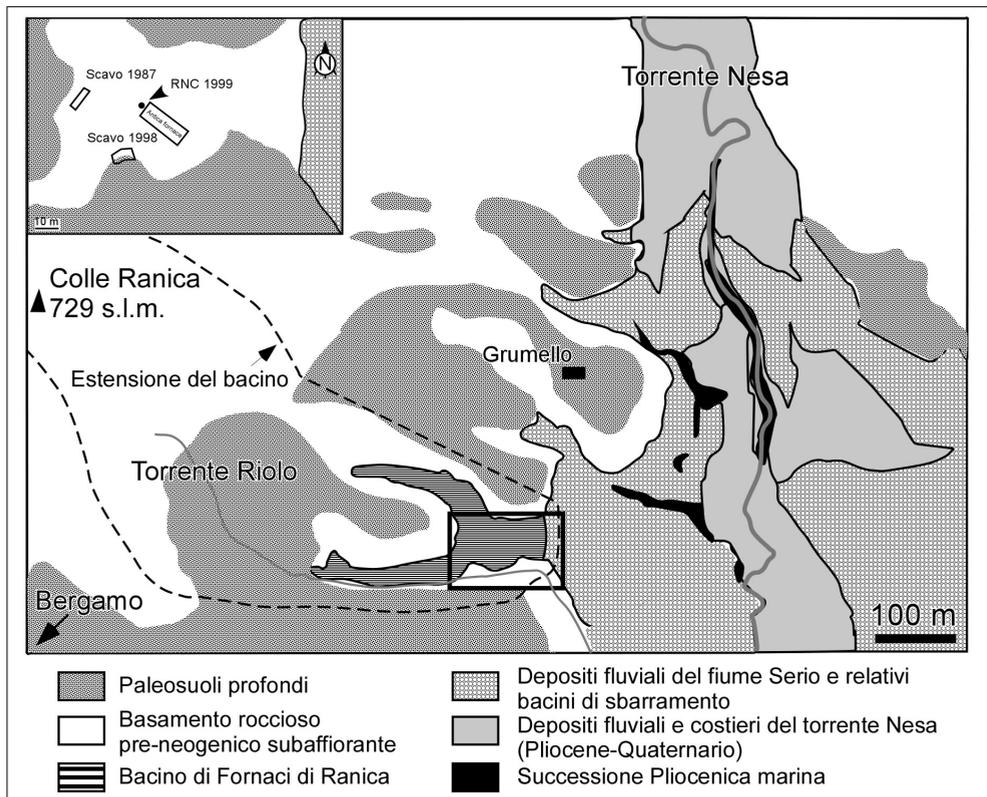


Fig. 1. Mappa dell'area (modificata da Ravazzi *et al.*, 2005).

complessa storia deposizionale nel Pliocene (Malanchini & Rossi, 1942; Martinis, 1948, 1951; Brambilla & Lualdi, 1986).

Il bacino di Fornaci di Ranica non è in continuità stratigrafica con la successione marina (Siddi *et al.*, 1988): inizia la sua deposizione durante una fase avanzata del Pleistocene Inferiore, in una conca originatasi in seguito alla deposizione di ghiaie da parte del paleo-Serio, che ha portato allo sbarramento delle sue valli tributarie (Desio & Venzo, 1954; Ravazzi, 2003; Ravazzi *et al.*, 2005). Successivamente ad una prima fase di deposizione di alta energia, rappresentata da ghiaie verdastre inglobate nelle argille (Siddi *et al.*, 1988), nella conca si insedia una deposizione palustre/lacustre caratterizzata da sedimenti di argilla e gyttja (Ravazzi *et al.*, 2005). Le ricostruzioni di Ravazzi (2003) e Ravazzi *et al.* (2005) riconoscono alla base del bacino una sedimentazione palustre, sovrastata da depositi argillosi lacustri di clima freddo, con piccole oscillazioni verso climi più temperato-freschi (mai completamente temperati né temperato-caldi). Gli studi palinologici (Ravazzi, 2003) e quelli vertebratologici (Breda *et al.*, 2005 e rif. cit.) sono concordi nel collocare il bacino in una fase molto fredda del Pleistocene Inferiore. I dati magnetostratigrafici (Ravazzi *et al.*, 2005) suggeriscono che tale fase possa essere in corrispondenza dello Stage Isotopico Marino (MIS) 28 o 30 (meno accreditata, secondo gli autori, è la correlazione con il MIS 36).

La prima descrizione stratigrafica del deposito viene effettuata da Siddi *et al.* (1988) sulla sezione H: gli autori riconoscono 34 livelli, numerati progressivamente dal più profondo e differenziati principalmente da elementi litologici (con cenni riguardo al contenuto fossilifero). Le analisi palinologiche effettuate sul carotaggio RNC '99 hanno permesso di ricostruire successivamente nel dettaglio l'evoluzione del paleo-ambiente, attraverso il riconoscimento di sei zone polliniche, numerate progressivamente a partire dalla più antica. Tutte le zone sono caratterizzate dalla prevalenza del polline di conifere su quello delle latifoglie (Ravazzi, 2003; Ravazzi *et al.*, 2005). Gli autori segnalano alla base della sequenza l'abbondanza del genere *Tsuga* (indice di clima temperato) e il rinvenimento dei generi estinti *Carya* e *Pterocarya*, abbondanti anche nei depositi di Leffe.

ZONA POLLINICA RNC 1 (12,15 - 11,65 m nel sondaggio RNC '99) - depositi di versante, accumulati in ambiente terrestre, trasportati nel lago da un canale. Il polline rinvenuto ha permesso di ricostruire un ambiente forestato in cui il genere *Tsuga* è prevalente. È stata correlata con la fase avanzata della prima successione lacustre di Leffe.

ZONA POLLINICA RNC 2 (11,65 - 11,3 m nel sondaggio RNC '99) - la drastica riduzione del genere *Tsuga* e gli abbondanti resti di carbone rinvenuti potrebbero essere correlati alla suscettibilità delle conifere agli incendi, che avrebbero portato alla scomparsa del genere nell'area (anche a Leffe è documentato un simile trend).

