saggio scientifico originale
ricevuto: 26. 10. 2000

UDC 553.3(497.4)

LA PIRITE NELLE ARENARIE DEL BACINO GIULIO

Davide LENAZ
Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli studi di Trieste, IT-34127 Trieste, Via Weiss 8
e-mail: lenaz@univ.trieste.it

Licia BILLIATO
IT-34073 Grado (GO), Calle Lunga 14

SINTESI

Alcuni granuli di pirite provenienti dalle arenarie tardo Cretaciche e Eoceniche del Bacino Giulio sono stati studiati, sia dal punto di vista morfologico per mezzo del Microscopio a Scansione Elettronica sia dal punto di vista chimico tramite analisi in spettrometria a dispersione di energia. Tali analisi hanno evidenziato la presenza di granuli euedrali ottaedrici e cubo-ottaedrici di pirite nei campioni delle arenarie Maastrichtiane e di granuli a tessitura fromboidale nelle arenarie terziarie. Si suppone pertanto che nel Maastrichtiano vi sia stato un apporto prevalentemente detritico, mentre nel Terziario vi siano state le condizioni chimico-fisiche necessarie per la neoformazione di pirite.

Parole chiave: pirite, arenarie, Bacino Giulio

PYRITE IN SANDSTONES FROM THE JULIAN BASIN

ABSTRACT

The morphology of some pyrite grains from the Late Cretaceous to Eocene sandstones of the Julian Basin has been studied by means of SEM. In addition, chemical analyses were carried out using the EDS technique. The analyses indicated the presence of euhedral (octahedra and cube-octahedra) pyrite grains in the Maastrichtian samples. Framboidal pyrite grains were present in the Tertiary samples. We suppose that in the Maastrichtian there was predominantly a detrital supply, while during Tertiary the chemical and physical conditions were suitable for the autigenic growth of pyrite.

Key words: pyrite, sandstone, Julian Basin

INTRODUZIONE

La presenza di pirite fromboidale o euedrale di origine sedimentaria è relativamente comune in rocce sedimentarie, giacimenti a solfuri e suoli. Molteplici studi, anche sperimentali (Sweeney & Kaplan, 1973; Raiswell, 1982), sono stati svolti allo scopo di capire le condizioni chimico-fisiche che causano la formazione di pirite.

La precipitazione diretta di solfuri in ambiente sedimentario può avvenire in condizioni anossiche. In tali condizioni si ha la riduzione a solfuro di solfati di origine marina, ad opera di batteri anaerobici (Berner, 1970). Con questo processo si ha principalmente formazione di pirite e/o marcasite, attraverso meccanismi abbastanza complessi.

Sweeney & Kaplan (1973), sulla base di dati sperimentali, suggerirono l'ipotesi che la pirite fromboidale sia relazionata alla deposizione di solfuri di ferro che si accrescono, a partire da un nucleo sferico, dopo la formazione di solfuri metastabili come mackinawite e greigite o anche pirrotite.

Scopo di questo lavoro è la determinazione qualitativa dei solfuri tramite analisi EDS (spettrometria a dispersione di energia) al microscopio elettronico al fine di ipotizzarne la possibile genesi e stabilire quindi se si tratta di solfuri detritici o di neoformazione.

I solfuri analizzati in questo lavoro provengono dalle arenarie del Flysch del Bacino Giulio.

AREA DI STUDIO

Aubouin (1963) ha introdotto la denominazione di Bacino Giulio per le successioni clastiche che occupano gran parte delle Prealpi Giulie meridionali (Friuli orientale) e parte del territorio sloveno. Attualmente tale bacino viene anche denominato Bacino Sloveno secondo la dicitura utilizzata da Buser (1987).

Il Bacino Giulio è caratterizzato da sedimenti flyschoidi e preflyschoidi. La deposizione di questi materiali ha avuto inizio nel Campaniano superiore (Cretacico superiore) (Tunis & Venturini, 1987) e si è protratta fino al Luteziano inferiore (Eocene) (Venturini & Tunis, 1992).

Il Bacino Giulio è caratterizzato da sedimenti misti silicoclastici-carbonatici, la cui deposizione è controllata da fattori quali le oscillazioni del livello marino, la tettonica, la subsidenza, il clima, l'abbondanza di apporti terrigeni e la paleomorfologia della Piattaforma Friulana, che costituisce la maggior sorgente di detriti carbonatici.

