

La Pietra di Vicenza nel Duomo di Modena e nella Torre Ghirlandina: analisi micropaleontologica e identificazione delle località di estrazione

CESARE ANDREA PAPAZZONI

*Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, Via G. Campi 103, 41125 Modena;
e-mail: papazzoni@unimore.it*

RIASSUNTO

L'analisi micropaleontologica della Pietra di Vicenza rinvenuta nei paramenti lapidei del Duomo di Modena e della Torre Ghirlandina, monumenti facenti parte del Sito Unesco della città, ha permesso di riconoscere 4 facies con caratteristiche di tessitura e di contenuto fossilifero che ne permettono la distinzione. La comparazione con materiali archeologici provenienti dai resti della città romana ha permesso di individuare le pietre reimpiegate in epoca medievale per la costruzione dei monumenti sopra citati.

Una estesa campagna di campionamento nell'area lessineo-berica ha poi consentito di individuare con discreta precisione le località di estrazione dei materiali usati a Modena in diverse epoche, mediante il confronto tra le caratteristiche micropaleontologiche dei campioni di provenienza nota e le medesime caratteristiche osservate nei materiali lapidei usati per gli edifici modenesi.

Parole chiave: Modena, Pietra di Vicenza, micropaleontologia, facies, geoarcheologia.

ABSTRACT

The "Pietra di Vicenza" in the Modena Cathedral and in the Ghirlandina Tower: micropaleontological analysis and identification of the extraction sites

The micropaleontological analysis of the "Pietra di Vicenza" (Vicenza stone) slabs covering the outer walls of the Modena Cathedral and the Ghirlandina Tower, monuments that are part of the UNESCO Site of this city, allowed to recognize 4 facies with characteristic textures and fossil contents allowing their distinction. The comparison with some archaeological materials from the remains of the ancient Roman city allowed to identify the stones reused in medieval times for the construction of these monuments.

An extensive sampling campaign in the Lessini-Berici area (Veneto region) allowed to identify with reasonable precision the locations of extraction of the materials used in Modena in different periods, by comparing the micropaleontological characteristics of the samples of known origin with the same characteristics observed in the stone materials used for buildings in Modena.

Keywords: Modena, Pietra di Vicenza, micropaleontology, facies, geoarcheology.

INTRODUZIONE

Lo studio dei materiali lapidei di interesse archeologico, parte di ciò che viene ormai comunemente indicato come geoarcheologia, è un campo in espansione. Negli ultimi decenni i confini della geoarcheologia si sono via via delineati; una possibile definizione è "applicazione delle geoscienze per risolvere problemi nella ricerca archeologica" (Pollard 1999).

Lo studio dei fossili contenuti nelle rocce sedimentarie, che sono materiali ampiamente diffusi negli edifici storici e nei resti archeologici, può consentire di individuare a volte con estrema precisione le località di provenienza ed estrazione delle rocce stesse. In particolare, i microfossili per la loro dimensione ed abbondanza possono essere individuati e studiati anche avendo a disposizione frammenti molto piccoli di rocce, che possono essere campionati in particolari condizioni (ad esempio durante i lavori di restauro, da parti già distaccate e

non visibili) sempre avendo cura di evitare danneggiamenti.

Il presente contributo riguarda una parte dell'indagine scientifica svolta principalmente negli anni 2005-2010 in concomitanza con i lavori di restauro sul Duomo di Modena e la Torre Ghirlandina, monumenti che fanno parte del Sito Unesco della città, sui quali il Prof. Stefano Lugli e collaboratori dell'allora Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Modena e Reggio Emilia, svolsero un'intensa attività di ricerca geoarcheologica. La sintesi dei primi risultati fu pubblicata già nel 2009-10, in due volumi pubblicati a cura del Comune di Modena (Lugli *et al.* 2009, 2010; Papazzoni *et al.* 2010). Qui si intende dare conto della ricerca su uno dei numerosi (ben 23 diversi) litotipi riscontrati sulle pareti dei due monumenti: la cosiddetta "Pietra di Vicenza".

La primissima fase del lavoro fu condotta in occasione dei rilievi fotogrammetrici e delle ispezioni con tecniche alpinistiche nel 2005. A questa prima fase seguì il controllo diretto del

rilevamento del paramento lapideo (per mezzo dei ponteggi nel frattempo installati) allo scopo di ottenere il catalogo e la mappatura delle rocce che rivestono i due monumenti, oltre alla caratterizzazione e mappatura dei fenomeni di degrado.

Il nome Pietra di Vicenza è stato usato durante lo studio per indicare i calcari paleogenici provenienti dall'area alpina. Il rivestimento del Duomo appare particolarmente ricco di tali litotipi, mentre sulla Torre Ghirlandina l'uso di queste rocce è stato più limitato. Questi calcari sono noti commercialmente con nomi diversi, apparentemente con significato non univoco, tra i quali "Pietra di Vicenza", "Pietra di Nanto", "Pietra Gallina" e "Pietra d'Avesa". Nel presente contributo per Pietra di Vicenza (in senso lato) si intendono collettivamente tutti i litotipi calcarei paleogenici provenienti dall'area lessineo-berica.

L'analisi delle microfaccies e la determinazione del contenuto micropaleontologico dei campioni, in particolare le associazioni a macroforaminiferi, microforaminiferi e alghe rosse, hanno permesso di riconoscerne la posizione stratigrafica e di identificarli con un discreto livello di dettaglio.

Il confronto dei litotipi del Duomo e della Torre Ghirlandina con i reperti archeologici di antichi monumenti romani rinvenuti nel sottosuolo di Modena ha permesso di completare lo studio e di individuare alcuni livelli e località possibili fonti di approvvigionamento di materiale ai tempi della costruzione e durante i numerosi restauri successivi dei due monumenti.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Gli attuali Monti Lessini e Berici sono parte delle Alpi Meridionali, elemento strutturale che rappresenta la parte più settentrionale della microplacca Adriatica (o Adria) (Carminati *et al.* 2012). Durante il Paleogene inferiore l'area lessineo-berica era occupata da una piattaforma carbonatica, estesa su Veneto e Trentino, detta Piattaforma dei Lessini (Fig. 1) o "Lessini Shelf" (Bosellini 1989). Essa era limitata verso nord da terre emerse e bordata sugli altri lati da ambienti marini profondi. La Piattaforma dei Lessini si sviluppò al di sopra della precedente e leggermente più estesa Piattaforma di Trento (Bosellini 1989; Zampieri 1995), un elemento strutturale sviluppatosi nel Giurassico Inferiore e caratterizzato da sedimentazione di acqua bassa di tipo bahamiano (Luciani 1989). La Piattaforma di Trento subì già nel Giurassico Medio fenomeni di marcata subsidenza legati all'apertura dell'Oceano Neotetide, divenendo così un alto strutturale soggetto a sedimentazione pelagica, il Plateau di Trento (Winterer & Bosellini 1981).

A partire dal Cretaceo Superiore il movimento di apertura oceanica si invertì, iniziando la collisione tra il blocco europeo e

la Placca Adriatica. A partire dal Paleocene il Plateau di Trento iniziò una fase di sollevamento disomogeneo, con l'attivazione di faglie ed il sollevamento di alcuni blocchi che si trovarono a profondità relativamente basse, con conseguente cambio della sedimentazione (Bosellini *et al.* 1978; Doglioni & Bosellini 1987). Durante il Paleogene inferiore, nel settore centro-orientale dei Lessini e in quello occidentale dei Colli Berici si sviluppò un'importante struttura vulcano-tettonica nota come Graben dell'Alpone-Chiampo (Barbieri *et al.* 1982) o Semigraben Alpone-Agno (Barbieri *et al.* 1991) o Graben dell'Alpone-Agno (Zampieri 1995). Tale depressione era limitata verso ovest dalla faglia di Castelvero (Barbieri 1972), che impediva l'espansione verso occidente delle vulcaniti basaltiche e dei prodotti del loro rimaneggiamento sostanzialmente subacqueo (Piccoli 1966a, b). Il graben ha influenzato la sedimentazione sulla Piattaforma dei Lessini, individuando due aree dove si sono depositate successioni stratigrafiche differenti (Antonelli *et al.* 1990): nell'area orientale, corrispondente al graben, si depositavano carbonati pelagici e calcareniti risedimentate, mentre nei Lessini occidentali si depositavano i carbonati marini di acque basse (De Zanche & Conterno 1972; Mietto 1975; Beschin *et al.* 1998) della formazione dei "Calcari Nummulitici". Ad est della faglia di Castelvero si trovano rocce vulcaniche (colate basaltiche, ioloclastiti e vulcanoclastiche) intercalate con depositi carbonatici marini (Barbieri & Medizza 1969; Barbieri 1972; De Zanche & Conterno 1972; Beccaro *et al.* 2001). Tra il Paleocene superiore ed il tardo Eocene medio (Bartonian), sei fasi di attività vulcanica sono state riconosciute da Barbieri *et al.* (1991). Nel Bartoniano era quindi sostanzialmente emersa una dorsale vulcanica, salvo episodi marini locali e temporanei che hanno portato alla deposizione del cosiddetto "Orizzonte di Ronca" (Fabiani 1915).