ZONA POLLINICA RNC 3 (11,3 - 10,47 m nel sondaggio RNC '99) - con lo sbarramento del bacino la sedimentazione si modifica, trasformando il precedente specchio d'acqua in una palude fredda, come sarebbe testimoniato dalla sensibile riduzione del polline arboreo in favore di quello erbaceo. Nel corso di queste prime fasi il bacino sembra testimoniare la transizione da un periodo più temperato ad uno decisamente freddo.

RNC '99 Sezione H

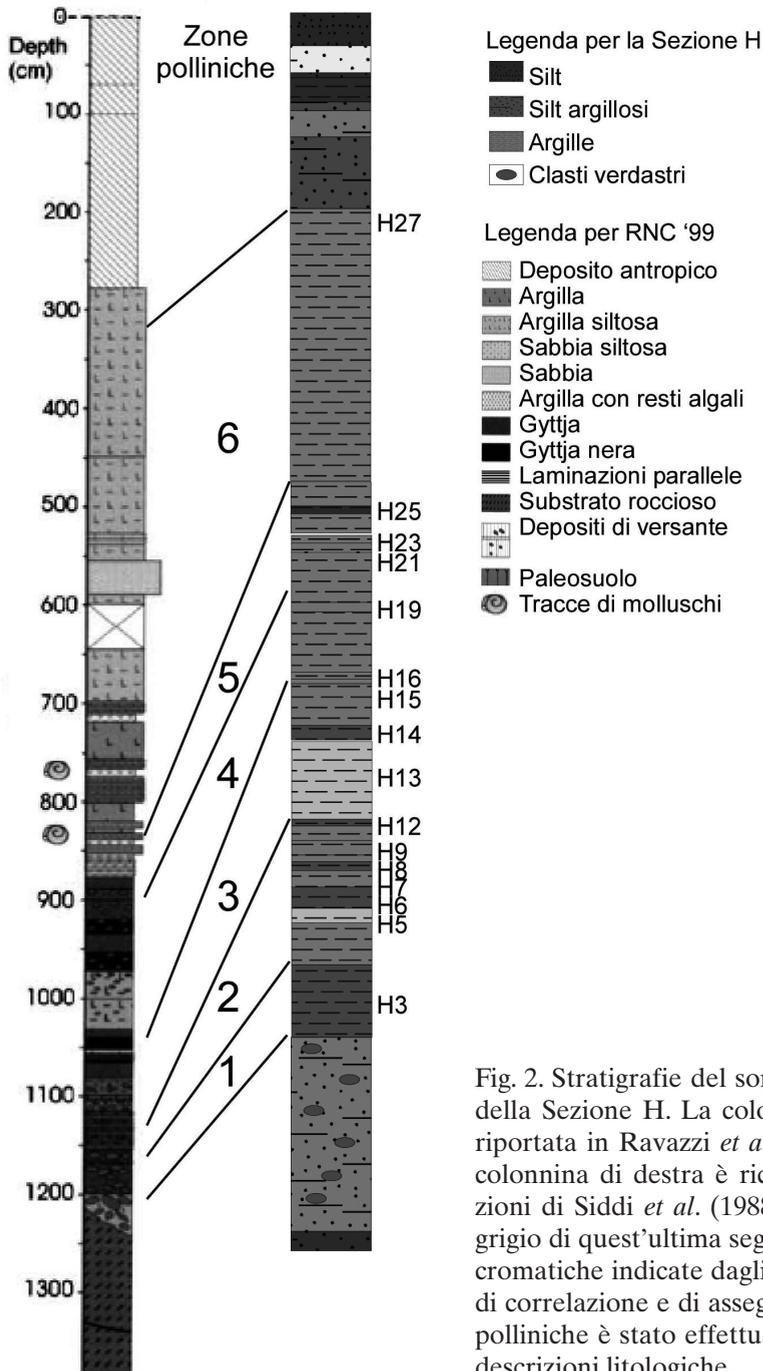


Fig. 2. Stratigrafie del sondaggio RNC '99 e della Sezione H. La colonnina di sinistra è riportata in Ravazzi *et al.* (2005), mentre la colonnina di destra è ricavata dalle descrizioni di Siddi *et al.* (1988). I diversi toni di grigio di quest'ultima seguono le indicazioni cromatiche indicate dagli autori. Il tentativo di correlazione e di assegnazione delle zone polliniche è stato effettuato sulla base delle descrizioni litologiche.

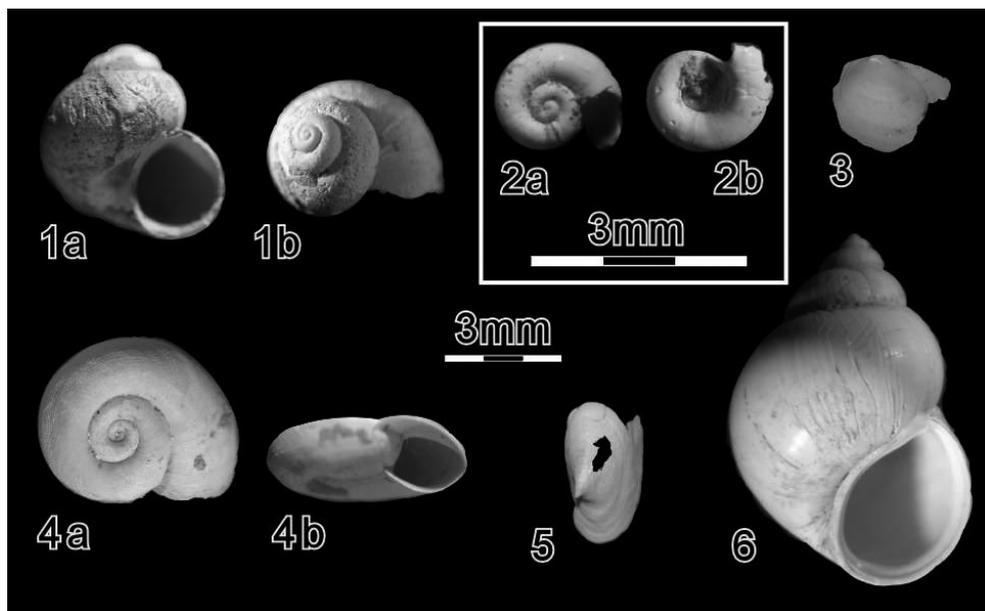


Fig. 3. Alcuni molluschi rinvenuti nel bacino.