Inizialmente, nell'ambito dei terreni di età Maastrichtiana, sono state distinte numerose unità (Tunis & Venturini,1985; Pirini *et al.*, 1986). Tunis & Venturini (1992), hanno semplificato tale sequenza stratigrafica portandola a quattro unità per il Cretacico, due per il Paleocene e due per l'Eocene. Le unità, riportate qui sotto, sono state divise in base alle affinità litologiche, sebbene localmente si registrino delle differenze dovute ad ambienti deposizionali simili ma non identici.

Flysch di Drenchia (Campaniano superiore p.p.): è costituito da grossi banchi di breccia, calcisiltiti con intercalati banchi di breccia e di calciruditi passanti a calcareniti.

Flysch di Clodig (Maastrichtiano inferiore p.p.): è costituito nella parte superiore da intercalazioni calcarenitico-calcilutitiche con banchi carbonatici; nella parte inferiore da intercalazioni calcarenitico-calcisiltitico-arenacee.

Flysch dello Iudrio (Maastrichtiano inferiore p.p-medio): è costituito da due banchi di breccia passante a calcarenite a cui segue una sedimentazione arenaceo-marnoso-calcarenitico-calcilutitico; si intercalano strati carbonatici.

Flysch di M. Brieka (Maastrichtiano superiore): è costituito da strati arenaceo-marnosi-calcilutitici-calcarenitici a cui si intercalano banchi carbonatici.

Flysch di Calla (Paleocene inferiore-medio p.p.): è costituito da un'alternanza di marne e arenarie con intercalati banchi carbonatici; tipico il colore rossastro, bruno-rossastro, localmente verdastro.

Flysch di Masarolis (Paleocene medio p.p-superiore p.p.): è costituito da intercalazioni arenaceo-marnose torbiditiche.

Flysch del Grivò (Paleocene superiore p.p - Eocene inferiore p.p): occupa gran parte delle Prealpi Giulie. Il "Megastrato del M. Ioanaz", originato da colossali frane sottomarine, segna l'inizio della sequenza; nella parte inferiore e media predominano le torbiditi silicoclastiche distali e le calcitorbiditi prossimali; nella parte superiore prevalgono torbiditi silicoclastiche spesso prossimali.

Flysch di Cormons (Eocene inferiore p.p - Eocene medio p.p): chiude la deposizione nel Bacino Giulio con i suoi depositi torbiditici; questa unità è caratterizzata da numerose ripetizioni di serie determinate da faglie orientate NW-SE. Si riconoscono tre associazioni di facies: torbiditi epibatiali argilloso-arenacee e arenacee-argillose con banchi di arenarie amalgamate; argille siltose e siltiti con intercalazioni arenacee (ambiente di prodelta); arenarie, siltiti, arenarie conglomeratiche, conglomerati (ambiente di fronte e piana deltizia).

Nel Maastrichtiano si riconosce anche il Flysch di Val Uccea (Maastrichtiano inferiore p.p.): sembra che questo flysch sia stato depositato in una sorta di bacino sospeso; questa ipotesi è avvallata dalla presenza di banchi di marne calcaree rosse in vari livelli della successione, dalla prevalenza di marne e calcisiltiti nella parte inferiore e dall'assenza di strutture interne nei livelli arenacei.

Questa colonna stratigrafica non comprende le aree

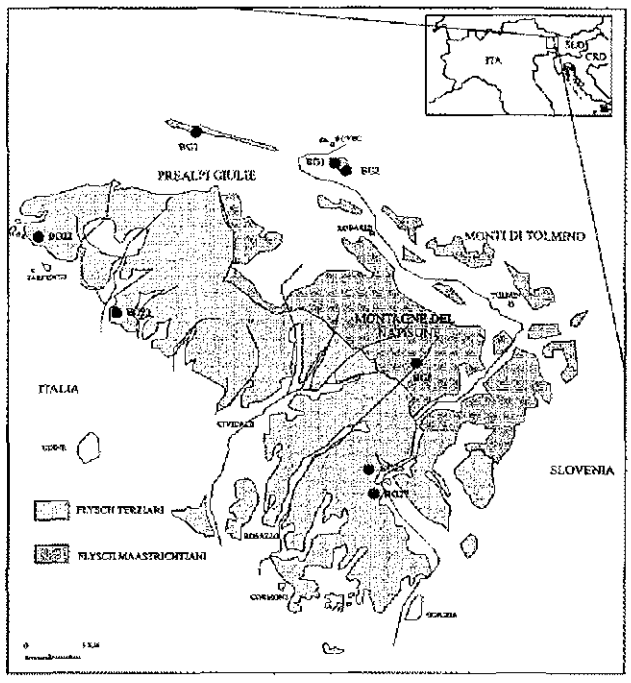

Fig. 1: Flysch del Bacino Giulio: posizione dei campioni oggetto di questo studio.
Sl. 1: Fliš Julijskega bazena: lega vzorcev, ki so predmet te študije.

