



Fabrizio Bizzarini
Paolo Maddaleni
Giuseppe Muscio
Maurizio Ponton
Luca Simonetto
Sandro Venturini

LA GEOLOGIA DELL'AREA DI POZZUOLO DEL FRIULI E GLI AFFIORAMENTI MIOCENICI: STORIA DELLE RICERCHE E PROSPETTIVE

GEOLOGY OF POZZUOLO DEL FRIULI AREA
AND THE MIOCENIC OUTCROPS:
HISTORY OF THE RESEARCHES AND PERSPECTIVES

Riassunto breve - Fra i rilievi isolati dell'alta Pianura Friulana vi è quello di Pozzuolo del Friuli dove affiorano, nella porzione nord-occidentale, lembi di arenarie mioceniche studiati fra la fine del XIX e l'inizio del XX secolo. La definizione dell'età è stata problematica trattandosi di un affioramento isolato ed è STEFANINI (1915a, 1916, 1919) che ne esamina in dettaglio il contenuto paleontologico e data l'affioramento al Langhiano. Fra i fossili più interessanti la nuova specie di echinoderma *Scutella forumjuliensis* (recte *Parascutella forumjuliensis* [STEFANINI, 1919]) di cui Pozzuolo è il *locus typicus*.

Nel presente lavoro, dopo una approfondita analisi storica delle ricerche, l'affioramento miocenico viene riesaminato e ne viene descritta la fauna fossile, compresa la prima segnalazione per le Alpi Meridionali del briozoo *Reussirella haidingeri*. I dati litologici e paleontologici e il relativo confronto con le successioni mioceniche delle Prealpi Veneto-Friulane consentono di datare le arenarie di Pozzuolo all'Aquitano.

Parole chiave: Miocene, Stratigrafia, Tettonica, Pozzuolo del Friuli, *Parascutella forumjuliensis*, *Reussirella haidingeri*.

Abstract - Isolated reliefs crops out in the upper Friulian Plain (Friuli Venezia Giulia Autonomous Region, NE Italy). The north-western portion of one of them, near Pozzuolo del Friuli, is made of Miocene sandstone. Geology and fossils collected in that sandstone had been studied between the end of the XIX and the beginning of the XX century, but definition of its exact age remained problematic. STEFANINI (1915a, 1916, 1919) studied the fossils and dated the outcrops to the Langhian. In 1919, STEFANINI erected a new echinoid species: *Scutella forumjuliensis* (recte *Parascutella forumjuliensis*) based on that sample. In this paper, we reappraise the geology of the sandstone and its fossil fauna, after an overview of the history of the researches. The briozoan *Reussirella haidingeri* is for the first time reported in the Southern Alps. Lithological and paleontological information and comparison with the Miocene sequences of the Veneto-Friuli Prealps allow dating the Pozzuolo sandstone to the Aquitanian.

Key words: Miocene, Stratigraphy, Tectonics, Pozzuolo del Friuli, *Parascutella forumjuliensis*, *Reussirella haidingeri*.

Premessa

“A 4 o 5 miglia a sud di Udine si eleva di pochi metri un rialto che, simile ad un'onda in mezzo alla pianura, si dirige da Sud-Est a Nord-Ovest da Pozzuolo per Carpeneto ed Orgnano a Variano. Solo sulle sponde del profondo letto del Cormor presso Pozzuolo può vedersi a nudo la roccia...”. Questa suggestiva descrizione di PIRONA (1861) rappresenta la prima segnalazione delle arenarie mioceniche di Pozzuolo del Friuli (Udine), affioranti sulla sponda sinistra del Torrente Cormor (Fig. 1). L'alta Pianura Friulana, infatti, è punteggiata da una serie di piccoli rilievi, fra i quali quello del Colle di Udine è il più noto ed elevato (circa 30-35 m rispetto alla pianura circostante), che si collocano, a grandi linee, lungo un arco di cerchio che va da Basiliano a Pozzuolo e che ha proprio Udine come centro (Figg. 1 e 5).

Nella maggior parte dei casi ad affiorare sono conglomerati cementati, genericamente considerati come “prewürmiani” (cfr. VENTURINI 1987; CARULLI cur. 2006; Subsintema di Remanzacco del Pleistocene superiore in ZANFERRARI et al. 2008b; Sintema del Friuli del pre-LGM in FONTANA et al. 2019); solo in due casi ad affiorare sono lembi di arenarie mioceniche, a Variano di Basiliano e, più estesamente, a Pozzuolo del Friuli. Benché, quindi, queste due alture fossero ben note e - in linea di massima - se ne fosse compresa l'origine, dopo PIRONA (1861) diversi autori (come TARAMELLI 1869; SACCO 1899) ne fanno cenno, ma per una loro descrizione più approfondita bisogna attendere il 1909 quando DE GASPERI le illustra nel dettaglio (Fig. 2) e, successivamente, STEFANINI (1911a, 1911b, 1915a, 1915b, 1916, 1919) ne descrive, in particolare, il contenuto paleontologico conservato soprattutto dalle Collezioni del Regio Istituto Tecnico di Udine. Nei decenni seguenti

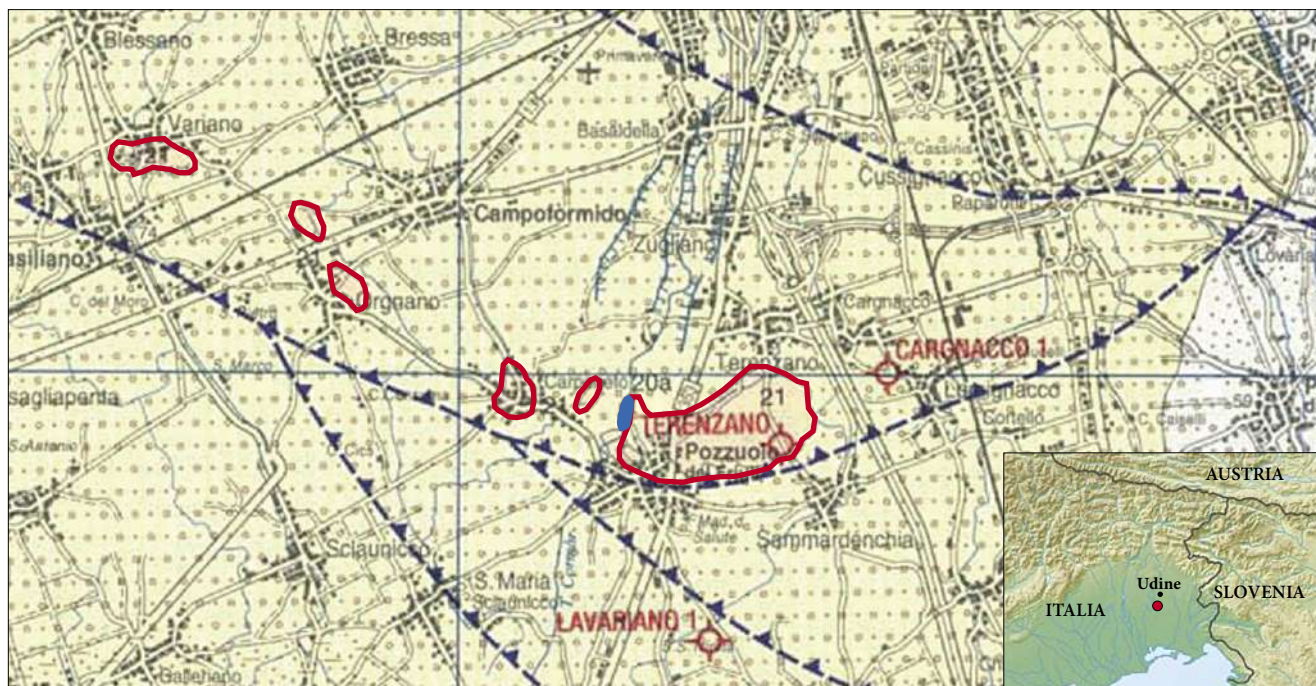


Fig. 1 - Mappa dei conglomerati pre-würmiani, affioranti o sub-affioranti (aree in rosso). In giallo, le alluvioni recenti (da CARULLI cur. 2006, mod.). È indicata l'ubicazione di tre pozzi esplorativi a scopo petrolifero. Si nota la direzione est-ovest degli affioramenti conglomeratici di Pozzuolo, bordati a sud da una faglia inversa ad analogo andamento. In blu le arenite mioceniche.
 - Map of pre-würmian conglomerates, outcropping or sub-outcropping (in red) around Pozzuolo del Friuli in the Friulian plain. In yellow, the fluvial deposits (Würmian) (from CARULLI cur. 2006, mod.). The position of three exploration wells for oil research purposes is indicated. Note the E-W direction of the Pozzuolo conglomerate outcrops, bordered to the south by an inverse fault (dashed blue line) with a similar trend. Miocene sandstones are in blue.

diverse pubblicazioni hanno fatto riferimento a questi affioramenti miocenici, senza fornire, però, una loro dettagliata descrizione e una più precisa datazione.

Allo stato attuale l'affioramento di Variano di Basigliano non è più esposto¹⁾ mentre quello di Pozzuolo è localizzato in sponda sinistra del Torrente Cormôr, alla base di un piccolo rilievo, allungato in senso NE-SW, dello sviluppo di circa 70-80 metri e con una potenza massima affiorante delle arenarie di circa 8 m. Attualmente l'area spondale è stata risistemata e gli affioramenti sono visibili al di sopra di un terrazzo fluviale, a 2 m circa dall'alveo del torrente. L'intero rilievo si eleva di poco più di una decina di metri dal terrazzo inciso dal Torrente Cormôr (quota 63-65 m s.l.m.), in maniera abbastanza rapida, con anche piccole pareti sub-verticali ad occidente (con una quota massima di 81 m s.l.m.) mentre degrada dolcemente verso oriente dove, all'altezza della Strada Regionale 353, si torna già ai 70 m s.l.m. Gli affioramenti di arenarie mioceniche sono comunque presenti solo nel lato occidentale del rilievo.

L'azione antropica passata (testimoniata dalla vicina presenza di numerosi insediamenti da quello neolitico di Sammardenchia ai Castellieri di Pozzuolo) e recente

ha certamente modificato la morfologia dell'area. La stessa arenaria veniva in passato cavata e sfruttata come pietra da costruzione, mentre lo "sfatticcio" e i residui di lavorazione venivano utilizzati per pavimenti "in terra battuta"²⁾.

Attualmente lungo la sponda del Torrente Cormôr si riconoscono, poco distanti uno dall'altro, tre maggiori affioramenti intercalati da blocchi, alcuni dei quali *in situ*, di minori dimensioni. La giacitura è 10° NE. La porzione più settentrionale (Fig. 3a e 3b) mostra una potenza di circa 2 m e al tetto una superficie erosiva evidenzia il passaggio ai conglomerati del Subintema di Remanzacco. Nel settore centrale (Fig. 3c), la cui superficie affiorante è di circa 4x3 m, è evidente un livello, a circa 1 m dal tetto, con la presenza di numerosi esemplari dell'echinoide *Parascutella*. La porzione meridionale (Fig. 3d) dell'affioramento è la più estesa

1) Già DE GASPERI (1909) riferisce: "Attualmente la roccia miocenica non è visibile, ma doveva affiorare nel lato nord del Colle di S. Leonardo, ove fu ricoperta da una piccola frana del conglomerato, e credo sia stato quivi prelevato il campione che si conserva nella raccolta dell'Istituto Tecnico".

2) DE GASPERI (1909) riporta "L'arenaria viene cavata ed usata per costruzione, si cava pure il prodotto di disfacimento delle arenarie e delle molasse che viene usato per fare il battuto, cioè pavimento dei pianterreni delle case campestri". Riferendosi inoltre al colle di Variano dice che "In molti punti del colle affiora invece il conglomerato, che giudico pliocenico [...] conosciuto localmente col nome di cret o toff e di esso ci è una cava, ora abbandonata, presso la chiesetta, che fornì il materiale per i ponti e per i salti d'acqua del canale Ledra". Lo stesso STEFANINI (1915a) riferisce di "una cava che all'epoca della mia visita (1908) pareva abbandonata". Ulteriori riferimenti vengono fatti da DE GASPERI (1909) alle varie cave di sabbia e argille presenti nell'area.

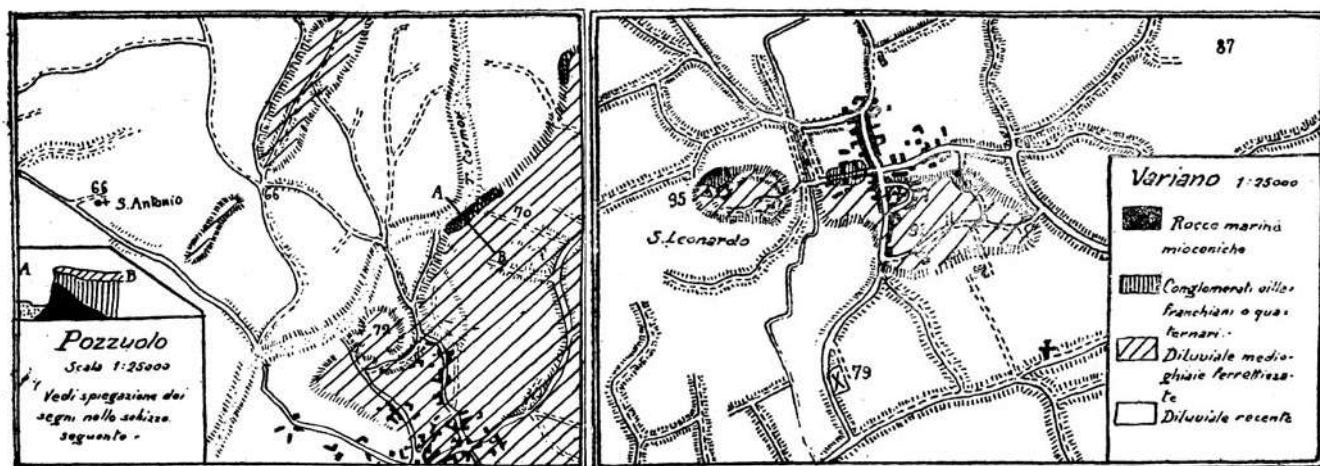


Fig. 2 - Gli schemi geologici di DE GASPERI (1909) relativi ai rilievi miocenici di Pozzuolo e Variano (Udine).
- The geological maps of the Miocene reliefs of Pozzuolo and Variano (Udine) by DE GASPERI (1909).

(circa 4x8 m) e appare più modellata dall'erosione e, probabilmente, anche dalla passata attività estrattiva, al punto da presentare una breve cavità (Fig. 3e). Qui è presente uno degli ultimi lembi dello "sfatticcio" prima citato (Fig. 3f).

La cavità presente nell'affioramento meridionale, a fondo cieco e lunga circa 3 m, potrebbe essere il risultato di una attività di disfacimento operata dalle acque percolanti lungo una originale frattura. Il prodotto di disfacimento (lo "sfatticcio") - costituito da sabbia quarzosa arrossata - è quello che veniva cavato.

Merita, infine, un cenno la curiosa alterazione più recente di parte dell'affioramento nel cui settore centrale è stato scolpito (probabilmente nel 1992) il volto del noto politico argentino Ernesto "Che" Guevara (Fig. 3c) in occasione del 25° della sua scomparsa!

La recente risistemazione delle sponde del Torrente Cormôr, con la conseguente pulizia dell'area dalla folta e intricata boscaglia, hanno reso ben visibili gli affioramenti (come non succedeva da molti anni) e queste condizioni favorevoli ci hanno permesso di riprendere quegli studi che alcuni degli autori⁽³⁾ avevano già avviato alcuni anni orsono.

Le conoscenze precedenti

PIRONA (1861: 38) riferisce - sia nel testo che nella carta geologica allegata - gli affioramenti al "Neoceno":

"È questa un'arenaria calcareo-quarzosa a grani minutissimi, di colore grigio verdastro, abbastanza tenace e che viene adoperata come pietra da costruzione. Essa riposa sopra un'argilla di colore ceruleo che in pochi siti

vedesi posta allo scoperto dalle erosioni del torrente; e le sole specie fossili che ho potuto raccogliervi sono due esemplari di un Echinide del genere Scutella ed un dente di Lamna. Per la sua posizione devesi considerare questo deposito come rappresentante gli strati più superficiali di questa formazione." Successivamente lo stesso PIRONA (1876: 48) riferisce i livelli di Pozzuolo al Miocene inferiore, aggiungendo alle specie già citate la presenza di Briozoari.

TARAMELLI (1869: 16) attribuisce l'affioramento al Miocene inferiore:

"Ad est del Tagliamento queste arenarie colla Scutella subrotunda presentansi solo in una collinetta che sporge per pochi metri dalle alluvioni postglaciali presso Pozzuolo a sud di Udine. Fortunatamente l'erosione del torrente Cormôr e gli scavi operati per estrarre pietre da costruzione misero a nudo le rocce in posto e somministrarono oltre ad alcuni denti di Lamna e ad alcuni briozoari, molti esemplari dell'Echinide caratteristico". Considerazioni che poi lo stesso autore ribadisce in altra pubblicazione (TARAMELLI 1877: 18, 44), riferendo queste *"Glaucunie e molasse a Scutella subrotunda"* all'Elveziano e Langhiano.

Sempre TARAMELLI (1881: 112-3), nella descrizione della sua carta geologica del Friuli, parlando di questi livelli che riferisce all'Aquitaniense-Tortoniano, ricorda:

"... e per le glaucunie a denti di squalo ed alla caratteristica Scutella subrotunda, frequente colle bivalvi presso Fanna, e con fucoidi e nullipore nell'isolato affioramento presso Pozzuolo al Cormôr, a sud d'Udine. Questo affioramento, a soli 65 m sul livello marino, accenna ad una regolare successione di strati terziari in una sepolta serie di dossi, che poi sporge dall'alluvioni colla zona di Priabona ai Colli di Buttrio. È uno dei molti rilievi che andarno a sommergersi nella depressione adriatica".

Nel descrivere la geologia delle Provincie Venete, TARAMELLI (1882: 470) riporta:

"In Friuli la zona aquitaniana è meno potente che nel Bellunese, ma abbastanza continuata [...] finalmente

3) F. Bizzarini ha descritto i resti di briozoi, P. Maddaleni gli echinodermi conservati al MFSN, G. Muscio e L. Simonetto hanno curato l'analisi storica e descritto i resti di pesci. La parte strutturale, stratigrafica e micropaleontologica è stata curata da M. Ponton e S. Venturini e a quest'ultimo si deve anche la parte dedicata ai molluschi.



Fig. 3 - Vista dei tre principali affioramenti miocenici di Pozzuolo del Friuli. a) parte settentrionale; b) dettaglio con l'evidente contatto erosivo con i conglomerati quaternari; c) parte centrale dove è scolpito il volto di "Che" Guevara; d) parte meridionale; e) dettaglio della cavità presente; f) particolare del lembo di materiale di disfacimento (foto A. D'Andrea, M. Ponton).

- View of the three main Pozzuolo's Miocene outcrops. a) northern outcrop; b) detail of the erosive contact with Quaternary conglomerates; c) the central outcrop, where the face of "Che" Guevara is sculpted; d) southern sector; e) detail of the cave in the southern outcrop; f) detail of the brown uncemented sand (photo A. D'Andrea, M. Ponton).