- 1a-b: *Valvata piscinalis* (Müller), carotaggio RNC '99, livello 3,28 - 3,31 m;
 2a-b: *Valvata cristata* Müller, Sezione H, "Fossili vari", n° 5 di 5;
 3: *Pisidium henslowanum* (Sheppard), Sezione H, livello 12;
 4a-b: *Gyraulus* cf. *G. laevis* (Alder), scavo S.1654, scatola 26, n° 5-21/5-22;
 5: *Acroloxus lacustris* (Linnaeus) scavo S.1654, scatola 27, n° 5/21-5/22;
 6: *Bithynia tentaculata* (Linnaeus), Sezione H, livello 16.

ZONE POLLINICHE RNC 4 E RNC 5 (10,47 - 9,00 m e 9,00 - 8,25 m nel sondaggio RNC '99) - l'aumento del polline di piante acquatiche è messo in relazione con una risalita del livello del lago, mentre il polline arboreo rivela una copertura di conifere molto abbondante nelle zone circostanti il lago. Il polline di piante di ambiente freddo suggerisce la vicinanza di sorgenti e prati freddi.

ZONA POLLINICA RNC 6 (8,25 - 3,2 m nel sondaggio RNC '99) - la concentrazione di polline diminuisce e la sedimentazione diventa gradualmente sempre più detritica e meno organogena. Il tasso di sedimentazione aumenta, fino alla chiusura definitiva del lago. Sui primi 3 m del sondaggio non sono disponibili dati, a causa di rimaneggiamento del materiale (Ravazzi *et al.*, 2005).

Sebbene la sezione H e il sito del carotaggio siano vicini, non risultano dalla letteratura dati che permettano di caratterizzare biostratigraficamente i livelli della sezione H, non più affiorante. Inoltre, la sequenza lacustre è litologicamente poco differenziata, con possibili variazioni eteropiche (Ravazzi, com. pers.): la correlazione esatta delle due stratigrafie risulta pertanto assai difficile. Tuttavia, sulla base delle indicazioni stratigrafiche fornite da Siddi *et al.* (1988) e da Ravazzi *et al.* (2005) viene qui

presentato un tentativo di correlazione tra le due sequenze (fig. 2). Il valore di tale correlazione è da ritenersi del tutto indicativo, finché nuove indagini non forniranno dati più aggiornati.

MATERIALI E METODI

Il materiale campionato per le analisi malacologiche è custodito presso il Museo Civico di Scienze Naturali “Enrico Caffi” di Bergamo: è stato messo a disposizione dal personale del Museo e campionato dall’autore nel febbraio del 2007. Salvo alcuni reperti, le condizioni di conservazione del materiale sono apparse buone. Su alcune conchiglie si sono rinvenuti segni di decalcificazione piuttosto evidenti, di origine incerta (fig. 3). Lo studio si articola su tre differenti scavi.

SEZIONE H - nel 1987, nel corso di scavi edilizi, viene esposta una sezione stratigrafica del bacino, collocata dietro l’antica fornace di mattoni. Il personale del Museo effettua la descrizione ed il campionamento prima che venga ricoperta (Siddi *et al.*, 1988). Nella sezione vengono riconosciuti silt e sabbie sterili dal piano di campagna a circa 2 m di profondità, sovrastanti circa 10m di argille fossilifere. Dopo aver lavato e separato una parte del materiale, gli autori dello studio effettuano un’identificazione preliminare dei fossili (tra cui molluschi). Per il presente lavoro sono stati prelevati 19 campioni dal materiale non trattato e 11 campioni dai residui del lavato, per un totale di 17 livelli rappresentati (tab. 1); sono stati inoltre prelevate alcune porzioni di tre dei cinque campioni fuori stratigrafia denominati “Fossili vari”. Il materiale è stato poi trattato nel laboratorio di Sedimentologia della Sapienza Università di Roma con procedura standard per i molluschi continentali (lavaggio in H₂O₂ a 25 vol e separazione per via umida a 0,09 mm). Sulla base delle descrizioni litologiche effettuate da Siddi *et al.* (1988) è stata ricostruita una colonnina stratigrafica (fig. 2).

S.1654 - nel 1998 è stato effettuato uno scavo d’emergenza a cura della Soprintendenza Archeologica della Lombardia e del Museo Civico di Scienze Naturali, in previsione dei lavori di edificazione della zona; analogamente alla Sezione H, i materiali rinvenuti durante lo scavo sono stati campionati e preliminarmente analizzati dal personale del Museo. Non è disponibile una descrizione degli affioramenti (quindi neanche una collocazione stratigrafica dei campioni) in quanto è stato operato un decorticamento su ampia superficie, con lo scopo di eliminare il livello antropizzato (Paganoni, com. pers). La maggior parte del materiale proveniente dallo scavo era stato lavato, separato e catalogato (in 10 scatole numerate, fig. 4) in momenti diversi, da vari specialisti. Parte dei risultati è stata pubblicata da Ravazzi *et al.* (2005). Per il presente studio, invece, sono stati prelevati 12 campioni, trattati, ove necessario, con procedura standard nei laboratori della Sapienza. Nel presente lavoro, i materiali sono stati ordinati secondo il numero di inventario delle casse in cui sono custoditi.

