

LINEAMENTI GEOLOGICI DELLA VALLE DEL CAROBBIO (LOMBARDIA, BRESCIA)¹

PAOLO SCHIROLLI²⁻³, FEDERICA BARILARO³, ANDREA DI CAPUA³
GIANLUCA NORINI³, DAVIDE TANTARDINI⁴

Parole chiave – Geologia, Valle del Carobbio, Sudalpino, Brescia, Italia

Key words – Geology, Carobbio Valley, Southern Alps, Brescia, Italy

Riassunto – La Valle del Carobbio si apre alle spalle dell’abitato di Sant’Eufemia della Fonte, quartiere orientale di Brescia posto sul conoide costituito dal materiale detritico proveniente dai versanti e trasportato dalle acque del torrente omonimo. Il presente contributo fornisce una sintesi delle principali caratteristiche geologiche della valle, da quelle del substrato roccioso carbonatico, risalente al Giurassico Inferiore, e del suo assetto strutturale a quelle dei depositi quaternari affioranti. Si delineano le tappe di un percorso di conoscenza che parte alla metà del 1800, dagli studi di Giuseppe Ragazzoni e Giulio Curioni, per arrivare al nuovo Foglio 121 Brescia alla scala 1:50.000 nell’ambito del Progetto CARG (Cartografia Geologica e Geotematica), in fase di realizzazione. La roccia affiorante è rappresentata in larga misura dalla formazione della Corna, unità normalmente calcarea ma che nella Valle del Carobbio risulta estesamente dolomitizzata, tanto da essere stata oggetto di sfruttamento in epoca storica da parte dell’uomo che ne ricavava la “spolverina”, una sabbia fine usata per la pulizia degli utensili domestici. Fattori geologici di natura litologico-stratigrafica e strutturale hanno guidato la genesi della Valle del Carobbio nel comparto in cui oggi si trova.

Abstract – *Geological setting of the Carobbio Valley (Lombardy, Brescia)*. The Carobbio Valley opens up behind the town of Sant’Eufemia della Fonte, an eastern district of Brescia located on the alluvial fan made up of detrital material coming from the slopes and transported by the waters of the namesake stream. This paper provides a summary of the main geological features of the valley, from those of the carbonate bedrock, dating back to the Early Jurassic, and its structural setting to those of the outcropping Quaternary deposits. The stages of a path of knowledge are outlined starting at the middle of 1800, from the studies of Giuseppe Ragazzoni and Giulio Curioni, to arrive at the new Sheet 121 Brescia at the 1:50,000 scale as part of the CARG Project (Geological and Geothematic Cartography), in progress. The outcropping rock is largely represented by the formation of the Corna, a normally calcareous unit but which in the Carobbio Valley is extensively dolomitized, so much so that it has been exploited in historical times by man who obtained the “spolverina”, a fine sand used for cleaning household utensils. Geological factors of a lithological-stratigraphic and structural nature guided the genesis of the Carobbio Valley in the sector in which it is located today.

INQUADRAMENTO GENERALE

Il Monte Maddalena, più familiarmente chiamato dai bresciani “la Maddalena”, da sempre rappresenta la montagna bresciana per antonomasia. Ai suoi piedi si adagia difatti la città di Brescia e tutta la serie di paesi che ne costituiscono l’hinterland, i quali fanno da cintura al grande e articolato rilievo di cui la Maddalena fa parte, rappresentandone la cima più meridionale prospiciente la pianura bresciana. E quel crinale che in linea retta e direzione NNE-SSW congiunge il M. Salena al M. Maddalena lungo la Costa di M. Denno, proprio a sud della cima della Maddalena si biforca nel crinale della “Poffa”, “Le Grappe” e M. Mascheda a levante e in quello del “Borno” e del “Trinale” a ponente. Tra di essi si apre la Valle del Carobbio, che con andamento meridiano sbocca nell’abitato di Sant’Eufemia della Fonte, posto

sul conoide costituito dal materiale detritico proveniente dai versanti e depositato dal corso d’acqua che scorre sul fondovalle (fig. 1).