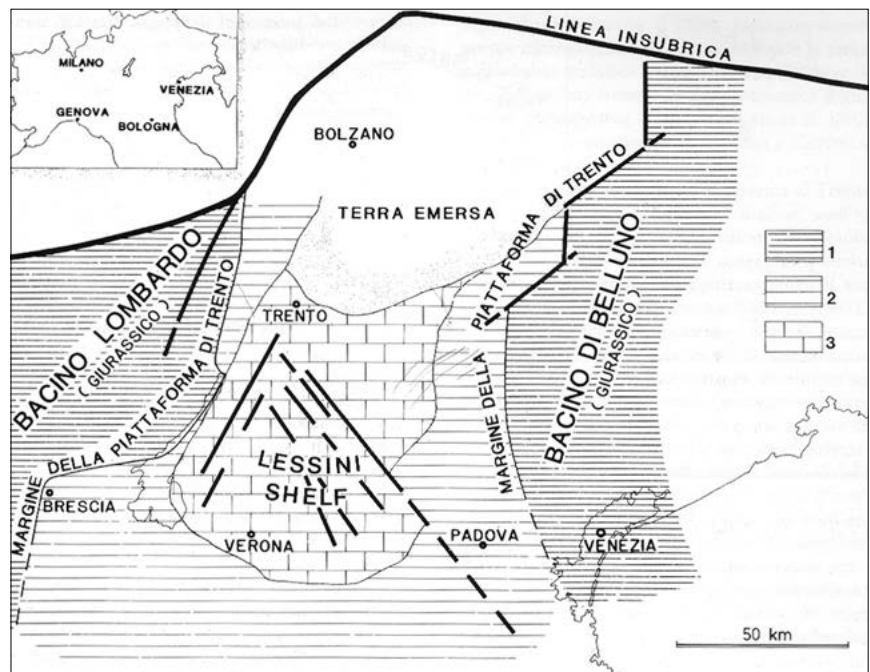


Fig. 1. Schema della Piattaforma dei Lessini (Lessini Shelf) impostata nel Cenozoico sul carapace della giurassica Piattaforma di Trento (da Bosellini 1989).

Durante l'Eocene superiore all'interno del graben l'attività vulcanica cessò e si depositò la Formazione delle Marne di Priabona, di ambiente marino aperto e relativamente profondo, con alla base un conglomerato trasgressivo (Barbieri *et al.* 1980; Mietto 1992; Trevisani 1997).

I Lessini orientali furono successivamente ricoperti dalla Formazione delle Calcareniti di Castelvetro dell'Oligocene inferiore, carbonati di acqua bassa depositatisi dietro un margine di scogliera biocostruito localizzato nella parte sud-orientale dei Monti Berici (Geister & Ungaro 1977; Frost 1981; Bosellini & Trevisani 1992; Mietto 1992). Nella parte occidentale dei Monti Lessini l'Oligocene manca, probabilmente a causa dell'emersione dell'area (Luciani 1989).

La Formazione delle Arenarie e Calcari di S. Urbano, di età Oligocene superiore-Miocene inferiore (Bosellini *et al.* 1967; Bassi *et al.* 2007, 2008; Bassi & Nebelsick 2010) è a sua volta ricoperta dalle Marne Argillose di Monte Costi, del Miocene inferiore, spesse soltanto pochi metri (Bosellini & Dal Cin 1966; Bassi *et al.* 2007, 2008). Queste ultime rappresentano gli ultimi depositi marini di età cenozoica in tutta l'area.

MATERIALI E METODI

Per questo lavoro il materiale utilizzato è stato osservato principalmente in sezione sottile. Sono stati utilizzati campioni di Pietra di Vicenza da piccoli frammenti di materiale prelevati dalle pietre di rivestimento del Duomo di Modena e della Torre Ghirlandina durante i lavori di restauro dei suddetti monumenti. Il rilievo di base del Duomo e della Ghirlandina, frutto tra l'altro del lavoro di tesi di laurea di diversi studenti del Corso di Laurea in Conservazione dei Beni Culturali, ha fornito le mappe dei singoli conci di pietra che poi sono stati attribuiti alle diverse litologie osservate, tra la quali la Pietra di Vicenza.

Per il presente lavoro sono state utilizzate 86 sezioni sottili da diverse parti dei monumenti in esame, alle quali vanno aggiunte 5 sezioni sottili ricavate da materiali provenienti dal restauro della Torre dell'Orologio, nella sede del Comune di Modena (Tab. 1). Come base di confronto con le pietre usate in epoca romana sono state poi esaminate sezioni sottili provenienti da siti archeologici di epoca romana, facenti parte dell'antica necropoli di Mutina, in Via Cesana e in via Emilia Est (15 sezioni sottili).

	Facies 1	Facies 2	Facies 3	Facies 4
Duomo facciata	1. D 22, DP 1, DP 11, 2. DP 19, DP 25, 3. DP 26, DP 31, DP 38, DP 47, DP 48, DP 50, 4. DP 55, DP 59,	DP 12, DP 105	DP 14, DP 15, DP 34, DP 41, DP 46, DP 49, D 8, DP 103, D 23, D 24, D B 9	D 13, D 16, D 17, DA, D 4 A
Duomo lato nord	DP 63, DP 64, DP 68, DP 72, DP 73, DP 81, DP 84, DP 85, DP 90, DP 109, DP 110	DP 89	DP 67, DP 69, DP 70, DP 74, DP 76, DP 79, DP 86, DP 87, DP 95, DP 96	DP 65, DP 77, DP 80, DP 107
Duomo lato sud	DP 116, DP 117, DP 118	DP 114		
Duomo leoni portale	1, 4, 7			
Torre Ghirlandina	GC 17, G 28, G 29, G 31, GP 27, GP 31, GP 33, GP 34	GC 28	GA, GD, G 1, G 3, G 12, G 25, G 26, GC 14, GP 25, GP 28	G 13, G 32, GP 26
Torre dell'orologio		TO 9	TO 6, TO 11a, TO 11b	TO 13
Necropoli romana Via Cesana	CE 30, CE 31, CE 32, CE 34, CE 41, CE 105			
Necropoli romana Via Emilia Est 281	E 281-3, E 281-4, E 281-5, E 281-6, E 281-7, E 281-8, E 281-9, E 281-10, E 281-11			

Tab. 1. Elenco delle sezioni sottili suddivise in base alla provenienza e alla facies di appartenenza.

Per stabilire nel modo più preciso possibile la provenienza della Pietra di Vicenza usata a Modena in epoca romana e riutilizzata nel Medio Evo, si è svolto un campionamento in diverse località dei Monti Lessini e Berici (Fig. 2). Complessivamente sono stati studiati 64 campioni provenienti da 23 località diverse (Tab. 2). Per ogni sezione sottile sono state determinate le microfaccies sulla base delle associazioni biotiche e delle caratteristiche sedimentologiche osservate. L'analisi è stata svolta dapprima sui campioni provenienti da monumenti e scavi archeologici, individuando 4 facies principali nelle quali inserire tutti i campioni esaminati. Successivamente, il materiale raccolto appositamente nei Monti Lessini e Berici è stato esaminato allo stesso modo per individuare ove possibile facies sovrapponibili a quelle usate nei materiali archeologici.