SONDAGGIO RNC '99 (S1658) - il carotaggio è stato effettuato da C. Ravazzi, dal personale del Museo e da alcuni collaboratori nel 1999 in un sito non lontano dalla Se-

	Campioni non trattati								Residui		Totali per campione	<i>Chara</i> cf. <i>C. vulgaris</i> Linnaeus, 1753	Ostracoda
	<i>Pisidium henslowanum</i> (Sheppard, 1823)	<i>Valvata piscinalis</i> (Müller, 1774)	<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Unio</i> sp.	<i>Radix balthica</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Gyraulus crista</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Valvata cristata</i> Müller, 1774	<i>Pisidium</i> sp.	<i>V. piscinalis</i>	<i>B. tentaculata</i>			
H 27	-	21	-	1	-	-	-	-	-	-	22	*	*
H 25	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	2		
H 23	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1		*
H 21	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1		
H 19	-	3	-	-	-	-	-	1	2	-	6		
H 16	-	5	1	-	1	-	-	-	4	1	12		
H 15	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1		*
H 14	-	-	2	-	-	-	-	-	1	-	3	*	*
H 13	-	16	-	-	-	-	2	-	2	-	20	*	*
H 12	2	8	-	-	-	-	-	-	3	-	13	*	*
H 9	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	*	*
H 8	-	9	-	1	-	-	-	-	3	-	13	*	*
H 7	-	17	-	1	-	-	1	-	-	-	19	*	*
H 6	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	4		
H 5	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	10	*	*
H 3	-	22	12	-	-	1	-	1	3	-	39	*	*
H 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
“Vari” fuori stratigrafia	1 di 5	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1		*
	4 di 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
	5 di 5	-	9	9	-	-	1	2	1	-	22	*	*
Totale individui	2	129	24	4	1	2	5	4	26	1	198		
Sigle ecologiche (Ložek, 1964)	10F(S)	10SF	10SF	10SF	10S(F)	10S	10P	10	10SF	10SF			

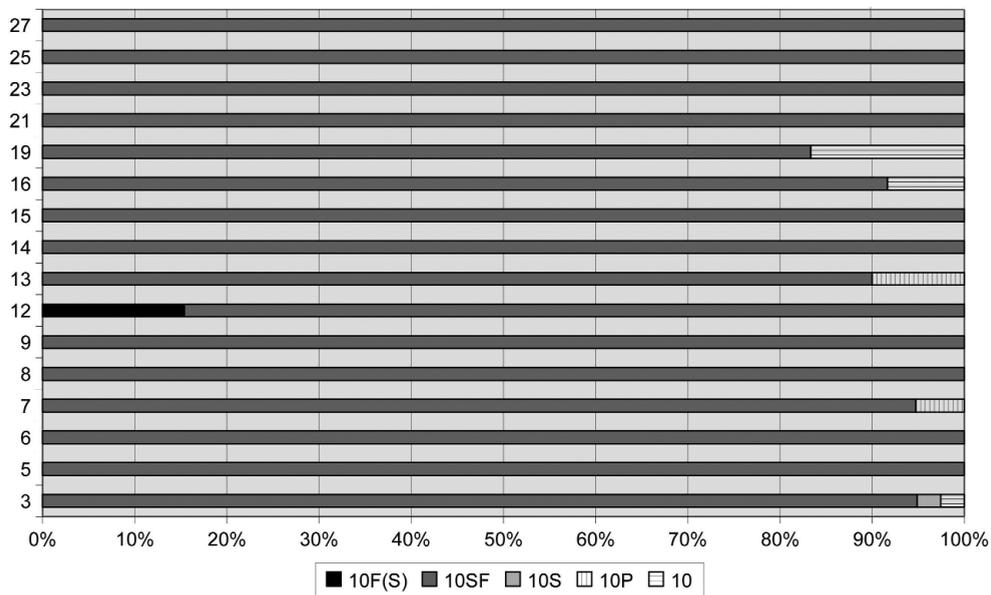
Tab. 1. Numero totale di esemplari rinvenuti nella Sezione H, ordinati secondo la sigla ecologica (dalla specie più reofila, alla più palustre). L'asterisco indica la presenza.



Fig. 4. Alcuni materiali custoditi presso il Museo "E. Caffi" (S.1654, Cassa 10). Da notare il campione n° 158 (provetta in alto a destra), contenente oltre 600 molluschi.

Fig. 5. Abbondanza relativa di ciascuna sigla ecologica per i campioni fossiliferi della Sezione H. 10P: specie di acque palustri; 10S: specie di acque stagnanti; 10S(F): specie di acque preferibilmente stagnanti ma anche correnti; 10SF: di acque correnti o stagnanti; 10F(S): specie di acque preferibilmente correnti ma anche stagnanti. Si può osservare che in tutti i livelli prevalgono nettamente le specie a sigla 10SF (che in diversi livelli costituiscono il 100% del campione).

Sezione H



zione H. Il sondaggio incontra il basamento roccioso preneogenico a 12,2 m dal piano di campagna, dopo una sequenza di argille e argille siltose intervallate da livelli di sabbia e di gijtya. La carota ha un diametro di circa 6 cm ed è stata oggetto di analisi palinologiche e magnetostratigrafiche (Ravazzi *et al.*, 2005). Su richiesta del personale del Museo, per la malacologia è stato possibile prelevare solo una ridotta quantità di materiale (dieci campioni di 16-24 cm³ ca.), per compromettere il meno possibile l'integrità della carota. Durante il trattamento dei materiali (procedura standard) si è avuta cura di recuperare anche la componente più fine del sedimento. Il log della sequenza (disegnato da Ravazzi *et al.*, 2005) è riportato in figura 2.

Tutti i resti malacologici sono stati riconosciuti attraverso l'utilizzo di guide (Girod *et al.*, 1980 e Giusti & Pezzoli, 1980 per i gasteropodi e Castagnolo *et al.*, 1980 per i bivalvi). Il valore ecologico di ciascuna specie è stato ricostruito grazie alle sigle ecologiche proposte da Ložek (1964). Nel presente lavoro si riportano le seguenti sigle: 10P, per le specie di acque palustri; 10S, per le specie di acque stagnanti; 10S(F), per le specie di acque preferibilmente stagnanti ma anche correnti; 10SF, per le specie di acque correnti o stagnanti; 10F(S), per le specie di acque preferibilmente correnti ma anche stagnanti. Per le oosfere di Characeae rinvenute si sono tenute presenti le indicazioni morfologiche ed ecologiche riportate in Wood (1947) ed in Soulié-Märsche (1973, 1991, 2002). Sui resti di Ostracoda non è stato possibile effettuare alcun riconoscimento a livello specifico.

