

**Zeitschrift:** Bollettino della Società ticinese di scienze naturali  
**Herausgeber:** Società ticinese di scienze naturali  
**Band:** 79 (1991)  
**Heft:** 1

**Artikel:** I foraminiferi pliocenici di castel di sotto (Novazzano, cantone Ticino) :  
considerazioni biostratigrafiche e paleoambientali  
**Autor:** Violanti, Donata  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1003365>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.12.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# **I FORAMINIFERI PLIOCENICI DI CASTEL DI SOTTO (NOVAZZANO, CANTONE TICINO): CONSIDERAZIONI BIOSTRATIGRAFICHE E PALEOAMBIENTALI**

DONATA VIOLANTI

ISTITUTO DI SCIENZE DELLA TERRA  
UNIVERSITÀ DI MESSINA  
Casella Postale 54, 98166 MESSINA SANT'AGATA, ITALIA.

---

## **ABSTRACT**

This paper is the first part of a study on the foraminifera from the clays and silty clays of Pliocene sediments outcropping in the now abandoned quarry of Castel di Sotto, situated between Novazzano and Balerna in the Canton Ticino, southern Switzerland. It deals with 115 benthic and 22 planktic taxa identified from 57 samples collected from a section measuring 48 meters. The paper deals in particular with the distributions of these taxa and their biostratigraphic and paleoenvironmental implications. Compared with the benthics the planktic foraminifera in the Castel di Sotto section constitute only a subordinate portion of the total fauna. They are also of little stratigraphic significance, mostly consisting of small tests where stratigraphic index forms like *Globorotalia margaritae* or *Globorotalia puncticulata* are absent. The dominating benthic fauna, on the other hand, which includes index forms like *Bolivina placentina*, is more suitable for biostratigraphic dating and is indicative of the upper part of the Early Pliocene. The Castel di Sotto foraminifera are also compared with age equivalent faunas from other Pliocene localities from along the foothills of the southern Alps in Piedmont and Lombardy. The sediments are regarded as of outer neritic nature laid down in an environment of partial oxygen deficiency. Such conditions are indicated for instance by an abundance in the fauna of *Globobulimina hoeglundi* and other taxa.

A systematic part in preparation will complete this project on the study of the Castel di Sotto foraminifera and a collection of representative specimens of all recognized taxa will be deposited in the Museo Cantonale di Storia Naturale in Lugano.

## **PREMESSA**

Il presente lavoro fa parte di un progetto di studio del Museo Cantonale di Storia Naturale di Lugano, nell'ambito di una più vasta indagine promossa e finanziata dal Dipartimento dell'Ambiente del Cantone Ticino sui depositi tardo-terziari del Mendrisiotto (Ticino meridionale) e sulla revisione della fauna e della flora fossili plioceniche delle collezioni depositate presso il Museo di Lugano. La revisione delle filliti plioceniche ticinesi è condotta da G. Brambilla mentre il presente studio sulla microfauna a Foraminiferi viene eseguito parallelamente all'indagine palinologica di C. Sidler (1991). Un profilo di sismica a riflessione condotto nella regione di Novazzano è analizzato da FELBER, FREI e HEITZMANN (1991).

In questo programma l'affioramento di Castel di Sotto è stato rilevato interamente per la prima volta lungo un' unica sezione (suddivisa per problemi di copertura in alcuni segmenti) e campionato sia per le indagini microfaunistiche sia per gli studi palinologici del piano di scavo alla sommità della ex-cava.

## **INTRODUZIONE**

L'affioramento della cava di Castel di Sotto, fra gli abitati di Novazzano e di Balerna (Fig. 1), costituisce il più esteso e noto deposito di argille plioceniche del Cantone Ticino.

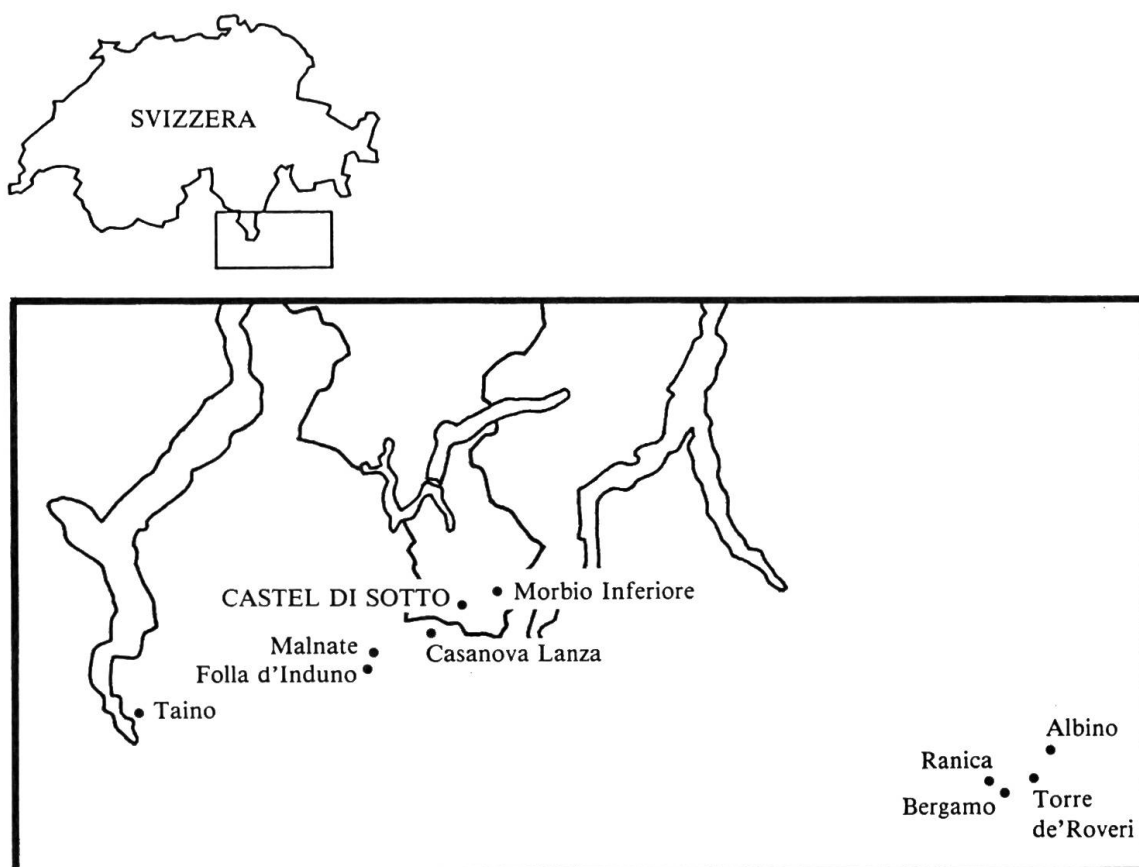


Fig. 1 Localizzazione geografica della sezione pliocenica di Castel di Sotto (Novazzano, Canton Ticino) e delle località lombarde citate nel testo.

Nella letteratura precedente ed in particolare in quella di fine '800 e della prima metà di questo secolo, i numerosi affioramenti pliocenici del Ticino meridionale sono stati spesso confusi l'uno con l'altro o sono privi di indicazioni precise (FELBER, in prep.). Per chiarire definitivamente ogni equivoco M. Felber propone per la ex-cava d'argilla della Laterizi S.A. di Balerna l'indicazione di Castel di Sotto (comune di Novazzano), mentre per gli altri affioramenti di argille plioceniche dei dintorni di Balerna propone a seconda del caso il riferimento alla località più vicina: Pontegana (Balerna), Polenta (Balerna) oppure di Zoiello (Coldrerio). Per altri affioramenti minori nel territorio di Novazzano si farà uso del toponimo più vicino, riportato nella carta nazionale 1:25000 (FELBER, in prep.).

## STUDI PRECEDENTI

Le faune dei lembi pliocenici del Cantone Ticino sono note in letteratura dagli studi di STOPPANI (1874), SPREAFICO (1880), PARONA (1883), CORTI (1894), BLUMER (1905), NANGERONI (1929), PANZERA (1935), BECK (1935), LONGO (1966), per lo più estesi all'area delle Prealpi lombarde.

Una esauriente sintesi degli studi geologico-paleontologici e dei problemi stratigrafici relativi ai depositi pliocenici dell'area di Balerna-Castel di Sotto-Novazzano è premessa allo studio micropaleontologico di PREMOLI SILVA (1964), condotto sulla stessa cava di Castel di Sotto qui studiata, e a cui si fa riferimento. In seguito le microfane di Castel di Sotto sono state considerate in studi geologico-stratigrafici di LONGO (1968) e RUTISHAUSER (1986). La bibliografia completa degli studi sul Pliocene del Mendrisiotto è pubblicata su MUSEO CANTONALE DI STORIA NATURALE DI LUGANO (1991).

Gli autori precedenti concordano nell'attribuire al Pliocene inferiore-medio le associazioni di Castel di Sotto e nel riferirle ad un ambiente litorale-neritico, confrontabile con il piano circalitorale, secondo la bionomia bentica (PERES & PICARD, 1964). Le associazioni a Foraminiferi contengono comuni planctonici, in genere di piccole dimensioni e privi di specie significative

per la biostratigrafia (PREMOLI SILVA, 1964). Tra i bentonici le forme di habitat infralitorale, Miliolidi e Agglutinanti sono scarse e quelle più profonde (Lagenidae, Uvigerine) non sono molto comuni.

Più numerosi studi riguardano le microfaune, in prevalenza datate al Pliocene inferiore-medio, della regione tra Varese e Como (GUAITANI, 1943; 1944; MARTINIS, 1950; VILLA, 1955a; 1955b; LUALDI, 1981a; ANFOSSI, BRAMBILLA & MOSNA, 1983; CORSELLI, CREMASCHI & VIOLANTI, 1985) e delle valli bergamasche (VENZO & GUAITANI, 1943, MARTINIS, 1948; 1951; LUALDI, 1981b; BRAMBILLA & LUALDI, 1986; BRAMBILLA & LUALDI, 1988). Le associazioni a Foraminiferi di queste località hanno composizione specifica e caratteristiche paleoambientali che consentono il confronto con quelle di Castel di Sotto.