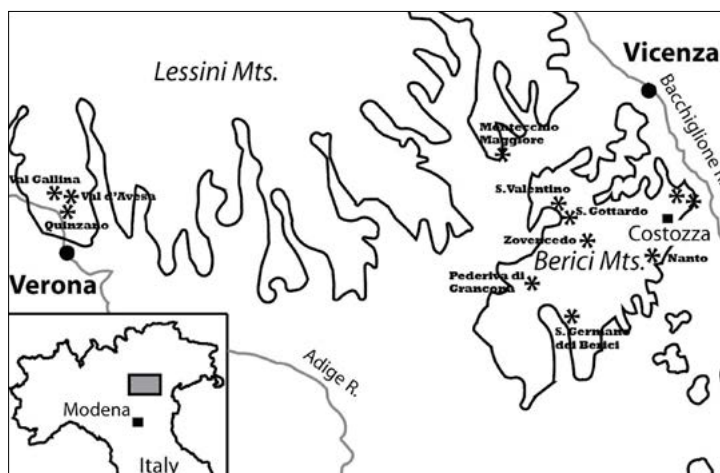


Fig. 2. Principali località campionate nell'area dei Colli Berici e dei Monti Lessini sud-orientali (da Papazzoni *et al.* 2008).

SIGLA	CAVA/PUNTO DI RACCOLTA	NOME LOCALE	LOCALITÀ DI PROVENIENZA
CL	Cengelle	Giallo di Vicenza	Pederiva di Grancona
BD	Badia	Bianco di S. Gottardo	Zovencedo
ST	Strenghe	Bianco di S. Germano	S. Germano dei Berici
PM	Scioso, via Casette	Pietra del Mare	Pederiva di Grancona
BV	Gazzo	Pietra Bianca di Vicenza	tra S. Gottardo e Zovencedo
GD	Acque	Giallo Dorato/Giallo Dorato "tipo rosso"	Pederiva di Grancona
GA	Alpini	Grigio alpi	Pederiva di Grancona
PA	cava in val d'Avesa	Pietra d'Avesa	Val d'Avesa
PG	cava in val Gallina	Pietra Gallina	Val Gallina
NA 1, 2, 3, 17, 18	Nanto, via Colombara	Pietra o Marmo di Nanto	Nanto
NA da 4 a 7	via Priare	Pietra o Marmo di Nanto	Nanto
NA da 8 a 16	via Pissotto	Pietra o Marmo di Nanto	Nanto
CT	Covoli di Castello	Pietra di Montecchio	Montecchio Maggiore
CZ 1	Monte Brosimo	Pietra di Costozza	Costozza
CZ 2 e 5	via Grotte	Pietra di Costozza	Costozza
CZ 3	galleria Conti da Schio	Pietra di Costozza	Costozza
CZ 4 e 6	cava romana	Pietra di Costozza	Costozza
CZ FU	interno di una fungaia	Pietra di Costozza	Costozza
CZ SA	parete sotto la chiesa di S. Antonio	Pietra di Costozza	Costozza
QU	parete sopra il paese di Quinzano	Non noto	Quinzano
SV	Priara, via Piave;	Non noto	tra S. Valentino, S. Vito e S. Gottardo
SV	S. Vito, nelle vicinanze di Fontana dell'Orco	Non noto	tra S. Valentino, S. Vito e S. Gottardo
GR	Cava di Cengelle	Non noto	Pederiva di Grancona

Tab. 2. Località campionate nell'area lessineo-berica. I campioni PM, BV, GD, GA, NA 2 e 3 sono stati gentilmente concessi dalla ditta Grassi S.r.l., www.grassipietre.it; GR, NA 17 e 18 sono stati forniti dal Dott. Geol. Giulio Thiene.

RISULTATI

Nella prima fase dello studio sono state esaminate le sezioni sottili provenienti dalla Pietra di Vicenza dei campioni del Duomo di Modena, della Torre Ghirlandina, della necropoli romana (via Cesana e via Emilia Est 281) e della Torre dell'Orologio del Comune di Modena. Sulla base delle caratteristiche microscopiche sono state distinte 4 facies indicate per mezzo di numeri da 1 a 4: di seguito è riportata la descrizione sintetica di ognuna di esse.

Facies 1

Packstone caratterizzato da una buona selezione per dimensioni con abbondanti milioliti e alghe corallinacee articolate presenti sotto forma di frammenti; raramente si ritrovano piccoli *Nummulites* sp., a volte mal conservati, insieme ad altri foraminiferi bentonici, tra i quali *Asterigerina rotula haeringensis*, *Chapmanina gassinensis*, *Praerhapydionina delicata* e *Neorotalia lithothamnica*, oltre a foraminiferi incrostanti e piccoli rotalidi. Anche se non abbondanti, si trovano frammenti di echinodermi, briozoi e frammenti di coralli poritidi. Le alghe incrostanti (croste e noduli algali) sono piuttosto rare in questa facies, mentre possono essere comuni le corallinacee articolate (Fig. 3).

Dal punto di vista macroscopico tale facies possiede una granulometria fine ed un aspetto omogeneo. L'analisi macroscopica non consente di individuare facilmente la presenza di nummulitidi o di altri foraminiferi di grandi dimensioni, mentre gli abbondanti milioliti sono visibili con la lente di ingrandimento. Il colore dei conci di questa tipologia di facies appare tendente al bianco avorio o debolmente giallastro.

Facies 2

Packstone/grainstone con moderata selezione per dimensioni, contenente abbondanti alghe corallinacee articolate, presenti sotto forma di frammenti, e in misura minore alghe incrostanti,

costituite principalmente da incrostazioni e noduli algali (rodoliti); sono presenti anche milioliti, sebbene in misura minore rispetto alla Facies 1, e la presenza di *Nummulites* (*N. fichteli* e *N. vascus*) di dimensioni medio/piccole, caratterizzati da un discreto grado di conservazione. Come nella Facies 1 sono presenti frammenti di echinodermi, briozoi, piccoli rotalidi e altri foraminiferi bentonici, quali *Asterigerina rotula haeringensis*, *Chapmanina gassinensis*, *Neorotalia lithothamnica* e *Gyroidinella magna* (Fig. 4). Dal punto di vista macroscopico questa facies appare difficilmente distinguibile dalla Facies 1.

Facies 3

Packstone con selezione per dimensioni da moderata a scarsa. Le alghe incrostanti sono abbondanti e presenti soprattutto sotto forma di incrostazioni e di noduli algali, prevalenti rispetto ai frammenti di alghe articolate, i quali sono presenti in percentuale minore rispetto alle precedenti Facies 1 e 2; i milioliti risultano essere molto rari rispetto alle facies precedentemente descritte. Sono presenti *Nummulites* di medie e grandi dimensioni (*N. vascus*, *N. incrassatus*, *N. fabianii*, *N. ptukhiani*, *N. chavannesi*) caratterizzati da un buono stato di conservazione. I componenti più importanti dopo quelli sopra descritti sono briozoi, frammenti di echinodermi e frammenti di coralli. Tra gli altri foraminiferi bentonici prevalgono *Asterigerina rotula haeringensis*, *Asterigerina rotula*, *Neorotalia* sp. e *Chapmanina gassinensis* (Fig. 5).

Dal punto di vista macroscopico è ben distinguibile dalle restanti facies in quanto presenta una granulometria particolarmente grossolana; sulle superfici dei conci di Pietra di Vicenza riconducibili a tale facies sono infatti ben visibili, anche senza l'ausilio di lente di ingrandimento, fossili di notevole dimensione, quali ad esempio grandi nummuliti, ostreidi, noduli algali di notevoli dimensioni (rodoliti), echinidi completi, bivalvi, coralli solitari o in colonie discretamente conservate (Fig. 6).