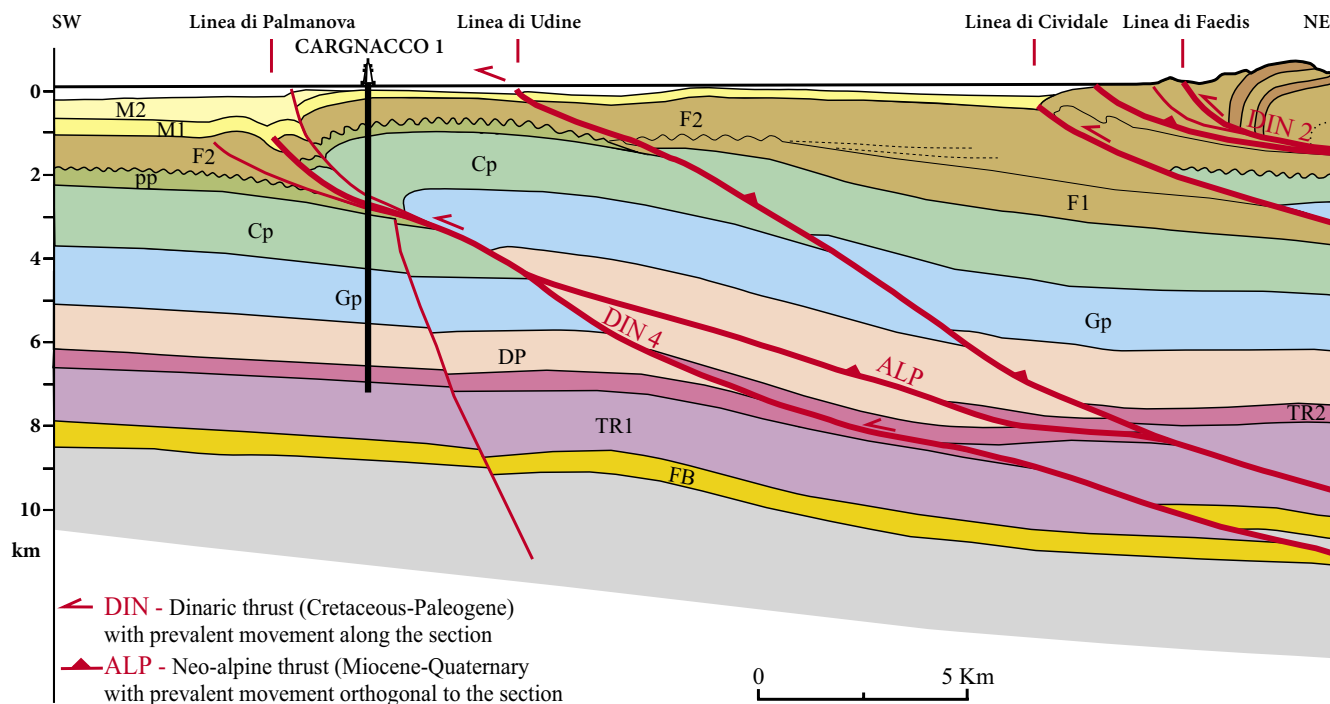


Fig. 4 - Sezione geologica da interpretazione sismica, passante per il pozzo Cargnacco 1 (da PONTON 2015). Legenda: in grigio il "basamento paleozoico"; FB - Fm. a Bellerophon (Permiano sup.); TR1 - Triassico inf. e medio; TR2 - Triassico sup: Carnico; DP - Triassico sup.: Norico-Retico, Dolomia Principale; Gp - Giurassico, calcari di piattaforma; Cp - Cretacico, calcari di piattaforma; F1 - Flysch del Cretacico-Paleocene; F2 - Flysch dell'Eocene; M1 - Miocene inf. (Gruppo Cavanella); M2 - Miocene sup.

- Geological Section, based on seismic data, crossing the Cargnacco 1 well (from PONTON 2015). Legend: gray - "Paleozoic basement"; FB - Bellerophon Formation (Upper Permian); TR1 - Lower and Middle Triassic; TR2 - Upper Triassic: Carnian; DP - Upper Triassic: Norian-Raethian, Main Dolomite; GP - Carbonate platform limestone, Jurassic; Cp - Carbonate platform limestone, Cretaceous; F1 - Cretaceous-Paleocene Flysch; F2 - Eocene Flysch; M1 - Lower Miocene (Cavanella Group); M2 - Upper Miocene.

nell'isolato affioramento di Pozzuolo al Cormor, a sud di Udine, ove per lo spazio di pochi metri affiorano le glauconie grigiastre con *Scutella subrotunda*, con *Lithothamnium*, con *Balanus sp.* e con denti di squalo".

BASSANI (1891: 2-3), nel citare alcuni "ittiodontoliti" provenienti da Pozzuolo (gli sgessi che verranno poi descritti da STEFANINI 1916), riferisce la "Glauconia grigiastra a *Scutella subrotunda*" al Miocene inferiore-Aquitano.

DE GASPERI (1909: 24) riferisce la base dell'affioramento al Messiniano e riporta una dettagliata descrizione della successione:

"Sono qui visibili: 1° un'arenaria compatta azzurrognola, con granuli cloritici, ricchissima di furoidi e contenente numerosi esemplari di *Scutella spec. ind.*, denti di squali e altri resti fossili indeterminabili, tra cui un'impronta di lamellibranco, i quali si possono raccogliere isolati nella

2° sabbia risultante dalla decomposizione di questa arenaria, che occupa dei larghi vani della roccia madre, 3° una molassa quarzosa micacea, pure con numerosi resti di furoidi, che dà origine a

4° terriccio di disfacimento di colore giallo verdastro. Gli strati, per quanto se ne può vedere, sono diretti da

nord est a sud ovest e molto raddrizzati (Il Sacco ritiene elveziano l'affioramento di Pozzuolo [...]).

In effetti SACCO (1899: 91-2) fa precedere la sua trattazione sugli anfiteatri morenici del Veneto (termine che, a lungo, ha geograficamente compreso anche Friuli e Trentino) da un ampio capitolo dedicato alla descrizione del substrato cenozoico, all'interno della quale si fa più volte riferimento al lembo di Pozzuolo. In particolare:

Chiudo questi cenni sul Miocene friulano ricordando l'interessantissimo affioramento elveziano di Pozzuolo, si tratta di pochi banchi arenacei che affiorano per meno di 100 metri nell'alveo del Cormor, mostrando inclinazione verso ovest all'incirca. Vi si rinvergono resti di *Scutella*, *Lithothamnium*, denti di squali, ecc. Per quanto assai meschino, tale affioramento è molto importante perché serve a delinearci la grande curva che devono formare i terreni miocenici fra Cornino-Colle Clapat e Pozzuolo, sotto i depositi quaternari dell'Udinese e, sembra, a non grande profondità. Tale andamento, d'altronde, è affatto naturale appoggiandosi probabilmente quivi come in generale nel Friuli, la serie miocenica ai terreni eocenico-cretacei che costituiscono l'ampia e nota curva subalpina del Friuli orientale.

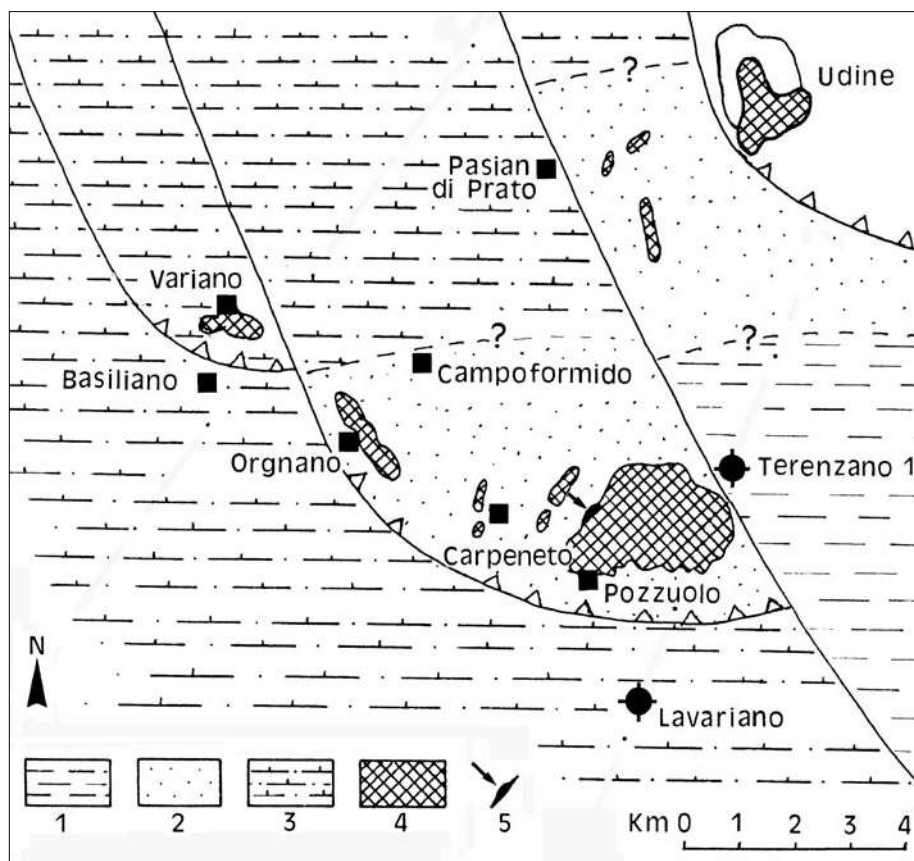


Fig. 5 - Schema geologico del substrato pre-Quaternario ipotizzato in VENTURINI (1987, modif.). 1. Eocene medio, 2. Miocene inf.-medio, 3. Miocene sup., 4. Affioramenti di conglomerati pre-würmiani, 5. Miocene affiorante a Pozzuolo.

- Geological map of the pre-Quaternary substrate hypothesized by VENTURINI (1987, mod). 1. Middle Eocene, 2. Lower-Middle Miocene, 3. Upper Miocene, 4. pre-Würmian conglomerates outcrops, 5. Miocene outcrops of Pozzuolo.

Il tema viene poi ripreso nella descrizione dei termini quaternari, quando SACCO (1899: 112-3) riporta:

Nella pianura udinese compaiono qua e là verso sud piccoli affioramenti conglomeratici che vennero sinora attribuiti ad uno stesso orizzonte, il Sarmatiano o Messiniano; per quel poco che si può vedere o intravedere, e quindi giudicare, sembra che i conglomerati del castello di Udine e di Variano siano attribuibili al Messiniano, ma negli affioramenti di Orgnano e di Carpeneto sembrano piuttosto Villafranchiani [...]; così è pure presso Pozzuolo, contro e sopra il piccolo affioramento miocenico, parmi potersi distinguere la seguente serie:

Sahariano. – ciottoli e loess giallo-rossiccio.

Villafranchiano. – Conglomerato, fra cui grossi frammenti di arenaria miocenica.

Sabbia rossiccia e sabbia marnosa grigio giallognola, costituente talora zone acquifere, superiormente alquanto erosa in modo irregolare.

Eleveziano. – Arenaria giallastra fossilifera.

L'attribuzione da parte di SACCO di questi livelli all'Elveziano (= Serravalliano) deriva anche da una sua premessa ove precisa (1899: 85) come molti degli autori che hanno descritto il terziario del "Veneto" abbiano erroneamente attribuito all'Aquitano depositi che egli data soprattutto all'Elveziano con particolare riferimento al Bacino piemontese.

STEFANINI (1911b: 753), ricorda l'affioramento di Pozzuolo del Friuli "costituito da sola molassa glau-

coniosa, fossilifera". Successivamente lo stesso STEFANINI (1915a) attribuisce queste arenarie più specificamente al Langhiano, correlandole con i livelli basali della successione miocenica affiorante a Meduno e in Val d'Arzino, nelle Prealpi Carniche meridionali⁴⁾, che lo stesso Autore riteneva anch'essi Langhiani; va ricordato che a quei tempi non era ancora in uso nella descrizione delle serie sudalpine il piano "Burdigaliano", introdotto nella letteratura scientifica solo nel 1892.

Successivamente FERUGLIO (1920: 67) riporta per il T. Cormôr all'altezza di Pozzuolo, solamente:

"... su questa riva, alta 5-8m, verso la base, affiorano gli strati d'un'arenaria fossilifera Miocenica, sulla quale s'appoggia direttamente un banco di conglomerato alluvionale...".

COMEL (1947) affronta l'aspetto più prettamente strutturale:

"... nei terrazzi di Udine si può vedere il prolungamento dell'anticlinale di Buttrio; nei terrazzi di Pozzuolo [...] di quella del Carso-Monte di Medea. [...] l'andamento del substrato più antico (miocenico) che [...] a Pozzuolo [...] spunta in superficie, mentre ad Orgnano [...] si trova a 39 metri di profondità".

4) "La grande ricchezza di denti di pesce, come pure la costituzione litologica, ricordano subito le arenarie glauconitiche a dente di pesce dell'Arzino [...] L'assimilazione delle arenarie di Pozzuolo al più basso livello del Miocene Friulano sembra dunque molto probabile" (STEFANINI 1915a: 407).

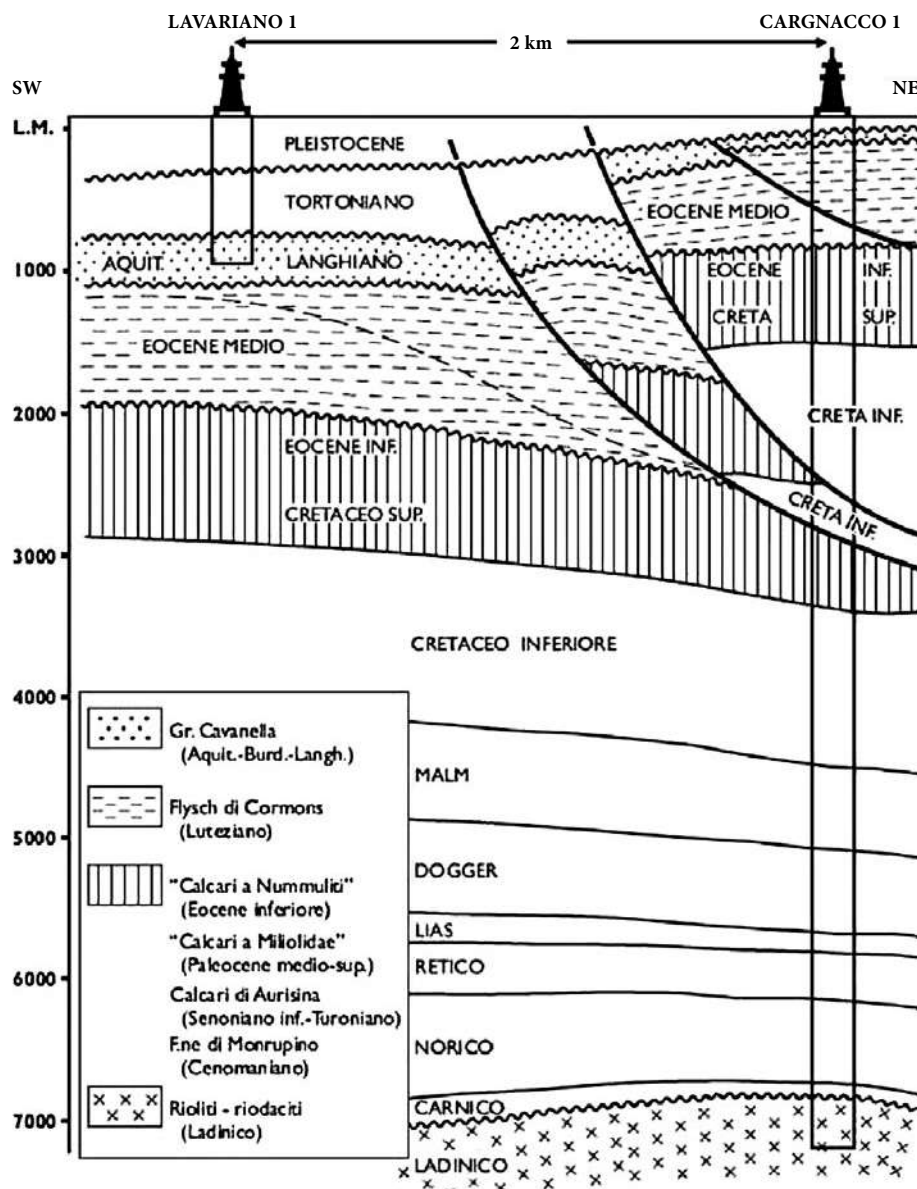


Fig. 6 - Sezione geologica passante per i pozzi Cagnacco 1 e Lavariano 1; dettaglio di Fig. 4 (da VENTURINI 2002). Il dislivello tra il Miocene inferiore attraversato dai due pozzi è di circa 1 km.

- Geological section through the Cagnacco1 and Lavariano1 wells; detail of Fig. 4 (from VENTURINI 2002). The difference in height between the lower Miocene crossed by the two wells is about 1 km.

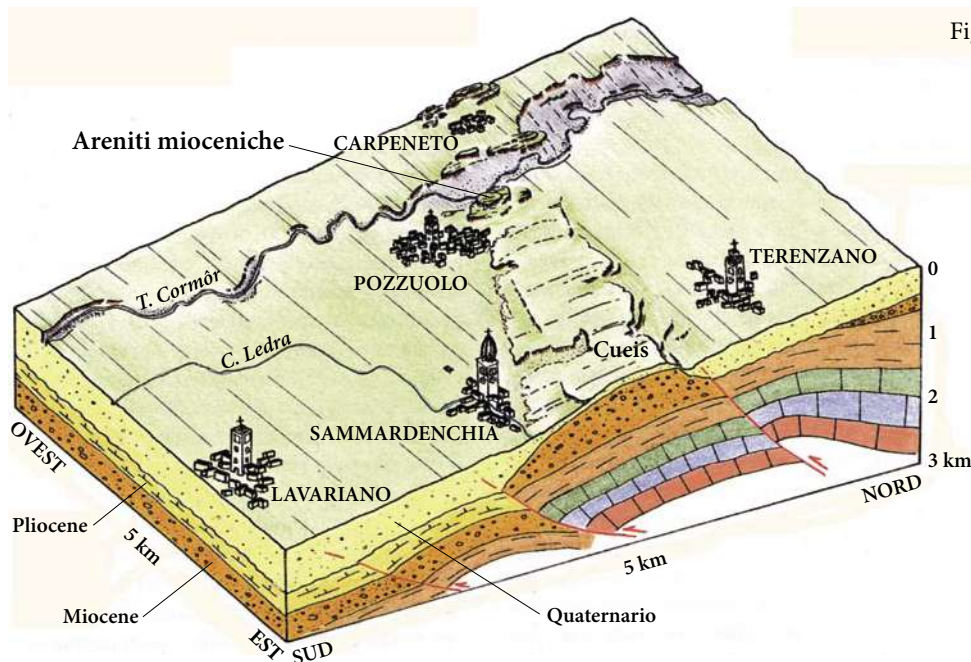


Fig. 7 - Stereogramma del terrazzo tettonico di Pozzuolo con schematizzazione della geologia di sottosuolo (da FONTANA 1999, mod.); è indicato l'affioramento delle arenite mioceniche.

- Stereogram of the tectonic terrace of Pozzuolo with sketch of the geology of the subsoil (from FONTANA 1999, mod.); the outcrop of Miocene arenites is indicated.