Il bacino imbrifero della Valle del Carobbio è delimitato dallo spartiacque che unisce, procedendo in senso orario dal crinale ad occidente di Sant’Eufemia, il Trinale con il Borno, per proseguire oltre il Fosso Baldoverta verso le Cavrelle e il M. Maddalena, prima di piegare a sud dove superata la Valle Romito congiunge la Poffa al M. Mascheda, da cui il crinale scende in località “Il Forte”, sede del cosiddetto “forte Garibaldi”, a est dell’abitato di Sant’Eufemia.

La diffusa presenza della Corna, assieme alla scarsa disponibilità idrica in superficie, rende assai aridi e brulli i pendii, caratterizzati da suoli poveri a cui ben si sarebbero potute adeguare piante rustiche e poco esigenti come il carrubo, dalla cui locale diffusione in passato potrebbe derivare

¹ Lavoro realizzato con fondi del Progetto CARG - Carta Geologica d’Italia 1:50.000 - Foglio 121 Brescia

² Museo Civico di Scienze Naturali, Sezione di Scienze della Terra, Brescia

³ Istituto di Geologia Ambientale e Geoingegneria, CNR, Milano

⁴ Dipartimento di Scienze della Terra “A. Desio”, Università degli Studi di Milano

il nome stesso della valle (Gnaga, 1939), ipotesi che sino ad oggi non è però supportata da dati botanici storici.

Fattori geologici di natura litologico-stratigrafica e strutturale hanno guidato la genesi e l'orientazione della Valle del Carobbio nel comparto in cui oggi si trova. Ciò emerge da una prima osservazione delle caratteristiche litologiche dell'ammasso roccioso che caratterizza il substrato della valle e delle faglie e i sistemi di frattura che lo interessano. Nuovi dati saranno prossimamente disponibili a seguito del rilevamento geologico attualmente in corso nell'ambito del Progetto CARG (Cartografia geologica e geotematica), finalizzato alla realizzazione del nuovo Foglio 121 Brescia alla scala 1:50.000 a partire da rilevamenti di dettaglio al 10.000. È difatti nota l'ampia presenza nella valle di una facies dolomitica della formazione della Corna, che come sappiamo normalmente si presenta di natura calcarea. Tale locale natura litologica attribuisce all'ammasso roccioso quel maggiore grado di erodibilità da parte delle acque di scorrimento superficiale e degli agenti atmosferici, sia in ambiente epigeo che ipogeo, che, associato all'intenso grado di fratturazione, è alla base della formazione stessa della valle (figg. 2, 3).

I primi interessi alla geologia di Sant'Eufemia e della Valle del Carobbio

Dalla metà del 1800 l'area di Sant'Eufemia e della Valle del Carobbio incuriosisce i primi geologi che si dedicano

allo studio del territorio bresciano e dei dintorni di Brescia, nel tentativo di riconoscere la natura delle rocce che lo costituiscono e di ricostruire la locale successione sedimentaria. Il punto di partenza per tali studi non può che essere riconosciuto nel lavoro di Giuseppe Ragazzoni, primo vero maestro della geologia bresciana, che rileva il territorio e vi accompagna numerosi studiosi italiani e stranieri che renderanno disponibili le loro interpretazioni attraverso i propri scritti (Schirolli, 2020) (fig. 4). È il caso di Giulio Curioni, spesso accompagnato dallo studioso bresciano in escursioni sul territorio, che nel suo trattato sulla "Geologia delle Province lombarde" (1877) per primo descrive l'assetto geologico di Sant'Eufemia illustrandone lo "sconcerto di banchi liasici" in un profilo che si estende dalla Valle del Carobbio a Caionvico (fig. 5). Seguendo la stratigrafia fornita da Ragazzoni, l'Autore evidenzia la presenza della Corna, da lui definita "dolomia liasica", sormontata da un banco di calcare con selce bianca ("pietra focaja") contenente denti di pesce e brachiopodi, a cui fanno seguito i calcari stratificati con ammoniti del Corso, sempre attribuiti al Lias inferiore (Lias=Giurassico inferiore). Le cosiddette "Marne cretacee" fanno riferimento ad una formazione più recente oggi conosciuta come Scaglia Lombarda.