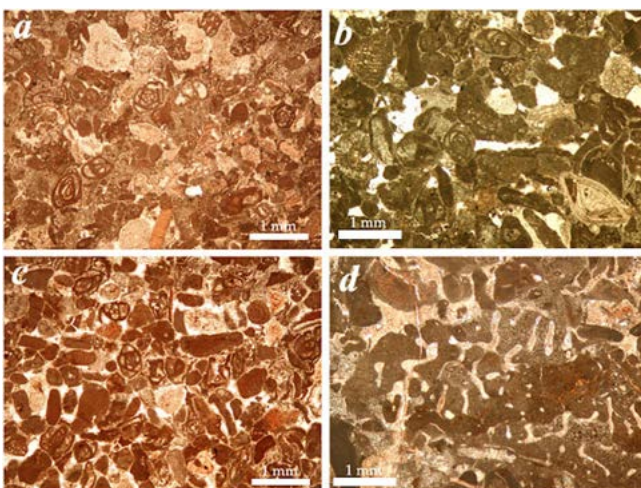


Fig. 3. Facies 1. a) Aspetto generale del packstone; b) associazione con due *Chapmanina gassinensis* (a sinistra) e *Asterigerina rotula haeringensis* (in basso a destra); c) associazione con frammenti di alghe articolate e milioliti; d) frammento di un corallo poritide.

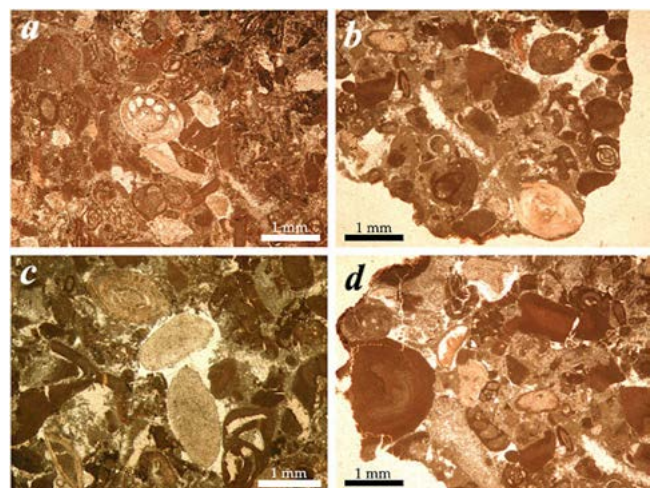


Fig. 4. Facies 2. a) Aspetto generale del packstone/grainstone con *Asterigerina rotula haeringensis* (al centro); b) associazione con *Nummulites vascus* (in basso a destra); c) associazione con *Nummulites fichteli* (in alto); d) associazione con abbondanti alghe corallinacee.

Facies 4

Packstone con scarsa selezione per dimensioni contenente principalmente *Nummulites* spp. e *Discocyclina* spp. di grandi dimensioni, immersi in abbondante detrito fine, insieme a foraminiferi planctonici abbastanza comuni. I miliolidi e le alghe corallinacee sono molto rari o, a volte, assenti. Saltuariamente si rinviene la presenza di frammenti di echinodermi (placche e radioli) e di altri foraminiferi bentonici (*Asterigerina* sp.).

Macroscopicamente la roccia si presenta con granulometria da media a fine, all'interno della quale spiccano a volte macrofossili di notevoli dimensioni, tra i quali echinodermi e gusci di bivalvi (Fig. 7).

Il colore giallastro della Pietra di Vicenza in Facies 4 la rende facilmente distinguibile dalle altre facies, caratterizzate invece da una tonalità più vicina al bianco avorio.

Datazione delle facies osservate

Le specie con valore biostratigrafico riconosciute nelle diverse facies hanno permesso di individuare per ciascuna di esse un intervallo di età più o meno ampio.

In particolare, nella Facies 1 sono state riconosciute le specie *Nummulites fichteli* (Fig. 8a), *Asterigerina rotula haeringensis* (Fig. 8b, d, f) e *Praerhapydionina delicata* (Fig. 8d), che permettono di restringere l'età al Rupeliano (Oligocene inferiore). Alcune specie riconosciute, quali *Neorotalia lithothamnica* (Fig. 8c) e *Chapmanina gassinensis* (Fig. 8e) hanno un range biostratigrafico più ampio (Priaboniano-Rupeliano) ma comunque consistente con quello indicato sopra.

Anche nella Facies 2 sono state riconosciute specie ristrette al Rupeliano, ovvero *Nummulites fichteli* (Fig. 9a, b), *N. vasus* (Fig. 9c, d) e *Asterigerina rotula haeringensis* (Fig. 9e, f), assieme a specie attribuibili ad un intervallo temporale più ampio come *Neorotalia lithothamnica* (Fig. 9e) e *Chapmanina gassinensis* (Fig. 9g, h). Alla Facies 2 può quindi essere attribuita la stessa età della Facies 1 (Rupeliano).

La Facies 3 non presenta un'associazione omogenea dal punto di vista biostratigrafico. Possiamo distinguere almeno tre diverse età, ovvero il Bartoniano (Eocene medio) indicato dalla presenza di *Nummulites ptukhiani* (Fig. 10c), il Priaboniano (Eocene superiore) indicato da *Nummulites fabianii* (Fig. 11e) ed il Rupeliano (Oligocene inferiore) indicato da *Asterigerina rotula haeringensis* (Fig. 10a, b, c) e *Nummulites vasus* (Fig. 10d). Le specie *Nummulites incrassatus* (Fig. 11a, b), *N. chavannesii* (Fig. 11d) e *Asterigerina rotula* (Fig. 11f) indicano genericamente il Bartoniano-Priaboniano (Eocene medio-superiore). In sintesi, la Facies 3 può essere inserita in un intervallo temporale compreso tra il Bartoniano ed il Rupeliano.

Nella Facies 4 non sono state riconosciute specie indicative dal punto di vista biostratigrafico, ma soltanto dei generi che indicano un generico Eocene, quali *Discocyclina* spp./*Orbitoclypeus* spp. (Fig. 12a, b), *Nummulites* spp. (Fig. 12a, b) e *Asterocyclina* spp. (Fig. 12c, d). Non è possibile specificare di quale parte dell'Eocene si tratti, ma è plausibile che si possa restringere l'intervallo all'Eocene medio-superiore sulla base delle età dei Calcari nummulitici e delle Marne di Priabona desunte dalla letteratura.

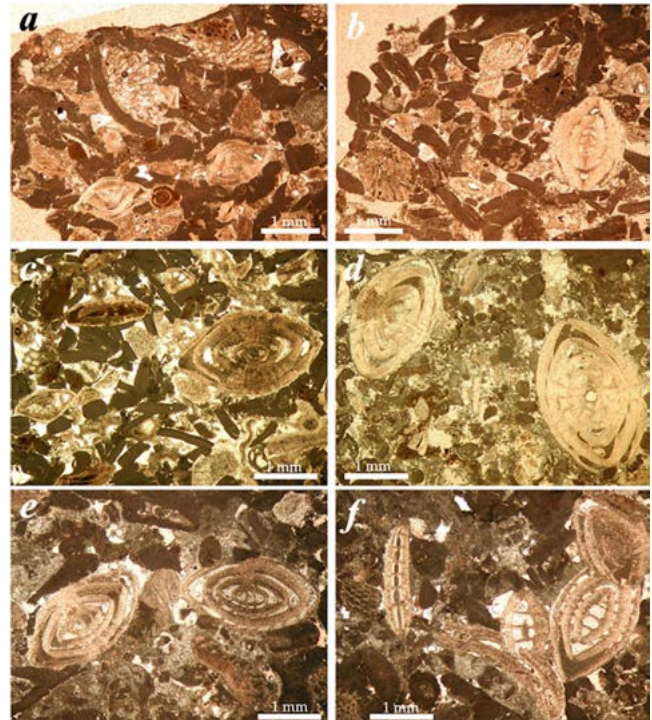


Fig. 5. Facies 3. a) Associazione con due *Asterigerina rotula* (in basso), frammenti ed incrostazioni algali e briozoi (in alto); b) associazione con *Nummulites* sp. (a destra) e briozoi (a sinistra); c) panoramica con *Nummulites incrassatus* (a destra) e *Asterigerina rotula* (a sinistra); d-e) associazioni con *Nummulites incrassatus*; f) associazione con *Assilina* sp. e briozoi (a sinistra) e *Nummulites* sp. (a destra).