## LITOLOGIA

I sedimenti nell'affioramento della ex-cava di Castel di Sotto (Fig. 2) sono stati ripuliti dal materiale alterato o di frana con uno scavo meccanico e sono stati campionati in corrispondenza di quattro segmenti, ben ricollegabili tra di loro in base alla litologia.

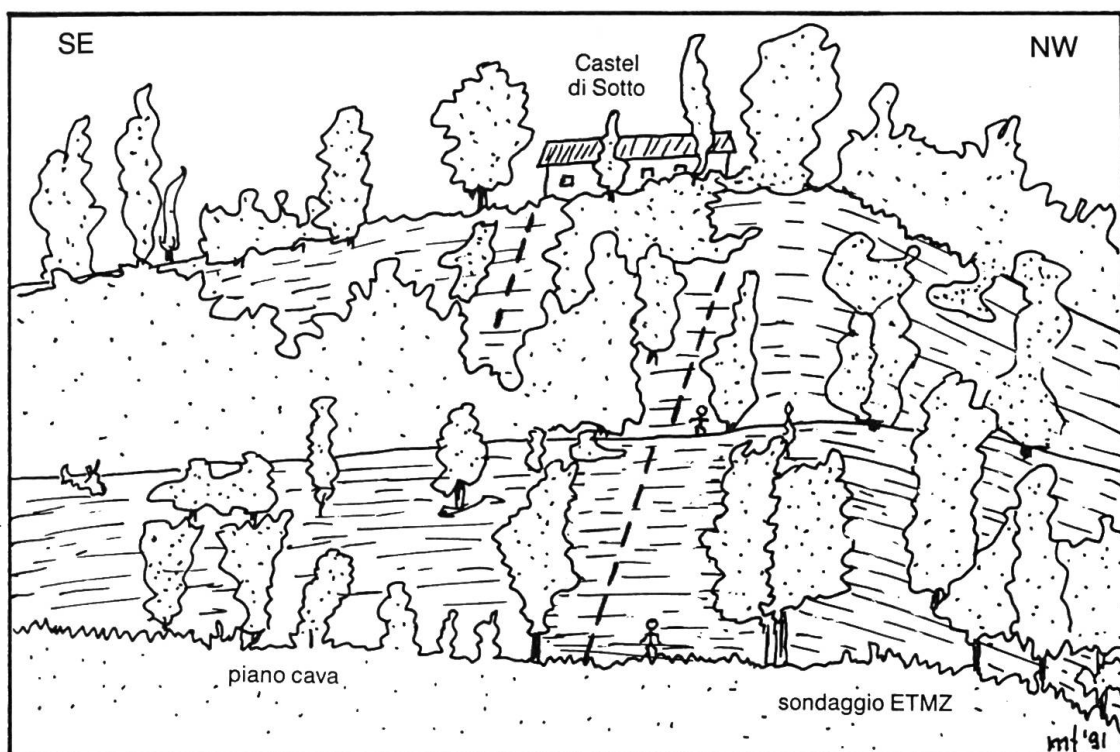


Fig. 2 Schizzo dell'affioramento pliocenico di Castel di Sotto (Novazzano). Sono indicati i tracciati delle sezioni rilevate e campionate come pure la posizione del sondaggio ETHZ (vedi RUTISHAUSER 1986 e pagina precedente di questo contributo). Disegno per cortesia di M. Felber.

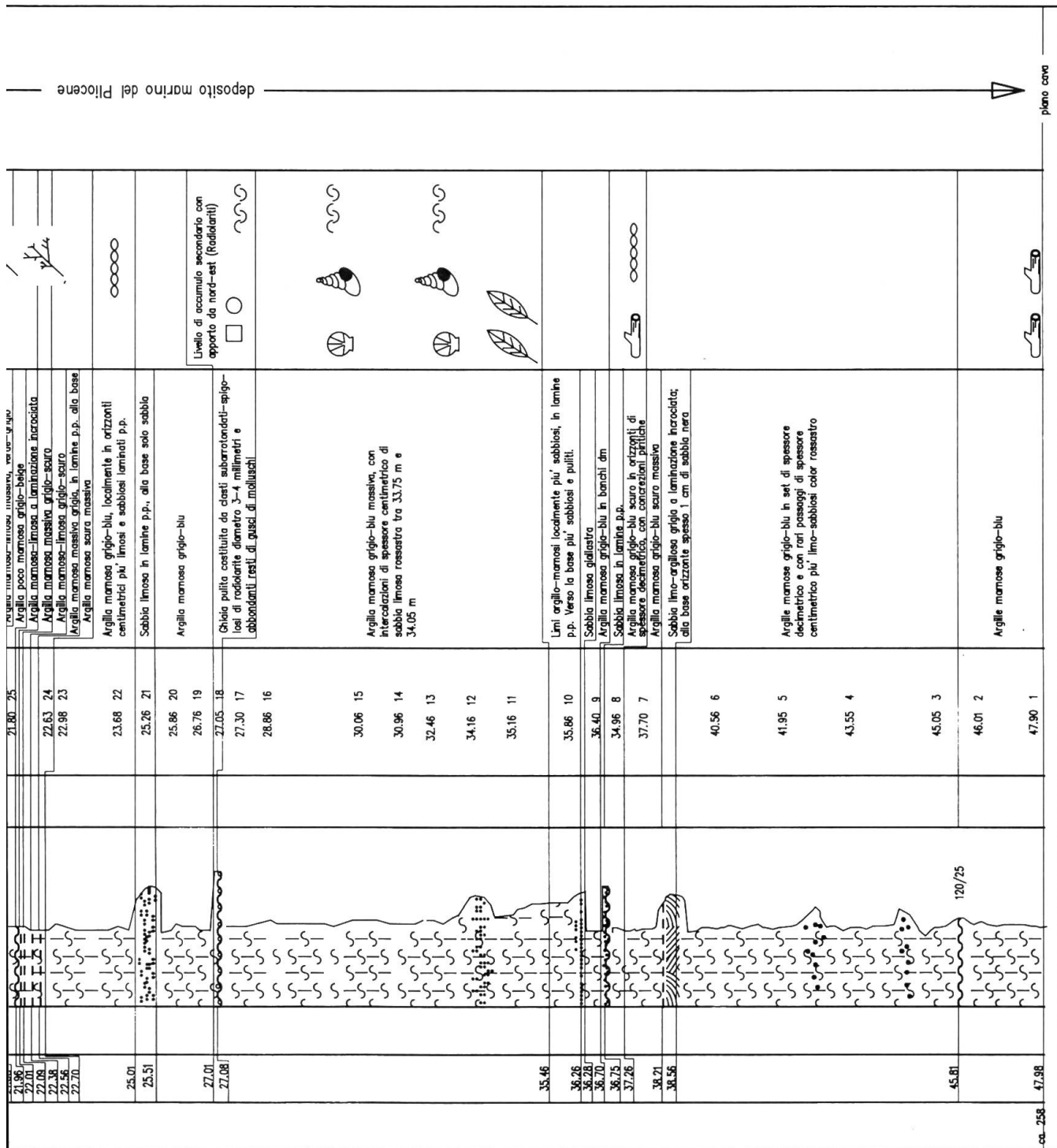
Viene qui riportata solo la descrizione sommaria della sezione, mentre una descrizione più dettagliata è contenuta in FELBER (in prep.); la raffigurazione del profilo completo (Fig. 3) è stata realizzata su elaboratore elettronico da P. Oppizzi su proposta di M. Felber. A partire dall'alto si osservano:

- circa 2 m di depositi glaciali (blocchi in matrice da ghiaioso-sabbiosa a limo-argillosa);
- 1,10 m di ghiaie con matrice limo-argillosa (camp. 57);
- 0,65 m di argille limose laminate, (sterili), il contatto superiore è erosivo;
- circa 1,6 m di argille marnose grigio-beige, finemente laminate verso l'alto (camp. 54-56);
- 0,10 m di sabbie laminate;
- circa 42,50 m di argille marnose grigio-blu in banchi da centimetrici a decimetrici o massive (camp. 1-53). Intervalli laminati sono più evidenti nella parte media della sezione. Localmente si osservano livelli centimetrici o decimetrici di sabbie limose.