A Ragazzoni si deve l'introduzione in geologia di termini dialettali di uso locale, quali Corna, Corso e Medollo, per identificare le tipiche unità stratigrafiche affioranti



Fig. 1 – Valle del Carobbio vista da nord

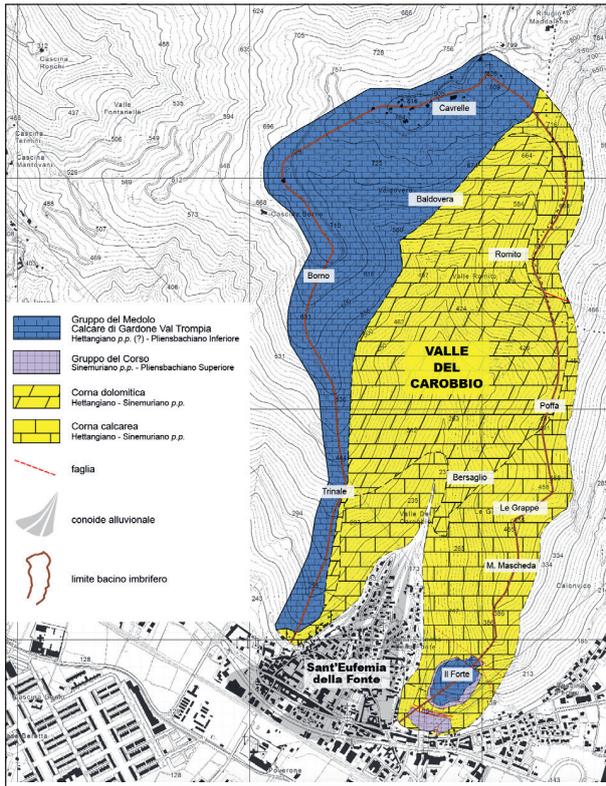


Fig. 2 – Carta geologica semplificata della Valle del Carobbio

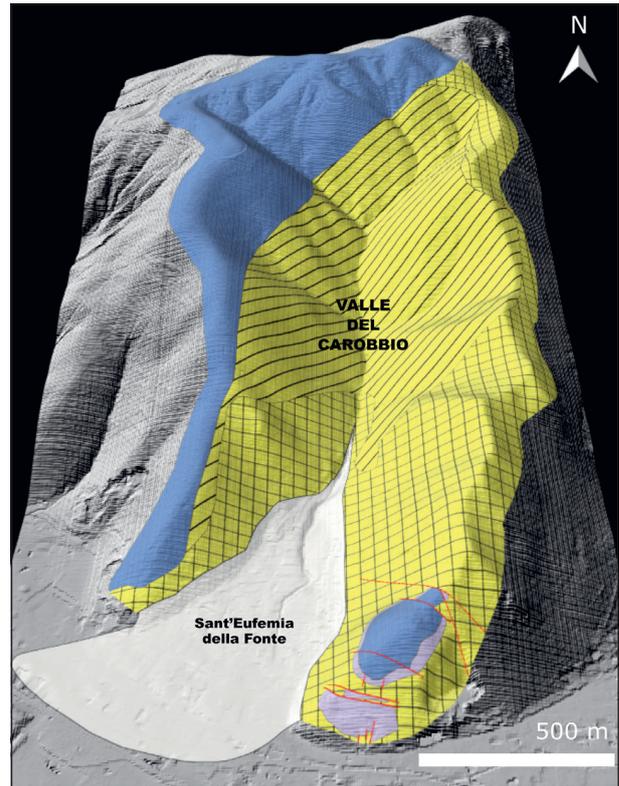


Fig. 3 – Modello geologico 3D della Valle del Carobbio (legenda in fig. 2)

nei dintorni di Brescia. Nel dialetto bresciano si chiama “còrna” ogni roccia che si presenta in banchi formanti rupi e sporgenze (“le còrne”) e mostri aspetti morfologici caratteristici, come piccole pareti, anfrattuosità, carsismo, ecc. I “cors” sono invece strati sottili e regolari che consentivano ai cavatori di ottenere lastre di buona dimensione, utilizzate per gradini, panchine, balaustra. “Médol” era il nome volgare delle cave di pietra o degli accessi alle miniere e “i médoi” erano i conci squadriati usati per opere murarie che si estravano diffusamente nei dintorni di Brescia dall’omonima unità rocciosa stratificata.