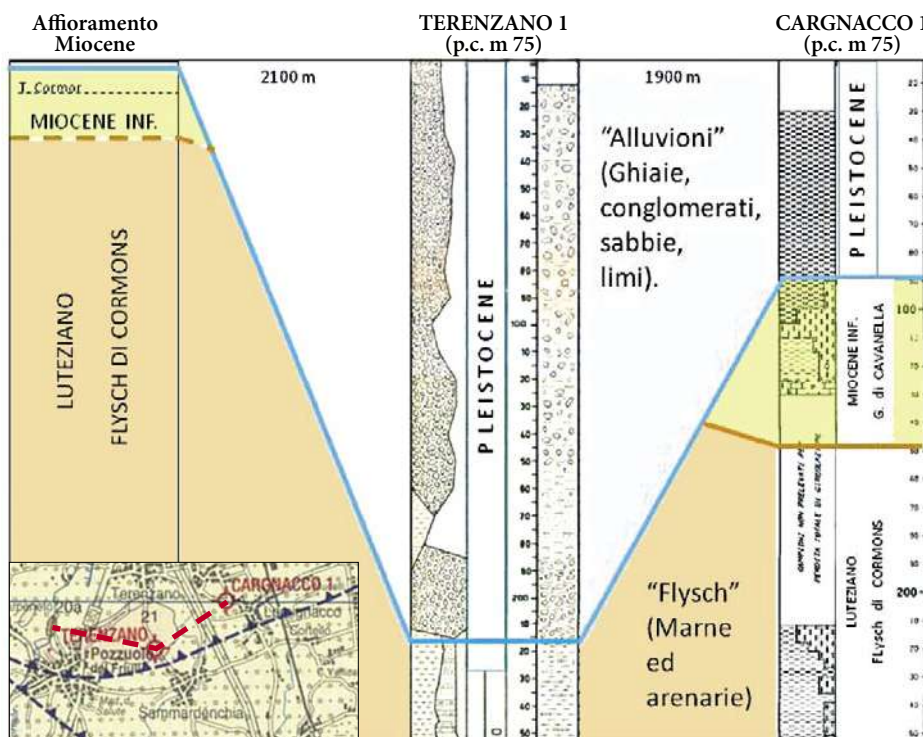


Fig. 8 - Correlazione lungo la Dorsale di Pozzuolo, tra l'affioramento delle arenarie mioceniche e i pozzi di Terenzano 1 e di Cargnacco 1 (mod. da www.videpi.com/videpi/pozzi/consultabili.asp).

Da notare l'assenza di depositi miocenici in Terenzano 1, con i conglomerati pleistocenici che poggiano direttamente sul flysch luteziano.

- *Stratigraphic correlations along the Pozzuolo High, between the Miocene sandstone outcrop and the Terenzano 1 and Cargnacco 1 wells (mod. from www.videpi.com/videpi/pozzi/consultabili.asp).*

Note the absence of Miocene deposits in Terenzano 1 well, with the Pleistocene conglomerates laying directly on the Lutetian flysch.

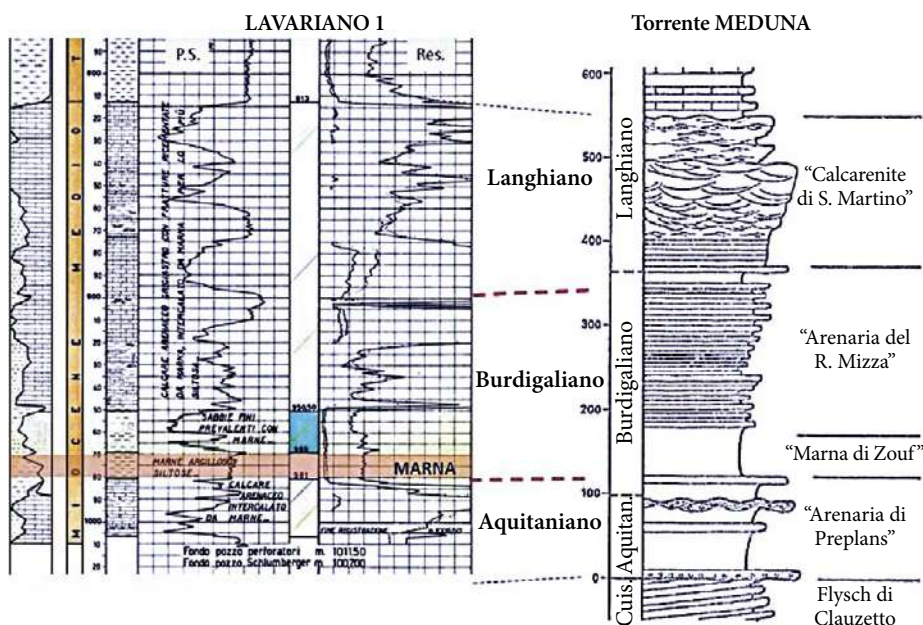


Fig. 9 - Correlazione tra la successione aquitaniano-langhiana del T. Meduna (STEFANI 1982) e il tratto inferiore del pozzo Lavariano 1. Il Gruppo di Cavanella dei Pozzi Eni comprende depositi di età Chattiano-Langhiano.

- *Correlation between the Aquitanian-Langhian succession of T. Meduna (STEFANI 1982) and the lower part of the Lavariano 1 well. The Cavanella Group, indicated in Eni's wells, include Chattian-Langhian deposits.*

L'assetto tettonico dell'area

Il peculiare affioramento del Torrente Cormôr, in piena Pianura Friulana, è dovuto a sollevamenti di origine tettonica. Il problema dell'emersione dei conglomerati e dello stesso Miocene rimase un problema insoluto fino alle prime acquisizioni sismiche effettuate dall'AGIP nella Pianura Friulana, cui seguì, nel 1963, la perforazione del pozzo Terenzano 1 (Figg. 1, 8), che raggiunse la profondità di 702 metri. Le interpretazioni delle linee sismiche evidenziarono che la posizione rialzata della dorsale di Pozzuolo era dovuta movimenti lungo importanti faglie (AMATO et al. 1976;

CATI et al. 1987). Le strutture associate alle faglie sono normalmente ritenute il fronte più esterno della catena dinarica, con sovrascorrimenti ad andamento NW-SE di età paleogenica.

L'assetto strutturale è in realtà più articolato, con riattivazioni "alpine" neogeniche, apparentemente più importanti dei movimenti paleogenici. Le faglie principali sono rappresentate da sovrascorrimenti ciechi (non affioranti) o sepolti (coperti da depositi indisturbati), come le cosiddette Linee di Palmanova e di Pozzuolo, ritenute ad andamento generale NW-SE, ma verosimilmente costituite da un più complesso involucro di strutture ad andamento W-E e NW-SE.

In particolare, l'affioramento ad andamento est-ovest dei conglomerati di Pozzuolo sembra associato ad una faglia inversa ad andamento E-W o SW-NE, che passa poco a sud del pozzo Cagnacco (Figg. 1, 4, 6), trasversale se non perpendicolare ai lineamenti "dinari-ci". Ciò risulta essere anche in accordo con la direzione dei movimenti geodinamici post-tortoniani, di età "alpina", con spinte orientate N-S e NW-SE.

Come detto, importanti informazioni sulla geologia dell'area di Pozzuolo derivano da sezioni sismiche a riflessione e da pozzi eseguiti per la ricerca di idrocarburi (MERLINI et al. 2002; NICOLICH et al. 2004). Nella zona sono infatti stati perforati tre pozzi profondi (Figg. 1, 4, 6, 8), Terenzano 1, Lavariano 1 e soprattutto Cagnacco 1 (VENTURINI 2002). Le litostratigrafie dei pozzi sono reperibili sul sito del MiSE (progetto ViDEPI).

Nelle Figg. 4 e 6 si notano importanti movimenti verticali lungo alcune faglie, ma sono da ipotizzare anche movimenti perpendicolari alle sezioni, in accordo con le attuali spinte compressive "alpine" (PONTON 2015; cfr. anche VENTURINI 1987; Fig. 5).

Litologia superficiale

La litologia di superficie è rappresentata da ghiaie e localmente conglomerati, con litosomi poco distinguibili, se non per il diverso grado di alterazione dei ciottoli. Netta invece è la differenza litologica con l'affioramento arenaceo sul greto del Torrente Cormôr, nella località "Grote" o "Mine dal Tami", esteso per poco meno di centinaio di metri, lungo la scarpata che si eleva al massimo una decina di metri sull'alveo del torrente. Nella stessa località, sull'arenaria poggiano banchi conglomeratici del Pleistocene, analoghi a quelli affioranti presso Carpenedo, a ovest del torrente. Le arenarie mioceniche e i sovrastanti conglomerati sono separati da una discontinuità ad andamento ondulato per la presenza di solchi erosivi molto evidenti: essa immerge a NE (similmente agli strati, che sono poco evidenti) mentre il conglomerato sovrastante presenta delle clinostratificazioni, appena accennate, immergenti a WNW (Fig. 3).

I clasti dei conglomerati risultano poligenici, essenzialmente calcareo-dolomitici e in subordine arenacei, con elementi di rocce eruttive e tufacee provenienti dalla Carnia.

Ai conglomerati seguono i depositi fluvio-glaciali prewürmiani, che ricoprono le superfici dei terrazzi tettonici e sono costituiti da limi commisti a sabbie, in vario stato di alterazione, da brune a rossastre, con diffusi ciottoli, ed infine le alluvioni fluvio-glaciali würmiane che costituiscono la pianura circostante, con rimaneggiamento olocenico da parte del Torrente Cormôr.

Dati dal sottosuolo

Nel pozzo Cagnacco 1, ad est di Pozzuolo, al di sotto di ghiaie e conglomerati pleistocenici, tra le quote di -3 e -63 metri sotto il livello mare, sono state attraversate arenarie, calcareniti e peliti del Miocene inferiore (Fig. 8), riferite al Gruppo di Cavanella, dal nome di un pozzo con analoghe facies perforato a sud di Portogruaro. Si tratta di depositi di piattaforma terrigeno-carbonatici, analoghi alle unità litostratigrafiche affioranti nelle Prealpi che costituiscono il primo ciclo delle "molasse". Il gruppo è stato diviso in due unità di età Chattiano-Aquitano (Cavanella A) e Burdigaliano-Langhiano (Cavanella B) (FANTONI et al. 2002). Anche nel pozzo Cagnacco 1 sono apparentemente presenti due sequenze, una inferiore, con calcareniti, ed una superiore, con arenarie a maggiore contenuto terrigeno, separate da un orizzonte pelitico. La successione miocenica osservabile oggi nel pozzo doveva essere in origine più potente e stratigraficamente completa, in quanto i valori di maturità della materia organica raggiunti dalla sottostante serie di flysch luteziano, ove si registrano valori di Ro (riflettenza della vitrinite) intorno a 0,6-0,7%, sono incompatibili con la ridottissima copertura sedimentaria attualmente presente (FANTONI et al. 2002).

Nel pozzo Terenzano non sono stati riscontrati depositi miocenici, e i conglomerati pleistocenici poggiano direttamente sul flysch eocenico. Un'analogia situazione sembra presente nel pozzo idrico n. 8 di STEFANINI (1986), ubicato alla periferia NW di Pozzuolo, circa 300 metri a sud dell'affioramento miocenico: al di sotto di una successione di ghiaie, conglomerati ed argille, da m 96 a m 118 sotto il piano di campagna, sono state attraversate argille compatte, azzurre, talora verdastre, più o meno sabbiose; questo tratto mostra apprezzabili affinità con il flysch di Terenzano 1 e Cagnacco 1. Ciò suggerisce una paleomorfologia estremamente articolata, con consistenti fenomeni erosivi precedentemente alla deposizione clastica grossolana del Pleistocene.

Oltre al terrazzo di Pozzuolo del Friuli, oltre al colle di Udine e alla dorsale di Bonavilla (Dorsale di Pasian di Prato) ubicati a settentrione, nell'alta Pianura Friulana centrale, emergono altri rilievi conglomeratici, a Variano, Orgnano e Carpeneto (Fig. 1), determinati dai movimenti del medesimo inviluppo di faglie. I vari blocchi strutturali si sono dislocati prevalentemente in età post-tortoniana; con movimenti che sono proseguiti anche nel Pleistocene (VENTURINI 2002, 2016). La presenza di depositi tortoniani riscontrati in un pozzo per uso idrico a Variano (VENTURINI 1987) al di sotto di conglomerati pleistocenici, indica che la sedimentazione marina nella Pianura Friulana centrale è proseguita per altri milioni di anni e che l'emersione si è verificata a partire dal Messiniano e soprattutto

nel Pliocene, analogamente a quanto verificatosi nelle Prealpi meridionali. Le spinte compressive neogeniche, successive al Tortoniano, hanno causato la formazione di pieghe e faglie. Sui sedimenti marini del Miocene, dopo una lunga fase di emersione ed erosione, si sono sovrapposti i depositi alluvionali conglomeratici e ghiaiosi pleistocenici ed attuali.

Circa 3 km a sud di Pozzuolo del Friuli, nel 1963 è stato perforato il pozzo Lavariano 1 (Figg. 6, 9), ultimato a 1011 metri in areniti infra-mioceniche (MANCIN et al. 2007, 2016). Al di sopra di circa 200 metri di queste areniti (Gruppo di Cavanella), sono presenti circa 430 metri di depositi tortoniani, costituiti da marne e peliti più o meno sabbiose (Marne di S. Donà), passanti verso l'alto a siltiti ed arenarie (Arenarie di Vittorio Veneto), coperte da ghiaie pleistoceniche. La successione tortoniana si è, con tutta probabilità, deposta anche a Pozzuolo ed è stata successivamente erosa. La consistente fase erosiva evidenziata in Fig. 8 sarebbe, quindi, di età post-tortoniana; la profonda incisione in cui si inseriscono le "alluvioni" di Terenzano richiama le paleo-valli tardo-messiniane del sottosuolo della Pianura Friulana occidentale discusse in ZANFERRARI et al. (2008), riempite da depositi clastici plio-pleistocenici.

I depositi del Gruppo di Cavanella (informalmente definiti Glauconie) del pozzo Lavariano 1 sono stati attribuiti da MANCIN et al. (2007) al Burdigaliano-Langhiano e sono divisi in due sequenze calcarenitiche separate da uno spesso intervallo marnoso-pelitico,

passante verso l'alto a silt e sabbie fini. Queste due sequenze richiamano la suddivisione Cavanella A e B di FANTONI et al. (2002). Il profilo di pozzo disponibile nel progetto ViDEPI riporta la presenza di foraminiferi planctonici (*Globigerinidae*) nella carota di m 951, al top di un intervallo siltoso-sabbioso, e di piccole *Globigerina* nei *cuttings* presso la base del sottostante intervallo marnoso (m 981). I sia pur subordinati foraminiferi planctonici e la drastica riduzione degli apporti clastici grossolani nell'orizzonte marnoso indicherebbero una fase trasgressiva analoga a quella riscontrata nelle Prealpi meridionali al passaggio tra Aquitaniano e Burdigaliano. In quest'ottica, in Fig. 9 è rappresentata una possibile correlazione lito-stratigrafica con le successioni delle Prealpi Giulie meridionali, in particolare con la serie di Meduno (STEFANI 1982), che suggerirebbe la presenza di un intervallo Aquitaniano alla base della successione del pozzo Lavariano. Questo intervallo, descritto come "calcare arenaceo intercalato da marne", secondo quanto riportato nel profilo di pozzo contiene briozoi, echinidi, molluschi, *Heterostegina* e *Lithothamnium*, associazione non indicativa dal punto di vista cronostatigrafico.

L'orizzonte marnoso, indicato in Fig. 9, corrisponderebbe alla Marna di Zouf del Torrente Meduna; a Meduno, alla base di questo orizzonte, sono state riscontrate ricche associazioni a foraminiferi planctonici, sintomo di un sensibile, ma temporaneo, approfondimento, poi in parte compensato da tassi di sedimentazione nettamente superiori a quelli riscontrati a Lavariano.



Fig. 10- Le evidenti laminazioni incrociate concave nella parte inferiore della successione affiorante a Pozzuolo; sono presenti frammenti di molluschi ed altri fossili non determinabili.

- The evident cross laminations in the lower part of the Pozzuolo section; fragments of molluscs and other indeterminate fossils can be identified.

Cenni geomorfologici

La morfologia di questo settore dell'alta Pianura Friulana, caratterizzato proprio dalla presenza di piccoli rilievi isolati e dalla incisione del Torrente Cormôr, è stata descritta in passato da FERUGLIO (1920) e più recentemente, soprattutto in relazione all'interessante contesto preistorico, da FONTANA (1999, 2006).

Alcuni aspetti geomorfologici dell'intera area in esame vengono ulteriormente approfonditi nell'articolo di FONTANA & FERRARI (2020), pubblicato in questo stesso volume e al quale si rimanda.

I depositi miocenici: litologia

Il piccolo ma importante affioramento miocenico è esposto a tratti su una lunghezza totale di circa 80 m ed è potente circa 6.50 m (Fig. 3). Si osservano areniti in sequenza positiva: i primi 2 m sono arenarie mal classate con qualche clasto rudistico e frammenti bioclastici, mentre nella tre quarti superiore si passa ad areniti fini tendenti al silt. Si possono definire genericamente come calcareniti quarzose con abbondanti bioclasti. Il colore è generalmente grigio-verdastro chiaro. La stratificazione è mal visibile e il sedimento presenta notevoli bioturbazioni cilindriche verticali o lievemente inclinate, sempre presenti ma a volte più diffuse.

Le rare strutture sedimentarie sono limitate a strutture trattive a scala variabile, da *ripples* centimetrici a irregolari superfici ondulate a scala metrica (Fig. 10), verosimilmente legate a meccanismi di trasporto da moto ondoso, in un contesto di mare poco profondo. Le sia pur labili basse ondulazioni metriche richiamano alcuni tipi di strutture determinate da tempeste; strutture analoghe sono state segnalate nel medesimo contesto stratigrafico al bordo delle Prealpi (*megawave* di STEFANI 1982; *hummocky crossbedding* caratterizzanti *storm dominated linear sand ridges* di MASSARI et al. 1986). Sono state eseguite alcune sezioni sottili e, da una prima analisi petrografica, si può definire una percentuale di circa 55% di carbonati (frammenti litici di calcari e dolomie, bioclasti, matrice e cemento), 40% di quarzo e quarziti, 2% di feldspati alcalini, 3% fra plagioclasti, selce, glauconite e miche. La matrice calcarea è abbondante mentre il cemento spatico è a piccole plaghe. I bioclasti sono localmente più concentrati e vi si riconoscono frammenti di echinidi, lamellibranchi e briozoi. Sono presenti foraminiferi, che vengono descritti nel paragrafo successivo.

È da sottolineare la scarsissima maturità di molti clasti terrigeni, troppo spigolosi considerando il contesto paleoambientale. Si tratta di granuli generalmente molto trasparenti, coi bordi vivi e che talora presentano delle evidenti ed anomale rientranze; la grana è di circa 0,1-0,4 mm (si vedano, ad esempio, i

clasti "trasparenti" assieme ai Foraminiferi in alcune microfacies sotto riportate). Tali granuli potrebbero richiamare i clasti vulcanici descritti da GRANDESSO & STEFANI (1990) nel Miocene delle Prealpi Friulano-Venete.