## PROFILO STRATIGRAFICO EX-CAVA LATERIZI SA NOVAZZANO-BALERNA

Altitudine m s.m. da 258 a 301			Coordinate top: 720.740/078.160		Località Castel di Sotto (Novazzano)			
Altitudine m s.m.	Distanza progressiva	Spessore	Stratigrafia	Classificazione	Campioni	Descrizione	Osservazioni	Interpretazione
301	0.00							
	1.20					Diamicton: blocchi in matrice ghiaioso-sabbiosa fino a 12 cm. Alla base orizzonte di spessore 20 cm di ghiaia grossolana in matrice sabbiosa e ciottoli arrotondati.		Deposito glaciolo
	3.10				2.50 57	Sabbia con matrice limo-argillosa e ciottoli sparsi di diametro massimo 12 cm. Alla base orizzonte di spessore 20 cm di ghiaia grossolana in matrice sabbiosa e ciottoli arrotondati.	<div><div>□</div><div>○</div><div>■</div><div>●</div></div> Verrucano.	Deposito fluvioglaciale
	3.75				3.75 56 4.20 55 5.15 54	Argilla limosa in lamine p.p.; foglia da carico		
	5.35				5.40 53 5.60 52	Argilla massosa, verso l'alto in lamine p.p. di spessore da millimetrico a centimetrico.		
	5.65				6.00 51 6.90 50 7.70 49 9.60 48	Sabbia in lamine p.p.	solo campionata per microfauna	
	10.70				10.70 47 11.50 46	Argilla massosa, grigio-blu, con rari orizzonti centimetrici di limo e sabbia; nella metà superiore odore fetido.		
	11.50				13.00 45 13.50 44 13.60 43	Argilla massosa in set centimetrici		
	13.91				14.00 42	Argilla massosa grigio-blu in set decimetrici massivi		
	13.92				14.80 41	Sabbia limosa rossastra in lamine p.p. millimetriche (falsi ciottoli alterati < 1 cm)	<div><div>□</div><div>○</div><div>■</div><div>●</div></div>	
	14.15				14.95 40	Argilla limosa rossastra in lamine p.p. millimetriche (falsi ciottoli alterati < 1 cm)		
	14.17				15.30 39	Argilla massosa-limosa grigio-rossastro		
	14.91				15.60 38	Argilla massosa massiva, grigio-chiaro		
	15.50				15.79 37	Argilla massosa-limosa color giallo marrone, fino a rossastro scuro.		
	15.59				16.34 36	Argilla massosa scura.		
	15.64				16.41 35	Argilla massosa-limosa in lamine p.p. millimetriche		
	15.74				16.49 34	Argilla massosa		
	16.29				16.68 33	Argilla massosa con livello limoso al centro		
	16.39				17.64 32	Argilla massosa in lamine p.p. con abbondante mica		
	16.50				18.39 31	Argilla massosa-limosa a tetto e alla base		
	17.14				18.89 30	Argilla massosa-limosa beige		
	17.84				20.35 29	Argilla massosa grigia		
						Argilla massosa grigio-blu		
						Argilla massosa arialo-blu		



Didascalia vedi pagina seguente



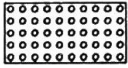

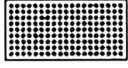

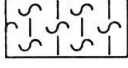















	diamicton		ciottoli spigolosi
	ghiaia		ciottoli arrotondati
	sabbia		ciottoli roccia sedimentaria
	argilla marnosa		ciottoli roccia cristallina
	limite graduale		ciottoli alterati
	limite netto		echinidi
	limite erosivo		bivalvi
	laminazione incrociata		gasteropodi
	faglia		frammenti di conchiglie
			alghe
			legni
			filliti
			concrezioni piritiche

Fig. 3 Sezione stratigrafica dell'affioramento pliocenico nella ex-cava di Castel di Sotto, per cortesia di Markus Felber (in prep.)

## MATERIALI E METODI

Sono stati analizzati 57 campioni; il camp. 1 si trova alla base, il camp. 57 al tetto della sezione. Essi sono stati prelevati a circa 1 m di distanza uno dall'altro nelle argille compatte, a litologia uniforme; a 20-30 cm di distanza nei banchi più sottili o in presenza di variazioni litologiche. La campionatura è stata effettuata da M. Felber e R. Schwitz (Museo di Lugano) con la collaborazione di K. Sidler (E.T.H. Zurigo) e dell'Autore per il Profilo 2 e di P. Oppizzi (Museo di Lugano) per il Profilo 3.

La preparazione del materiale è stata svolta presso il Museo di Lugano da R. Schwitz: per ogni campione da 1200 a 300 gr di sedimento, contenenti ancora circa 9-12% di umidità, sono stati disgregati con acqua e perossido d'idrogeno a 120 volumi circa e lavati su setacci a maglie  $>280\text{ }\mu\text{m}$ ,  $>160\text{ }\mu\text{m}$ ,  $>63\text{ }\mu\text{m}$ . I residui ottenuti (rispettivamente  $>280\text{ }\mu\text{m}$ , tra  $280\text{-}160\text{ }\mu\text{m}$ , tra  $160\text{-}63\text{ }\mu\text{m}$ ) sono stati pesati a secco; le percentuali delle tre frazioni sono state calcolate sul peso totale del campione.

Il contenuto in carbonato di calcio, in genere correlato alla produttività, è stato misurato solo in alcuni campioni, per una valutazione di massima.

Le determinazioni specifiche sono state condotte separatamente sulle tre frazioni granulometriche. Sono stati stimati il rapporto plancton /benthos (P/P+B) e l'abbondanza relativa delle specie più significative.

Si è preferito applicare un criterio tassonomico di tipo unificativo: infatti soprattutto la fauna planctonica presenta numerosi esemplari di piccole dimensioni, con caratteri specifici spesso non ben definibili o intermedi tra quelli di due taxa. Poiché le cause sembrano di ordine paleoambientale, si è preferito riunire sotto il nome *Globigerina cf. bulloides* anche le specie affini *G. foliata*, *G. parabulloides*; in altri casi si è indicata la specie ritenuta più vicina (*Globigerina cf. microstoma*). Tra i bentonici è particolarmente comune il genere *Globobulimina*, con esemplari tipici e morfotipi di passaggio tra *G. affinis*, *G. ovata*, *G. pupoides*: sono stati riuniti sotto la denominazione *Globobulimina hoeglundi* Uchio, che presenta il vantaggio di una precisa descrizione tassonomica e della raffigurazione sia della forma macrosferica (affine a *G. ovata*/*G. pupoides*) sia di quella microsferica (affine a *G. affinis*). Per lo stesso motivo *Melonis barleanum* comprende *M. soldanii*, *M. padanum* e forme intermedie.

Gli esemplari sono depositati presso il Museo Cantonale di Storia Naturale di Lugano. Il presente lavoro costituisce la prima fase, qualitativa, dello studio delle microfaune di Castel di Sotto; la seconda fase, quantitativa, presenterà l'analisi statistica delle associazioni.

## CARBONATO DI CALCIO E GRANULOMETRIE

Le percentuali del carbonato di calcio contenuto nei sedimenti di Castel di Sotto sono molto basse: nelle argille marnose grigio-blu sono comprese tra 5-9% del totale. Nelle argille marnose grigio-beige, nella parte alta della sezione, i valori raggiungono il 13%.

Anche le percentuali delle tre frazioni granulometriche sono generalmente molto basse, ma con forti escursioni tra i valori (Tab. 1). A partire dal basso della sezione i valori più elevati, soprattutto per le frazioni  $280\text{-}160\text{ }\mu\text{m}$  e  $160\text{-}63\text{ }\mu\text{m}$ , si riscontrano tra i camp. 1-9 e 45-57, oltre che in livelli siltosi (camp. 17-21, 35-38). Le argille marnose grigio-beige sembrano avere valori non molto differenti da quelli delle sottostanti argille marnose grigio-blu.

I sedimenti in esame appaiono perciò caratterizzati dai valori estremamente bassi delle frazioni granulometriche e del contenuto in carbonato di calcio.

## DESCRIZIONE DEI RESIDUI DI LAVAGGIO

Il materiale inorganico, costituito da aggregati argillosi, spesso con ossidi di ferro e pirite, da granuli di quarzo, lamine di miche e frammenti di roccia, rappresenta il 60-90% del residuo totale. Sono saltuariamente presenti spicole di spugne e Foraminiferi del Cretaceo (*Hedbergella*, *Marginotruncana*), provenienti dal Flysch, con gusci ricristallizzati.

I residui vegetali carboniosi (fibre, legni) sono generalmente comuni, spesso abbondanti. I frammenti di Echinoidi sono localmente molto frequenti. Bivalvi, Gasteropodi, Pesci (otoliti) ed Ostracodi sono rari.

I Foraminiferi sono presenti nella maggior parte dei campioni, con gusci mediamente ben conservati e comuni tracce di predazione sugli esemplari bentonici. La diversità specifica (n° di

CAMPIONE	PESO TOTALE (g)	% FRAZIONE >280µm	% FRAZIONE 280-160µm	% FRAZIONE 160-63µm
1	490.0	0.559	0.479	2.530
2	563.0	1.101	2.637	13.833
3	743.0	0.026	0.018	4,777
4	500.0	0.038	0.104	0.954
5	1198.0	0.101	0.567	18.839
6	409.0	0.146	0.202	0.757
7	502.7	0.027	0.175	3.540
8	1175.0	0.017	0.051	2.297
9	555.0	0.288	1.297	47.531
10	702.0	0.021	0.099	0.804
11	358.0	0.027	0.008	0.636
12	708.0	0.011	0.009	0.816
13	433.0	0.023	0.023	0.115
14	490.0	0.010	0.020	0.326
15	469.0	0.025	0.027	0.170
16	902.0	0.099	0.033	0.548
17	1008.0	0.004	0.014	1.210
18	830.0	0.265	1.361	1.200
19	651.0	0.030	0.046	0.837
20	754.0	0.007	0.002	0.175
21	613.4	0.001	0.293	17,655
22	595.8	0.003	0.001	1.334
23	556.0	0.001	0.005	0.287
24	402.0	0.002	0.019	0.422
25	835.0	0.009	0.002	0.876
26	609.0	0.004	0.008	0.114
27	537.0	0.018	0.009	0.270
28	465.7	0.021	0.008	0.407
29	479.5	0.010	0.004	1.167
30	875.2	0.001	0.002	0.116
31	731.2	0.002	0.010	0.817
32	403.2	0.002	0.002	0.148
33	464.4	0.019	0.025	0.882
34	699.0	0.007	0.007	0.175
35	332.7	0.535	1.713	5.831
36	288.0	0.006	0.006	0.607
37	350.4	0.005	0.005	0.279
38	469.0	0.017	0.266	17.729
39	281.6	0.007	0.007	0.142
40	541.7	0.003	0.018	0.036
41	590.8	0.016	0.016	0.126
42	570.7	0.017	0.017	0.350
43	583.9	0.008	0.008	0.256
44	867.1	0.011	0.149	2.214
45	776.2	0.167	0.064	0.219
46	575.6	0.034	0.086	0.781
47	587.1	0.102	0.119	0.953
48	696.6	0.043	0.086	0.990
49	659.8	0.022	0.045	0.553
50	495.3	0.010	0.030	0.121
51	571.5	0.010	0.008	0.122
52	724.8	0.013	0.016	0.234
53	444.3	0.022	0.022	28.201
54	596.3	0.008	0.016	0.486
55	453.4	0.002	0.011	1.157
56	389.3	0.372	0.025	2.106
57	626.2	0.039	0.191	1.197

Tab. 1 Valori percentuali delle frazioni granulometriche nei campioni di Castel di Sotto.

specie) è piuttosto bassa, sia per le forme planctoniche che bentoniche. Sono state complessivamente determinate 22 specie planctoniche e 115 bentoniche. Il rapporto P/P+B è stato stimato intorno al 20-40% nella maggior parte dei campioni; solo in alcuni campioni alla base della sezione (camp. 3, 4) il rapporto sembra decisamente più alto, intorno al 60%. I campioni delle argille marnose grigio-beige alla sommità della sezione sono sterili o molto poveri; le poche specie presenti sono comuni alle argille marnose grigio-blu sottostanti e potrebbero anche essere rimaneggiate da queste.