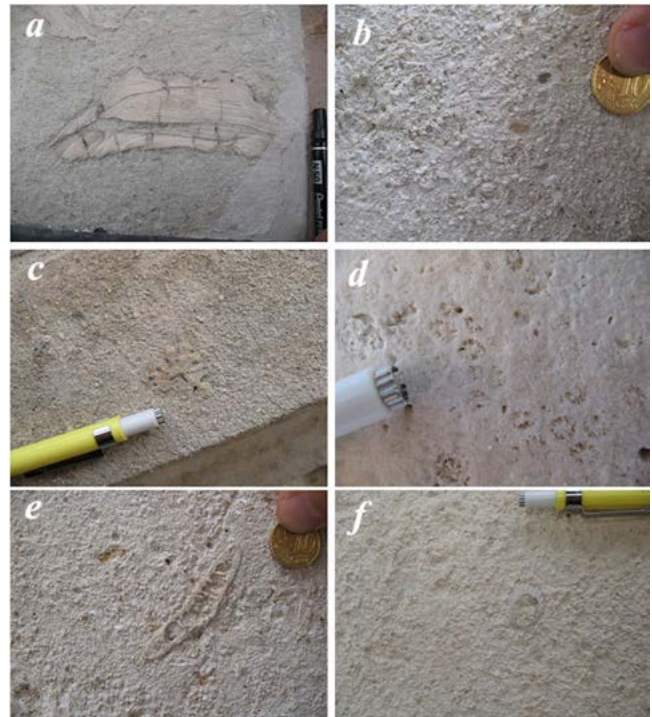


Fig. 6. Facies 3, aspetti macroscopici. a) Ostreide; b) aspetto generale della Facies 3; c) rodolite; d) calici di coralli; e) echinide irregolare; f) bivalve.

Analisi dei campioni dell'area berico-lessinea

La seconda fase dello studio ha riguardato l'analisi dei campioni raccolti nelle diverse località dell'area berico-lessinea (Fig. 2 e Tab. 2).

In Val d'Avesa sono stati raccolti campioni della cosiddetta "Pietra d'Avesa", che è risultata essere un packstone con mo-

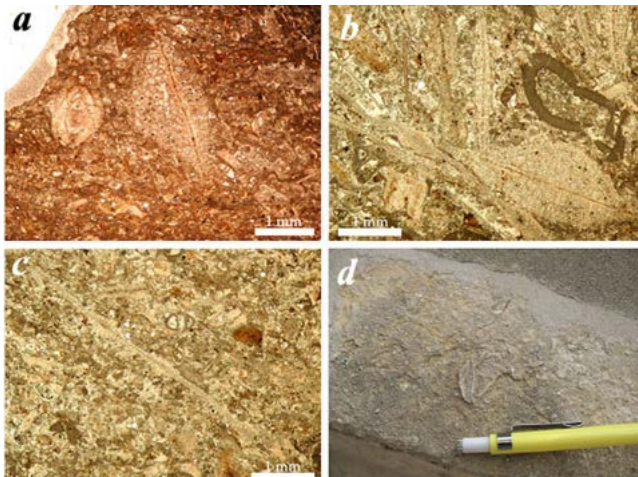


Fig. 7. Facies 4. a) Associazione con *Nummulites* sp. (a sinistra) e *Discocyclusina* sp. (al centro); b) associazione con *Discocyclusina* spp.; c) *Asterocyclusina* sp.; d) superficie esposta con un echinide irregolare.

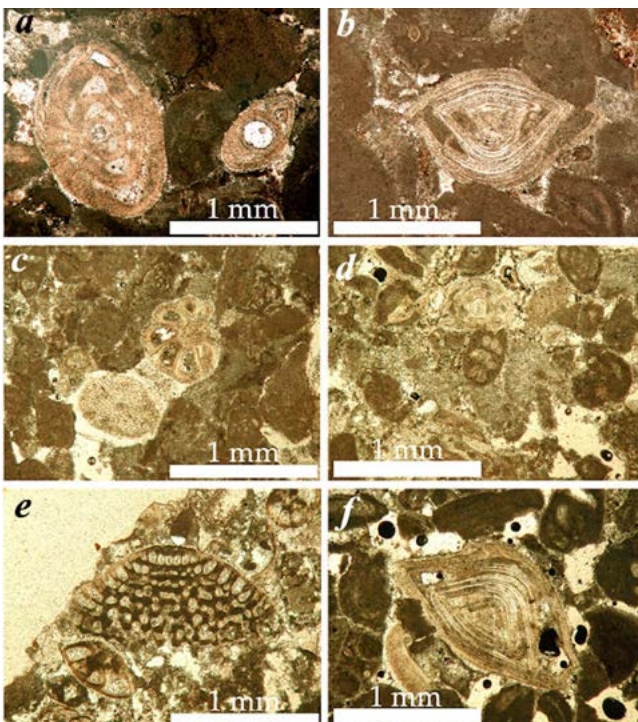


Fig. 8. Facies 1. a) *Nummulites fichteli* (a sinistra) e *Nummulites* sp. (a destra); b) *Asterigerina rotula haeringensis*; c) *Neorotalia lithothamnica* (sopra) e frammento di echinoderma (sotto); d) *Asterigerina rotula haeringensis* (sopra) e *Praerhapydionina delicata* (al centro); e) *Chapmanina gassinensis*; f) *Asterigerina rotula haeringensis*.

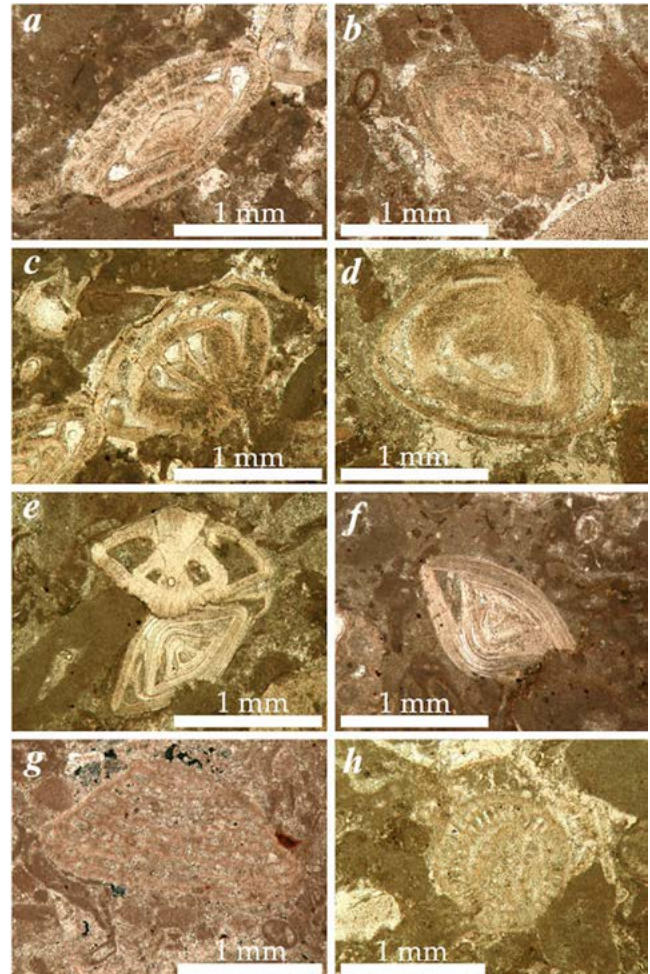


Fig. 9. Facies 2. a-b) *Nummulites fichteli*; c-d) *Nummulites vascus*; e) *Neorotalia lithothamnica* (sopra) e *Asterigerina rotula haeringensis* (sotto); f) *Asterigerina rotula haeringensis*; g-h.) *Chapmanina gassinensis*.