I depositi miocenici: aspetti paleontologici

Le areniti, oltre alle frequenti bioturbazioni, presentano rari macrofossili interi, ad eccezione di quelli raccolti, prevalentemente in passato, nei livelli meno resistenti. STEFANINI (1915a: 407), oltre a *Scutella forumjuliensis*, segnala anche il bivalve pettinide *Pecten praescabriusculus*, denti di pesce (*Hemipristis serra*, *Odontaspis acutissima*, *O. cuspidata*), balanidi (*Balanus tintinnabulum*, *B. spongicola*), briozoi, modelli interni di bivalvi e fucoidi.

Nella parte più bassa dell'affioramento sono comunque distinguibili frammenti indeterminabili, attribuibili soprattutto a molluschi (Fig. 10), nella parte intermedia si osservano alcuni echinidi mentre tracce ed altre strutture sono ben visibili in tutto l'affioramento.

Foraminiferi

In sezione sottile sono stati individuati vari esemplari di foraminiferi: *Globigerinoides* sp., *Globigerinoides ?primordius*, *Ammonia* gr. *beccarii*, *Heterostegina* sp., *Amphistegina* sp., *Globorotalia* sp., *Rotalia* sp., Discorbidae, Ataxophragmidae. I foraminiferi bentonici e planctonici riscontrati in sezione sottile sono stati determinati a livello di famiglia o di genere, mentre le attribuzioni a livello specifico sono state effettuate in modo orientativo o dubitativo.

Le associazioni sono riferibili ad un generico Miocene, escludendo l'Oligocene superiore, vista la presenza in particolare di esemplari di *Globigerinoides*. La difficoltà di estrarre le forme planctoniche dalla matrice ha impedito maggiori precisazioni a livello specifico. La presenza di foraminiferi planctonici, con il guscio relativamente ben conservato, tenderebbe a far escludere significativi rimaneggiamenti e suggerirebbe un ambiente interessato da apprezzabili correnti provenienti dal mare aperto; ciò lascia presupporre la concomitante presenza di nannoplancton non rimaneggiato, la cui analisi, assieme ad ulteriori studi sulle associazioni a micro- e macrofossili, probabilmente fornirà un quadro biostratigrafico più approfondito.

Di seguito vengono descritti i reperti fossili che è stato possibile esaminare direttamente perché presenti nelle collezioni paleontologiche del Museo Friulano di Storia Naturale e del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze o chiaramente visibili *in situ*. Il materiale del Museo di Udine è costituito da collezioni storiche e da un piccolo repertorio (soprattutto denti

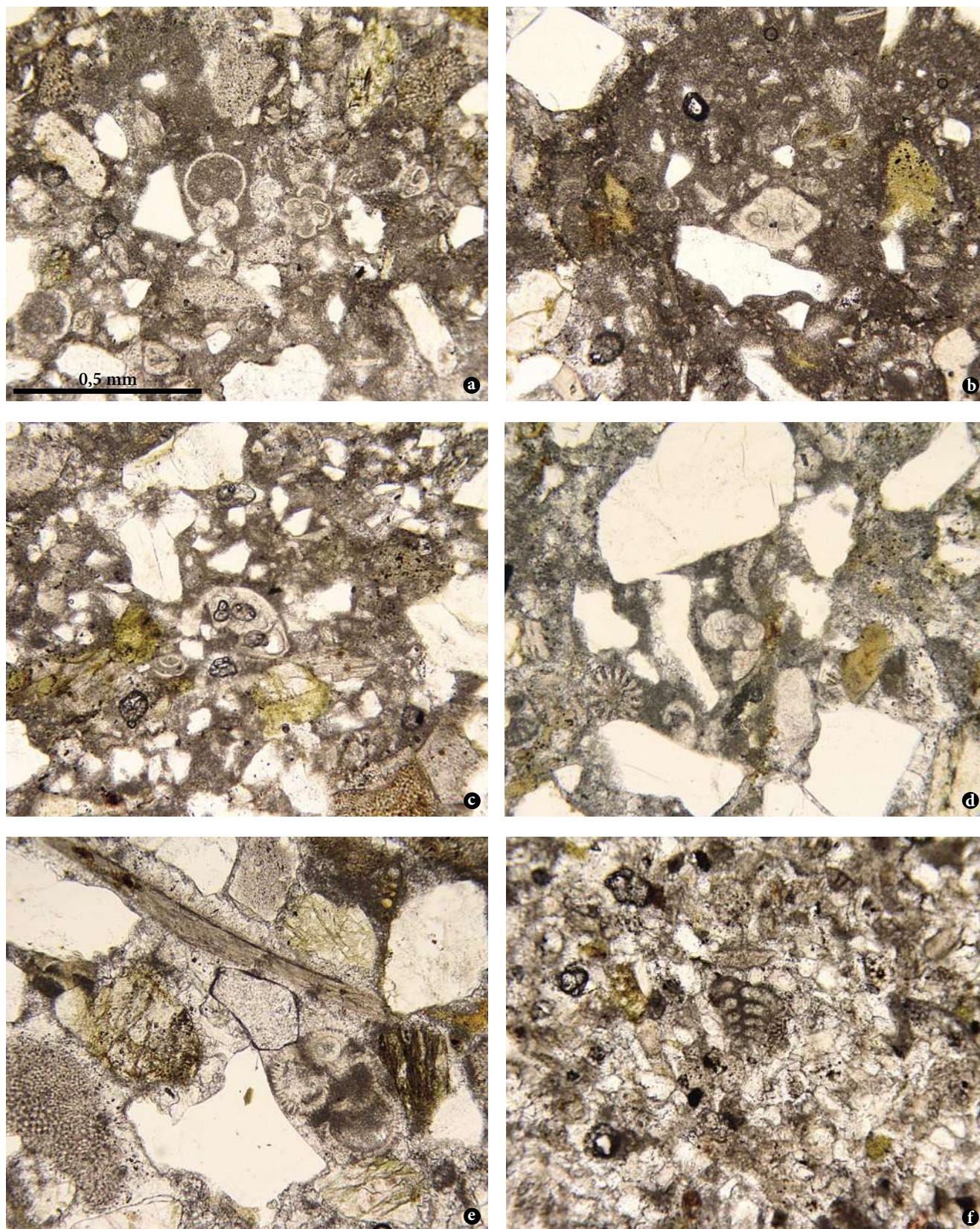


Fig. 11 - Sezioni sottili di campioni provenienti dall'affioramento miocenico di Pozzuolo. Parte basale della successione: a) *Globigerinoides*; spp.; b) *Rotalia* sp. in clasto di calcare del Cretacico; c) *Ammonia* gr. *beccarii*; d) *Globorotalia* sp. (al centro). Radiolo di echinide (a sn). Parte intermedia della successione: e) *Globigerinoides* sp.. Parte superiore della successione: f) *Ataxophragmidae*.

- Thin sections of rock samples from the Pozzuolo Miocene outcrops. Basal part of the section: a) *Globigerinoides*; spp.; b) *Rotalia* sp. in a pebble of Cretaceous limestone; c) *Ammonia* gr. *beccarii*; d) *Globorotalia* sp. (in the center of the figure) and Echinid radius (left). Intermediate part of the section: e) *Globigerinoides* sp.. Upper part of the section: f) *Ataxophragmidae*.

di pesci, piccoli molluschi e alcuni briozoi) rinvenuto negli anni Settanta del secolo scorso da uno degli autori (SV).

Per evitare inutili appesantimenti, nella parte sistematica vengono proposti i riferimenti bibliografici relativi ai soli reperti del sito di Pozzuolo, ad eccezione dei briozoi, trattandosi in questo caso di una nuova segnalazione.

Alge calcaree

La presenza in questo sito di alge calcaree è riportata da vari autori (SACCO 1899, cita *Lithothamnium*) ma non vi è materiale di riferimento fra quello esaminato a Udine e Firenze.

Sull'olotipo di *Scutella forumjuliensis* conservato al Museo di Firenze (IGF 103506), sono però presenti estese incrostazioni (Fig. 12) riferibili ad alge calcaree. Analogamente, simili incrostazioni sono presenti in alcuni esemplari di *Parascutella* conservati al Museo Friulano di Storia Naturale.

Balanidi

STEFANINI (1916) segnala la presenza diversi esemplari di balanidi dalle arenarie mioceniche di Pozzuolo, attribuendoli a *Balanus tintinnabulum* e a *B. spongicola*.

L'unico esemplare che è stato possibile esaminare è quello conservato nel Museo di Storia Naturale del-

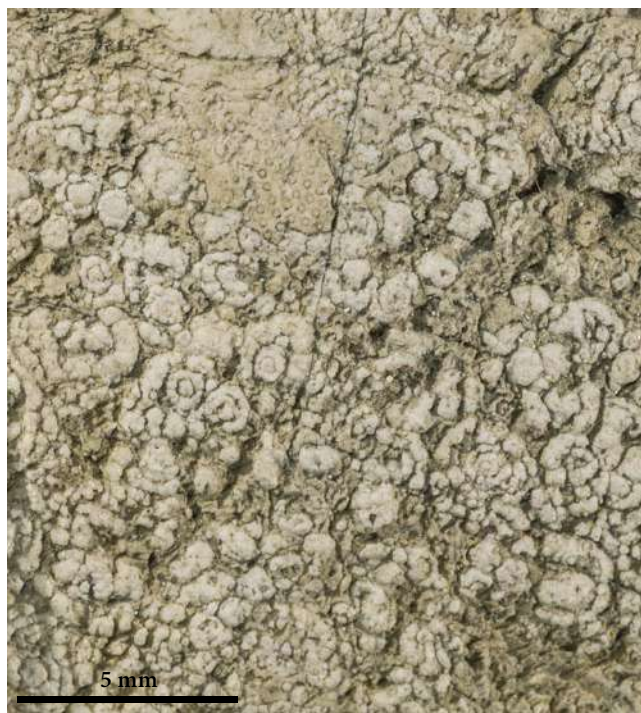


Fig. 12 - Incrostazioni di alge calcaree sull'olotipo di *Parascutella forumjuliensis* (Museo di Storia Naturale, Università di Firenze; foto A. Grigioni).

- Encrusting calcareous algae on the holotype of *Parascutella forumjuliensis* (Museo di Storia Naturale, University of Florence; photo by A. Grigioni).

l'Università di Firenze (IGF 103779, Fig. 13), mentre non risultano presenti balanidi provenienti da Pozzuolo nelle collezioni storiche del Museo Friulano di Storia Naturale di Udine: vi è solo un piccolo frammento indeterminabile nel materiale rinvenuto negli anni Settanta.

Sistematica

Phylum: Artropoda LATREILLE, 1829

Classe: Maxillopoda DAHL, 1956

Sottoclasse: Cirripedia BURMEISTER, 1834

Ordine: Sessilia LAMARCK, 1818

Famiglia: Balanidae LEACH, 1817

Genere: *Megabalanus* HOECK, 1913

Megabalanus tintinnabulum (LINNAEUS, 1758)
(Fig. 13)

1916 *Balanus tintinnabulum* LINNAEUS, 1758 - STEFANINI: 26-7.

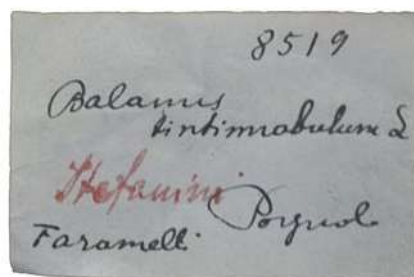
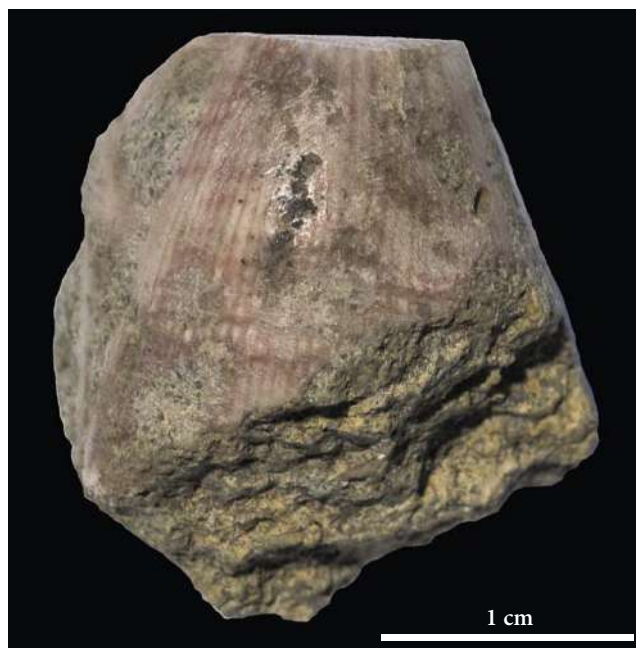


Fig. 13 - L'esemplare di balanide descritto da STEFANINI (1916) e raccolto da T. Taramelli (Museo di Storia Naturale, Università di Firenze, IGF 103779; foto A. Grigioni), con il cartellino originale.

- The barnacle specimen described by Stefanini (1916) and collected by T. Taramelli (Museo di Storia Naturale, University of Florence, IGF 103779; photo by A. Grigioni), with the original label.

L'esemplare di Firenze (IGF 103778) è conservato solo parzialmente; presenta una forma tronco-conica ed è stato tagliato verso la parte apicale, probabilmente dallo stesso Stefanini per una più corretta determinazione. La parte conservata e visibile (piastre laterali) è tipicamente solcata da linee sottili che dalla base convergono verso l'apertura superiore. In parte è riconoscibile la tipica colorazione rossastra.

La specie ha una distribuzione mondiale che va dal Miocene al Recente, ed è oggi comune nelle fasce in-

tertidali, in particolare nelle zone battute dalle onde (DOYLE et al. 1996)

Molluschi pettinidi

Fra molluschi presenti nel Miocene di Pozzuolo, Stefanini, pur citando la presenza di “modelli interni di bivalvi”, descrive solo un Pectinide (Fig. 14) che, in realtà, l'autore cita nella monografia sul Neogene Veneto (STEFANINI 1915a: 407) ma non riporta poi nell'articolo specifico sulle faune di Pozzuolo (STEFANINI

Fig. 14 - L'esemplare di *Chlamys praescabriusculus* (recte *Aequipecten praescabriusculus*) raccolto e descritto da STEFANINI (1915a) (Museo di Storia Naturale, Università di Firenze, IGF 103778; foto A. Grigioni). Sotto, il cartellino originale che riporta *Pecten praescabriusculus*.

- The specimen of *Chlamys praescabriusculus* (recte *Aequipecten praescabriusculus*) collected and described by STEFANINI (1915a) (Museo di Storia Naturale, University of Florence, IGF 103778; photo by A. Grigioni). Below, the original label reporting *Pecten praescabriusculus*.

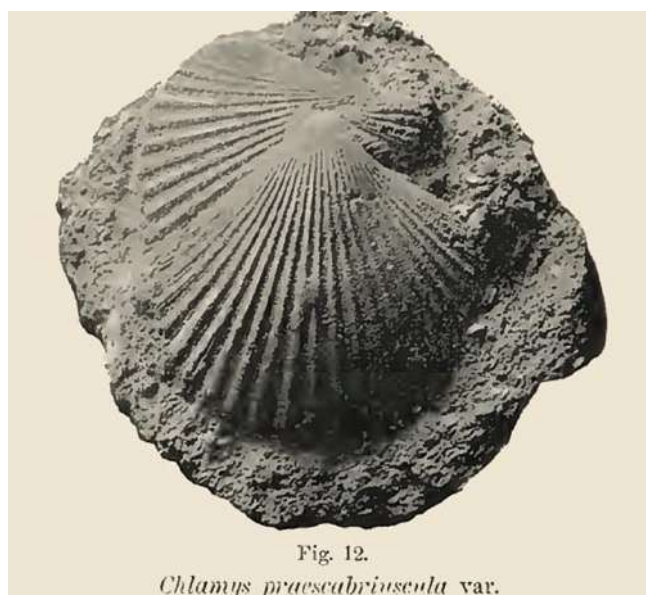
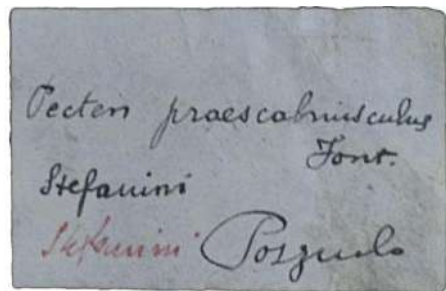


Fig. 12.

Chlamys praescabriuscula var.



Fig. 15 - A sinistra, “varietà” di *Chlamys praescabriuscula* (ora *Aequipecten praescabriusculus*; da S. Leonardo, Verona; STEFANINI 1916); a destra, *A. praescabriusculus* (Provenza, Francia; <http://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr>).

- On the left, “variety” of *Chlamys praescabriuscula* (now *Aequipecten praescabriusculus*; from S. Leonardo, Verona; STEFANINI 1916); on the right, *A. praescabriusculus* (Provence, France; <http://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr>).

1916: 183-7). Ovviamente, non è possibile sapere se si tratta di una dimenticanza o di una scelta legata ai dubbi tassonomici che lo stesso autore segnala per *Chlamys praescabriuscula*.

L'*Aequipecten praescabriusculus* illustrato in STEFANINI (1916), secondo lo stesso Autore, è diverso dalla forma tipica francese (si veda anche il confronto in Fig. 15). Di seguito, è riportata una sintesi della descrizione di Stefanini (nella quale appare anche una certa confusione nel riferire la specie ai generi *Pecten* o *Chlamys*).

“Di questa forma interessante ho potuto raccogliere ed esaminare un numero molto ragguardevole di esemplari, la maggior parte di dimensioni relativamente grandi, alcuni assai ben conservati, altri più o meno frammentari. Si tratta di una conchiglia sub-equivalente, inequilaterale, assai rigonfia negli individui adulti, più depressa nei giovani, con circa 16-18 coste a profilo rotondeggiante, presso a poco eguali o di poco più strette degli spazi intercostali. La superficie è ornata di costole, le quali, incrociandosi con le linee d'accrescimento originano delle serie di rilievi scagliosetti poco sentiti: in alcuni dei miei esemplari, nei quali ho potuto meglio contarle, queste costole sono cinque per ogni costa e tre per ogni solco, risultando così quelle dei solchi un poco più rade e più grossolane di quelle delle coste; e mentre queste ultime sono a un dipresso uguali tra loro, delle prime la mediana è alquanto maggiore delle altre. L'ornamentazione occupa, più o meno ridotta, quasi tutta l'estensione delle coste, fino all'apice. Le linee che limitano questo sono curve assai sentite. L'orecchiette sono di mediocri dimensioni e formano un margine cardinale dritto: la anteriore destra è nettamente incisa dalla insenatura bissale e si adorna di alcune costicille radiali. Il gruppo delle *Chlamys* al quale queste nostre appartiene è costituito da parecchie specie, tutte straordinariamente vicine tra loro. Le differenze che passano tra l'una e l'altra consistono spesso in caratteri minuti, probabilmente assai suscettibili di variazioni. [...] Un accurato confronto col *P. praescabriusculus* tipico mi ha mostrato pure delle differenze, segnatamente nella statura, generalmente alquanto maggiore, dei miei esemplari, nella loro ornamentazione un po' più grossolana e nel maggior numero delle coste, che sono più strette e marcate. [...] Nella Sezione della Meduna alcuni strati sono un vero impasto di gusci riferibili a questa specie.”