## FORAMINIFERI PLANCTONICI

La distribuzione delle specie planctoniche è indicata in Tab. 2 (vedi pagina seguente).

La microfauna planctonica è generalmente piuttosto povera, poco diversificata e con esemplari di dimensioni piccole o medie. Le specie più comuni sono *Globigerina cf. bulloides*, *G. apertura*, *G. decoraperta*, *G. bulloides*, *Orbulina universa*, *Globigerinoides obliquus obliquus* e *Neoglobobulimina acostaensis*.

Non sono state rinvenute specie appartenenti al genere *Globorotalia* indicative per la biostratigrafia del Pliocene mediterraneo (*G. margaritae*, *G. puncticulata* ecc.), come era già stato osservato da PREMOLI SILVA (1964).

*Globigerinoides sacculifer* e *G. trilobus*, tipici di acque calde e poco tolleranti condizioni di «upwelling» (HEMLEBEN et al., 1989), sono molto rari.

## CONSIDERAZIONI BIOSTRATIGRAFICHE

I Foraminiferi planctonici risultano poco significativi per l'interpretazione biostratigrafica. La presenza di *Globigerinoides obliquus obliquus* e di *G. obliquus extremus* (considerati in posto) permette di escludere la sommità del Pliocene. L'estinzione di *G. obliquus obliquus* è datata infatti a 2,2 M. y. B.P. (RYAN et al., 1974), circa alla sommità della Zona MPI 5 (CITA, 1975).

Purtroppo anche il nannoplancton calcareo di alcuni campioni, gentilmente osservati da D. Castradori, non chiarisce l'età delle argille: infatti è assente o raro, con specie che si estinguono nel Pliocene (*Reticulofenestra pseudumbilica*, *Dyctiococcites* sp.). Anche nei campioni delle argille marnose grigie (parte alta della sezione) mancano le specie pleistoceniche.

L'età delle argille marnose grigio-blu di Castel di Sotto appare riferibile al Pliocene inferiore, probabilmente alla sua parte superiore, come già proposto da PREMOLI SILVA (1964), soprattutto in base ai Foraminiferi bentonici. Sono infatti presenti alcune specie limitate al Pliocene inferiore, quali *Bolivina placentina*, *B. usensis*, *Dimorphina tuberosa*, *Marginulina costata coarctata*, *Nodosaria longiscata*, *Stilostomella vertebralis*, *Pseudonodosaria aequalis*, *Rectouvigerina siphogenerinoides*.

Altre specie, con più numerosi esemplari, sono invece diffuse fino a parte del Pliocene superiore (*Bolivina apenninica*, *Bulimina minima*, *B. lappa*, *Epistominella lecalvezi*); mancano però molte delle specie più importanti dal punto di vista stratigrafico quali *Anomalinoidea helicinus*, *Uvigerina rutila*, diffuse nei sedimenti epibatiali pliocenici dell'Appennino e dell'Italia centro-meridionale.

## CONSIDERAZIONI PALEOAMBIENTALI

Le associazioni planctoniche e bentoniche di Castel di Sotto sembrano offrire maggiori informazioni sulla batimetria e ossigenazione delle acque nell'intervallo considerato.

L'assenza di specie planctoniche mesopelagiche, quali quelle di *Globorotalia* e *Sphaeroidinellopsis*, suggerisce una profondità abbastanza bassa e/o un ambiente con scarsi scambi con il mare aperto. Gli scarsi o assenti *Globigerinoides sacculifer*, *G. trilobus* potrebbero indicare condizioni di almeno parziale «upwelling» costiero, piuttosto che acque fredde: infatti la presenza di comuni gusci di *Orbulina universa*, diffusa in acque calde o temperato/calde sembra escludere un marcato controllo climatico. Anche la prevalenza di planctonici di piccole dimensioni potrebbe avere la stessa causa (HEMLEBEN et al., 1989).

Le associazioni bentoniche di Castel di Sotto sono complessivamente poco differenziate e, an-





che nei campioni più ricchi di esemplari, contengono un numero piuttosto limitato di specie (Massimo = 56 specie nel campione 35). La distribuzione delle specie bentoniche è indicata in Tab. 3.

Il benthos è dominato da forme dei sedimenti dal piano circalitorale esterno all'epibatiale superiore (*Globobulimina hoeglundi*, *Melonis barleanum*, *Valvulineria bradyana* e *Bolivina punctata*, *Brizalina alata*, *Bulimina minima*, *B. aculeata basispinosa*, *Cibicidoides pseudoungerianus*, *C. ungerianus*, *Gyroidinoides umbonatus*, *Hoeglundina elegans*, *Pullenia bulloides*, *Sphaeroidina bulloides*) (BLANC-VERNET, 1969) con comuni ma meno frequenti specie anche più profonde (*Uvigerina peregrina*, *U. pygmaea*, *Trifarina bradyi*) (PARKER, 1958, WRIGHT, 1978).

I Foraminiferi agglutinanti sono rappresentati da scarsi individui di specie robuste, con parete piuttosto grossolana, viventi in ambiente circalitorale (*Martinottiella communis*, *Bigenerina nodosaria*, *Textularia agglutinans*, *T. sagittula* ecc.) (BLANC-VERNET, 1969). I Miliolidi sono scarsi, rappresentati da forme abbastanza profonde: solo *Sigmoilopsis schlumbergeri* è abbastanza comune, *Sigmoilina tenuis*, *Spiroloculina tenuiseptata*, *Pyrgo oblonga* ecc. sono invece molto rare. Anche i Foraminiferi sessili (*Neoconorbina terquemi*, *Cibicides lobatulus*, *Cymbaloporella squamosa* ecc.), tipici di acque basse, sono rari.

Tra le specie particolarmente significative vanno segnalate:

- 1) *Globobulimina hoeglundi*, fa sempre parte dell'associazione dominante e presenta significative variazioni percentuali, più marcate nei livelli laminati; raggiunge le frequenze più elevate (30-50% del benthos totale) nella parte superiore delle argille marnose grigio-blu, compatte. L'attribuzione specifica e le sinonimie del gruppo sono piuttosto controverse; tuttavia il significato paleoambientale del taxon sembra abbastanza definito. *Globobulimina* spp. fa parte dell'infrafauna (CORLISS, 1985); è specie tollerante condizioni di stress ambientale (ridotta disponibilità di ossigeno, alti tenori di nutrienti), in cui è spesso accompagnata da *Valvulineria bradyana* e *Melonis barleanum* (JORISSEN, 1987). È presente anche in alcuni sapropels del Mediterraneo orientale (MULLINEAUX & LOHMAN, 1981; KATZ & THUNELL, 1984) e in livelli laminati pliocenici (VAN DER ZWAAN, 1984). In sedimenti quaternari dell'Atlantico è stata considerata una specie indicatrice di acque fredde, insieme a *Uvigerina peregrina* ecc. (LUTZE, 1979), pure abbastanza comune a Castel di Sotto.
- 2) *Valvulineria bradyana*. La specie è caratteristica dei sedimenti fangosi circalitorali-epibatiali delle biocenosi da DC a VTC (BLANC-VERNET, 1969) con optimum tra -40/-110m, soprattutto in condizioni di moderata riduzione di ossigeno o di abbondanza di nutrienti (VAN DER ZWAAN, 1985; JORISSEN, 1987). Nei campioni di Castel di Sotto è quasi sempre comune o abbondante, spesso associata a frequenti *G. hoeglundi*.
- 3) *Hoeglundina elegans*, è interpretata come forma indicativa di acque calde (LUTZE, 1979) e sembra più frequente nella fascia a ridotto tenore di ossigeno (Oxygen Minimum Zone) degli oceani attuali (HERMELIN & SHIMMIELD, 1990). È spesso molto abbondante nei campioni inferiori, con esemplari di medio/grandi dimensioni; negli stessi campioni anche *O. universa* ha gusci abbastanza grandi. È invece assente o molto rara nella parte medio-alta (dal camp. 20 al camp. 32) e saltuariamente presente alla sommità delle argille marnose grigio-blu.

La deposizione delle argille marnose plioceniche di Castel di Sotto sembra quindi avvenuta in ambiente di piattaforma esterna, con limitati scambi con acque aperte e condizioni di sedimentazione tranquilla. La scarsità di Agglutinanti, Miliolidi e bentonici sessili sembra inoltre indicare apporti molto ridotti dalle zone a minore profondità (piani infralitorale e circalitorale inferiore).

La biocenosi probabilmente è confrontabile con quella attuale dei Fanghi Profondi (VP, Vases Profondes) (PERES & PICARD, 1964).

La caratteristica principale sembra però costituita dalla abbastanza ridotta ossigenazione del fondo e/o dall'accumulo di sostanza organica, tali da portare alla dominanza delle forme più tolleranti (*Globobulimina hoeglundi*, *Melonis barleanum*, *Valvulineria bradyana*) e alla scarsa diversità specifica delle microfaune. La presenza di materia organica in decomposizione al fondo, con conseguente attività batterica e almeno parziale riduzione del livello di ossigeno, è provata dai comuni residui vegetali carboniosi, trasportati dalle vicine aree emerse e dalle filliti studiate da SORDELLI (1879), LONGO (1968), BRAMBILLA (1991).