Curioni descrive la locale Corna come una roccia massiccia che può mostrare proprietà differenti: può presentarsi sotto forma di calcare o calcare dolomitico, talvolta di natura oolitica come verso Caionvico, e in tal caso presenta una struttura compatta che ne consente l’estrazione di blocchi, oltre che rappresentare materia prima per la produzione di calce; a luoghi invece è costituita da dolomia a struttura cristallina, facilmente sgretolabile. Come ricorda Cacciamali (1899), a differenza di quanto succede in regioni vicine, nell’area in esame la facies dolomitico-cristallina prevale nettamente sulla facies calcareo-compatta. Essa presenta spesso cavità piene di argilla ferruginosa: Curioni cita a Sant’Eufemia la presenza di “argilla ocrea di un rosso intenso, che trovasi nelle fessure e nei seni delle dolomie liasiche” da utilizzare come argilla colorante. Il massiccio calcareo è costellato da caverne e voragini nelle quali si perdono tutte le acque pio-

vane che non lasciano traccia di corsi d’acqua superficiali importanti, scaturendo poi alla base dei rilievi verso la pianura. Tanto che gli abitanti di Sant’Eufemia approfittarono di questo fenomeno per scavare nelle cantine delle loro stesse case grotte nel substrato roccioso costituito da dolomie candide, dalle quali sgorgavano al suolo abbondanti polle d’acqua limpidissima; peraltro già i monaci raccoglievano in una grande vasca presso il Monastero l’acqua captata da un’importante sorgente. Si spiega perché nel 1862 al toponimo Sant’Eufemia si sceglie di unire il termine specifico “della Fonte” per distinguerlo dagli altri nove paesi italiani con lo stesso nome.

I calcari dolomitici massicci della Corna sono coperti da banchi di calcari ricchi di selce bruna e fossili, quali denti di Lamna (squalo) e *Spirifer Walcottii* Sow. (brachiopode), a cui Cozzaglio (1891) aggiunge anche *Arietites stellaris* Sow. (ammonite), rinvenuta proprio sopra Sant’Eufemia. Zaccagna (1915) cita una certa frequenza di *Arietites stellaris*, *Atractites Guidonii* (belemnite), *Terebratula rotzoana* (brachiopode), ecc... Allora con tale orizzonte si faceva terminare la “dolomia liasica”. Ragazzoni definisce questo livello interposto tra Corna e Corso come “Saltrio” per analogia con i coevi calcari chiari con selci, contenenti i medesimi fossili, affioranti nel Lias Inferiore dell’omonima località del Varesotto, al confine con la Svizzera. Seguono i calcari fittamente stratificati del Corso, lastriiformi, con superfici piane e continue, di colore rosso, rosato o anche

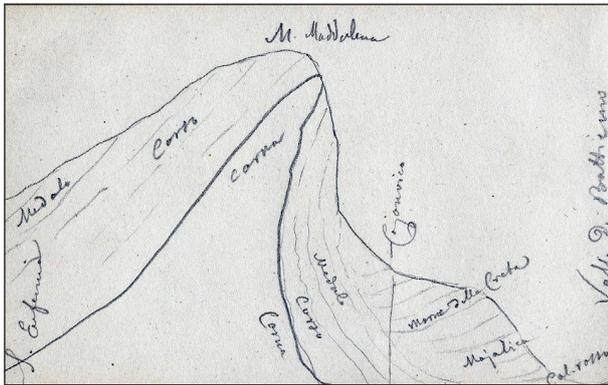


Fig. 4 – Schizzo geologico di Giuseppe Ragazzoni (libretto XIV del 1862)

brecciati, frequentemente contenenti ammoniti, come pure belemniti e brachiopodi. Tra le ammoniti Curioni cita la presenza di *Lithoceras* e *Ammonites substriata* che a ponente di Sant'Eufemia è associata a *Stephanoceras muticum* d'Orb. del Lias Inferiore, determinato da Meneghini, ma che oggi possiamo affermare provenire sicuramente dal Medolo. Difatti ad occidente di Sant'Eufemia sopra alla Corna e ad oriente sopra al Corso si trovano i calcari stratificati con argilla del Medolo, erroneamente attribuiti da Curioni al Lias superiore.