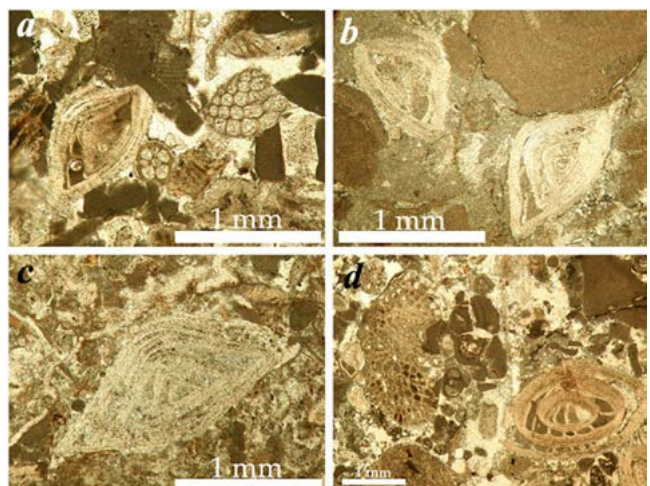


Fig. 10. Facies 3. a) *Asterigerina rotula haeringensis* (a sinistra) e briozoi (a destra); b-c) *Asterigerina rotula haeringensis*; d.) *Nummulites vascus* (a destra) e briozoo (a sinistra).

derata selezione per dimensioni, costituito, principalmente da foraminiferi planctonici e frammenti di echinodermi e senza macroforaminiferi. Questa litologia non presenta alcuna somiglianza con le facies 1-4 sopra descritte.

In Val Gallina la "Pietra Gallina" si è rivelata essere un wackestone-packstone con una buona selezione per dimensioni, molto ricco in foraminiferi planctonici, più abbondanti rispetto alla Pietra d'Avesa. Anche in questo caso non ci sono somiglianze con le facies riconosciute nei monumenti modenesi e nei reperti archeologici.

A Quinzano sono stati campionati calcari a discocycline e a nummuliti. L'analisi delle sezioni sottili ha rivelato dei packstone accompagnata con scarsa selezione per dimensioni, contenenti *Discocyclina* spp., *Asterocyclina* spp. e *Nummulites* spp., con rari *Asterigerina* sp., foraminiferi planctonici, briozoi ed alghe incrostanti. Le caratteristiche tessiturali e di contenuto fossilifero sono molto simili a quelle della Facies 4 sopra descritta.

A Montecchio Maggiore sono stati raccolti campioni della litologia localmente nota come "Pietra di Montecchio", che fa parte della Formazione delle Calcareni di Castelgomberto. Si tratta di un packstone con selezione per dimensioni da moderata a scarsa, contenente abbondanti alghe corallinacee incrostanti e comuni *Nummulites* spp., *Operculina* spp., *Asterigerina rotula haeringensis*, briozoi e frammenti di echinidi. In questo caso è possibile rilevare una forte somiglianza con la Facies 3 sopra descritta.

Nei Berici nord-occidentali sono state campionate 2 cave in galleria ancora in attività, entrambe comprese tra gli abitati di Zovencedo e S. Gottardo, dalle quali si ricavano due tipologie molto simili di calcari oligocenici, ma indicati con nomi commerciali diversi:

a) cava Badia, nelle vicinanze di Zovencedo: Bianco o Pietra di S. Gottardo;

b) cava Gazzo, tra Zovencedo e S. Gottardo, in prossimità del paese omonimo (Gazzo): Pietra Bianca di Vicenza.

In entrambi i casi si tratta di packstone con moderata selezione per dimensioni contenenti abbondanti alghe corallinacee, incrostanti ed articolate (in frammenti), accompagnate da *Nummulites* spp., *Operculina* spp., *Asterigerina* sp., *Chapmanina gassinensis*, briozoi, frammenti di echinidi e di bivalvi. Anche in questo caso possiamo assimilare queste litologie alla Facies 3 sopra descritta.

Altre due cave dismesse sono state campionate tra gli abitati di S. Valentino, S. Vito e S. Gottardo.

Nella prima, cava Priara, è stato riscontrato un packstone ben selezionato con abbondanti alghe articolate in frammenti, piccoli foraminiferi bentonici, soprattutto miliolidi, piccoli *Nummulites* sp. rotti o mal conservati, piccoli frammenti di echinidi frequenti *Chapmanina gassinensis*. La somiglianza con la Facies 1 sopra descritta è molto marcata, anche se *C. gassinensis* è qui più frequente rispetto alla suddetta facies.

La seconda, Cava S. Vito, ha restituito un packstone scarsamente selezionato contenente *Discocyclina* spp., *Asterocyclina* spp. e *Nummulites* spp., associati a volte con alghe corallinacee e rari foraminiferi planctonici. In questo caso si può notare una forte affinità con la Facies 4 sopra descritta.

Nei Berici nord-orientali affiora estesamente la cosiddetta

Pietra di Costozza. L'analisi dei campioni raccolti ha permesso di distinguere tre litotipi diversi:

a) packstone con selezione per dimensioni da moderata a scarsa contenenti abbondanti alghe corallinacee incrostanti ed articolate (frammenti), *Nummulites* spp. di dimensioni medio/grandi, briozoi, echinidi, raramente *Asterigerina* sp. e miliolidi. Questo primo gruppo può essere assimilato alla Facies 3 sopra descritta.

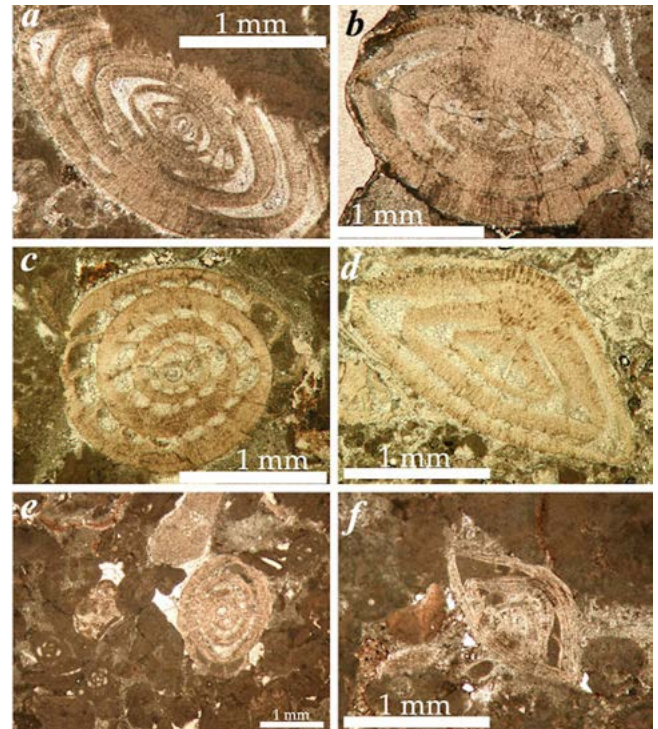


Fig. 11. Facies 3. a-b) *Nummulites incrassatus*; c) *Nummulites ptukhiani*; d) *Nummulites chavannesii*; e) *Nummulites fabianii*; f) *Asterigerina rotula*.

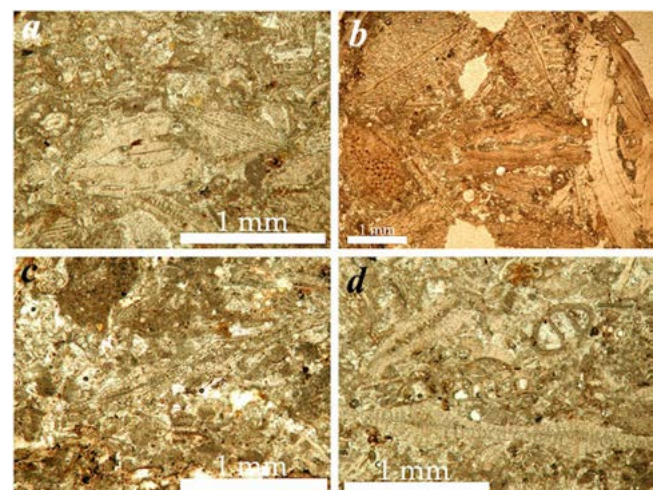


Fig. 12. Facies 4. a-b) *Nummulites* sp. e *Discocyclina* sp.; c-d) *Asterocyclina* sp.

b) Packstone con moderata selezione per dimensioni contenente abbondanti miliolidi, *Asterigerina rotula haeringensis*, *Chapmanina gassinensis* e *Nummulites* spp. (di piccole e medie dimensioni) corallinacee articolate (frammenti), echinidi e briozoi. Questo gruppo può essere inserito nella Facies 2 sopra descritta.

c) Packstone ben selezionato contenente abbondanti miliolidi e frammenti di corallinacee articolate, insieme a piccoli *Nummulites* spp., *Asterigerina rotula haeringensis*, *Praerhapydionina delicata*, *Chapmanina gassinensis*, briozoi ed echinidi. In questo caso si può trovare un'ottima corrispondenza con la Facies 1 sopra descritta.