Le variazioni percentuali delle microfaune non sembrano tali da suggerire cambiamenti nella batimetria. Suggestiscono però alcune oscillazioni nel tasso di ossigenazione al fondo e il suo calo nei livelli laminati, a *Globobulimina hoeglundi* dominante.

Più complessa sembra l'interpretazione delle condizioni paleoclimatiche.

Sono state osservate variazioni del diametro massimo di *O. universa* che potrebbero suggerire brevi oscillazioni climatiche. Infatti nelle argille marnose di Castel di Sotto *O. universa* ha esemplari di dimensioni piccole o medie nella maggior parte dei campioni; solo in alcuni brevi intervalli (campioni 3-5, 13, 41, in cui la specie è abbondante) i gusci sono piuttosto grandi. BE' & TOLDERLUND (1971) hanno dimostrato la relazione diretta tra dimensioni di *O. universa*, specie diffusa in acque calde e temperate, e la temperatura delle acque superficiali (il diametro del guscio è maggiore in acque calde). Le variazioni del diametro massimo di *O. universa* sono state utilizzate come significativo parametro paleoclimatico in sedimenti quaternari e correlate con le percentuali di carbonato di calcio e con le curve climatiche ottenute da Foraminiferi planctonici e bentonici (COLOMBO & CITA, 1980; VIOLANTI & SACCA', 1989).

Una prima osservazione delle associazioni a Foraminiferi sembra suggerire condizioni abbastanza fredde nella maggior parte dell'intervallo campionato (assenza di *Globigerinoides trilobus*, *G. sacculifer*, taxa di acque calde, ridotte dimensioni di *Orbulina universa*, prevalenza di bentonici di acque fredde, quali *G. hoeglundi*, *Uvigerina peregrina*). Fanno eccezione tre brevi episodi con faune più «calde» (campioni 3-5, 13, 41), di cui quello inferiore sembra meglio apprezzabile, con abbondanti *O. universa* e *H. elegans* di dimensioni piuttosto grandi.

La prevalenza di piccoli esemplari planctonici, soprattutto nel genere *Globigerina*, oltre ad *O. universa* e la scarsità di *Globigerinoides sacculifer* ecc. potrebbe però essere causata da «upwelling» costiero, a sua volta originato da acque fluviali.

## CONFRONTI

In confronto all'analisi precedentemente condotta da PREMOLI SILVA (1964) sulle microfaune di Castel di Sotto, questo studio ha potuto disporre di una ben più fitta campionatura (57 campioni invece di 5), che ha permesso di rintracciare alcune specie rare, significative per la biostratigrafia (*Bolivina placentina*, *B. usensis* ecc.) e di approfondire l'indagine paleoambientale. Tuttavia non sono stati rinvenuti elementi sostanzialmente nuovi e restano confermate le osservazioni precedenti sia dal punto di vista biostratigrafico, con l'attribuzione al Pliocene inferiore-medio (o parte alta del Pliocene inferiore) che paleoambientale. PREMOLI SILVA (1964) riferisce infatti le microfaune ad un ambiente litorale-neritico, in base alla frequenza di *Bulimina*, *Bolivina* ecc., alla scarsità di forme di acque basse, di Miliolidi, Agglutinanti e di specie più profonde (*Uvigerina* spp., *Lagenidae*). Interpreta inoltre la comune presenza di resti vegetali carboniosi come prova della vicinanza della costa.

Le associazioni a Foraminiferi di Castel di Sotto presentano molti aspetti comuni alle microfaune coeve già note per le aree vicine. L'assenza delle specie più significative di *Globorotalia* (*G. margaritae*, *G. puncticulata*) appare una delle caratteristiche salienti di tutte le microfaune dei sedimenti pliocenici prealpini finora noti; *G. margaritae* e *G. puncticulata* sono invece segnalate più a sud, a partire da pozzi nella pianura padana (AGIP, 1982). L'assenza delle *Globorotalie* indici di zona è già stata rimarcata dagli autori precedenti, a partire da GUAITANI (1944), nella sua ampia sintesi della letteratura micropaleontologica su affioramenti estesi dal Piemonte al Veneto.

CASANOVA LANZA - Le microfaune sono state riferite da MARTINIS (1950) al Pliocene inferiore e ad ambiente litorale neritico: l'autore osserva in particolare la scarsità di esemplari planctonici e di Miliolidi, la frequenza di *Nonion (Florilus) boueanum*, di varie specie di *Bulimina*, *Globulimina* e la presenza di *Valvulineria bradyana*, raramente segnalata dagli autori precedenti. L'associazione sembra differenziarsi da quella di Castel di Sotto per la maggior frequenza di *Florilus boueanus*, tipico di acque infra-circalitorali ma presenta l'interessante presenza di comuni gusci di *Pulvinulinella carinata*, comune o frequente in alcuni livelli delle argille marnose di Castel di Sotto, dove è stata determinata come *Epistominella lecalvezi*. La specie ha subito numerose revisioni tassonomiche: come *Epistominella carinata* è già stata segnalata a Castel di Sotto da PREMOLI SILVA (1964). BARBIERI (1967) e BRAMBILLA & LUALDI (1986) riportano la presenza di *Epistominella carinata* rispettivamente a Castell'Arquato (Appennino settentrionale, Emilia), dove la specie era già stata segnalata da CUSHMAN, 1945

e quindi riferita a *E. lecalvezi* da LYS & BOURDON, 1958, e nel Pliocene della provincia di Bergamo. La specie sembra diffusa in sedimenti del Pliocene inferiore fino alla parte inferiore del Piacenziano (Pliocene superiore). Il suo significato paleoambientale non è stato chiarito; il fatto che sia rappresentata da un numero abbastanza elevato di esemplari in alcuni livelli a *Hoeglundina elegans* e *Globobulimina hoeglundi*, mentre è assente in altri, sembra escludere le caratteristiche di specie ubiquista.

Anche *Valvulineria bradyana*, presente, a volte comune, nei campioni di Castel di Sotto, sembra poco diffusa negli altri affioramenti prealpini: nel Varesotto è infatti segnalata solo a Casanova Lanza (MARTINIS, 1950), a Taino (ANFOSSI, BRAMBILLA & MOSNA, 1983) e a Folla d'Induno (BRAMBILLA & LUALDI, 1988), nel Bergamasco ad Albino (MARTINIS, 1951) e Ranica (BRAMBILLA & LUALDI, 1986).

TAINO - Le associazioni, datate al Pliocene inferiore da GUAITANI (1944) e, in base alla presenza di *Globigerinoides italicus*, *Bulimina minima* ecc, anche da ANFOSSI, BRAMBILLA & MOSNA (1983), sono state riferite a paleoambiente da circalitorale nella parte inferiore, a litorale in quella superiore. Gli A.A. inoltre hanno posto in risalto la somiglianza fra le microfaune di Taino e quelle di Castel di Sotto (= Balerna, PREMOLI SILVA, 1964), in base all'alta percentuale di specie comuni (34%), alla frequenza delle Buliminidae (più abbondanti nei livelli inferiori di Taino) e all'impoverimento delle microfaune nei livelli superiori, forse un poco più marcato a Taino.

FOLLA D'INDUNO - Nelle argille grigio-azzurre LUALDI (1981a) segnala associazioni «primoplioceniche» e ne stima la paleobatimetria intorno a un centinaio di metri per i campioni inferiori del carotaggio, un poco ridotte in quelli superiori. Le specie bentoniche più frequenti sono *Nonionella turgida*, *Melonis padanum*, *Bulimina fusiformis*, *Praeglobobulimina ovata*, *P. pupoides* e talvolta *Bolivina dilatata*, *B. punctata*, *B. leonardii*. L'associazione, pur con alcune differenze nelle specie dominanti, sembra presentare caratteristiche paleoambientali simili a quelle di Castel di Sotto: in entrambe le località le specie dominanti appartengono all'infrafauna (*Melonis*, *Globobulimina*) o tollerano stress ambientali (*Bolivina*, *Valvulineria*). Anche la scarsità di Miliolidi, di Agglutinati e di forme di acque basse (*Ammonia*, *Elphidium*) accomuna le due località. *Nonionella turgida*, specie tipica delle facies d'accumulo dei residui vegetali (soprattutto del posidonieto) nelle biocenosi attuali (BLANC-VERNET, 1974; VIOLANTI, DI GERONIMO & SACCA, 1990) è particolarmente frequente a Folla, mentre è assente a Castel di Sotto, sia nei campioni in studio che in quelli di PREMOLI SILVA (1964). Essa sembra sostituita da *Globobulimina* spp., taxon dalla valenza ecologica abbastanza vicina.

Il materiale di Folla d'Induno conservato nelle collezioni Parona e Sordelli è stato sottoposto a revisione da BRAMBILLA & LUALDI (1988); gli A.A. hanno confermato l'età pliocenica inferiore-media e l'ambiente circalitorale per le argille grigie e hanno evidenziato la commistione di forme di mare basso (*Quinqueloculina seminulum*) e di specie circalitorali o più profonde (*Uvigerina peregrina*, *Trifarina bradyi*). Hanno segnalato inoltre la presenza nel materiale delle collezioni di esemplari in sabbie gialle, che attribuiscono al Pliocene medio-superiore.

VENEGONO - La scarsità di Miliolidi, riscontrata anche nelle microfaune del Pliocene inferiore-medio, indicative di ambiente neritico-litorale (VILLA, 1955) sembra un'altra caratteristica tipica delle associazioni a Foraminiferi dei depositi prealpini pliocenici ed è stata attribuita (dati inediti di Martinotti, riportati da GUAITANI, 1944) alla povertà di carbonato di calcio nelle acque e nei sedimenti, ricchi invece di materiale quarzoso-micaceo. Come fattore limitante per la loro distribuzione sembra però opportuno considerare che la maggior parte dei Miliolidi è diffusa nelle biocenosi infralitorali; le specie presenti nelle argille grigie circalitorali corrispondono infatti a taxa relativamente profondi (*Pyrgo*, *Sigmolopsis*). L'assenza o la rarità di esemplari di acque più basse (*Miliolinella*, *Quinqueloculina ornata* ecc.) insieme alla bassa percentuale di Foraminiferi sessili, di *Ammonia*, *Elphidium* ecc., suggerisce fondali con fascia infralitorale molto ridotta o ambienti circalitorali con ridotto trasporto dalle aree meno profonde.