a deposizione flyschoide delle zone di Bovec (Plezzo, Slovenia) da cui provengono alcuni dei campioni esaminati e che sono coevi al Flysch di M. Brieka.

Le arenarie del Bacino Giulio erano già state analizzate dal punto di vista petrografico e mineralogico da Bertolla (1997). In seguito a questo studio si è notato che i solfuri non sono presenti in tutto il ciclo sedimentario del Bacino Giulio, ma solamente in alcuni campioni maastrichtiani, nei campioni terminali del Flysch del Grivò e in quelli iniziali del Flysch di Cormons. La presenza di pirite era già stata segnalata in precedenza da *Kuščer et al.* (1974). Inoltre Tunis & Venturini (1986) hanno segnalato entro alcune marne del Flysch del Mataiur (attualmente Flysch di Drenchia), la presenza di abbondanti cristalli cubici di pirite di dimensioni attorno ai 4 mm, relazionati secondo questi Autori ad un ambiente di tipo riducente.

MATERIALE E METODI

Le arenarie sono state frantumate mediante un frantoio a ganasce. Quindi, tramite setacciatura, è stata separata la frazione compresa tra i 63 e i 125 µm in cui si concentrano la maggior parte dei minerali pesanti (Morton, 1985). Poi mediante il separatore magnetico FRANTZ è stata separata la parte non magnetica, in cui sono presenti i solfuri, da quella magnetica. Infine, da questo concentrato sono stati selezionati al microscopio i solfuri successivamente analizzati al microscopio elettronico (SEM).

Per l'analisi è stato utilizzato il microscopio a sistema integrato LEICA STEREOSCAN 430*i* (Leica Cambridge LTD England) per microscopia elettronica a scansione con microanalisi a raggi x a dispersione di energia (EDS), in dotazione al Dipartimento di Biologia dell'Università di Trieste - Microscopia elettronica - Fondazione Callerio.

In figura 1 sono evidenziate le aree di raccolta e in tabella 1 sono riportate denominazione, aree di provenienza, unità stratigrafica e morfologia dei campioni.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Mediante microscopia elettronica sono state effettuate indagini morfologiche e chimiche su una trentina di campioni provenienti dal Flysch del Bacino Giulio. I campioni sono stati raccolti in aree di cui si conosceva la stratigrafia e l'età.

L'investigazione al microscopio elettronico a scansione ha permesso di riconoscere le diverse morfologie legate alle differenti aree di provenienza dei solfuri.

Le morfologie riportate in tabella 1 evidenziano che nelle arenarie del Maastrichtiano (Figg. 2, 3) sono presenti cristalli euedrali cubici, ottaedrici e cubo-ottaedrici. Nelle arenarie del Flysch del Grivò e del Flysch di Cormons (Figg. 4, 5) sono presenti masserelle, aggregati e sfere a tessitura fromboidale. Non sono stati ritrovati campioni in cui fossero presenti entrambe le morfologie.

L'analisi qualitativa dei campioni tramite EDS, ha evidenziato la presenza degli spettri di S e Fe. Il rapporto quantitativo di tali elementi conferma la presenza della pirite.

Il prevalente sviluppo di una forma semplice piuttosto che di un'altra, dipende spesso dalle condizioni chimiche e fisiche di accrescimento del cristallo. Tra le condizioni fisiche ha particolare importanza la temperatura. Murowchick & Barnes (1987) affermarono che la pirite presenta un habitus prevalentemente pentagonododecaedrico se formatasi in ambiente magmatico o metamorfico ad alte temperature, ottaedrico se formatasi a medie temperature, ed infine cubico se formatasi a temperatura ambiente o di poco superiori.

In ambiente sedimentario invece può assumere la tipica tessitura fromboidale a partire da un nucleo sferico, dopo la formazione di solfuri metastabili come mackinawite e greigite o anche pirrotite.