Nella descrizione di Stefanini sopra riportata, la “varietà” avrebbe 16-18 coste, mentre nell'esemplare illustrato dall'Autore (proveniente da una località diversa da Pozzuolo) le coste sarebbero almeno 22. Anche la valva sottostante, parzialmente visibile in Fig. 15, mostra coste sottili e fitte. Le differenze con l'esemplare provenzale sembrano evidenti, ma sarebbe necessario un accurato confronto delle ornamentazioni su un maggior numero di individui, se non su popola-

zioni. Questa specie, solitamente attribuita al genere *Chlamys*, per la forma arrotondata e per le limitate differenze tra orecchiette anteriori e posteriori è più attinente al genere *Aequipecten*.

Sistematica

Classe: Bivalvia LINNAEUS, 1758

Sottoclasse: Pteriomorpha BEURLIN, 1944

Ordine: Ostreoida DE FÉRUSAC, 1822

Famiglia: Pectinidae RAFINESQUE, 1815

Genere: *Aequipecten* FISCHER, 1886

Aequipecten praescabriusculus (FONTANNES, 1878)
(Fig. 14)

1915a *Pecten praescabriusculus* STEFANINI: 407

1916 *Chlamys praescabriuscula* (FONT.) - STEFANINI: 183-7.

Attualmente è stato possibile esaminare un unico esemplare peraltro conservato solo parzialmente: quello conservato al Museo di Firenze (IGF 103778, Fig. 14), raccolto e determinato dallo stesso Stefanini. Le coste visibili sono piatte e larghe e ne sono riconoscibili 14-15.

Nel complesso l'esemplare, pur molto frammentario, presenta alcune significative differenze sia con le forme illustrate dal Miocene della Provenza (Fig. 15), per ornamentazione, rilievo delle coste e rapporti di larghezza tra coste e spazi intercostali, sia con gli esemplari illustrati e descritti dallo stesso Stefanini come varietà di *Chlamys praescabriuscula*, che presentano coste più sottili e, almeno apparentemente, più numerose.

Altri molluschi

I minuti molluschi esaminati sono talora esemplari giovanili, degni di menzione sono quelli riferibili a *Calliostoma*, *Nuculana*, *Timoclea*, generi non segnalati, per quanto a noi noto, nel Miocene inferiore del Sudalpino orientale. Oltre a quelli di *Nuculana*, sono relativamente frequenti gli esemplari di *Ringicula*, genere rinvenuto anche nei depositi burdigaliani del Torrente Meduna (BERNASCONI & ROBBA 1993), assieme ad alcuni Lucinidae (Figg. 18, 19).

Questi esemplari presenti nelle collezioni del Museo Friulano di Storia Naturale, fanno parte del piccolo campione rinvenuto in una tasca isolata di materiale sciolto, probabilmente rimaneggiato: la quantità e lo stato di conservazione non consente una determinazione più dettagliata.

Sistematica

Classe: Bivalvia LINNAEUS, 1758

Sottoclasse: Heterodonta NEUMAYR, 1884

Ordine: Venerida GRAY, 1854



Fig. 16 - *Timoclea* sp. (MFSN gp 51774).
- *Timoclea* sp. (MFSN gp 51774).

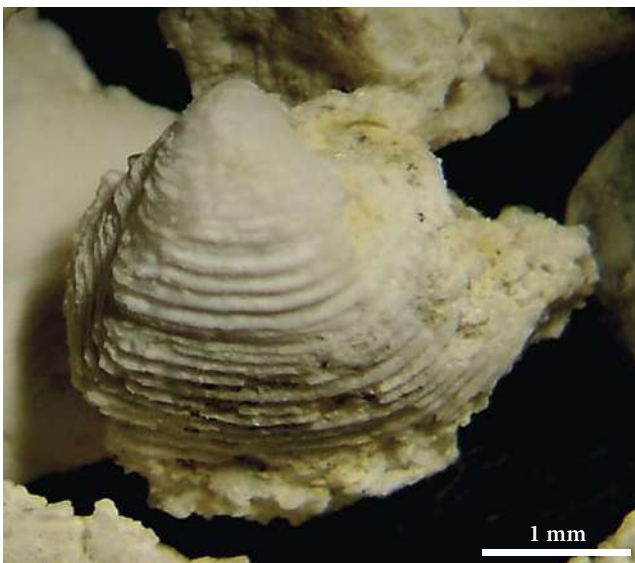


Fig. 17 - *Corbula* sp. (MFSN gp 51773).
- *Corbula* sp. (MFSN gp 51773).



Fig. 18 - Lucinidae (MFSN gp 51776).
- Lucinidae (MFSN gp 51776).



Fig. 19 - Lucinidae (MFSN gp 51775).
- Lucinidae (MFSN gp 51775).



Fig. 20 - *Nuculana* sp. (MFSN gp 51772).
- *Nuculana* sp. (MFSN gp 51772).



Fig. 21 - *Calliostoma* sp. (a sinistra MFSN gp 51769, a destra MFSN gp 51770).
- *Calliostoma* sp. (left MFSN gp 51769, right MFSN gp 51770).



Fig. 22 - *Ringicula* sp., circa 5 mm (sinistra: vista frontale, destra: vista dorsale).

- *Ringicula* sp., about 5 mm (left: frontal view, right: dorsal view).

Superfamiglia Veneroidea RAFINESQUE, 1815

Famiglia: Veneridae RAFINESQUE, 1815

Genere: *Timoclea* BROWN, 1827
(Fig. 16)

Classe: Bivalvia LINNAEUS, 1758

Sottoclasse: Heterodonta NEUMAYR, 1884

Ordine: Myida STOLICZKA, 1870

Superfamiglia: Myoidea LAMARCK, 1809

Famiglia: Corbulidae LAMARCK, 1818

Genere: *Corbula* BRUGUIÈRE, 1797
(Fig. 17)

Classe: Bivalvia LINNAEUS, 1758

Ordine: Nuculanida CARTER, CAMPBELL & CAMPBELL, 2000

Superfamiglia: Nuculanoidea ADAMS & ADAMS, 1858 (1854)

Famiglia: Nuculanidae ADAMS & ADAMS, 1858 (1854)

Genere: *Nuculana* LINK, 1807
(Fig. 20)

Classe: Gastropoda CUVIER, 1795

Sottoclasse: Vetigastropoda SALVINI-PLAWEN, 1980

Superfamiglia: Trochoidea RAFINESQUE, 1815

Famiglia: Calliostomatidae THIELE, 1924 (1847)

Genere: *Calliostoma* SWAINSON, 1840
(Fig. 21)

Classe: Gastropoda CUVIER, 1795

Sottoclasse: Heterobranchia BURMEISTER, 1837

Superfamiglia: Ringiculoidea PHILIPPI, 1853

Famiglia: Ringiculidae RAFINESQUE, 1815

Genere: *Ringicula* DESHAYES, 1838
(Fig. 22)

Echinodermi

Nella parte superiore dell'affioramento è presente un orizzonte a grandi echinidi discoidali, di oltre 10 cm di diametro. Si tratta di esemplari di *Parascutella* (Fig. 23), segnalate in particolare da STEFANINI (1915a, 1915b, 1919), come *Scutella forumjuliensis* (Fig. 24). La specie *Parascutella forumjuliensis* è stata rinvenuta anche in Africa settentrionale (Fig. 25), mentre non ci risultano altre segnalazioni da località italiane o europee.

L'affioramento è piuttosto ricco di questo echinide, al punto da essere stato sempre indicato, in passato, come "livelli a *Scutella subrotunda*" riferimento tassonomico utilizzato prima dell'istituzione della nuova specie da parte di STEFANINI (1915, 1919).

Questa peculiare distribuzione della specie sembra ancora più anomala in considerazione della frequenza attestata a Pozzuolo e l'assenza in analoghe e coeve facies a *Scutella* del Veneto. Alla luce di ciò ed essendo Pozzuolo la località-tipo di *Parascutella forumjuliensis*, se ne riporta la descrizione originale, da STEFANINI (1919: 136-7):

Guscio di grandi dimensioni (lung. mm 114, largh. circa mm 117). di forma discoidale, schiacciata, a contorno subcircolare, poco dilatato posteriormente, leggermente più largo che lungo e pochissimo sinuoso in corrispondenza degli ambulacri; faccia superiore debolmente convessa, profilo uniformemente obliquo in avanti, lievemente espanso in dietro; margini sottilissimi, quasi taglienti; faccia inferiore uniformemente pianeggiante. I solchi ambulacrali actinali si biforcano assai vicino al peristoma, ma i particolari della loro ramificazione non sono conosciuti.

Zone ambulacrali petaloidee. Petalo impari un po' più lungo di quelli anteriori e altrettanto più corto dei posteriori.; essi raggiungono in media la lunghezza di

circa 0.70 rispetto alla distanza del loro punto origine al margine del guscio, presa come unità, e sono larghi circa 0,40 rispetto alla propria lunghezza, e risultano così assai ampi ed estesi, di una forma che va gradatamente, regolarmente dilatandosi all'apice fino all'estremità. Questa è arrotondata e leggermente aperta, mentre l'estremità prossimale è assottigliata. Dato che i petali anteriori pari sono più corti degli altri, e che tutti hanno uguale larghezza, ne risulta per i primi una forma un po' più ovale, meno snella. Le zone porifore sono molto ampie, costituite di pori numerosi, coniugati per mezzo di lunghi e sottili solchi, disposti quasi ad angolo retto con l'asse longitudinale del petalo; i solchi però si fanno obliqui e un poco curvi verso l'estremità distale, che tendono a chiudere imperfettamente. Le zone interporifere, un poco rigonfie, sono molto strette, e raggiungono una larghezza massima di mm 2,5: esse sono fusiformi, con la massima larghezza presso l'estremità distale, e vanno da quel punto assottigliandosi più gradatamente nel tratto verso l'apice, più rapidamente nel tratto opposto.

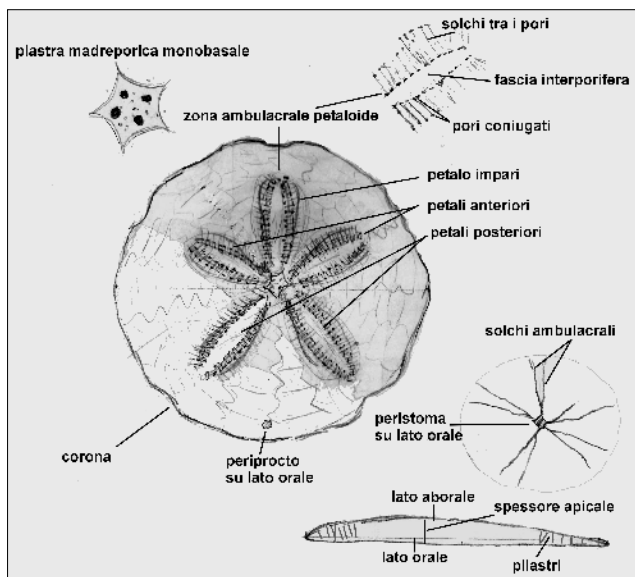


Fig. 23 - Nomenclatura utilizzata nella descrizione del Clypeasteroide *Parascutella*.

- Nomenclature used in the description of the Clypeasteroid *Parascutella*.



Fig. 24 - L'olotipo di *Parascutella forumjuliensis* (STEFANINI, 1919) con il cartellino originale (Museo di Storia Naturale, Università di Firenze, IGF 103506; foto di S. Dominici).

- The holotype of *Parascutella forumjuliensis* (STEFANINI, 1919) with the original label (Museo di Storia Naturale, University of Florence, IGF 103506; photo by S. Dominici).



Fig. 25 - *Parascutella forumjuliensis* (STEFANINI, 1919). Libia: deserto della Sirte, Miocene inferiore. Diametro 108 mm. (<http://www.echinologia.com>).

- *Parascutella forumjuliensis* (STEFANINI, 1919). Libia: Sirte desert, Lower Miocene. Diameter 108 mm. (<http://www.echinologia.com>).

Zone interambulacrali leggerissimamente rigonfie verso l'apice. Apparato apicale monobasale con placca madreporica stellata, coperta da idrotremi, e quattro pori genitali. L'apice è un poco in avanti, a circa 48/100 della lunghezza totale del guscio.

Peristoma subcentrale, non ben visibile negli esemplari in esame.

Periprocto circolare, piccolo, nettamente infero, alquanto distante dall'orlo (circa 7 mm).

I tubercoli, assai fitti e minuti, hanno una fine scrobicola incisa. Sulle strisciole di guscio comprese fra un solco e l'altro degli zigopori, i tubercoli si dispongono in due file alternanti.

Gli esemplari, assai numerosi e discretamente conservati, che appartengono a questa specie, furono dagli autori attribuiti alla *S. subrotunda*, con la quale essa non ha in realtà che rapporti molto lontani, sia che si ammetta col Lambert, che il tipo di questa specie sia la Scutella di Malta, sia che la s'intenda come la grande maggioranza degli autori.

Le caratteristiche principali della *S. forumjuliensis* sono costituite dalla sua grande statura, dall'ampiezza dei petali, dalla estrema sottigliezza delle zone interporifere, dal contorno sinuoso e dalla posizione del periprocto.

In base ad esse è facile riconoscerla anche dalla *S. subrotundaeformis* del Miocene inferiore di Schio.

Tra le forme più strettamente alleate alla nostra sono da noverarsi la *S. vindobonensis*, subito riconoscibile per la statura anche maggiore e per la singolare forma del suo profilo, fortemente elevato verso il centro; la *S. tarraeonensis*, che ha statura anche maggiore, petali meno ampi ed estesi, zone porifere più strette, sia asso-

lutamente, sia anche relativamente alle interporifere; la *S. lusitanica*, distinta da zone interporifere anche più sottili, addirittura lineari, periprocto più vicino al margine, margini meno sottili, faccia inferiore provvista di sentite depressioni, in corrispondenza della parte media degli ambulacri e degli interambulacri.

Più vicine alla nostra specie sono la *S. borealis* dell'Aquitano d'Aquitania e la *S. paulensis* di Sardegna, che diversifica alquanto dal tipo di Agassiz per una maggior sottigliezza delle zone interporifere e per i petali più chiusi. Quest'ultima si riconosce anche dalla nostra specie per avere i petali più piccoli e più chiusi e per la posizione del periprocto più vicino al margine. La *S. borealis* appartiene indubbiamente allo stesso gruppo della nostra nuova specie; ma se ne distingue per la minore statura, per la forma alquanto più dilatata, e soprattutto per il minore sviluppo dei petali e per la posizione più inframarginale dell'ano. Sono tutti caratteri evolutivi, che denotano nella specie d'Aquitania una fase meno avanzata nello sviluppo filogenetico e quindi un tipo più arcaico.

Distribuzione. - Langhiano inferiore. Arenarie con granelli glauconiosi di Pozzuolo in Friuli (Coll. Marinelli, Taramelli, Pirona, Pietri, ecc.). Il tipo è nel Museo di Firenze; altri esemplari nel R. Istituto Tecnico di Udine."

Nelle collezioni del Museo Friulano di Storia Naturale sono attualmente presenti undici esemplari di Clypeasteroidi del Miocene che riportano, come località di rinvenimento, Pozzuolo del Friuli (UD); tuttavia due di essi, facenti originariamente parte di una collezione privata, provengono quasi sicuramente dalle arenarie glauconitiche del Langhiano (Miocene) estesamente affioranti nei dintorni di Meduno (PN).



Fig. 26 - Dettaglio del livello a *Parascutella* in affioramento. Il diametro degli esemplari è di circa 10-11 cm.

- Detail of the *Parascutella* level in outcrop. The diameter of the specimens is about 10-11 cm.

Gli esemplari, provenienti da Pozzuolo, appartengono alla famiglia Scutellidae, hanno dimensioni simili tra di loro e misurano circa una decina di centimetri di diametro; stranamente non sono stati finora trovati esemplari "giovani" di minori dimensioni. Tuttavia, ad eccezione dello studio compiuto da STEFANINI (1915a), non è mai stata effettuata un'indagine paleontologica dettagliata con scavo stratigrafico, ma solamente raccolte occasionali di esemplari. STEFANINI (1915b) ha istituito la nuova specie *Scutella forumjuliensis* sulla base degli esemplari provenienti dalle arenarie di Pozzuolo con un'accurata descrizione dell'olotipo conservato al Regio Istituto Geologico di Firenze (Università degli Studi di Firenze); tuttavia, non avendo l'autore pubblicato alcuna immagine della nuova specie, l'anno di istituzione risulta essere il 1919, quando STEFANINI ripubblica la descrizione corredandola dell'opportuna iconografia. L'esemplare MFSN gp 8513 conservato nelle collezioni del Museo Friulano di Storia Naturale di Udine è quasi sicuramente uno dei paratipi utilizzati da Stefanini.

Purtroppo in tutti gli esemplari, tranne un caso, si è conservato solamente il lato aborale mentre quello orale risulta deteriorato o incrostato, e praticamente inutilizzabile. Anche il sistema apicale con la piastra madreporica monobasale in questi esemplari è mal conservata e poco distinguibile. La morfologia delle cinque aree ambulacrali perforate petaloidee, seppur in alcuni esemplari non siano conservate completamente, permettono l'attribuzione degli esemplari a *Parascutella forumjuliensis*.

Di un certo interesse è l'individuazione di alcuni esemplari in affioramento, tutti in uno stesso livello,



Fig. 27- MFSN gp 1304 (ex Ist. Tec. Zanon 8513): paratipo di *Parascutella forumjuliensis* (STEFANINI, 1919).

- MFSN gp 1304 (ex Ist. Tec. Zanon 8513): paratype of *Parascutella forumjuliensis* (STEFANINI, 1919).

conservati in sezione trasversale e nei quali sono ben evidenti i pilastri (Fig. 26). Nell'affioramento più meridionale, indicativamente nello stesso livello, è stato individuato un singolo esemplare, piuttosto mal conservato, del diametro di 18 cm e dello spessore massimo di 1 cm.

Sistematica

Classe: Echinoidea LESKE, 1778

Ordine: Clypeasteroidea (AGASSIZ, 1835)

Sottordine: Scutellina (HAECKEL, 1896)

Famiglia: Scutellidae (GRAY, 1825)

Genere: *Parascutella* DURHAM, 1953

Parascutella forumjuliensis (STEFANINI, 1919)
(Figg. 24, 26, 27)

1861 *Scutella* - PIRONA: 38

1869 *Scutella subrotunda* - TARAMELLI: 28-9

1915a *Scutella forumjuliensis* - STEFANINI: 407

1915b *Scutella forumjuliensis* - STEFANINI: 159-61

1919 *Scutella forumjuliensis* - STEFANINI: 136-7, tav. XIV, fig. 1

MFSN gp 1303

Esemplare di medio-grandi dimensioni, di forma appiattita discoidale, conserva solo $\frac{3}{4}$ della corona del lato aborale di 113 mm di diametro, parzialmente concrezionata ed alterata. Lo spessore apicale è di circa di 12 mm. Sono conservate quattro zone ambulacrali petaloidee, poiché la quinta si trovava nella parte alterata. Il petalo anteriore presenta una lunghezza di 0,51 in rapporto al raggio, mentre gli altri presentano

un rapporto lunghezza/raggio pari a 0,4. Il lato orale è ricoperto da incrostazioni di arenaria con frammenti di denti di pesci.