Sul materiale della Sezione H è stata effettuata un'analisi di diversità utilizzando l'Indice di Simpson (Simpson, 1949), che integra i dati di abbondanza degli esemplari con il numero di taxa registrato in ciascun livello.

RISULTATI

SEZIONE H - La sezione ha restituito un esiguo numero di esemplari suddivisi in 8 taxa, tutti provenienti dai livelli argillosi più antichi, compresi tra H3 e H27 (Tab. 1). I residui malacologici più abbondanti si rinvennero alla base dell'affioramento (livello H3), mentre nel resto della sezione i valori di abbondanza subiscono forti oscillazioni tra 1 (livelli H15, 21, 23) e 22 esemplari (livello H27). Solo due dei campioni fuori stratigrafia analizzati hanno restituito frammenti di molluschi (campione 1 e 5).

In ogni livello si registra una maggioranza di individui appartenenti a specie adattate ad acque tranquille o debolmente mosse (sigla 10SF, fig. 5), tra cui prevalgono gli individui della specie *Valvata piscinalis* (Müller). Gli altri taxa sono rappresentati da pochi esemplari. Le specie accompagnanti *V. piscinalis* sono caratteristiche di acque ferme, alcune più marcatamente palustri (come *Valvata cristata* Müller, che si rinviene nei livelli H7 e H13, ad 8 e 10 m circa dal tetto) altre più tolleranti deboli correnti (come *Radix balthica* (Linnaeus), rinvenuta nel livello H16, circa a 16 m dal tetto). Tra le specie rinvenute, quella meglio adattata alle acque correnti è *Pisidium henslowanum* (Sheppard) che, però, conserva una certa affinità per le acque stagnanti. Gli individui di questa specie sono ben riconoscibili per via della particolare ornamentazione del guscio (fig. 3). In molti dei livelli analizzati (H3, H5, H7, H8, H9, H12, H13, H14, H27) si sono rinvenute oosfere di Characeae che, per via della forma e dimen-

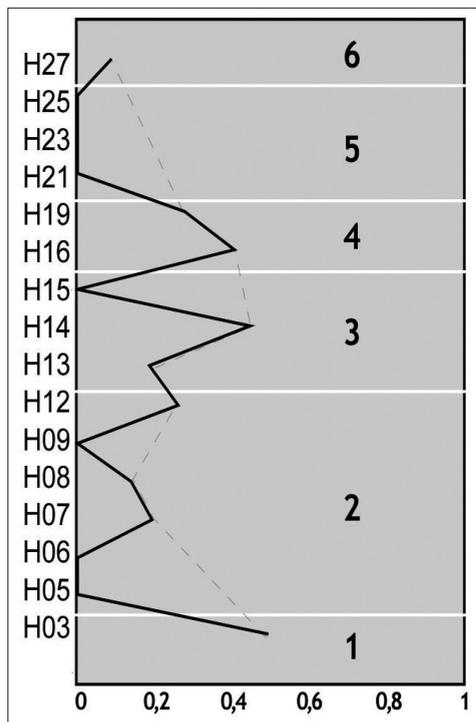


Fig. 6. Andamento dell'indice di Simpson calcolato per i campioni della Sezione H. In tratteggio la curva che si otterrebbe escludendo i campioni con diversità nulla (campioni sterili o con un solo taxon).

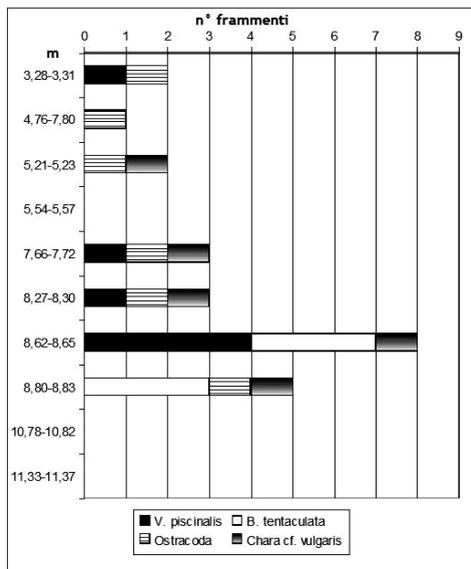


Fig. 7. Abbondanza dei reperti paleontologici nei campioni prelevati dal sondaggio RNC '99: frammenti di ostracodi sono presenti in quasi tutti i campioni, mentre gli altri reperti sono principalmente concentrati tra 7,66 e 8,83 m dal piano di campagna.

sione, possono essere attribuite al taxon *Chara* cf. *C. vulgaris* Linnaeus. In diversi livelli si sono rinvenuti ostracodi tranne in H1, H6, H16, H19, H21, H25 e “4 di 5”. Calcolando l'indice di Simpson per i campioni H della sezione (esclusi i “Fossili vari”) è possibile riconoscere un'oscillazione piuttosto regolare nella diversità dei molluschi (fig. 6). Supponendo che sia valida la suddivisione su base litologica proposta in figura 2, allora è possibile riconoscere un momento di alta diversità in corrispondenza della Zona 1 (ambiente forestato), a cui fa seguito una flessione in corrispondenza della Zona 2 (incendi e scomparsa di *Tsuga*). La Zona 3 (primo impaludamento) sembra essere quella in cui si sviluppa la maggiore diversità di molluschi, che persiste fino alla zona 4, dove subisce un'altra flessione, concomitante alla risalita del livello del lago. La fase più marcatamente lacustre del bacino (Zona 5) è caratterizzata da una scarsità o assenza di resti malacologici (diversità nulla), che aumentano in quella che è la fase finale dell'evoluzione del lago (Zona 6).