Sarà Cacciamali (1899) ad appoggiarsi alle conoscenze sino ad allora note, principalmente grazie al lavoro del suo mentore Ragazzoni, per cartografare il comparto tra Brescia e il M. Maddalena, comprendente l'intera Valle del Carobbio, nel tentativo di tracciare una stratigrafia litologica della successione medoloide soprastante la Corna, attraverso la creazione di più unità riconoscibili all'interno del Medolo. Questa unità è genericamente rappresentata da una roccia calcarea a stratificazione sempre evidente, contenente noduli o straterelli di selce, che se compatta rappresenta una ottima pietra per murature, se marnosa può offrire buon materiale per calci idrauliche. La valle risulta scavata principalmente nella Corna, che lungo un limite che corre in senso meridiano sul versante occidentale della valle, dal Trinale al M. Maddalena e oltre, lascia il posto alla prima unità basale del Medolo, che Cacciamali denomina "Eufemiano". Unici altri affioramenti sono quelli già citati come "Saltrio" dagli Autori precedenti, che si collocano al piede del M. Mascheda. Cacciamali descrive il Medolo Eufemiano, per il quale mantiene comunque anche l'impiego del termine "Saltrio", come caratterizzato da due facies: la prima, considerata normale, data da «Medolo compatto, chiaro o bigio, a strati piuttosto sottili, con selce a straterelli, a noduli o diffusa; spesso vi abbiamo intercalati anche straterelli di marna giallognola indurita». A questo tipo di Medolo può alternarsi una seconda facies che chiama "Medolo rupestre" o "Corna selciosa", data da «grossi banchi d'un calcare a facies di Corna, bianco-cinereo esternamente, melato nelle fratture fresche, compatto o sub-cristallino, con noduli e spruzzi di selce». Presente sulla linea di confine



Fig. 5 – Schizzo geologico di Giulio Curioni (1877, p. 258)

con la Corna, questo Medolo non ha però strati continui, ma costituisce grandi lenti all'interno della facies stratificata "normale". All'Eufemiano è attribuita una potenza di circa 100 m e per la sua posizione stratigrafica viene assegnato al Sinemuriano superiore. Cacciamali attribuisce alle unità riconosciute nel Medolo della Maddalena che sormontano l'Eufemiano, dalla più antica alla più recente, i nomi di "Bornatiano", "Fontanelliano", "Gottardiano", "Ronchiano" e "Cidneano", tutti termini derivanti dalla toponomastica locale.

Già dai primi schizzi geologici di Ragazzoni e di Curioni appare chiara l'esistenza di un contatto anomalo (vale a dire non stratigrafico) delle formazioni giurassiche che caratterizzano la Valle del Carobbio con l'unità marnosa della Scaglia cretacea che ad oriente di Sant'Eufemia corre al piede della dorsale del M. Maddalena. Con Cacciamali e Cozzaglio questo assume l'identità di un vero e proprio contatto tettonico, quale è effettivamente. Appare cioè evidente come il blocco di Corna che costituisce le pareti orientali della dorsale M. Mascheda - M. Maddalena - M. Salena sia in contatto per faglia con le più recenti formazioni affioranti a est, da Caionvico a Botticino-Serle, a causa di uno scorrimento avvenuto tra le due masse rocciose. Cozzaglio (1891) fa anche esplicitamente cenno ad una spaccatura che attraversa la Valle del Carobbio, la quale metterebbe in luce incastrata nella Corna una breccia di grosso spessore contenente «ciottoli e schegge giuresi, cementate da una dura pasta verdastra» che egli interpreta come legata al piallamento della sottostante massa rocciosa cretacea da parte del massiccio calcareo della Corna durante il suo sovrascorrimento. Cacciamali (1899) smentisce tale interpretazione quando parla del conoide esistente allo sbocco della Valle del Carobbio, valle che a suo parere rappresenta uno splendido esempio di quanto possa fare la potenza erosiva delle acque. Si tratta della «solita conoide, a sua volta incisa; essa è poco estesa a destra, assai a sinistra, dove più che conoide alluvionale è talus formato da frammenti di Corna precipitati dal fianco del Mascheda e tra loro fortemente cementati in compattissima breccia da un materiale calcareo-argilloso rossiccio; detta breccia evidentemente poste-