MFSN gp 1304

Dell'esemplare è conservato il cartellino originale n. 8513 poiché proviene dalla collezione storica del Museo Friulano di Storia Naturale e probabilmente è stato utilizzato come paratipo da Stefanini per la descrizione di *Scutella forumjuliensis*. È uno degli esemplari meglio conservati della raccolta e presenta un diametro della corona di 105 mm ma, purtroppo, i bordi sono irregolari e manca di una porzione. Lo spessore massimo apicale è di 13 mm. La zona ambulacrale petaloidea più grande ha un rapporto lunghezza/raggio pari a 0,8, mentre la coppia petaloidea anteriore ha un rapporto di circa 0,70 del raggio e la coppia posteriore un rapporto di 0,76 del raggio. La lunghezza dei solchi tra i pori coniugati è di circa 4 mm mentre la larghezza della fascia interporifera è di circa 2 mm.

MFSN gp 2358

Esemplare di grandi dimensioni, di forma appiattita discoidale con diametro della corona stimato in 104 mm e spessore apicale di 24 mm. Nel lato aborale, molto deteriorato, sono presenti le cinque zone ambulacrali petaloidee, due delle quali sono dimezzate. Il rapporto del petalo meglio conservato è di 0,61 rispetto al raggio. La lunghezza dei solchi dei pori coniugati è di 5 mm, mentre la fascia interporifera ha spessore di 2 mm. La ricristallizzazione interna non permette di distinguere i pilastri in sezione.

MFSN gp 2359

Esemplare di medio-grandi dimensioni, di forma appiattita discoidale in cattivo stato di conservazione; presenta il lato orale con corona di 117 mm di diametro. Entrambi i lati sono molto erosi e concrezionati ma è possibile distinguere, solo nel lato aborale, un accenno di zona ambulacrale petaloide con solchi e pori coniugati poco distinguibili.

MFSN gp 2360

Esemplare di medio-grandi dimensioni, di forma appiattita discoidale con diametro della corona di 110 mm e spessore apicale massimo di 11 mm. Le aree ambulacrali petaloidee sono poco distinguibili e incomplete. L'esemplare non permette ulteriori osservazioni morfologiche, nemmeno sul lato orale, poiché è completamente concrezionato e con il bordo della corona fortemente deteriorato.

MFSN gp 2362

Esemplare, di medio-grandi dimensioni, conserva poco più di metà corona, di forma discoidale appiattita con diametro stimato della corona di 113 mm e massimo

spessore apicale di 16 mm. Nel lato aborale è conservato una sola area ambulacrale petaloide con rapporto lunghezza/raggio pari a 0,78, i solchi dei pori coniugati hanno lunghezza di 5 mm, mentre la fascia interporifera ha spessore di 2 mm. L'area perforata ambulacrale non è chiusa all'estremità esterna mentre sono visibili i pilastri cristallizzati in calcite in sezione meridiana. Il lato orale è mal conservato e ricoperto d'incrostazioni che non permettono ulteriori osservazioni morfologiche.

MFSN gp 2364

Esemplare di medio-grandi dimensioni e di forma discoidale appiattita; il lato aborale presenta una corona sub-circolare con bordi irregolari, con diametro di 100 mm e spessore massimo apicale di 10 mm. La superficie è incrostata, molto probabilmente da alghe calcaree, e le cinque aree ambulacrali petaloidee sono conservate, con la zona porifera a pori coniugati riuniti da solchi lunghi 5 mm e con fascia interporifera larga 3 mm. La lunghezza del petalo singolo anteriore incompleto mostra un rapporto pari a 0,56 rispetto al raggio, mentre nella coppia di petali anteriori è 0,64 e nella della coppia posteriore è 0,72, sempre rispetto al raggio. La piastra madreporica è conservata ma poco evidente. L'estremità dei petali dalla parte opposta alla piastra madreporica non si chiudono e in sezione sono visibili i pilastri. L'esemplare è fra i meglio conservati anche se il lato orale è incrostato.

MFSN gp 2365

Esemplare di medie dimensioni con diametro della corona di 104 mm. La corona è discoidale appiattita con spessore massimo apicale di 11 mm. L'esemplare è costituito da circa $\frac{1}{2}$ corona con il lato aborale abbastanza ben conservato, con due aree ambulacrali petaloidee complete e due conservate per circa metà. Nel lato aborale sono visibili i tubercoli d'inserimento degli aculei e le aree scrobicolari. I solchi tra i pori coniugati misurano circa 4 mm di lunghezza mentre la fascia interporifera è di circa 2 mm di larghezza. L'area ambulacrale petaloide meglio conservata ha una lunghezza il cui rapporto è 0,6 del raggio della corona. Il lato orale è piuttosto incrostato e non permette ulteriori osservazioni morfologiche.

MFSN gp 36192

Esemplare di grandi dimensioni di forma appiattita discoidale. Conserva circa solo $\frac{1}{4}$ della corona del lato aborale, di 118 mm di diametro stimato e spessore massimo apicale di 10 mm. L'esemplare, in cattivo stato di conservazione e con molte incrostazioni, non permette ulteriori osservazioni, si nota solo una parte di zona ambulacrale petaloide con pori coniugati.

IGF 103506

Per l'esemplare di Firenze resta valida la descrizione proposta da STEFANINI (1915b, 1919) in occasione del-

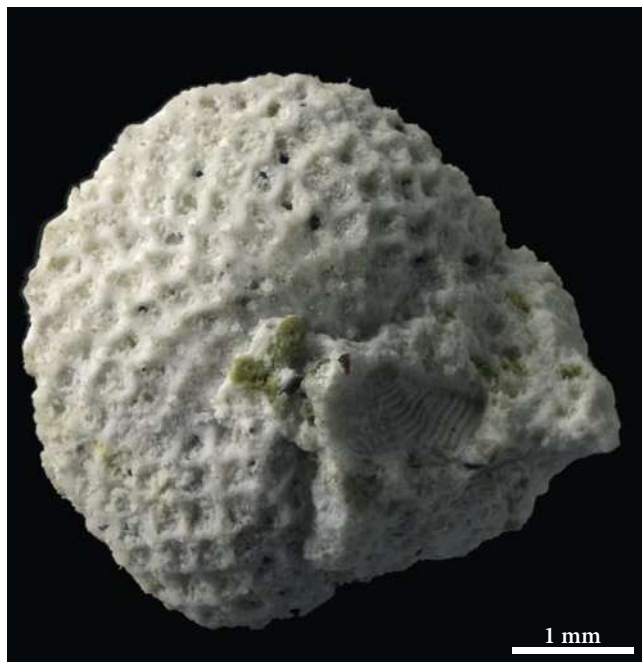


Fig. 28 - *Reussirella haidingeri*: parte superiore dello zoarium in vista apicale (MFSN gp 51777).
- *Reussirella haidingeri*: upper part of the zoarium, in apical view (MFSN gp 51777).



Fig. 30 - *Reussirella haidingeri*: vista della parte inferiore dello Zoarium (MFSN gp 51777).
- *Reussirella haidingeri*: lower view of the Zoarium (MFSN gp 51777).



Fig. 29 - *Reussirella haidingeri*: parte superiore dello zoarium in vista laterale (MFSN gp 51777).
- *Reussirella haidingeri*: upper part of the zoarium in lateral view (MFSN gp 51777).



Fig. 31 - L'ingrandimento di Fig. 29 evidenzia le tuberosità idrostatiche disposte nei settori delimitati dai canali radiali.
- Detail of Fig. 29 which highlights the hydrostatic tuberosities in the sectors delimited by the radial channels.

l'istituzione della specie e della relativa illustrazione. L'esemplare è in gran parte coperto da incrostazioni, probabilmente riferibili ad alghe calcaree.

Briozoi

Nella microfauna di Pozzuolo, rinvenuta negli anni Settanta del secolo scorso, sono presenti cinque zoaria completi di briozoi lunulitiformi, tutti appartenenti ad un'unica specie: *Reussirella haidingeri* (Reuss, 1848).

La presenza di zoaria completi e ben conservati fa ritenere probabile una loro sedimentazione nell'ambiente di vita.

Reussirella haidingeri compare in Europa nel Miocene inferiore (Aquitaniense), ed è segnalata fino al Pliocene.

Durante il Miocene ha un'ampia diffusione nei bacini di Parigi, d'Aquitania e del Mediterraneo occidentale (BUGE 1973), nei bacini di Vienna, pannonico, transilvano e carpatico (VÁVRA 1977; BALUK & RADWANSKI 1984a, 1984b) non è invece mai stata segnalata nella Alpi Meridionali. La presenza di *Reussirella haidingeri* nei depositi di Pozzuolo è perciò la prima segnalazione di questa specie nelle Alpi Meridionali e acquista particolare interesse perché *Reussirella haidingeri* ha la sua prima comparsa nell'Aquitaniense.

Reussirella haidingeri nei depositi del Miocene europeo è solitamente associata ad altre specie di briozoi lunulitiformi, alcune presenti anche nei mari attuali. L'abito zoariale lunulitiforme è attualmente diffuso nei

fondali sabbiosi con un limitato tasso di sedimentazione, soggetti anche a forti correnti, con un optimum di circa 30 metri di profondità (BIANCHI et al. 1990). I briozi con abito lunulitiforme non amano, invece, la zona litorale dove l'azione delle onde è molto attiva. Inoltre SCHMID (1991) ritiene *Reussirella haidingeri* una specie limitata alle sole regioni tropicale e subtropicale.

Queste condizioni dovrebbero essere state presenti anche per quanto riguarda i depositi di Pozzuolo, resta perciò da appurare l'anomala presenza di una sola specie di lunulitiforme: *R. haidingeri*. A riguardo va considerata la limitatezza del campione conservato nelle collezioni e la probabilità che i reperti siano stati originariamente rimaneggiati.

Si descrivono brevemente le caratteristiche delle colonie di briozi rinvenute a Pozzuolo e si rimanda per una descrizione più dettagliata di questa specie a LAGAAIJ (1952) e a DULAI (1995). Trattandosi della prima segnalazione di questa specie per le Alpi Meridionali, viene una lista sinonimica completa.

Sistematica

Classe: Bryozoa EHRENBURG, 1831

Sottoclasse: Gymnolaemata ALLMAN, 1856

Ordine: Cheilostomata BUSK, 1852

Famiglia: Discoporellidae BALUK & RADWANSKI, 1984

Genere *Reussirella* BALUK & RADWANSKI, 1984

[specie tipo: *Reussirella haidingeri* (REUSS, 1848)]

Reussirella haidingeri (REUSS, 1848)
(Figg. 28-31)

- 1848 *Lunulites Haidingeri* - REUSS: 58, tav. 7, figg. 26-7
- 1952 *Cupuladria haidingeri* (REUSS) - LAGAAIJ: 35-7, tav. 2, fig. 2a-2b
- 1984a *Reussirella haidingeri* (REUSS) - BALUK & RADWANSKI: 25-7, tav. 4-6 e 10 (*cum synonymy*)
- 1984b *Reussirella haidingeri* (REUSS) - BALUK & RADWANSKI: 246-7, tav. 5 e 6
- 1989 *Reussirella haidingeri* (REUSS) - BISHOP & HAYWARD: 8, figg. 22-5
- 1995 *Reussirella haidingeri* (REUSS) - DULAI: 42-3, figg. 11-22 e 24-6

Zoaria liberi, conici, con altezza minore rispetto al diametro. Superficie zoeciale convessa con zooecia rombici disposti in quinconce; parte inferiore, non zoeciale, concava suddivisa in settori da un sistema di canali radiali, evidenti tuberosità idrostatiche sono distribuite nei vari settori. Zooecia con vibracula asimmetrici all'estremità distale. Opesia ornati da una o due coppie di denticoli.

Pesci

Oltre al materiale citato dagli autori precedenti (in particolare BASSANI 1891), dettagliatamente descritto

da STEFANINI (1916; Fig. 33) e ripreso poi da D'ERASMO (1922), alcuni denti di pesce sono conservati nelle collezioni del Museo Friulano di Storia Naturale (Fig. 32). Tra essi sono da segnalare denti di squalo come *Galeocerdo aduncus*, *Isurus oxyrinchus*, *Carcharias* (ex *Odontaspis*), *Araloselachus*, *Carcharinus*, un dente di batoideo miliobatide, piccoli denti emisferici di teleostei durofagi, oltre ad alcuni otoliti (DALLA VECCHIA 2008). I denti esaminati sono stati rinvenuti negli anni Settanta del secolo scorso in frammenti calcarenitici biancastri, sparsi sulla sommità di uno sperone di arenarie glauconitiche. Assieme ai denti sono stati estratti vari micro-molluschi e briozi (già descritti sopra), e resti frammentari di echinidi e coralli.

Nelle collezioni storiche sono presenti, fra gli altri, alcuni denti privi dei dati di rinvenimento, ma con cartellini originali che, con grande probabilità, fanno riferimento alle pubblicazioni di BASSANI (1891) e STEFANINI (1916) e che corrispondono ad alcuni degli esemplari citati dal primo e descritti e figurati dal secondo.

Quelli dei pesci cartilaginei sono i resti numericamente dominanti nella piccola ittiofauna di Pozzuolo del Friuli e - come quasi sempre succede - sono rappresentati da denti isolati che appaiono a volte consunti o rovinati. In generale per questi - come anche per gran parte dei reperti descritti - è quindi ipotizzabile un certo trasporto e la deposizione in un ambiente ad alta energia.

Quelli appartenenti ai generi *Araloselachus*, *Carcharinus*, *Carcharias* - presenti nel record fossile di Pozzuolo del Friuli - sono squali di medio-grandi dimensioni, diffusi nella fascia neritica più vicina alla costa, dove si trova anche *Rhinoptera*.

Le faune a pesci cartilaginei sono piuttosto diffuse nei depositi miocenici e, più in generale, cenozoici italiani, con notevoli similitudini fra loro e con quelle centro-europee (si veda, ad esempio, MARSILI et al. 2007; SZABÓ et al. 2017).

Sistematica

Classe: Chondrichthyes HUXLEY, 1880

Sottoclasse: Elasmobranchii BONAPARTE, 1838

Ordine: Lamniformes BERG, 1958

Famiglia: Odontaspidae MÜLLER & HENLE, 1839

Genere: *Carcharias* RAFINESQUE, 1810

Carcharias acutissima (AGASSIZ, 1843)
(Figg. 32E e 33, n. 2)

- 1891 *Odontaspis contortidens* - BASSANI: 28-30
- 1916 *Odontaspis acutissima* - STEFANINI: 17-8, tav. I, fig. 2
- 1922 *Odontaspis acutissima* - D'ERASMO: 29
- 2008 *Carcharias* sp. - DALLA VECCHIA: 264-5, fig. 250 E

MFSN gp11786/1 (ex coll. Zanon), figurato in STEFANINI (1916), è un esemplare quasi completo con lunghez-

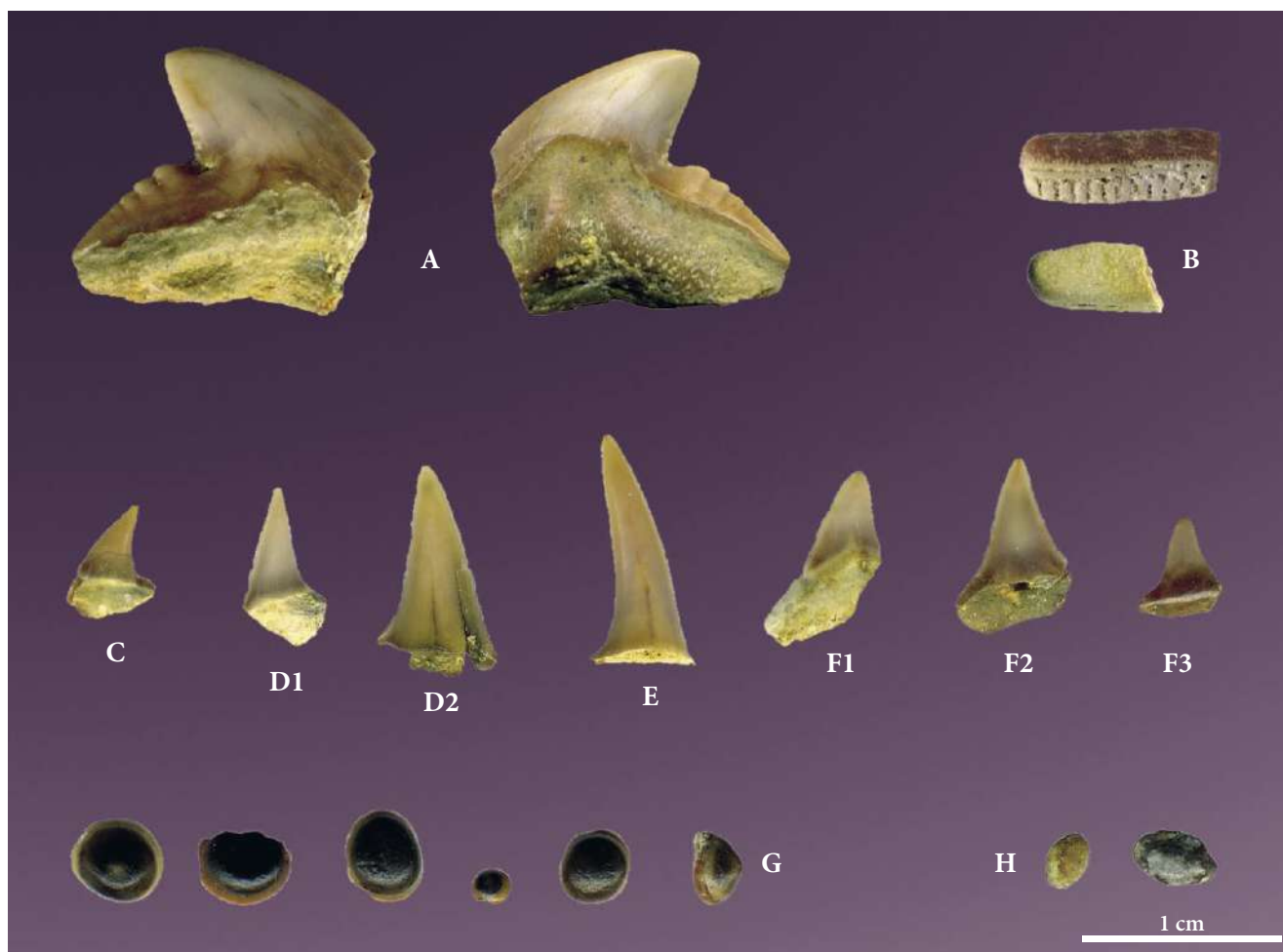


Fig. 32 - Denti di pesci dal Miocene di Pozzuolo del Friuli (da DALLA VECCHIA 2008, mod.): A1-2) *Galeocerdo aduncus* (MFSN gp 17315), vista labiale e linguale); B) cfr. *Rhinoptera* (MFSN gp 31921, 31926); C) *Galeocerdo* sp. (MFSN gp 31916); D1-2) *Isurus oxyrinchus* (MFSN gp 31915, 31922); E) *Carcharias acutissima* (MFSN gp 31920); F1-3) *Carcharinus* sp. (MFSN gp 31931, 31929, 31917); G) denti di teleostei durofagi (cfr. *Chrysophrys*) (MFSN gp 31927, 31930, 31913, 31919, 31928, 31933); H) otoliti di teleostei (MFSN gp 31934, 31932).