Cassa	Campione	<i>Pisidium henslowanum</i> (Sheppard, 1823)	<i>Valvata piscinalis</i> (Müller, 1774)	<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Radix balthica</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Gyraulus crista</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Gyraulus</i> cf. <i>G. laevis</i> (Alder, 1838)	<i>Acroloxus lacustris</i> (Linnaeus, 1758)	<i>Valvata cristata</i> Müller, 1774	<i>Pisidium</i> sp.	Totale per campione	<i>Chara</i> cf. <i>C. vulgaris</i> Linnaeus, 1753	Ostracoda
1	51	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1		*
	53	-	4	-	-	-	-	-	-	-	4	*	
3	5/21-5/22: 26	-	21	-	-	1	2	-	-	2	26		
	5/21-5/22: 27	-	48	-	2	2	-	1	1	1	55		*
3?	5/21-5/22	1	15	-	-	9	-	-	2	1	28	*	*
6	145	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1		
7	123	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
8	106	-	15	-	-	-	-	-	-	-	15		*
	109	-	4	-	1	-	-	-	-	-	5		*
	110	-	9	-	-	-	-	-	-	-	9		*
	113	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0		
10	158	-	537	2	-	4	1	-	-	-	544		
Totale individui		1	655	2	3	16	3	1	3	4	688		
Sigle		10F(S)	10SF	10SF	10S(F)	10S	10S	10S	10P	10			

Tab. 2. Numero totale di esemplari rinvenuti nello scavo S.1654, ordinati secondo il campione di provenienza e contrassegnati dalla rispettiva sigla ecologica (ordinati dalla specie più reofila, alla più palustre). L'asterisco indica la presenza.

S.1654 - I taxa rinvenuti sono 10 (tab. 2). Gli esemplari sono in numero maggiore rispetto a quelli provenienti dalla Sezione H, distribuiti in maniera disomogenea nei campioni: in particolare il solo campione n° 158 della cassa 10 contiene oltre 500 esemplari già separati (fig. 4), mentre negli altri le abbondanze oscillano tra i 5 e i 55 esemplari sia separati che inglobati nel sedimento. Anche in questo caso le associazioni sono dominate dalla specie *V. piscinalis* e dalla sigla ecologica 10SF. Nella restante com-

ponente delle associazioni prevalgono specie di acque ferme su quelle caratteristiche di acque correnti. Rispetto ai campioni della sezione H, gli individui accompagnanti *V. piscinalis* sono di poco più numerosi, generalmente più adattati ad ambienti di acque stagnanti (come le specie del genere *Gyraulus* Agassiz o la specie *Acroloxus lacustris* (Linnaeus), sigla ecologica 10S). Le specie *V. piscinalis* e *Gyraulus* cf. *G. laevis* (Alder) possono essere considerate specie pioniere (Gittenberger *et al.*, 1998; Grigorovich *et al.*, 2005). I materiali sono in un ottimo stato di conservazione. Accanto ai molluschi si rinvennero poche oofere di *C. cf. vulgaris*, presenti nei due soli campioni 5/21-5/22 e 53-cassa 1, mentre in diversi campioni si rinvennero frammenti di ostracodi (tab. 2).

SONDAGGIO RNC '99 (S.1658) - Il materiale a disposizione per lo studio ha restituito un'esigua quantità di molluschi, suddivisi in due taxa (fig. 7): *V. piscinalis* e *Bithynia* cf. *B. tentaculata* (Linnaeus), per un totale di 13 esemplari in tutta la carota. La maggior parte dei resti malacologici è stata rinvenuta tra il tetto della zona pollinica RNC 5 e la parte inferiore della RNC 6, come anche indicato nel log stratigrafico di Ravazzi *et al.* (2005). I livelli più profondi (zone da RNC 4 a 1) sono risultati sterili. I resti di molluschi sono tutti frammentati, fatta eccezione per un nicchio intero di *V. piscinalis* proveniente dal livello 3,28 - 3,21 m (tetto RNC 6). *V. piscinalis* si rinviene in alcuni campioni compresi tra 3,28 e 8,65 m (RNC 6 e 5), invece *B. cf. tentaculata*, presente in opercoli, si rinviene solo nei livelli più antichi tra quelli con fossili (zona RNC 5). Frammenti di ostracodi si rinvennero in maniera pressoché continua in tutti i livelli campionati, anche tra 5,23 e 4,76 m dove sono assenti frammenti di molluschi. Le oofere (5 in totale, riferibili alla taxon *C. cf. vulgaris*) si rinvennero solo nelle zone RNC 6 e 5.

ALTRI REPERTI - Tra i campioni presenti in Museo è segnalata la specie *Corbicula fluminalis* (Müller) in un residuo fuori stratigrafia dello scavo S.731. Lo scavo ha restituito solo un reperto malacologico, piuttosto mal conservato (fig. 8). Il reperto è stato preso in considerazione, data la valenza biocronologica che ha la specie per l'Italia, tuttavia sembra più probabile che si tratti di una specie del genere *Pisidium* Pfeiffer, che non di *C. fluminalis*. A questa specie potrebbe invece essere attribuito un reperto malconservato dello scavo S.1654 ("Settore A" della cassa 7, fig. 9), ma la mancanza della cerniera e la non chiarezza del margine della conchiglia impedisce di determinarlo con certezza.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La grande abbondanza relativa di specie caratterizzate dalla sigla 10SF rende molto difficoltoso individuare le differenze ecologiche tra i vari livelli della Sezione H. Solo attraverso un'analisi di diversità è possibile riconoscere un trend significativo che possa essere messo in relazione con la stratigrafia (figg. 2 e 6): in sostanza, i livelli più marcatamente paludosi (riferibili alle zone 1, 3 e 4) risultano essere quelli in cui la diversità del record malacologico è maggiore, essendo meglio rappresentate specie di acque ferme (sigle 10S, 10P). Rispetto alla sezione H, i campioni dello scavo 1654 ap-



Fig. 8. Valva proveniente dallo scavo S.731, attribuita a *Corbicula fluminalis* (Müller). Il reperto appare più simile ad un bivalve del genere *Pisidium* Pfeiffer: forse *Pisidium amnicum* (Müller).