La Pietra (o Marmo) di Nanto viene estratta prevalentemente in cave localizzate in prossimità del paese omonimo. Anche in questo caso sono stati riconosciuti due litotipi diversi:

a) packstone bioclastico con scarsa selezione per dimensioni contenente *Discocyclina* spp., *Asterocyclina* spp. e *Nummulites* spp. immersi in una matrice fine con abbondanti foraminiferi planctonici, accompagnati da briozoi, bivalvi ed echinidi.

b) packstone molto simile ad a), ma con più abbondanti *Discocyclina* spp. e *Nummulites* spp. (spesso anche di dimensioni maggiori).

Per entrambe le varianti si può ipotizzare una corrispondenza con la Facies 4 sopra descritta.

Nei Berici centro-meridionali sono state campionate diverse cave

in galleria nelle vicinanze di Pederiva di Grancona, dalle quali si ricavano calcari di età eocenica i cui nomi commerciali sono:

a) per cava Cengelle “Giallo di Vicenza”;

b) per cava Scioso “Pietra del Mare”;

c) per cava Acque “Giallo Dorato” e “Giallo Dorato tipo rosso”;

d) per cava Alpini “Grigio Alpi”.

In tutti i casi si tratta di packstone con scarsa selezione per dimensioni contenenti abbondanti *Nummulites* spp., *Discocyclina* spp., *Asterocyclina* spp. associati con *Asterigerina* sp., a volte *Alveolina* spp., briozoi, echinidi e rare alghe corallinacee. I diversi colori corrispondono a diversi contenuti (sempre molto bassi) di ossidi e/o solfuri di ferro.

In ogni caso, nessuna di queste litologie trova equivalenti nelle facies sopra descritte.

Nelle vicinanze di San Germano dei Berici un calcare oligocenico noto con il nome commerciale di “Pietra di S. Germano” è stato campionato presso cava Strenghes. Si tratta di un packstone con selezione per dimensioni da moderata a scarsa contenente frequenti *Nummulites* spp., *Operculina* spp., *Asterigerina rotula haeringensis*, corallinacee incrostanti ed articolate, briozoi, echinidi e frammenti di bivalvi. Le caratteristiche delle microfacies permettono di inserire questa litologia nella Facies 3 sopra descritta.

Una sintesi dei risultati suesposti è riportata in Tab. 3.

NOME LOCALE	ETÀ	FACIES AFFINE
PIETRA D'AVESA	EOCENE inferiore/medio	nessuna
PIETRA GALLINA	EOCENE inferiore/medio	nessuna
QUINZANO	EOCENE medio-superiore	FACIES 4
PIETRA DI MONTECCHIO	OLIGOCENE	FACIES 3
BIANCO o PIETRA DI S. GOTTARDO	OLIGOCENE	FACIES 3
PIETRA BIANCA DI VICENZA	OLIGOCENE	FACIES 3
S. VALENTINO tipo 1	OLIGOCENE	nessuna
S. VALENTINO tipo 2	EOCENE medio-superiore	FACIES 4
PIETRA DI COSTOZZA	OLIGOCENE	FACIES 1, 2 e 3
PIETRA o MARMO DI NANTO	EOCENE medio	FACIES 4
GIALLO DI VICENZA	EOCENE medio	nessuna
PIETRA DEL MARE	EOCENE medio	nessuna
GIALLO DORATO	EOCENE medio	nessuna
GIALLO DORATO tipo rosso	EOCENE medio	nessuna
GRIGIO ALPI	EOCENE medio	nessuna
PIETRA DI S. GERMANO	OLIGOCENE	FACIES 3

Tab. 3. Corrispondenza tra le rocce campionate nell'area lessineo-berica e le facies riconosciute nei materiali lapidei di Modena.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La comparazione tra i numerosi campioni raccolti in diverse località dell'area lessineo-berica e quelli provenienti dall'analisi dei monumenti (Duomo e Torre Ghirlandina) e dei reperti archeologici di epoca romana nella città di Modena permettono di individuare con buona precisione le plausibili località di approvvigionamento in epoca antica e nelle successive età medievale e moderna.

In particolare, dato che tutti i campioni di Pietra di Vicenza di età romana esaminati a Modena sono riferibili alla Facies 1 precedentemente descritta (Figg. 3, 8), anche le pietre di rivestimento attribuibili a questa facies e individuate nei monumenti di epoca medievale si possono ragionevolmente attribuire al recupero e riutilizzo di materiale antico. Tale attività è ben documentata dal punto di vista storico, ma qui per la prima volta si possono riconoscere le singole parti derivanti da tale attività, probabilmente legate alle fasi iniziali di costruzione dei suddetti monumenti. La Facies 1 è stata ritrovata soltanto nelle vicinanze di Costozza, dove peraltro sono tuttora attive cave per le quali è documentata l'estrazione fin da epoca pre-romana. La località di Costozza era collegata con l'Adriatico per mezzo del torrente Bacchiglione (Buonopane 1987); dal mare era poi possibile trasportare i blocchi verso Mutina (antico nome della città di Modena in epoca romana) risalendo il fiume Po ed il Panaro (Lugli *et al.* 2009). La Facies 2 sembra invece rappresentare una variante di minor pregio, probabilmente utilizzata in epoche successive in seguito al virtuale esaurimento della più resistente Facies 1. Anche in questo caso sembra che si possa determinare la provenienza dalle vicinanze di Costozza.

Le Facies 3 e 4 sembrano essere attribuibili a materiale di più recente cavatura, utilizzato per le fasi costruttive più tardive del Duomo di Modena e della Torre Ghirlandina, o per i successivi restauri. Per queste facies, le località di provenienza sono senz'altro più varie (Tab. 3).

La Facies 4 corrisponde abbastanza bene alla Pietra di Nanto, proveniente dall'omonima località, dai Berici occidentali e da Quinzano. Essa è stata largamente utilizzata durante le numerose fasi di restauro del Duomo di Modena e della Torre Ghirlandina.

RINGRAZIAMENTI

Per il presente articolo ho utilizzato in buona parte dati riportati sulla tesi di Laurea Specialistica in Scienze Geologiche del Dott. Giorgio Pallotti, che ringrazio per il suo prezioso contributo alle diverse fasi del lavoro di raccolta dei dati. Ringrazio inoltre il Dott. Geol. Giulio Thiene e la Ditta Grassi Pietre S.r.l per aver fornito parte del materiale di confronto. Un ringraziamento speciale va al Prof. Stefano Lugli (Unimore) che mi ha coinvolto nello studio delle pietre di rivestimento dei monumenti modenesi.