riore alla formazione della valle, e quindi recentissima, né offre alcun carattere che la possa far supporre di frizione, formatasi cioè in spaccatura della corna durante il corrugamento, come da altri è stato ritenuto».

Gli studi moderni

Gli studi sull'area riprendono con più moderni criteri stratigrafici ad opera di Cassinis (1968), che cita la Valle del Carobbio come una delle zone di maggiore diffusione della Corna dolomitica, che presenta carattere saltuario e sviluppo diverso da una località all'altra. Questo tipo di Corna è rappresentato da dolomie, dolomie calcaree, calcari dolomitici, calcari magnesiaci, a grana da micro a macrocristallina, con prevalenti tinte biancastre o bianco giallognole, ma sono presenti anche colorazioni giallastre, brunastre, bardigliacee, rosate. Egli ritiene tale facies di origine secondaria, o comunque non perfettamente contemporanea al processo di sedimentazione.

Sullo sperone montuoso orientale posto a ridosso dell'abitato di Sant'Eufemia, detto "Il Forte", Cassinis (1968) attribuisce al Corso un'unità potente 6 m circa immediatamente sovrastante la Corna, data da calcari nocciola e rossicci, localmente un po' marnosi e con elementi brecciosi, a stratificazione evidente che diventa più marcata verso l'alto con spessore di 5-10 cm, assai fossiliferi. Si tratta del medesimo livello di "Saltrio" citato dagli autori precedenti che lo ponevano alla sommità della "dolomia liasica" (Corna), caratterizzato dalla presenza di denti di Lamna, *Spirifer Walcott* Sow. e *Arietites stellaris* Sow. A supporto del lavoro di Cassinis vi è lo studio paleontologico di Cantaluppi (1966) che riconosce in tale livello ammoniti del genere *Phylloceras*, *Juraphyllites* e *Asteroceras*, crinoidi (*Pentacrinus* e *Milleriacrinus* o *Apiocrinus*), gasteropodi, lamellibranchi, brachiopodi, belemniti (*Ausseites* sp.), esacoralli e denti di squalo, che consentono di attribuire tale associazione faunistica al Sinemuriano, probabilmente alla sua parte superiore.

Rifacendosi alle suddivisioni di Cacciamali (1899) e alle proprie osservazioni personali, Cassinis (1968) riconosce

nel Medolo di Brescia quattro litozone, di cui quella basale affiorante sul versante occidentale della Valle del Carobbio, poggiante sulla Corna. La descrive come caratterizzata da «calcari bianco-grigiastri-nocciola, compatti, con selci brune e nere, suddivisi di solito in sottili strati, grigio-biancastri in alterazione, sovente separati da marne verdastre». «Si hanno nella parte inferiore numerose intercalazioni di calcari a lente ("Medolo rupestre" o "Corna selciosa" di Cacciamali 1899), comunemente detritici, di colore nocciola chiaro e biancastro, con selci (ma non sempre) bruno-nerastre in noduli e macchie» che richiamano nell'aspetto litologico e morfologico la sottostante Corna. Tale litozona A) del Medolo corrisponde in sostanza all'"Eufemiano" (o "Saltrio") di Cacciamali (1899). Solo localmente tra Corna e Medolo si inframezzano per alcuni metri strati di Corso chiaro che Cassinis considera "Corso bianco" per distinguerlo dal soprastante "Corso rosso", riprendendo così la suddivisione del Corso adottata per la prima volta da Cacciamali (1899), che utilizza per l'appunto i termini di "Corso bianco" e "Corso rosso" rispettivamente per l'unità inferiore e superiore della formazione, seguendo quanto autori precedenti come Ragazzoni e Curioni avevano di fatto considerato, chiamando "Corso" solo i calcari chiari o rosati ammonitiferi superiori, ma accorpando alla Corna (o "dolomia liasica") i calcari chiari con selci ("Saltrio" di Ragazzoni), fossiliferi a brachiopodi e denti di squalo, poggiati direttamente sui calcari massicci della Corna.