MALNATE - Tra le specie planctoniche di Castel di Sotto sono assenti *Globigerina nepenthes* e *Globigerinoides eymeisi*, rinvenuti nei termini inferiori della Unità 2 di Malnate (CORSELLI, CREMASCHI & VIOLANTI, 1985) e utilizzati per il loro riferimento alle Zone MPI 1 - MPI 2 del Pliocene inferiore. Le associazioni di Castel di Sotto sembrano avere maggiori elementi in comune con quelle della parte intermedia della Unità 2 di Malnate, riferite alla parte alta del Pliocene inferiore, sia per le specie planctoniche (assenza di *G. nepenthes*) che per quelle bentoniche (presenza di *Bolivina leonardii*, *Marginulina costata coarctata*, limitate al Pliocene inferiore). La particolare abbondanza di *Globobulimina hoeglundi* in vari livelli di Castel di Sotto,



non riscontrata a Malnate, potrebbe essere dovuta a cause ambientali o alla diversa scala di campionamento. A differenza di Malnate, non sembrano attualmente evidenziabili prove di un marcato raffreddamento climatico nei campioni di Castel di Sotto, tali da suggerire una fase glaciale: pur con le riserve dovute alle particolari condizioni al fondo, le microfaune sembrano generalmente indicative di acque piuttosto fredde, ma non evidenziano un peggioramento climatico.

CLANEZZO - LUALDI (1981b) vi descrive microfaune circalitorali del Pliocene inferiore caratterizzate dall'assenza delle Globorotalie, da netta predominanza dei bentonici, tra cui sono più comuni *Bulimina fusiformis*, *B. minima*, *Nonionella turgida*, *Florilus boueanus*, *Cibicides lobatulus*. Miliolidi e Agglutinanti sono scarsi, assenti le forme di mare basso; sono anche assenti, a differenza degli affioramenti precedenti, le forme più profonde circalitorali/epibatiali quali *Uvigerina peregrina* e le Lagenidae.

ALBINO - Anche nel Pliocene inferiore di Albino (MARTINIS, 1950) le argille grigio azzurre contengono microfaune di ambiente poco profondo.

TORRE DEI ROVERI - VENZO & GUAITANI (1943) vi hanno individuato facies di spiaggia, riferite all'Astiano (considerato Pliocene superiore dagli A.A.).

PROVINCIA DI BERGAMO - Nell'ampia analisi delle faune plioceniche della provincia di Bergamo BRAMBILLA & LUALDI (1986) hanno distinto facies di argille grigie, di età compresa tra il Pliocene inferiore e inferiore-medio e ambiente circalitorale, e facies di sabbie gialle, attribuite al Pliocene medio, del piano infralitorale. Questi A.A. propongono nel Pliocene inferiore l'«esistenza di un mare epicontinentale a sedimentazione pelitica prevalente, che si insinua in solchi e depressioni preesistenti delimitati da coste alte.... in seguito la sedimentazione diviene più grossolana....». Rispetto alle faune a Molluschi del Biellese e del Varesotto BRAMBILLA & LUALDI (1986) riconoscono differenze nella composizione e frequenza delle specie, imputabili a diversità ambientali (fisiografia, batimetria).

## CONCLUSIONI

In conclusione le associazioni a Foraminiferi di Castel di Sotto sono caratterizzate da una sostanziale uniformità, con limitate variazioni nella abbondanza dei taxa. I dati del presente studio confermano le datazioni e interpretazioni precedenti e precisano alcuni aspetti paleoambientali. Le faune planctoniche sono piuttosto povere, poco significative, spesso con gusci piccoli; i bentonici presentano forme più utili per la biostratigrafia, che consentono l'attribuzione alla parte alta del Pliocene inferiore.

Le variazioni del diametro di *O. universa* evidenziano oscillazioni climatiche, con un picco caldo maggiore e due meno marcati. L'ambiente di deposizione sembra riferibile alla zona circalitorale e confrontabile con biocenosi dei Fanghi Profondi (VP), con accumulo di materiale vegetale e/o genericamente in decomposizione e relativamente ridotta ossigenazione (abbondanza di *Globobulimina hoeglundi* ecc.).

L'assenza di Globorotalie mesopelagiche sembra dovuta a una scarsa batimetria, mentre la mancanza o scarsità di *G. sacculifer*, *G. trilobus* può indicare condizioni di almeno parziale upwelling costiero, indotto da acque fluviali.

La microfauna di Castel di Sotto presenta caratteristiche comuni a quelle di altri affioramenti prealpini attribuiti al Pliocene inferiore-medio: assenza di specie mesopelagiche, tra cui in particolare gli indicatori zonali (*G. margaritae*, *G. puncticulata*); Foraminiferi bentonici per lo più indicativi di ambiente circalitorale, non molto diversificati, in cui predominano i taxa di sedimenti fangosi, tolleranti anche ridotta ossigenazione o alti tassi di nutrienti (*Bulimina* spp., *Bolivina* spp., *Valvulineria bradyana*, *Melonis barleanum* ecc.) e in cui sono molto scarsi i taxa di acque basse o attualmente viventi tra le alghe fotofile e nel posidonieto (*Ammonia beccarii*, *Rosalina globularis*, *Cibicides lobatulus*, Miliolidi).

Le argille di Castel di Sotto sembrano differenziarsi per l'abbondanza delle forme tolleranti stress ambientali ed in particolare di *Globobulimina* spp.; esse potrebbero essersi deposte nell'area più interna, forse prossima ad un delta, di un canyon simile a quelli già ipotizzati lungo l'attuale valle Olona (CORSELLI, CREMASCHI & VIOLANTI, 1985; BRAMBILLA & LUALDI, 1988) e nelle valli bergamasche (VENZO & GUAITANI, 1943; LUALDI, 1981b; BRAMBILLA & LUALDI, 1986), incise durante la crisi di salinità messiniana (CLAUZON, 1982). Questa ipo-

tesi è confermata dalla recente scoperta del «Canyon di Novazzano» FELBER, FREI & HEITZ-MANN, 1991) di probabile origine messiniana.

La paleomorfologia del margine prealpino nel Pliocene inferiore si prospetta quindi molto articolata, con bracci di mare o rias anche di notevole lunghezza e che probabilmente potevano dare luogo a habitat abbastanza differenziati, in relazione al regime sedimentario, alla morfologia del fondo, agli apporti dal continente (materiale terrigeno ed organico) e alla presenza di sbocchi fluviali, come ipotizzato da FELBER (in prep.) per la sequenza pliocenica riscontrata in un sondaggio a Morbio Inferiore.

## **RINGRAZIAMENTI**

L'autrice desidera ringraziare il Dipartimento dell'Ambiente del Cantone Ticino per il sostegno finanziario dato a questa ricerca, la Ditta Laterizi S.A. di Balerna per aver gentilmente consentito l'accesso alla ex-cava e permesso il campionamento, il personale del Museo di Storia Naturale di Lugano per la collaborazione scientifica e tecnica garantita, in particolare M. Felber per l'organizzazione degli scavi, il rilevamento della sezione e le proficue discussioni, R. Schwitz per l'accurata campionatura e la impegnativa preparazione dei lavaggi.

Un sentito ringraziamento al Prof. H. Bolli, per l'incoraggiamento e i preziosi consigli, di cui è stato prodigo. I suggerimenti di I. Premoli Silva e i confronti con i suoi dati precedenti sono stati ugualmente indispensabili.

Si ringrazia anche D. Castradori, per l'analisi del nannoplancton, G. Brambilla per gli utili confronti.

Il manoscritto è stato rivisto criticamente da H. Bolli e I. Premoli Silva.