BIBLIOGRAFIA

- ANTONELLI R., BARBIERI G., DAL PIAZ G.V., DAL PRÀ A., DE ZANCHE V., GRANDESSO P., MIETTO P., SEDEA R. & ZANFERRARI A., 1990 - Carta geologica del Veneto. Scala 1:250.000 - una storia di cinquecento milioni di anni. Regione Veneto, SELCA, Firenze, 31 pp. + a geological map.
- BARBIERI G., 1972 - Sul significato geologico della Faglia di Castelvero (Lessini veronesi). *Atti e Memorie dell'Accademia Patavina di Scienze, Lettere ed Arti*, 84: 297-302.
- BARBIERI G., DE VECCHI GP., DE ZANCHE V., DI LALLO E., FRIZZO P., MIETTO P., & SEDEA R., 1980 - Note illustrative alla Carta Geologica di Recoaro alla scala 1:20.000. *Memorie di Scienze Geologiche*, 34: 23-52.
- BARBIERI G., DE ZANCHE V., MEDIZZA F. & SEDEA R., 1982 - Considerazioni sul vulcanesimo terziario del Veneto occidentale e del Trentino meridionale. *Rendiconti della Società Geologica Italiana*, 4 [1981]: 267-270.
- BARBIERI G., DE ZANCHE V. & SEDEA R., 1991 - Vulcanismo paleogenico ed evoluzione del semigraben Alpone-Agno (Monti Lessini). *Rendiconti della Società Geologica Italiana*, 14: 5-12.
- BARBIERI G. & MEDIZZA F., 1969 - Contributo alla conoscenza geologica della regione di Bolca (Monti Lessini). *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 27: 1-36.
- BASSI D., BIANCHINI G., MIETTO P. & NEBELSICK J.H., 2008 - Southern Alps in Italy: Venetian Pre-Alps. In McCann T. (ed.), *The Geology of Central Europe*, v. 2. The Geological Society of London: 1087-1092.
- BASSI D., HOTTINGER L. & NEBELSICK J.H., 2007 - Larger foraminifera of the Late Oligocene of the Venetian area, north-eastern Italy. *Palaeontology*, 50: 845-868.
- BASSI D. & NEBELSICK J.H., 2010 - Components, facies and ramps: redefining Upper Oligocene shallow water carbonates using coralline red algae and larger foraminifera (Venetian area, northeast Italy). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 295: 258-280.
- BECCARO L., FORNACIARI E., MIETTO P. & PRETO N., 2001 - Analisi di facies e ricostruzione paleoambientale della rampa dei "Calcarei nummulitici" (Eocene; Monti Lessini orientali - Vicenza): dati preliminari. *Studi Trentini di Scienze Naturali - Acta Geologica*, 76 [1999]: 3-16.
- BESCHIN C., BUSULINI A., DE ANGELI A., TESSIER G. & UNGARO S., 1998 - Crostacei eocenici di "Cava Rossi" presso Monte di Malo (Vicenza-Italia settentrionale). *Studi Trentini di Scienze Naturali - Acta Geologica*, 73 [1996]: 7-34.
- BOSELLINI A., 1989 - Dynamics of Tethyan carbonate platforms. In Crevello P.D., Wilson J.L., Sarg J.F. & Read J.F. (eds.), *Controls on Carbonate Platform and Basin Platform. S.E.P.M. Special Publication*, 44: 3-13.
- BOSELLINI A., BROGLIO LORIGA C. & Busetto C., 1978 - I bacini cretacei del Trentino. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 84 (4): 897-946.

- BOSELLINI A., CARRARO F., CORSI M., DE VECCHI G.P., GATTO G.O., MALARODA R., STURANI C., UNGARO S. & ZANNETTIN B., 1967 - Note Illustrative della Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 49 Verona. Servizio Geologico d'Italia, Nuova Tecnica Grafica, Roma, 61 pp.
- BOSELLINI A. & DAL CIN R., 1966 - Analisi sedimentologica delle "Arenarie di S. Urbano" (Miocene inferiore, Lessini vicentini). *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 85: 739-765.
- BOSELLINI F.R. & TREVISANI E., 1992 - Coral facies and cyclicity in the Castelgomberto Limestone (Early Oligocene, Eastern Lessini Mountains, Northern Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 98 (3): 339-352.
- BUONOPANE A., 1987 - Estrazione, lavorazione e commercio dei materiali lapidei. In Buchi E. (ed.) *Il Veneto nell'età romana*, vol. 1, Verona: 187-218.
- CARMINATI E., LUSTRINO M. & DOGLIONI C., 2012 - Geodynamic evolution of the central and western Mediterranean: Tectonics vs. igneous petrology constraints. *Tectonophysics*, 579: 173-192.
- DE ZANCHE V. & CONTERNO T., 1972 - Contributo alla conoscenza geologica dell'orizzonte eocenico di Roncà nel veronese e nel vicentino. *Atti e Memorie dell'Accademia Patavina delle Scienze, Lettere ed Arti*, 84: 287-295.
- DOGLIONI C. & BOSELLINI A., 1987 - Eoalpine and Mesoalpine tectonics in the Southern Alps. *Geologische Rundschau*, 77 (3): 734-754.
- FABIANI R., 1915 - Il Paleogene del Veneto. *Memorie dell'Istituto Geologico della Regia Università di Padova*, 3: 1-336.
- FROST S.H., 1981 - Oligocene reef coral biofacies of the Vicentin, northeast Italy. In Toomey D.F. (ed.), European fossil reef model. *S.E.P.M. Special Publication*, 30: 483-539.
- GEISTER J. & UNGARO S., 1977 - The Oligocene coral formations of the Colli Berici (Vicenza, northern Italy). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 70 (3): 811-823.
- LUCIANI V., 1989 - Stratigrafia sequenziale del Terziario nella Catena del Monte Baldo (Province di Verona e Trento). *Memorie di Scienze Geologiche*, 41: 263-351.
- LUGLI S., PAPAZZONI C.A., GAVIOLI S., MELLONI C., ROSSETTI G., TINTORI S. & ZANFROGNINI R., 2009 - Le pietre della Torre Ghirlandina /The stones of the Ghirlandina Tower. In Cadignani R. (ed.), *La Torre Ghirlandina - Un progetto per la conservazione / The Ghirlandina Tower - Conservation Project*, vol. 1, Luca Sossella Ed., Roma: 96-117.
- LUGLI S., PEDRAZZI S. & PAPAZZONI C.A., 2010 - Atlante delle sculture, mensole e capitelli della Torre Ghirlandina / Atlas of the sculptures, corbels and capitals of the Ghirlandina Tower. In Cadignani R. (ed.), *La Torre Ghirlandina - Un progetto per la conservazione / The Ghirlandina Tower - Conservation Project*, vol. 2, Luca Sossella Ed., Roma: 143-155.
- MIETTO P., 1975 - La Collezione paleontologica "Dal Lago" e le località fossilifere di Grola e Rivagra nell'Eocene vicentino. *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 31: 1-28.
- MIETTO P., 1992 - Monte di Malo. Aspetti Geologici. *Comune di Monte di Malo e Centro Studi del Priaboniano "M° Antonio Marchioro"*, 109 pp.
- PAPAZZONI C.A., LUGLI S. & PALLOTTI G., 2010 - Antiche tracce di vita riportate alla luce dal restauro / Ancient signs of life brought to light by restoration works. In Cadignani R. (ed.), *La Torre Ghirlandina - Un progetto per la conservazione / The Ghirlandina Tower - Conservation Project*, vol. 2, Luca Sossella Ed., Roma: 264-267.
- PAPAZZONI C.A., LUGLI S., PALLOTTI G., ROSSETTI G., TINTORI S. & CADIGNANI R., 2008 - The Pietra di Vicenza microfacies: recognizing the provenance of building stones from the Cathedral and the Ghirlandina Tower (Modena, Italy). *Giornate di Paleontologia VIII edizione, Simposio della Società Paleontologica Italiana, Accademia dei Fisiocritici, Siena, 9-13 Settembre 2008*: 32-35.
- PICCOLI G., 1966a - Subaqueous and subaerial basic volcanic eruptions in the Paleogene of the Lessinian Alps. *Bollettino della Società Geologica Italiana*, 84: 141-157.
- PICCOLI G., 1966b - Studio geologico del vulcanesimo paleogenico veneto. *Memorie degli Istituti di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 26: 1-100.
- POLLARD A.M., 1999 - Geoarchaeology: an introduction. In Pollard, A.M. (ed.) *Geoarchaeology: exploration, environments, resources. Geological Society, London, Special Publications*, 165: 7-14.
- TREVISANI E., 1997 - Stratigrafia sequenziale e paleogeografia del margine orientale dei Lessini Shelf durante l'Eocene superiore (Prealpi Venete, province di Vicenza e Treviso). *Studi Trentini di Scienze Naturali - Acta Geologica*, 71 [1994]: 145-168.
- WINTERER E.J. & BOSELLINI A., 1981 - Subsidence and sedimentation on a Jurassic Passive Continental Margin (Southern Alps, Italy). *A.A.P.G. Bulletin*, 65: 394-421.
- ZAMPIERI D., 1995 - Tertiary extension in the southern Trento Platform, Southern Alps, Italy. *Tectonics*, 14 (3): 645-657.