In accordo con Murowchick & Barnes (1987) si può pertanto affermare che i cristalli euedrali presenti nei campioni maastrichtiani si sono presumibilmente formati in ambiente magmatico o metamorfico di temperatura medio alta e pertanto la loro presenza nei sedimenti è da ricondurre a processi di erosione e successivo accumulo. Il fatto che la pirite si presenti

Tab. 1: Nome dei campioni, età, località di raccolta e morfologia (località di raccolta da Bertolla, 1997).
Tab. 1: Imena vzorcev, starost, najdišče in morfologija (najdišče po Bertolla, 1997).

Campione	Unità stratigrafica	Località di raccolta	Morfologia dei granuli
BG27	Flysch di Cormons Eocene inf-Eocene medio	Presso C. Peter in località Romesca, a Nord di Lonzano (quota 140 m).	Concrezioni, masserelle e aggregati iridescenti.
BG26	Flysch di Cormons Eocene inf-Eocene medio	Presso il Monte Candia in località Ronchetto, a Est di Dolegna del Collio (quota 240 m).	Concrezioni, masserelle e struttura fromboidale iridescenti, cristalli molto rovinati, arrotondati.
BG23	Flysch del Grivò Paleocene sup-Eocene inf	Dall'affioramento chiamato "Cret des slavinis" sulla riva sinistra del Torrente Cornappo, all'altezza della zona denominata "Val Polàn" a Sud di Nimis (quota 100 m).	Concrezioni, masserelle e struttura fromboidale iridescenti.
BG22	Flysch del Grivò Paleocene sup-Eocene inf	All'inizio della strada che sale a Sammardenchia dalla valle del Torrente Zimor (quota 290 m).	Aggregati, concrezioni e struttura fromboidale di colore giallo con lucentezza metallica.
BG8	Flysch di M. Brieka Maastrichtiano	Lungo la strada che costeggia il torrente Iudrio nei pressi del Rio Zaoriecaian (quota 290 m).	Cristalli ottaedrici.
BG7	Flysch di Val Uccea Maastrichtiano	Lungo la strada che da Uccea porta alla Val Resia, presso il tornante a quota 933 m poco prima degli stalli di Tanatemea.	Cristalli ottaedrici.
BG2	Non inserito in unità Maastrichtiano	Località come BG1.	Cristalli ben formati, cubici, ottaedrici e cuboottaedrici di colore giallo con lucentezza metallica.
BG1	Non inserito in unità Maastrichtiano	Nei pressi del tornante sulla strada che porta da Bovec a Koritnica in Slovenia (quota 425 m).	Cristalli ben formati, cubici e ottaedrici di colore giallo con lucentezza metallica.

comunque come cristalli ben formati non può essere utilizzato a discapito dell'ipotesi di derivazione detritica, in quanto sono numerosi i cristalli idiomorfi presenti (granati, spinelli, etc.). Gli aggregati e le masserelle di pirite possono essere sia detritici, forse rovinati dal carico dei sedimenti, sia di neoformazione. Infine, la pirite a tessitura fromboidale è collegabile a processi di neoformazione non presentando segno alcuno di trasporto.

Da ciò si può concludere che nel Maastrichtiano è prevalente un apporto di tipo detritico che ha interessato un'area in cui la pirite si era formata in condizioni di temperatura medio alta. Nei campioni Terziari oltre all'apporto di materiale non determinabile in maniera sicura come detritico o autigeno (masserelle e aggregati), si ha la neoformazione di pirite fromboidale. Tale fatto implica che in questo periodo si siano avute nel Bacino Giulio delle condizioni chimico-fisiche tali da permettere la neoformazione di questo minerale.

RINGRAZIAMENTI

Gli Autori ringraziano sentitamente il Prof. Principvalle e il Dott. Tunis per la revisione critica del testo, e il sig. Ubaldini per l'aiuto fornito al SEM.