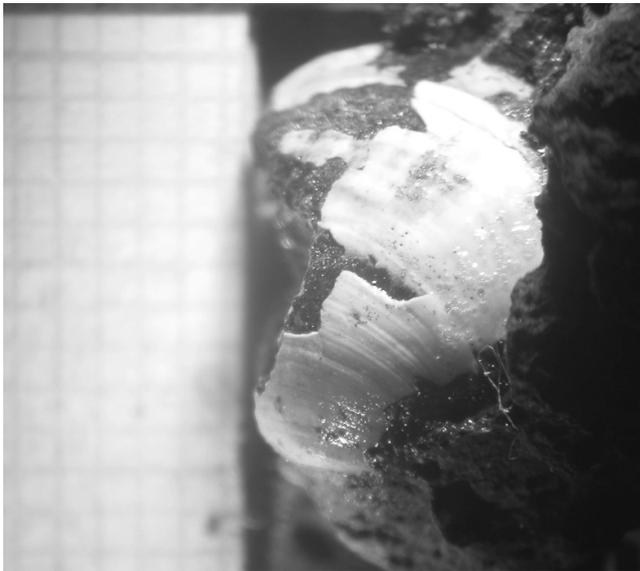


Fig. 9. Frammento di bivalve dello scavo S.1654 (Settore A, Cassa 7). Il frammento non è determinabile, ma presenta una somiglianza morfologica con un individuo giovane di *Corbicula fluminalis* (Müller).

paiono ecologicamente più variabili, tuttavia si tratta di materiale fuori stratigrafia e talvolta già trattato, che non può essere inserito all'interno di un vero e proprio trend ecologico. I campioni più ricchi di diversità, comunque, sono quelli in cui sono maggiormente rappresentate le sigle di acque palustri, quindi presumibilmente quelli provenienti da livelli paludosi (zone 1, 3 o 4). Dal sondaggio RNC '99 provengono solo pochi frammenti di molluschi, maggiormente concentrati a cavallo delle zone 5 e 6, in corrispondenza dei livelli segnalati da Ravazzi *et al.* (2005). La dimensione del campione malacologico, però, è troppo piccola per poter trarre conclusioni statisticamente significative.

I risultati ottenuti per i tre siti hanno permesso di confermare alcune delle segnalazioni di Venzo (in Desio & Venzo, 1954). In particolare il genere *Unio* Retzius è stato rinvenuto in diversi livelli, con conchiglie fortemente frammentate ma riconoscibili. La questione del riconoscimento delle specie di questo genere risulta particolarmente complessa e non nuova per i giacimenti lombardi del Pleistocene (Gianolla, 2009 e rif. cit.). Il genere *Planorbis* Müller non è stato rinvenuto, tuttavia, poiché la famiglia Planorbidae ha subito numerose revisioni nel tempo, è possibile che le determinazioni di Venzo si riferissero a specie attualmente inserite nel genere *Gyraulus*, rinvenuto nel presente lavoro. Il genere *Helix* Linnaeus non è stato rinvenuto, né alcun altro genere terrestre.

Il ritrovamento malacologico più interessante (perché abbondante in ogni campione analizzato) è quello della specie *V. piscinalis*: la sua abbondanza anche in depositi attuali ha permesso di trarre alcune conclusioni paleoclimatiche e paleoambientali. Attualmente è riconosciuta come una specie dall'alta capacità di adattamento anche a condizioni di stress ambientale, il che permette di considerarla una specie pioniera (Grigorovich *et al.*, 2005). La specie è detritivora ed epifita (Girod *et al.*, 1980; Grigorovich *et al.*, 2005) e la sua presenza può essere messa facilmente in relazione con l'abbondanza di piante acquatiche dentro il lago e di copertura vegetale intorno al bacino registrate dal polline e dai macroresti vegetali (Ravazzi *et al.*, 2005); anche il rinvenimento di resti dell'artiodattilo *Cervalces latifrons* (Johnson) conferma l'abbondanza di vegetazione (soprattutto erbacea ed arbustiva) fuori e dentro il lago/palude (Breda in Ravazzi, 2003; Breda *et al.*, 2005). Tracce di *Chara* cf. *C. vulgaris*, specie solitamente abbondante nei depositi di acque oligoaline (Soulié-Märsche, 1991), sono presenti in diversi livelli, a testimoniare una ricca vegetazione all'interno del lago. Secondo una ricostruzione suggerita da Ravazzi (com. pers.), trattandosi di una specie bentonica a tallo incrostante richiede una colonna d'acqua relativamente limpida, apporto sedimentario clastico limitato, disponibilità di carbonati disciolti e modesto sviluppo di alghe planctoniche, il che è in accordo con condizioni oligotrofe.

Tra i pochi i molluschi accompagnanti *V. piscinalis* si riconoscono altre specie pioniere, come quelle del genere *Gyraulus* (Gittenberger *et al.*, 1998; Grigorovich *et al.*, 2005). La restante parte del record malacologico è dominata dalla specie *B. tentaculata*, facilmente adattabile tanto ad acque stagnanti che ad acque debolmente correnti. La presenza nelle associazioni di molluschi caratteristici di acque decisamente stagnanti (ad esempio *Gyraulus crista* (Linnaeus)) o addirittura palustri (come *V. cristata*) lascia supporre che anche durante le fasi francamente lacustri ci fosse una certa tendenza all'impaludamento.

Dal punto di vista cronostratigrafico, purtroppo, la presenza di *Corbicula fluminalis* (figg. 8 e 9), seppure appaia verosimile, non è stata confermata e non può fornire alcun supporto biocronologico. Tuttavia, come detto, il bacino di Fornaci di Ranica è correlabile con la parte terminale dell'Unità Biogenica (Ravazzi *et al.*, 2005) e, coerentemente con questa correlazione, si segnala che anche a Lefte la presenza di *V. piscinalis* è registrata non prima di questi livelli ("Re stream Upper Part", 1,05 Ma ca., Esu & Gianolla, 2009 e rif. cit.).