## SPECIE BENTONICHE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Allomorphina trigona</i> Reuss	-							-	-												-
<i>Amphicoryna sublineata</i> (Brady)	-							-	-				x		x						-
<i>Bigenerina nodosaria</i> d'Orbigny	-					x		-	-				x	x	x	x			x	x	-
<i>Bolivina apenninica</i> Barbieri & Mosna	-							-	-		x					x					-
<i>Bolivina placentina</i> Zanmatti	-							-	-												-
<i>Bolivina punctata</i> d'Orbigny	-				x			-	-		x		x		x	x		x			-
<i>Bolivina cf. robusta</i> Brady	-							-	-				x								-
<i>Bolivina usensis</i> Conato	-							-	-												-
<i>Bolivina variabilis</i> (Williamson)	-					x		-	-												-
<i>Brizalina alata</i> (Seguenza)	-		x	x	x	x	x	-	-		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Brizalina dilatata</i> (Reuss)	-							-	-						x			x	x		-
<i>Brizalina spathulata</i> (Williamson)	-		x		x			-	-								x				-
<i>Bulimina aculeata</i> d'Orbigny	-		x	x		x		-	-		x		x		x	x	x	x	x		-
<i>Bulimina costata</i> d'Orbigny	-				x			-	-		x	x	x	x	x	x				x	-
<i>Bulimina fusiformis</i> Fornasini	-		x					-	-		x										-
<i>Bulimina lappa</i> Cushman & Parker	-							-	-									x	x		-
<i>Bulimina minima</i> Tedeschi & Zanmatti	-		x	x	x	x	x	-	-		x	x	x	x	x	x	x		x		-
<i>Cancris auriculus</i> (Fichtel & Moll)	-							-	-							x					-
<i>Cassidulina crassa</i> d'Orbigny	-				x			-	-												-
<i>Cassidulinoides bradyi</i> (Norman)	-							-	-												-
<i>Chilostomella oolina</i> Schwager	-							-	-					x							-
<i>Chrysalogonion obliquatum</i> (Batsch)	-							-	-												-
<i>Cibicides lobatulus</i> (Walker & Jacob)	-		x					-	-				x						x		-
<i>Cibicides refulgens</i> (de Monfort)	-							-	-							x					-
<i>Cibicidoides cf. kullenbergi</i> (Parker)	-							-	-							x		x			-
<i>Cibicidoides pseudoungerianus</i> (Cushman)	-							-	-		x		x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Cibicidoides subhaidingeri</i> (Parr)	-							-	-						x						-
<i>Cibicidoides ungerianus</i> (d'Orbigny)	-		x	x	x	x	x	-	-		x		x	x	x	x			x		-
<i>Cribragoesella robusta</i> (Brady)	-		x					-	-												-
<i>Cymbaloporetta squamosa</i> (d'Orbigny)	-							-	-									x			-
<i>Dentalina leguminiformis</i> (Batsch)	-		x	x	x	x	x	-	-		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Dentalina mucronata</i> Neugeboren	-			x	x			-	-		x		x		x						-
<i>Dentalina subsoluta</i> (Cushman)	-		x					-	-						x	x					-
<i>Dimorphina tuberosa</i> d'Orbigny	-				x			-	-		x		x	x	x			x	x		-
<i>Dorothia gibbosa</i> (d'Orbigny)	-							-	-												-
<i>Elphidium complanatum</i> (d'Orbigny)	-							-	-				x		x						-
<i>Elphidium crispum</i> (Linneo)	-			x				-	-									x			-
<i>Elphidium macellum</i> (Fichtel & Moll)	-		x	x				-	-		x			x		x		x			-
<i>Epistominella lecalvezi</i> (Lys & Bourd.)	-			x	x			-	-	x						x			x		-
<i>Fissurina pyriformis</i> (Buchner)	-							-	-			x	x	x	x						-
<i>Florilus boueanus</i> (d'Orbigny)	-		x		x		x	-	-			x			x	x	x	x	x		-
<i>Glabratella opercularis</i> (d'Orbigny)	-							-	-												-
<i>Glandulina laevigata</i> d'Orbigny	-				x			-	-		x					x			x	x	-
<i>Globobulimina hoeglundi</i> Uchio	-	x	x	x	x	x	x	-	-		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Globobulimina pyrula</i> (d'Orbigny)	-							-	-			x			x	x				x	-
<i>Globocassidulina oblonga</i> (Reuss)	-							-	-							x			x		-
<i>Globocassidulina subglobosa</i> (Brady)	-			x				-	-			x									-
<i>Gyroidinoides laevigatus</i> (d'Orbigny)	-							-	-												-
<i>Gyroidinoides longispira</i> (Ted. & Zanm.)	-							-	-												-
<i>Gyroidinoides neosoldanii</i> (Brotzen)	-				x			-	-		x										-
<i>Gyroidinoides umbonatus</i> (Silvestri)	-							-	-		x		x	x	x	x					-
<i>Hanzawaia boueana</i> (d'Orbigny)	-		x					-	-						x						-
<i>Heterolepa bellincionii</i> (Gian. & Tav.)	-			x	x			-	-					x		x		x	x		-
<i>Heterolepa dertonensis</i> (Ruscelli)	-							-	-										x		-
<i>Heterolepa praecincta</i> (Karrer)	-							-	-												-
<i>Hoeglundina elegans</i> (d'Orbigny)	-	x	x	x	x	x	x	-	-		x		x	x	x	x	x	x	x		-
<i>Karrerella bradyi</i> (Cushman)	-							-	-												-

Continuazione e didascalia, vedi pagina seguente

[illegible]



SPECIE BENTONICHE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<i>Lagena elongata</i> (Ehrenberg)	-					x		-	-												-
<i>Lenticulina calcar</i> (Linneo)	-							-	-						x						-
<i>Lenticulina cultrata</i> (de Montfort)	-	x		x				-	-									x			-
<i>Lenticulina curvisepta</i> (Seguenza)	-			x			x	-	-												-
<i>Lenticulina cf. falcifer</i>	-							-	-												-
<i>Lenticulina gibba</i> (d'Orbigny)	-			x				-	-				x		x						-
<i>Lenticulina inornata</i> (d'Orbigny)	-			x		x		-	-				x								-
<i>Lenticulina peregrina</i> (Schwager)	-							-	-			x	x			x					-
<i>Lenticulina rotulata</i> (Lamarck)	-			x		x	x	-	-			x	x	x	x	x	x	x	x		-
<i>Lenticulina cf. vitrea</i>	-						x	-	-									x			-
<i>Marginulina costata</i> (Batsch)	-					x		-	-									x			-
<i>Marginulina cost. coarct.</i> Sil.	-							-	-												-
<i>Martinottiella communis</i> (d'Orbigny)	-	x		x	x	x		-	-				x	x	x	x		x	x	x	-
<i>Martinottiella perparva</i> (Cushman)	-			x				-	-				x	x	x	x		x	x	x	-
<i>Melonis barleanum</i> (d'Orbigny)	-	x	x	x	x	x	x	-	-		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Neoconorbina terquemi</i> (Rzehak)	-			x		y		-	-							x	x		x	x	-
<i>Nodosaria acuminata</i> Hantken	-							-	-							x					-
<i>Nodosaria longiscata</i> d'Orbigny	-	x		x	x	x	x	-	-		x		x	x	x	x					-
<i>Nodosaria ovicula</i> d'Orbigny	-							-	-				x								-
<i>Nodosaria radicata</i> (Linneo)	-	x		x		x	x	-	-		x				x	x					-
<i>Nonion depressulum</i> (Walker & Jacob)	-			x		x		-	-		x		x	x	x	x			x		-
<i>Oridorsalis umbonatus</i> (Reuss)	-							-	-						x						-
<i>Orthomorphina jedlitsckai</i> (Thalman)	-							-	-												-
<i>Parrellina verriculata</i> (Brady)	-			x				-	-												-
<i>Planorbulina mediterranensis</i> d'Orb.	-							-	-												-
<i>Planularia cf. auris</i> (Defrance)	-						x	-	-												-
<i>Planulina ariminensis</i> d'Orbigny	-				x			-	-		x				x	x					-
<i>Plectofrondicularia advena</i> (Cushman)	-							-	-							x					-
<i>Pseudonodosaria cf. aequalis</i> (Reuss)	-			x				-	-												-
<i>Pullenia bulloides</i> (d'Orbigny)	-	x		x	x	x	x	-	-		x	x	x	x	x	x		x	x	x	-
<i>Pullenia quadriloba</i> Reuss	-							-	-												-
<i>Pullenia quinqueloba</i> (Reuss)	-							-	-												-
<i>Pyrgo oblonga</i> (d'Orbigny)	-							-	-												-
<i>Quinqueloculina seminulum</i> (Linneo)	-							-	-												-
<i>Quinqueloculina vulgaris</i> d'Orbigny	-							-	-												-
<i>Rectouviger. siphogenerinoid.</i> (Lippar.)	-							-	-					x							-
<i>Reussella spinulosa</i> (Reuss)	-							-	-			x						x			-
<i>Saracenaria italica</i> Defrance	-					x		-	-									x			-
<i>Sigmolinita tenuis</i> (Czjzek)	-							-	-												-
<i>Sigmolopsis schlumbergeri</i> (Silvestri)	-	x	x	x	x	x	x	-	-		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Siphotextularia affinis</i> (Fornasini)	-							-	-												-
<i>Sphaeroidina bulloides</i> d'Orbigny	-	x		x	x	x	x	-	-		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	-
<i>Spiroloculina tenuiseptata</i> d'Orbigny	-							-	-						x						-
<i>Stilostomella consobrina</i> (d'Orbigny)	-			x	x	x		-	-		x	x	x	x	x	x					-
<i>Stilostomella cons. emaciata</i> (Reuss)	-	x		x	x	x	x	-	-		x	x	x	x	x	x			x	x	-
<i>Stilostomella monilis</i> (Silvestri)	-							-	-												-
<i>Stilostomella vertebralis</i> (Batsch)	-							-	-									x			-
<i>Textularia abbreviata</i> d'Orbigny	-							-	-												-
<i>Textularia agglutinans</i> d'Orbigny	-							-	-												-
<i>Textularia ponderosa</i> Fornasini	-							-	-						x	x			x		-
<i>Textularia sagittula</i> Defrance	-							-	-												-
<i>Textularia soldanii</i> Fornasini	-							-	-												-
<i>Trifarina bradyi</i> Cushman	-				x			-	-												-
<i>Triloculina trigonula</i> (Lamarck)	-							-	-												-
<i>Uvigerina peregrina</i> Cushman	-				x	x		-	-		x	x		x	x	x		x	x	x	-
<i>Uvigerina pygmaea</i> d'Orbigny	-				x	x		-	-					x				x	x		-
<i>Vaginulinopsis sulcata</i> (Costa)	-							-	-												-
<i>Valvulineria bradyana</i> (Fornasini)	-	x	x	x	x	x	x	-	-		x	x	x	x	x	x		x	x	x	-

Tab. 3 Distribuzione dei Foraminiferi bentonici nei campioni di Castel di Sotto. X = presenza, - = campioni sterili

[illegible]