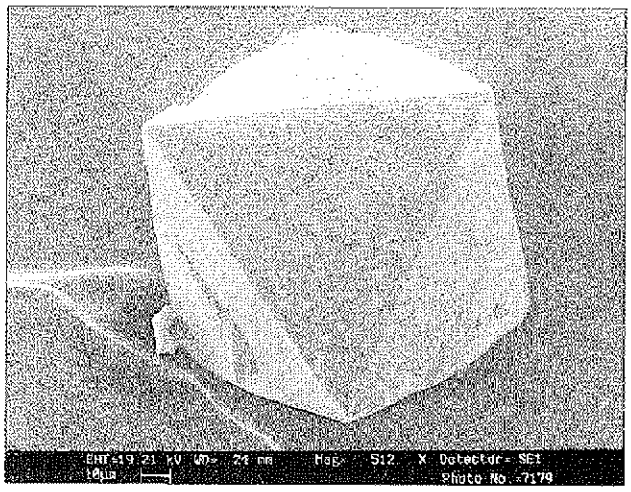

Fig. 2: Cristallo ottaedrico di pirite dal campione BG1. (Foto: A. Bertolla, 1997)
Sl. 2: Oktaedrični piritni kristal iz vzorca BG1. (Foto: A. Bertolla, 1997)

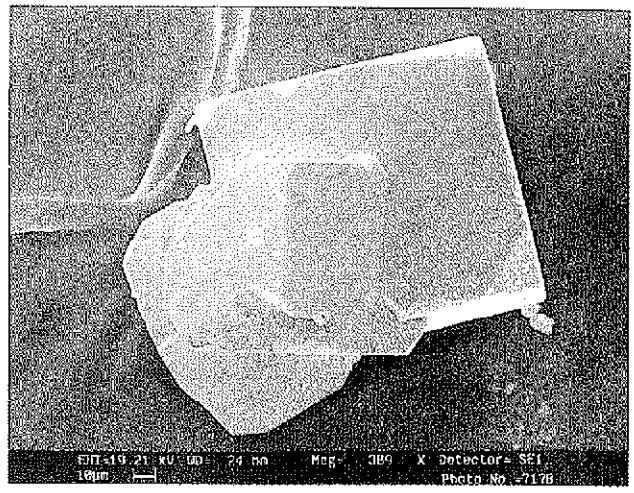

Fig. 3: Cristallo cubo-ottaedrico di pirite dal campione BG1. (Foto: L. Billiato)
Sl. 3: Kubično-oktaedrični piritni kristal iz vzorca BG1. (Foto: L. Billiato)

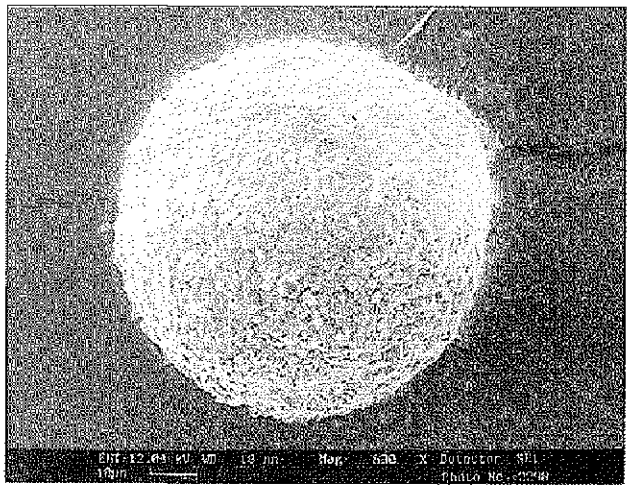

Fig. 4: Pirite framboidale dal campione BG26. (Foto: L. Billiato)
Sl. 4: Framboidalni pirit iz vzorca BG26. (Foto: L. Billiato)

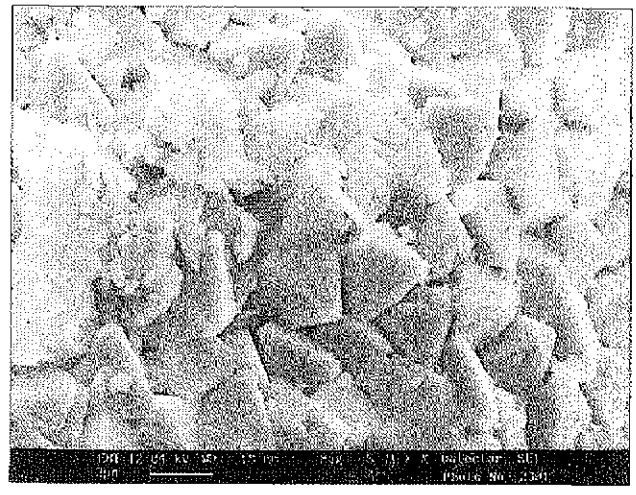

Fig. 5: Particolare della foto precedente. (Foto: L. Billiato)
Sl. 5: Detajl s prejšnje slike. (Foto: L. Billiato)