RINGRAZIAMENTI

Ad Anna Paganoni, direttrice del museo “E. Caffi” di Bergamo, per aver messo a disposizione il materiale. A Matteo Malzanni e Federico Confortini, preparatori della sezione di paleontologia del Museo “E. Caffi”, ed a Giovanni Gaglianone, tecnico del Laboratorio di Sedimentologia della Sapienza Università di Roma, per l’impagabile supporto tecnico. A Daniela Esu, Dipartimento di Scienze della Terra della Sapienza Università di Roma, per aver supervisionato il lavoro. A Cesare Ravazzi, CNR-IDPA Unità di Dalmine (BG), referee dell’articolo, per la sincerità e la precisione delle sue correzioni. A Paolo Pantini, editor della Rivista del Museo, per il suo impegno paziente e assiduo.

BIBLIOGRAFIA

- BRAMBILLA G. & LUALDI A., 1986 - Il Pliocene della provincia di Bergamo (Italia settentrionale). Analisi faunistica ed inquadramento cronologico e paleoambientale. Bollettino della Società Paleontologica Italiana 25: 237-266.
- BREDA M., PINI R. & RAVAZZI C., 2005 - The palaeoenvironment of *Cervalces latifrons* (Johnson, 1874) from Fornaci di Ranica (late Early Pleistocene, Northern Italy). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 216: 99-118.
- CASTAGNOLO L., FRANCHINI D. & GIUSTI F., 1980 - Bivalvi. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. AQ/1/49, 10, CNR, Verona.
- DESIO A. & VENZO S., 1954 - Carta Geologica d’Italia: scala 1:100.000, Foglio 33. Bergamo, Servizio Geologico d’Italia, Roma.
- ESU D. & GIANOLLA D., 2009 - The malacological record from the Plio - Pleistocene Leffe Basin (Bergamo, Northern Italy). Quaternary International 204: 11-19.
- GIANOLLA D., 2009 - Review of the malacological list proposed by F. Sordelli in 1896 for the middle Pleistocene Piànico-Sèllere Basin (Bergamo, N Italy). Atti della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano 150: 149-158.
- GIROD A., BIANCHI I. & MARIANI M., 1980 - Gasteropodi I. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. AQ/1/44, 7, CNR, Verona.
- GITTENBERGER E., JANSEN A.W., KUIJPER J.G.J., MEIJER T., VAN DER VELDE G., DE VRIES J.N. & PEETERS G.A., 1998 - De Nederlandse zoetwatermollusken. Nederlandse Fauna 2. Leiden, Utrecht.
- GIUSTI F. & PEZZOLI E., 1980 - Gasteropodi II. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane. AQ/1/47, 9, CNR, Verona.
- GRIGOROVICH I.A., MILLS E.L., RICHARD C.B., BRENNEMAN D. & CIBOROWSKI J.J.H., 2005 - European Valve snail *Valvata piscinalis* (Müller) in the Laurentian Great Lakes Basin. Journal of Great Lakes Research 31: 135-143.
- LOŽEK V., 1964 - Quartärmollusken der Tschechoslowakei. Rozpravy Ustredniho Ustavu Geologického 31: 1-368.
- MAIRONI DA PONTE G., 1791 - Ricerche sopra alcune argille e sopra una terrazza vulcanica della Provincia Bergamasca. Stamperia Locatelli, Bergamo.
- MALANCHINI L. & ROSSI C., 1942 - Sulla presenza di argille fossilifere del Pliocene nel sottosuolo di Bergamo. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia 48: 1-16.
- MARTINIS B., 1948 - Sulla presenza del Pliocene marino nel sottosuolo di Albino (Prealpi bergamasche). Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia 54: 78-86.

- MARTINIS B., 1951 - Nuovo contributo sulla conoscenza del Pliocene del sottosuolo di Albino (Bergamo). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia* 57: 1-14.
- RAVAZZI C., 2003 (Ed.) - Gli antichi bacini lacustri e i fossili di Leffe, Ranica e Pianico - Sèllere (Prealpi Lombarde). CNR - IDPA, Bergamo.
- RAVAZZI C., PINI R., BREDA M., MARTINETTO E., MUTTONI G., CHIESA S., CONFORTINI F. & EGLI R., 2005 - The lacustrine deposits of Fornaci di Ranica (late Early Pleistocene, Italian Pre-Alps): stratigraphy, palaeoenvironment and geological evolution. *Quaternary International* 131: 35-58.
- SIDDI F., MORA C. & PAGANONI A., 1988 - Nuove considerazioni sul Pliocene della Valle Seriana Inferiore. *Riv. Mus. Civ. Sci. Nat. "E. Caffi"* 13: 249-299.
- SIMPSON E. H., 1949 - Measurement of diversity. *Nature* 163: 688.
- SOULIÉ-MÄRSCHÉ I., 1973 - Données générales sur les Charophytes du Plio-Pleistocène. *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire* 1973: 69-77.
- SOULIÉ-MÄRSCHÉ I., 1991 - Charophytes as lacustrine biomarkers during the Quaternary in North Africa. *Journal of African Earth Sciences* 12: 341-351.
- SOULIÉ-MÄRSCHÉ I., 2002 - Les charophytes: biomarqueurs pour la reconstitution des paléoenvironnements lacustres. In: MISOVSKY J.-CL. (Ed.) - *Géologie de la Préhistoire: méthodes, techniques, applications*. pp. 751-769, Parigi.
- WOOD R.D., 1947 - Characeae of the put-in-bay region of the lake Erie (Ohio). *Ohio Journal of Science* 47: 240-258.

Indirizzo dell'autore:

Daniele Gianolla
via Eugenio Cargioli 3, I-00156 Roma
e-mail: daniele.gianolla@uniroma1.it
Website: www.girmm.com