- Fish teeth from the Miocene of Pozzuolo del Friuli (from DALLA VECCHIA 2008, mod.): A1-2) *Galeocerdo aduncus* (MFSN gp 17315), labial and lingual view); B) cfr. *Rhinoptera* sp. (MFSN gp 31921, 31926); C) *Galeocerdo* sp. (MFSN gp 31916); D1-2) *Isurus oxyrinchus* (MFSN gp 31915, 31922); E) *Carcharias acutissima* (MFSN gp 31920); F1-3) *Carcharinus* sp. (MFSN gp 31931, 31929, 31917); G) teeth of durophagous teleosts (cfr. *Chrysophrys*) (MFSN gp 31927, 31930, 31913, 31919, 31928, 31933); H) teleosts' otoliths (MFSN gp 31934, 31932).

za di 20 mm e larghezza massima nella parte radicale pari a 5 mm. Il cartellino originale riporta la scritta "Od. Contortidens, esempl. figurato" proponendo quindi la determinazione pubblicata da BASSANI (1891)⁽⁵⁾.

Famiglia: Odontaspidae MÜLLER & HENLE, 1839
Genere: *Araloselachus* GLIKMAN, 1964

Araloselachus cuspidatus (AGASSIZ, 1843)
(Fig. 33, n. 1)

5) A questo numero di inventario corrispondono 4 esemplari di *Odontaspis acutissima* delle collezioni storiche del MFSN accompagnati da due cartellini, uno è quello indicato in testo e l'altro riporta "Collezione Krantz". L'esemplare indicato corrisponde perfettamente a quello figurato; anche gli altri potrebbero provenire dallo stesso sito ma non vi è alcun riferimento certo.

1891 *Odontaspis cuspidata* - BASSANI: 27
1916 *Odontaspis cuspidata* - STEFANINI: 18, tav. I, fig. 1, 5
1922 *Odontaspis cuspidata* - D'ERASMO: 30
2008 *Carcharias cuspidata* - DALLA VECCHIA: 264-5

L'esemplare MFSN gp 11787/1 (ex coll. Zanon), figurato in STEFANINI (1916), è completo, con una lunghezza pari a 21 mm e larghezza massima nella parte radicale di 9 mm⁽⁶⁾.

Famiglia: Carcharinidae JORDAN & EVERMANN, 1896
Genere: *Carcharhinus* BLAINVILLE, 1810

6) Analogamente a quanto indicato nella nota 5, anche in questo caso l'esemplare è accompagnato da altri 3 privi di dati, uno dei quali (MFSN gp 11787/2) corrisponde, con buona approssimazione, a quello figurato da STEFANINI (1916) in Tav. I con il n. 5.

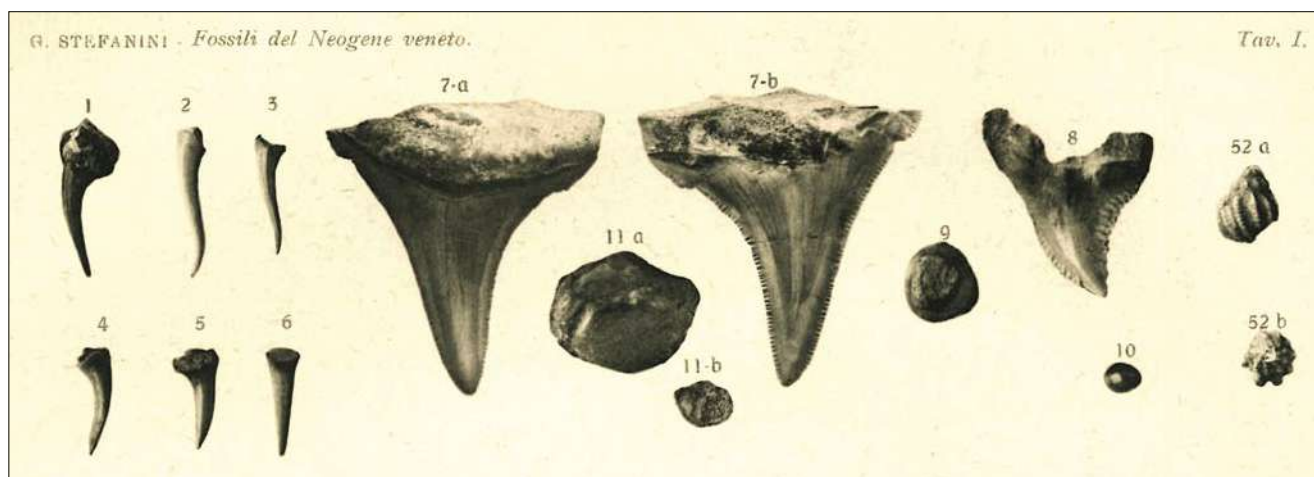


Fig. 33 - Parte della Tav. I di STEFANINI (1916) con illustrati gli esemplari provenienti da Pozzuolo, ora conservati al Museo Friulano di Storia Naturale. 1: *Odontaspis cuspidata* (recte *Araloselachus cuspidatus*; MFSN gp 11787/1), 2: *Odontaspis acutissima* (recte *Carcharias acutissima*; MFSN gp 11786/1), 6: *Odontaspis acutissima* (recte *Carcharias acutissima*), 8: *Hemipristis serra* (MFSN gp 11803).

- Part of Tav. I in STEFANINI (1916) with the specimens from Pozzuolo, now stored in the Museo Friulano di Storia Naturale. 1: *Odontaspis cuspidata* (recte *Araloselachus cuspidatus*; MFSN gp 11787/1), 2: *Odontaspis acutissima* (recte *Carcharias acutissima*; MFSN gp 11786/1), 6: *Odontaspis acutissima* (recte *Carcharias acutissima*), 8: *Hemipristis serra* (MFSN gp 11803).

cfr. *Carcharhinus*
(Fig. 32F)

1916 *Hemipristis serra* - STEFANINI: 22, tav. I, fig. 8

1922 *Hemipristis serra* - D'ERASMO: 48

2008 *Hemipristis serra* - DALLA VECCHIA: 264-5

2008 *Carcharhinus* - DALLA VECCHIA: 264-5, fig. 250 F1-3

A questa specie sono stati assegnati gli esemplari MFSN gp 31917, 31920, 31929, 31931 e, dubitativamente, a causa della sua frammentarietà, MFSN gp 31914. Si tratta sempre di denti monocuspidati, privi di seghettatura del bordo e con altezza della corona che varia fra 7 e 10 mm.

Famiglia: Lamnidae MÜLLER & HENLE, 1839

Genere: *Isurus* RAFINESQUE, 1810

Isurus oxyrinchus RAFINESQUE, 1810
(Figg. 32D)

2008 *Isurus oxyrinchus* - DALLA VECCHIA: 264-5, fig. 250 D1-2

A questa specie è stato riferito MFSN gp 31915. Si tratta di un esemplare del quale è conservata solamente la cuspidale dai bordi seghettati e alta basoapicalmente di 7 mm.

Ordine: Carcharhiniformes COMPAGNO, 1977

Famiglia: Hemigaleidae AGASSIZ, 1843

Genere: *Hemipristis* AGASSIZ, 1843

Hemipristis serra AGASSIZ, 1835
(Fig. 33, n. 8)

1891 *Hemipristis serra* - BASSANI: 39-40

MFSN GP 11803 (ex coll. Zanon), figurato in STEFANINI (1916), è un esemplare inglobato nella matrice arenacea chiara, ben conservato, mancante solo di parte della radice. Il dente è alto 21 mm e lungo 25 mm, i bordi sono seghettati.

Famiglia: Carcharhinidae JORDAN & EVERMANN, 1896

Genere: *Galeocerdo* MÜLLER & HENLE, 1837

Galeocerdo aduncus AGASSIZ, 1843
(Fig. 32A)

2008 *Galeocerdo aduncus* - DALLA VECCHIA: 264-5, fig. 250 A1-2

Galeocerdo sp.
(Fig. 32B)

2008 *Galeocerdo* - DALLA VECCHIA: 264-5, fig. 250 C

A questo grande squalo vengono ascritti un paio di denti isolati che presentano cuspidi piuttosto tozza e con una parte radicale ben sviluppata: MFSN gp 17315 è ben conservato, di dimensioni significative (circa 15x15 mm), con cuspidi in parte seghettata verso la base e con 7 piccole cuspidi posteriori. MFSN gp 31916 è di dimensioni molto più ridotte (altezza pari a 4 mm e parte radicale lunga 5 mm), ed è in parte frammentato; non è quindi possibile una sua assegnazione specifica.

Ordine: Myliobatiformes COMPAGNO, 1973
 Famiglia: Rhinopteridae JORDAN & EVERMANN, 1896
 Genere: *Rhinoptera* CUVIER, 1837

cfr. *Rhinoptera*
 (Fig. 32B)

2008 *Batoideo miliobatide* - DALLA VECCHIA: 264-5, fig. 250 G

MFSN gp 31921 è un dente quasi completo di batoideo, lungo 10 mm, dalla sezione triangolare arrotondata. I bordi sono leggermente arrotondati e la superficie è punteggiata da numerosi fori. MFSN gp 31926 è un dente allungato di batoideo, di dimensioni circa 7x3 mm e 3 mm di spessore. L'esemplare è rotto e presumibilmente ne è conservata poco più della metà; il bordo laterale conservato è arrotondato e la superficie appare butterata.

Lo stato di conservazione non permette una dettagliata determinazione, ma la mancanza di una marcata sporgenza alla base della corona e le altre caratteristiche morfologiche suggeriscono l'appartenenza al genere *Rhinoptera*.

Sistematica

Classe: Actinopterygii COPE, 1887
 Sottoclasse: Osteichthyes HUXLEY, 1880
 Ordine: Perciformes BLEEKER, 1863
 Sottordine: Percoidei NELSON, 1994
 Famiglia: Sparidae RAFINESQUE, 1818
 Genere: *Chrysophrys* QUOY & GAIMARD, 1824

cfr. *Chrysophrys*
 (Fig. 32G)

2008 cfr. *Chrysophrys* - DALLA VECCHIA: 264-5, fig. 250 H

Si tratta di parti di denti molariformi isolati emisferici, o meglio con sezione equatoriale da circolare ad ellittica, il cui diametro maggiore varia fra 2 e 4 mm. Alcuni sono interi (MFSN gp 31913, 31923, 31927, 31928, 31930, 31933), altri frammentati (MFSN gp 31918, 31925).

Sono riferibili a pesci durofagi e fra i pesci attuali quelli che presentano una dentatura simile sono gli Sparidi, fra i teleostei più diffusi nelle zone costiere.

Nel materiale sciolto raccolto negli anni Settanta del secolo scorso sono presenti, infine, altri frammenti riferibili a pesci ossei fra i quali sono stati rinvenuti anche alcuni otoliti (Fig. 31H), ulteriori indicatori della presenza di pesci actinopterygi. Si tratta di due piccoli esemplari (diametro fra 2 e 4 mm, MFSN gp 31932, 31934; DALLA VECCHIA 2008: 264-5, fig. 250 I) che pur mal conservati, possono ricordare quelli di Serranidae,

perciformi che attualmente privilegiano le zone costiere con acque calde o temperate

Altri gruppi

Oltre ai reperti descritti, per i quali è stata possibile una determinazione più o meno dettagliata, sono presenti frammenti riferibili a scafopodi o a echinodermi non scutellidi. Il loro stato di conservazione non consente comunque un'attribuzione più precisa.

Stratigrafia, paleo-ambiente ed età delle arenarie

Nelle Prealpi Carniche meridionali, in particolare presso Meduno, la base della successione miocenica è costituita da circa un centinaio di metri di arenarie micacee e glauconitiche con denti di pesci, molluschi e resti di echinidi. Sono presenti anche orizzonti arenaceo-biocalcarenitici, di breccia o con ciottoli. Tra i molluschi è da sottolineare la presenza del bivalve pettinide *Aequipecten praescabriusculus* e il gasteropode *Turritella terebralis*; tra i denti di pesce sono frequenti *Chrysophrys cincta*, *Oxyrhina* (recte *Cosmopolitodus*) *hastalis*, *Odontapsis* (recte *Araloselachus*) *cuspidata*, *O.* (recte *Carcharias*) *acutissima* (STEFANINI 1915a; ZENARI 1929; DALLA VECCHIA 2008).

Questa sezione stratigrafica, affiorante lungo il Torrente Meduna, è stata denominata Arenaria di Preplans da STEFANI (1982) (cfr. VENTURINI & TUNIS 1983), ed è stata attribuita all'Aquitano-Burdigaliano inferiore. ZANFERRARI et al. (2008) hanno riferito l'unità al solo Aquitano; tra i microfossili è significativa la presenza dei foraminiferi *Miogypsina* e *Miogypsinoides*. Analoghe successioni, presenti nelle Prealpi Carniche, sono state descritte a Casasola (PONTON 1990), al Piancavallo e ad Andreis (CAVALLIN & PIRINI 1980; GRANDESSO & STEFANI 1998). Arenarie e conglomerati affioranti in Val Tremugna (Trasaghis) si discostano come caratteristiche per la loro estrema prossimalità ad aree emerse e la presenza di apporti deltizi (MARTINIS 1955; SARTI 1979; VENTURINI & TUNIS 1991).

Verso occidente, a nord di Vittorio Veneto, affiora la Calcarenite di Castalcucco, dell'Aquitano. Si tratta di un litosoma di circa 70 metri di spessore, composto da banchi arenitico-calcarenitici grigio-verdastri, con sparsa glauconite (MASSARI et al. 1986). I fossili sono frequenti, con echinidi (tra cui *Scutella*), pettinidi e macroforaminiferi (*Lepidocyclina*, *Miogypsinoides*, *Miogypsina*, *Operculina*, *Heterostegina*). La Calcarenite di Castalcucco rappresenta un sistema di barre sabbiose migranti su una piattaforma di bassa profondità, soggette a correnti tidali e tempeste. Caratteristiche petrografiche (STEFANI 1984, 1987) e di facies un po' più prossimali fanno pensare ad analogie con le coe-

ve Arenarie di Orzès dell'area bellunese, oppure con le sovrastanti Arenarie di Libano dove, tra l'altro, non si riscontra come qui la presenza di *Miogypsina*. La natura di alcuni minerali e litoclasti indicano l'origine del sedimento terrigeno da aree poste a Nord ove esistevano rocce di tipo granitico e metamorfico. La relativa profondità dell'ambiente di deposizione può essere messa in relazione con la presenza di un alto strutturale già esistente in zona, orientato NW-SE, connesso all'azione di una struttura dinamica compressiva (PONTON 2010, 2015).

Le affinità faunistiche delle arenite di Pozzuolo con le Arenarie di Preplans, in particolare la frequenza di *C. praescabriusculus* e di analoghi denti di pesce (in particolare *Charcarias cuspidata*, *C. acutissima*, *Chrysophrys*) sono apprezzabili, nonostante la parziale diversità delle facies (l'area di Meduno era interessata da più consistenti apporti terrigeni). Le corrispondenze con le Calcareni di Castalcucco sono dovute, invece, a maggiori affinità di facies e alla presenza di Scutellidae. Queste corrispondenze suggeriscono un'età aquitaniana per le arenite di Pozzuolo. I dati di sottosuolo nell'alto strutturale di Pozzuolo-Cargnacco, oltre alla successione del pozzo Lavariano 1, indicano la prossimità dell'affioramento miocenico al flysch eocenico nel sottosuolo, supportando così un'età aquitaniana per i livelli a *Parascutella*.

È da sottolineare come alcuni fossili rinvenuti, quali i briozoi con abito lunulitiforme, non amino la zona litorale dove l'azione delle onde è molto attiva; inoltre la presenza di foraminiferi planctonici risulta significativa e senza particolari tracce di rimaneggiamento, indicando apprezzabili apporti dal mare aperto. Infine, tra i molluschi sono presenti con frequenza non tra-

scurabile generi quali *Nuculana*, *Timoclea* e *Ringicula*, che prediligono fondali circolitorali.

In generale quindi risulta, almeno per la parte basale della successione affiorante, un ambiente di tipo marino prossimale, di acque relativamente basse e con episodi di prodelta, più o meno rielaborati da correnti e/o da tempeste, in prossimità del livello di base delle onde; l'ambiente si evolve salendo nella successione, verso fondali sotto il livello di base delle onde, ma rielaborati da più o meno episodiche tempeste.

Va sottolineato che non sono stati osservati livelli grossolani o di microglomerati, ma solamente arenite a grana fine o finissima. La glauconite si è verosimilmente formata durante una fase trasgressiva caratterizzata da apporti terrigeni molto limitati od assenti (CASON et al. 1981). Gli elementi indicati sembrano in accordo con un contesto ambientale relativamente "distale" rispetto alle aree deltizio-marginali prealpine, maggiormente caratterizzato da barre offshore controllate da tempeste, con sabbie fini contenenti un'importante frazione carbonatica intrabacinale, piuttosto che da facies di "spiaggia" o di delta s.s., analogamente a quanto illustrato da MASSARI et al. (1986; Fig. 34).

I foraminiferi planctonici in buono stato di conservazione suggeriscono la presenza di nannoplankton non rimaneggiato, la cui analisi verosimilmente potrà fornire maggiori precisazioni biostratigrafiche.

L'area descritta rappresenta un tratto dell'ampio "golfo preadriatico" (STEFANINI 1915a; AUBOUIN 1964; COUSIN 1981; STEFANI 1984) esteso dalla Lombardia orientale alla Valsugana, fino al Vallone Bellunese e al Friuli centrale.

Conclusioni e prospettive

Nonostante le parziali corrispondenze con alcuni affioramenti prealpini, le arenite di Pozzuolo risultano comunque un *unicum*, importante sia dal punto di vista faunistico sia dal punto di vista paleoambientale e sedimentologico. Le peculiarità faunistiche sono rappresentate dalle frequenti *Parascutella forumjuliensis*, specie finora non nota altrove se non in Africa settentrionale, dalla singolare faunula a micromolluschi, non riscontrata altrove nelle Prealpi, e dalla prima segnalazione per le Alpi Meridionali del briozoo *Reusirella haidingeri*; l'interessante associazione di macro e microfossili certamente merita, conseguentemente, ulteriori approfondimenti.

Infine, la presenza di foraminiferi planctonici apparentemente non rimaneggiati apre un'interessante prospettiva per lo studio del nannoplankton, significativo dal punto di vista biostratigrafico.

Il contesto ambientale di Pozzuolo sembra essere caratterizzato da barre offshore di sabbia a grana fine con alto contenuto bioclastico. Gli apporti terrigeni

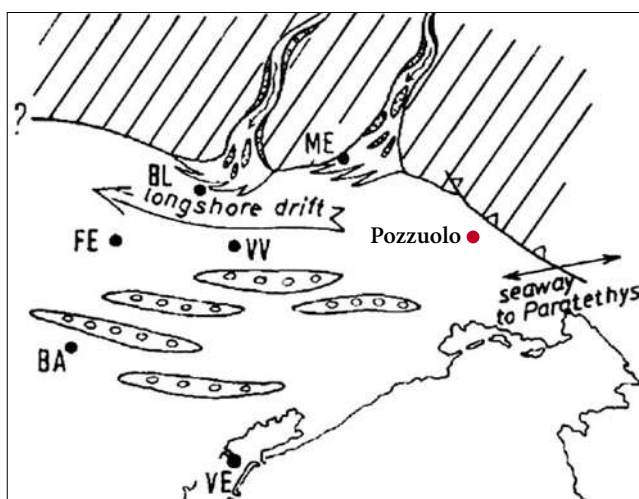


Fig. 34 - La ricostruzione paleogeografica proposta per l'Aquitano dell'Italia nordorientale da MASSARI et al. (1986), con indicata (cerchio rosso) la posizione dell'affioramento di Pozzuolo.