## BIBLIOGRAFIA

- Anfossi G., Brambilla G., Mosna S., 1983 - La fauna del Pliocene di Taino (Varese). Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 30 (1), 81-102.
- Barbieri F., 1967 - Il Pliocene del Subappennino piacentino-parmense-reggiano. Foraminifera in the Pliocene section Vernasca-Castell'Arquato including the «Piacenzian stratotype» (Piacenza Province). Mem. Soc. It. Sc. Nat., 15 (3), 145-163.
- Bè A.W.H., Tolderlund D.S., 1971 - Distribution and ecology of living planktonic foraminifera in surface waters of the Atlantic and Indian Oceans. In Funnell B.M. & Riedel W.R. (Eds.) - The micropaleontology of the Oceans, 105-149.
- Beck P., 1935 - Über das Pliozän und Quartär am Alpensüdrand zwischen Sesia und Iseosee. Ecl. Geol. Helv., 28 (2), 528-533.
- Blanc-Vernet L., 1969 - Contribution a l'étude des Foraminifères de Méditerranée. Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume, 64 (48), 1-315.
- Blanc-Vernet L., 1974 - Microfaune de quelques dragages et carottages effectués devant les côtes de Tunisie (Golfe de Gabes) et de Libye (Tripolitaine). Geol. Médit., 1 (1), 9-26.
- Blumer S., 1905 - Ueber Pliocän und Diluvium im südlichen Tessin. Ecl. Geol. Helv., 9 (1), 61-74.
- Brambilla G., Lualdi A., 1986 - Il Pliocene della Provincia di Bergamo (Italia settentrionale). Indagine faunistica ed inquadramento cronologico e paleoambientale. Boll. Soc. Paleont. It., 25 (3), 237-276.
- Brambilla G., Lualdi A., 1988 - Il Pliocene della Valle Olona (Varese, Italia NW) nelle Collezioni Sordelli 1874-79, Parona 1883 e Nangeroni 1928. Atti Soc. It. Sc. Nat., 129 (1), 5-32.
- Cita M.B., 1975 - Studi sul Pliocene e sugli strati di passaggio dal Miocene al Pliocene. VIII. Planktonic foraminiferal biozonation of the Mediterranean Pliocene deep sea record. A revision. Riv. It. Paleont. Strat., 81 (4), 527-544.
- Clauzon G., 1982 - Le canyon messinien du Rhône: une preuve décisive du «dessiccated deep-basin model» (Hsü, Cita & Ryan, 1973). Bull. Soc. Geol. France, s. 7, t. 24, 3, 597-610.
- Colombo M.R., Cita M.B., 1980 - Changes in size and test porosity of *Orbulina universa* d'Orbigny in the Pleistocene record of Cape Bojador (DSDP Site 379), Eastern North Atlantic. Mar. Micropaleont., 5 (1), 13-29.
- Corliss B.H., 1985 - Microhabitats of benthic foraminifera within deep-sea sediments. Nature, 314 (6010), 435-438.
- Corselli C., Cremaschi M., Violanti D., 1985 - Il canyon messiniano di Malnate (Varese); pedogenesi tardomiocenica ed ingressione marina pliocenica al margine meridionale delle Alpi. Riv. It. Paleont. Strat., 91 (2), 259-286.
- Corti B., 1894 - Sulla fauna a Foraminiferi dei lembi pliocenici prealpini di Lombardia. Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett., s.2, 27 (4), 198; (17), 702-711.
- Cushman J.A., 1945 - The Foraminifera of the Castell'Arquato section (Northern Italy). Cush. Lab. Foram. Res., Spec. Publ. 13, 1-30.
- Felber M., in prep. - La storia del Quaternario del Mendrisiotto. Diss. ETH Zurich.
- Felber M., Frei W., Heitzmann P., 1991 - Seismic evidence of pre-Pliocene valley formation and filling in the region of Novazzano (Southern Ticino, Switzerland). Ecl. Geol. Helv., in press.
- Guaitani F., 1943 - Sull'età della fauna marina di Cassina Rizzardi (Como). Riv. It. Paleont., 49 (3-4), 23-28.
- Guaitani F., 1944 - Revisione della fauna dei lembi pliocenici delle Prealpi Lombarde. Riv. It. Paleont., 50 (2), 1-29.

- Hermelin J.O.R., Shimmield G.B., 1990 - The importance of the Oxygen Minimum Zone and sediment geochemistry in the distribution of recent benthic foraminifera in the Northwest Indian Ocean. *Mar. Geol.*, 91, 1-29.
- Jorissen F.J., 1987 - The distribution of benthic Foraminifera in the Adriatic Sea. *Mar. Micropaleont.*, 12, 21-48.
- Katz M.E., Thunell R.C., 1984 - Benthic foraminiferal biofacies associated with Middle Miocene to Early Pliocene oxygen-deficient conditions in the Eastern Mediterranean. *Journ. Foram. Res.*, 14 (3), 187-202.
- Longo V., 1966 - Fossili pliocenici di Pontegana e Castel di Sotto. *Boll. Soc. Tic. Sc. Nat.*, 57 (132), 31-40.
- Longo V., 1968 - Geologie und Stratigraphie des Gebietes zwischen Chiasso und Varese. *Mitt. Geol. Inst. ETH Univ. Zurich*, 86, 1-181.
- Lualdi A., 1981a - Il Pliocene di Folla d'Induno (Varese): indagine faunistica su campioni del sottosuolo. *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia*, 29, 115-119.
- Lualdi A., 1981b - Il Pliocene di Clanezzo in Val Imagna (Bergamo): indagine faunistica. *Atti Ist. Geol. Univ. Pavia*, 29, 12-127.
- Lutze G.F., 1979 - Benthic foraminifera at Site 397: faunal fluctuations and ranges in the Quaternary. In Von Rad U., Ryan W.B.F. et al., *Init. Repts. DSDP*, 47A, 419-432.
- Lys M., Bourdon M., 1958 - Observations complémentaires sur les foraminifères du Néogène du Bas-Rhône. *Cong. Soc. Sav. Paris*, 207-211.
- Martinis B., 1948 - Sulla presenza del Pliocene marino nel sottosuolo di Albino (Prealpi Bergamasche). *Riv. It. Paleont. Strat.*, 54, (2), 78-86.
- Martinis B., 1950 - La microfauna dell'affioramento pliocenico di Casanova Lanza (Como). *Riv. It. Paleont. Strat.*, 56 (2), 55-64.
- Martinis B., 1951 - Nuovo contributo alla conoscenza del Pliocene nel sottosuolo di Albino (Bergamo). *Riv. It. Paleont. Strat.*, 57 (2), 1-14.
- Mullineaux L.S., Lohman G.P., 1981 - Late Quaternary stagnations and recirculation of the Eastern Mediterranean: changes in the deep water recorded by fossil benthic foraminifera. *Journ. Foram. Res.*, 11 (1), 20-39.
- Nangeroni L., 1932 - Carta geognostico-geologica della Provincia di Varese con uno studio sulla geologia, le rocce e le forme del terreno della regione varesina, *Tip. R. Ist. Tecn., Varese*, 1-111.
- Panzer O., 1934 - Fossili pliocenici di Balerna. *Boll. Sc. Nat. Ticin.*, 29, 90-99.
- Parker F.L., 1958 - Eastern Mediterranean Foraminifera. *Repts. Swed. Deep-Sea Exped. 1947-1948*, 8 (4), 217-283.
- Parona C.F., 1883 - Esame comparativo della fauna dei vari lembi pliocenici lombardi. *Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett.*, s.2, 16 (12), 621-637.
- Peres J.M., Picard J., 1964 - Nouveau manuel de bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. Mar. Endoume*, 31 (47), 1-137.
- Premoli Silva I., 1964 - Le microfaune del Pliocene di Balerna (Canton Ticino). *Eclog. Geol. Helv.*, 57 (2), 731-742.
- Rutishauser V., 1986 - Das Suedtessin im Neogen: zwischen Schuttstrom und Schelfmeer — eine Fazies — und Ablagerungsraumanalyse. *Dissertation ETH*, 1-151.
- Ryan W.B.F., Cita M.B., Dreyfus Rawson M., Burckle L.H., Saito T., 1974 - A paleomagnetic assignment of Neogene stage boundaries and the development of isochronous datum planes between the Mediterranean, the Pacific and Indian Oceans in order to investigate the response of the World Oceans to the Mediterranean «Salinity Crisis». *Riv. It. Paleont. Strat.*, 80, 631-688.
- Sordelli F., 1879 - Le filliti della Folla d'Induno presso Varese e di Pontegana tra Chiasso e Balerna nel Canton Ticino paragonate con quelle di altri depositi terziari e post-terziari. *Atti Soc. It. Sc. Nat.*, 21, 1-23.

- Spreafico F., 1880 - Note paleontologiche. In Taramelli T. - Il Canton Ticino meridionale e i paesi finitimi. Mater. Carta Geol. Svizzera, 17, 1-232.
- Stoppani A., 1874 - Il Mar Glaciale ai piedi delle Alpi. Riv. It., agosto nov.-dic., 3-54.
- Van der Zwaan G.J., 1983 - Quantitative analyses and the reconstruction of benthic foraminiferal communities. Utrecht Micropaleont. Bull., 30, 49-69.
- Venzo S., Guaitani F., 1943 - Nuovo giacimento del Pliocene Superiore a Torre dei Roveri, nelle Prealpi Bergamasche. Riv. It. Paleont., 49, (1), 1-14.
- Villa F., 1955a - Sull'esistenza del Pliocene nel sottosuolo di Venegono inferiore (Varese). Riv. It. Paleont. Strat., 61 (1), 27-34.
- Villa F., 1955b - Studi stratigrafici sul Terziario subalpino lombardo. Nota IV - Gli affioramenti a sud del lago di Varese. Riv. It. Paleont. Strat., 61 (2), 66-92.
- Violanti D., Sacca' D., 1989 - Foraminiferi planctonici ed oscillazioni climatiche nella carota BAN84-27 (Mediterraneo Orientale). Riv. It. Paleont. Strat., 94 (3), 455-476.
- Violanti D., Di Geronimo I., Sacca' D., 1990 - Rapporti tra tanatocenosi a Foraminiferi e biocenosi nel Golfo di Noto (Sicilia sud-orientale). Atti IV Simp. Ecol. Paleoecol. Comun. Bent., Sorrento, 1988, 773-799.
- Wright R., 1978 - Neogene paleobathymetry of the Mediterranean based on benthic foraminifers from DSDP Leg 42A. In Hsu K.J., Montadert L. et al., - Init. Repts. Deep Sea Drill. Project, 42 (1), 837-846.