PIRIT V PEŠČENJAKIH IZ JULIJSKEGA BAZENA

Davide LENAZ
Oddelek za zemeljske vede, Univerza v Trstu, IT-34127 Trieste, Via Weiss 8
e-mail: lenaz@univ.trieste.it

Licia BILLIATO
IT-34073 Grado (GO), Calle Lunga 14

POVZETEK

Opravljena je bila analiza piritnih zrn iz zgornje krednih in eocenskih peščenjakov Julijskega (Slovenskega) bazena. Morfološko so bila zrna pirita pregledana z uporabo SEM mikroskopije, kemično analizo pa smo opravili z EDS spektrometrom. Analizi sta pokazali prisotnost evhedralnih (oktaedričnih in kubičnih-oktaedričnih) piritnih zrn v maastrihtijskih vzorcih. Frambioidalna zrna so bila najdena v terciarnih vzorcih. Predvidevamo, da je v maastrihtijskih kamninah prevladoval detritični vnos materiala, v terciarju pa so bile kemične in fizikalne razmere ugodne za nastanek avtigenega pirita.

Ključne besede: pirit, peščenjak, Julijski bazen

BIBLIOGRAFIA

Aubouin, J. (1963): Essai sur la palèogèographie post-triasique et l'èvolution secondaire et tertiaire du versant sud des Alpes orientales (Alpes mèridionales; Lombardie et Vènètie, Italie; Slovènie occidentale.Yugoslavie). Bull. Soc. Gèol. France, 71, 730-766.

Berner, R. A. (1970): Sedimentary pyrite formation. Am. J. Sci., 268, 1-23.

Bertolla, A. (1997): Litologie arenacee della successione flyschoide del Bacino Giulio: significato della cromite e dei parametri petrochimici. Tesi di Laurea inedita, Università degli Studi di Trieste, 91 pp.

Buser, S. (1987): Development of the Dinaric and the Julian carbonate platforms and the intermediate Slovenian Basin (NW Yugoslavia). Mem. Soc. Geol. It., 40, 313-320.

Kuščer, D., K. Grad, A. Nosan & B. Ogorelec (1974): Geološke raziskave soške doline med Bovcem in Kobaridom (Geology of the Soča Valley between Bovec and Kobarid). Geologija, 17, 425-476.

Morton, A. (1985): Heavy minerals in provenance studies. in: Zuffa, G. G. (ed.): Provenance of arenites. NATO-ASI series, 148, 249-27.

Murowchick, J. B. & H. L. Barnes (1987): Effects of temperature and degree of supersaturation on pyrite morphology. Am. Min., 72, 1241-1250.

Pirini Radrizzani, C., G. Tunis & S. Venturini (1986): Biostratigrafia e paleogeografia dell'area sud-occidentale dell'anticlinale M. Mia - M. Mataiur (Prealpi Giulie). Riv. It. Paleont. Strat., 92(3), 327-382.

Raiswell, R. (1982): Pyrite texture, isotopic composition and the availability of iron. Am. J. Sci., 282, 1244-1263.

Sweeney, R. E. & I. R. Kaplan (1973): Pyrite framboid formation: laboratory synthesis and marine sediments. Ec. Geol., 68, 618-634.

Tunis, G. & S. Venturini (1985): Stratigrafia e sedimentologia del Flysch Maastrichtiano-Paleocenico del Friuli orientale. Gortania, Atti Mus. Friul. St. Nat., 6, 5-58.

Tunis, G. & S. Venturini (1986): Nuove osservazioni stratigrafiche sul Mesozoico delle Valli del Natisone (Friuli orientale). Gortania, Atti Mus. Friul. St. Nat., 8, 17-68.

Tunis, G. & S. Venturini (1987): New data and interpretation on the geology of the southern Julian Prealps (Eastern Friuli). Mem. Soc. Geol. It., 40, 219-229.

Tunis, G. & S. Venturini (1992): Evolution of the Southern margin of the Julian Basin with emphasis on the megabeds and turbidites sequence of the Southern Julian Prealps (NE Italy). Geol. Croatica, 45, 127-150.

Venturini, S. & G. Tunis (1992): La composizione dei conglomerati cenozoici del Friuli: dati preliminari. St. Geol. Camerti volume speciale 1992/2,CROP1-1A, 285-295.