- Palaeogeographic reconstruction of NE Italy during Aquitanian (MASSARI et al. 1986); red dot indicate the position of Pozzuolo's outcrop.

sono relativamente fini e indicano una certa distalità rispetto alle aree sorgente, differentemente dalle facies marginali affioranti nelle Prealpi Friulane. L'affioramento di Pozzuolo poggia sul fronte più esterno della cosiddetta "Catena Dinarica". Nonostante ciò, non sono stati finora riscontrati apporti certi dalle Prealpi. Per contro, è anche possibile ipotizzare che quantomeno una parte dei granuli sia di origine vulcanica, con un meccanismo deposizionale di tipo *fallout* (cf. GRANDESSO & STEFANI 1990) e con sorgente ignota. Le arenite ibride e glauconitiche di Pozzuolo meritano, quindi, uno studio petrografico appositamente dedicato, anche come minerali pesanti in tracce.

Tutto ciò apre un panorama di estremo interesse dal punto di vista paleogeografico, in particolare per i rapporti con il Bacino della Sava, con Aquitaniano e Burdigaliano localmente ricchi di tufi, e più in generale con il Bacino Pannonico. Da questo punto di vista Pozzuolo è situato in un'area strategica; la sua relativa distalità inoltre suggerisce una non trascurabile estensione del mare verso est, verso le Prealpi Giulie ed il Carso, possibile collegamento sommerso col Bacino della Sava.

In conclusione, il sito miocenico di Pozzuolo del Friuli è una finestra geologica nella Pianura Friulana e l'affioramento miocenico più orientale del Sudalpino, in una zona di interferenza tra le strutture alpine e quelle dinariche; il Miocene del T. Cormôr potrà sicuramente fornire ulteriori elementi di interesse paleontologico, stratigrafico, paleogeografico, paleoambientale e sull'evoluzione strutturale dell'area. È quindi doverosa la preservazione di questo piccolo ma importante affioramento miocenico.

Manoscritto pervenuto il 20.X.2019, accettato l'11.XI.2019

Ringraziamenti

Si ringrazia per la cortesia e la disponibilità Elisabetta Cioppi, Stefano Dominici e Andrea Grigioni del Museo di Storia Naturale dell'Università di Firenze, Giorgio Tunis e Fabio Marco Dalla Vecchia.

Un grazie, inoltre, a Giorgio Carnevale, Luciano Cassutti, Lorenzo Consorti, Carlo Corradini, Adalberto D'Andrea, Angelo De Min, Luca Giusberti e Davide Lenaz.

Bibliografia

- AMATO, A., P.F. BARNABA, I. FINETTI, G. GROPPI, B. MARTINIS & A. MUZZIN. 1976. Geodynamic outline and seismicity of Friuli-Venezia Giulia Region. *Boll. Geof. Teor. Appl.* 72 (1): 217-56.
- AUBOUIN, J. 1964. Essai sur la paléogéographie post-triasique et l'évolution secondaire et tertiaire du versant sud des Alpes orientales (Alpes méridionales, Lombardie et Vénétie, Italie; Slovénie occidentale, Yougoslavie). *Bull. Soc. Géol. France* s. 7, 5: 730-66.
- BALUK, W., & A. RADWANSKI. 1984a. Middle Miocene (Badenian) free-living bryozoans from the Vienna Basin. *Ann. Naturhist. Mus. Wien* 86 (A): 13-40.
- BALUK, W., & A. RADWANSKI. 1984b. Free-living bryozoans from the Korytnica Clays (Middle Miocene; Holy Cross Mountains, Central Poland). *Acta Geol. Polonica* 34 (3-4): 239-51.
- BASSANI, F. 1891. Contributo alla paleontologia della Sardegna. Ittioliti miocenici. *Atti R. Accad. Sc. Ff. e Mat.* 4, s. 2: (3): 1-59.
- BERNASCONI, M.P., & E. ROBBA. 1993. Molluscan palaeoecology and sedimentological features: an integrated approach from the Miocene Meduna section, northern Italy. *Palaeo., Palaeo., Palaeo.* 100: 267-90.
- BIANCHI, M., Gp. BRAGA, F. FINOTTI & M. MANFREDI. 1990. Ruolo dei briozoi nelle interpretazioni paleoambientali. In *Atti IV Simp. di Ecologia e Paleontologia delle Comunità Bentoniche, Sorrento 1-5 novembre 1988*, 21-33.
- BUGE, E. 1957. Les Bryozoaires du Nèogène de l'ouest de la France et leur signification stratigraphique et paléobiologique. *Mèm. du Muséum Nat. d'Hist. Nat.* 6 (C): 1-435.
- BUGE, E. 1973. Les Bryozoaires Miocènes du Nord-Ouest de l'Allemagne. *Paläont. Z.* 47 (1-2): 32-53.
- CARULLI, G.B., cur. 2006. *Carta geologica del Friuli Venezia Giulia*. Firenze: Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.
- CATI, A., R. FICHERA & V. CAPELLI. 1987. *Italia nordorientale. Interpretazione integrata dei dati geofisici e geologici*. AGIP, Servizi centrali per l'esplorazione.
- COMEL, A. 1947. Una nuova concezione sull'origine dei terrazzi prewürmiani friulani con particolare riferimento a quelli di Pozzuolo, Orgnano e Variano. In *Alto* 44: 3-9.
- COSTA, V., C. DOGLIONI, P. GRANDESSO, D. MASETTI, G.B. PELLEGRINI & E. TRACANELLA. 1996. *Note illustrative del Foglio 063 - Belluno della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000*. Roma: Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Servizio Geologico.
- COUSIN, M. 1981. Les rapports Alpes-Dinarides. Les confins de l'Italie et de la Yougoslavie. *Soc. Géol. du Nord* 5 (1): 1-521 e 5 (2): 1-521.
- DALLA VECCHIA, F.M. 2008. *Vertebrati fossili del Friuli*. Udine: Pubbl. Mus. Friul. St. Nat. 50.
- DE GASPERI, G.B. 1909. I rilievi della pianura friulana. In *Alto* 20: 23-5.
- D'ERASMO, G. 1922. Catalogo dei pesci fossili delle Tre Venezie. *Mem. Ist. Geol. R. Univ. St. Padova* 6: 1-189.
- DOYLE, P., A.E. MATHER, M.R. BENNETT & M.A. BUSSELL. 1996. Miocene barnacle assemblages from southern Spain and their paleoenvironmental significance. *Lethaia* 29 (3): 266-74.
- DULAI, A. 1995. Middle Miocene (Badenian) lunulitiform Bryozoa from Szob (Börzsöny Mts., Hungary). *Annales Historico-naturales Musei Nationalis Hungarici* 87: 35-54.
- FANTONI, R., F. PODDA, M. PONTON & P. SCOTTI. 2000. Ricostruzione della storia termica delle Prealpi Friulane attraverso l'analisi di maturità della materia organica. In *Riassunti delle comunicazioni orali e dei poster, 80° Riunione Estiva della Soc. Geol. It.*, cur. G.B. CARULLI, 240-1. Trieste: Università degli Studi di Trieste.
- FANTONI, R., D. CATELLANI, S. MERLINI, S. ROGLEDI & S. VENTURINI. 2002. La registrazione degli eventi deformativi cenozoici nell'avampese veneto-friulano. *Atti 80° Riun. Est. Soc. Geol. It., Alpi, Dinaridi e Adriatico*, Trieste settembre 2000, 301-13. *Mem. Soc. Geol. It.* 57.

- FERUGLIO, E. 1920. *I terrazzi della pianura pedemorenica friulana*. Venezia: Uff. Idrog. R. Mag. Acque, Pubbl. 107.
- FONTANA, A. 1999. Aspetti geomorfologici dell'area di Sammardenchia di Pozzuolo del Friuli. In *Sammardenchia-Cueis, contributi per lo studio di una comunità neolitica*, cur. A. FERRARI & A. PESSINA, 5-18. Udine: Pubbl. Mus. Friul. St. Nat. 41.
- FONTANA, A. 2006. *Evoluzione geomorfologica della bassa pianura friulana e sue relazioni con le dinamiche insediative antiche*. Udine: Pubbl. Mus. Friul. St. Nat. 47.
- FONTANA, A., & A. FERRARI. 2020. Interazione tra processi tettonici, alluvionali, eolici e pedogenetici nell'area di Sammardenchia e Pozzuolo del Friuli. *Gortania. Geol., Paleont., Paleon.* 41: 43-61.
- FONTANA, A., G. MONEGATO, S. ROSSATO, M.E. POLI, S. FURLANI & C. STEFANI. 2019. *Carta delle unità geologiche della pianura del Friuli Venezia Giulia. Scala 1:150.000. Note illustrative*. Trieste. Servizio Geologico, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.
- GRANDESSO, P., & C. STEFANI. 1990. Volcanic contribution to sedimentation in Upper Burdigalian-Lower Langhian sediments of the Venetian Molassic Basin. *Riv. It. Paleont. Strat.* 96 (2-3): 337-50.
- GRANDESSO, P., & C. STEFANI. 1998. La successione aquitaniano-burdigaliana di Piancavallo e Andreis (Prealpi Carniche occidentali, Italia). *Atti Tic. Sc. Terra, serie spec.*, 7: 59-72.
- LAGAARJ, R. 1952. The Pliocene Bryozoa of the Low Countries and their bearing on the marine stratigraphy of the North Sea region. *Mededel. Geol. Stichting* (Ser. C) 5: 1-233.
- MANCIN, N., M. COBIANCHI, A. DI GIULIO & D. CATELLANI. 2007. Stratigraphy of the Cenozoic subsurface succession of the Venetian-Friulian Basin (NE Italy): a review. *Riv. It. Paleont. Strat.* 113 (3): 401-18.
- MANCIN, N., C. BARBIERI, A. DI GIULIO, R. FANTONI, A. MARCHESINI, G. TOSCANI & A. ZANFERRARI. 2016. The Friulian-Venetian Basin II: paleogeographic evolution and subsidence analysis from micropaleontological constraints. *Italian Jour. Geosciences* 135 (3): 1-38.
- MARSILI, S., G. CARNEVALE, E. DANESE, G. BIANUCCI & W. LANDINI. 2007. Early Miocene vertebrates from Montagna della maiella, Italy. *Annales de Paleont.* 93: 27-66.
- MARTINIS, B. 1955. L'Oligocene friulano. In *Atti 1° Conv. Friul. Sc. Nat.*, Udine sett. 1955, 336-95.
- MASSARI, F., P. GRANDESSO, C. STEFANI & A. ZANFERRARI. 1986. The Oligo-Miocene Molasse of the Veneto-Friuli region, Southern Alps. In *Proc. Intern. Coll. Paleogeography Geodynamics Perithyrranian area*, cur. M. BOCCALETTO, R. GELATI & F. RICCI LUCCHI, 235-55. Giorn. Geol. s. 3, 48.
- MERLINI, S., C. DOGLIONI, R. FANTONI & M. PONTON. 2002. Analisi strutturale lungo un profilo geologico fra la linea Fella-Sava e l'avampese adriatico (Friuli Venezia Giulia - Italia). *Atti 80° Riun. Est. Soc. Geol. It., Alpi, Dinaridi e Adriatico*, Trieste settembre 2000, 301-13. Mem. Soc. Geol. It. 57.
- NICOLICH, R., B. DELLA VEDOVA, M. GIUSTINIANI & R. FANTONI. 2004. *Carta del Sottosuolo della Pianura Friulana (Map of Subsurface Structures of the Friuli Plain)*. Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, Direzione centrale dell'Ambiente e Lavori Pubblici, Servizio Geologico Regionale.
- PIRONA, G.A. 1861. Cenni geognostici sul Friuli. *Ann. Assoc. Agraria friulana* 1861: 3-45.
- PIRONA, G.A. 1876. La Provincia di Udine sotto l'aspetto storico naturale. cenni. *Cron. R. Liceo Stellini per l'anno 1875-76*: 3-45.
- PONTON, M. 1990. Nuovi dati sulla trasgressione miocenica (Casasola - Prealpi Carniche). *Gortania, Atti Mus. Friul. St. Nat.* 11: 25-38.
- PONTON, M. 2010. *Architettura delle Alpi Friulane* (con 8 sezioni geologiche alla scala 1:100.000, 1 carta geologica alla scala 1:200.000). Udine: Pubbl. Mus. Friul. St. Nat. 52.
- PONTON, M. 2015. Analisi strutturale profonda delle Dinaridi esterne fra Alpi e Prealpi Giulie (Italia e Slovenia). *Gortania. Geol. Paleont. Paleon.* 35: 23-34.
- SACCO, F. 1899. Gli Anfiteatri morenici del Veneto. *Ann. R. Accad. Agricoltura Torino* 41: 81-142.
- SARTI, M. 1979. Il Paleogene della Val Tremugna (Prealpi Carniche). *Boll. Soc. Geol. It.* 98: 87-108.
- SCHMID, B.M. 1991. Recent Bryozoan species from the Miocene of Nussdorf (Vienna) and their use for ecological interpretation. In *Bryozoaires actuels et fossils: Bryozoa Living and Fossil*, cur. F.P. BIGEY, 399-408.
- STEFANI, C. 1982. Geologia dei dintorni di Fanna e Cavasso Nuovo (Prealpi Carniche). *Mem. Sci. Geol.* 35: 203-12.
- STEFANI, C. 1984. Sedimentologia della molassa delle Prealpi Carniche occidentali. *Mem. Sci. Geol.* 36: 427-42.
- STEFANI, C. 1987. Composition and provenance of arenites from the Chattian to Messinian clastic wedges of the Venetian foreland basin (Southern Alps, Italy). *Giorn. Geol.* 49 (1): 155-66.
- STEFANINI, G. 1911a. *Sulla stratigrafia e sulla tettonica dei terreni miocenici del Friuli*. Venezia: Pubbl. Uff. Idrog. R. Mag. Acque, 31.
- STEFANINI, G. 1911b. Osservazioni sul Miocene del Friuli. *Atti R. Ist. Ven. Sc. Ll. e Aa.* 70 (2): 751-5.
- STEFANINI, G. 1915a. Il Neogene del Veneto. *Mem. Ist. Geol. Univ. Padova* 3: 337-624.
- STEFANINI, G. 1915b. Specie nuove dal Miocene Veneto. *Atti. Acc. Sc. Ven. Trent. Istr.* 3 (8): 151-62.
- STEFANINI, G. 1916. Fossili del Neogene Veneto. *Mem. Ist. Geol. Univ. Padova* 4: 1-198.
- STEFANINI, G. 1919. Fossili del Neogene Veneto. Parte II: Brachiopoda, Echinodermata. *Palaeontog. Italica. Mem. di Paleont.* 25: 127-71.
- STEFANINI, S. 1986. *Litostratigrafia e caratteristiche litologiche di pozzi della pianura friulana, dell'Anfiteatro del Tagliamento e del Campo di Osoppo e Gemona*. Trieste: Pubbl. Ist. Geol. Paleont. Univ. Trieste.
- SZABÓ, M., G. BOTFALVAI, L. KOCSIS, G. CARNEVALE, O. SZTANÓ, Z. EVANICS & M. RABI. 2017. Upper Oligocene marine fishes from nearshore deposits of the Central Paratethys (Mariahalom, Hungary). *Paleobio., Paleoenv.* 97 (4): 747-71.
- TARAMELLI, T. 1869. Sopra alcuni echinidi cretaci e terziari del Friuli. *Atti R. Ist. Veneto Sc. Ll. e Aa.* s. III, 14: 1-40.
- TARAMELLI, T. 1877. Catalogo ragionato delle rocce del Friuli. *Mem. R. Accad. Lincei* s. 3, 1: 511-609.
- TARAMELLI, T. 1881. *Spiegazione della Carta Geologica del Friuli (provincia di Udine)*. Pavia: Tip. Fusi.
- TARAMELLI, T. 1882. Geologia delle Province Venete. *Mem. R. Accad. Lincei* s. 3, 13: 305-536.
- VÁVRA, N. 1977. Bryozoa tertiaria. In *Catalogus Fossilium Austriae, Vol. 3*, cur. H. ZAPFE, 1/210. Wien: Springer Verlag.

- VENTURINI, S. 1987. Nuovi dati sul Tortoniano del sotto-suolo della pianura friulana. *Gortania. Atti Mus. Friul. St. Nat.* 9: 5-16.
- VENTURINI, S. 2002. Il pozzo Cargnacco 1: un punto di taratura stratigrafica nella pianura friulana. In *Atti 80° Riun. Est. Soc. Geol. It., Alpi, Dinaridi e Adriatico, Trieste settembre 2000*, 11-8. Mem Soc. Geol. It. 57.
- VENTURINI, S. 2016. Il "Cret": dalla storia alla geologia. Un conglomerato pleistocenico nella pianura friulana. *Natura Nascosta* 50: 15-30.
- VENTURINI, S., & G. TUNIS. 1991. Segnalazione di depositi miocenici nella Val Tremugna e presso Osoppo (Friuli). *Atti Tic. Sc. Terra* 34: 39-42.
- VENTURINI, S., & G. TUNIS. 1993. La composizione dei conglomerati cenozoici del Friuli: dati preliminari. *St. Geol. Camerti* vol. spec., 1992/2 (CROP 1-1A): 285-95.
- ZANFERRARI, A., R. AVIGLIANO, P. GRANDESSO, G. MONEGATO, G. PAIERO, M.E. POLI & C. STEFANI. 2008. *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 50.000: Foglio 65 "Maniago"*. APAT - Servizio Geologico d'Italia-Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.
- ZENARI, S. 1929. *Foglio Maniago. Note illustrative della Carta Geologica delle Tre Venezie*. Soc. Coop. Tipografica Ed.

Sitografia

<http://www.echinologia.com/thumbsirregulierspage27cassiduprotoscuscutellidae/imagepages/image8.htm>.
http://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr/webphp/Mioce-ne/photo_fossile.php?id=55.
<http://www.videpi.com/videpi/pozzi/consultabili.asp>.

Indirizzi degli Autori - Authors' addresses:

- Fabrizio BIZZARINI
Cannaregio 1269/a, I-30121 VENEZIA
e-mail: fabrizio.bizzarini@alice.it
- Paolo MADDALENI
Circolo Speleologico e Idrologico Friulano
Via Diaz 58, I-33100 UDINE
e-mail: am331sr@yahoo.it
- Giuseppe MUSCIO
Museo Friulano di Storia Naturale
Via Sabbadini 22-32, I-33100 UDINE
e-mail: giuseppe.muscio@comune.udine.it
- Maurizio PONTON
Dipartimento di Matematica e Geoscienze, Università degli Studi
Via Weiss 2, I-34128 TRIESTE
e-mail: ponton@units.it
- Luca SIMONETTO
Museo Friulano di Storia Naturale
Via Sabbadini 22-32, I-33100 UDINE
e-mail: luca.simonetto@comune.udine.it
- Sandro VENTURINI
Via Dradi 31, I-48123 RAVENNA
e-mail: venturinisandros@libero.it