Facendo sintesi di quanto riportato dagli autori precedenti alla luce di nuove ricerche stratigrafico-paleontologiche, sarà Schirolli (1997) ad illustrare per ultimo la particolare situazione geologica presentata dal crinale a est di Sant'Eufemia (fig. 6), ormai da un secolo e mezzo oggetto di osservazione e descrizione da parte degli studiosi. Egli riconosce la presenza di più distinti orizzonti fossiliferi al tetto della Corna, all'interno di formazioni che formalizza con il nome di Encrinite di Rezzato (Schirolli, 2002a) e Corso Rosso di Botticino (Schirolli, 2002b). Al piede del crinale, alla sommità di una Corna che diviene fortemente intra-bioclastica ed appare attraversata da filoni sedimentari larghi alcuni centimetri, riempiti da una calcilutite rosata con laminazione parallela alle salbande, segue un massiccio banco di calcilutite tendenzialmente nocciola-rosata, priva di selce, alla cui sommità è posto uno strato irregolare di circa 40 cm di spessore, particolarmente ricco di ammoniti, tra le quali si riconoscono esemplari appartenenti alla famiglia delle Phylloceratidae e delle Calliphylloceratidae. In un affioramento situato poco ad ovest, separato dal precedente da una faglia, l'orizzonte basale poggiante sulla Corna è rappresentato da un calcare cristallino encrinítico con pseudo-noduli calcilutitici rosati, ricco di ammoniti costituenti un'associazione ad *Arnioceras* sp., tipica dell'intervallo Z. Semicostatum-Z. Obtusum del Sinemuriano inferiore al passaggio a quello superiore. In località "Il Forte" invece al tetto della Corna si trova un orizzonte ad ammoniti litologicamente simile al

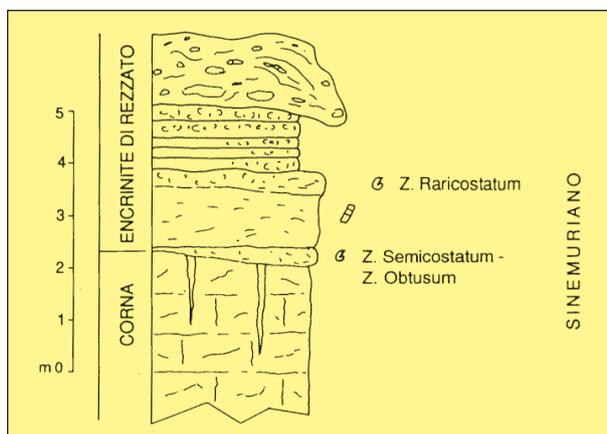


Fig. 6 - Log stratigrafico di Sant'Eufemia (Schirolli, 1997)



Fig. 7 – Primi strati di Medolo al di sopra della Corna sul versante occidentale della Valle del Carobbio



Fig. 8 – Megabrecce di Corna intercalate nel Medolo basale presso il Borno

precedente con *Gleviceras* aff. *guibalianum* (d'Orb., 1844), *Paramicroderoceras* sp. e *Lytoceras* sp. sicuramente riconducibile alla *Z. Raricostatum* del Sinemuriano superiore (Dommergues et al. 1997). Si rinvenivano pertanto orizzonti fossiliferi di età differente a livelli stratigrafici simili ma su blocchi diversi di Corna, che risultano separati l'uno dall'altro da faglie distensive ad andamento all'incirca meridiano. Un deposito caotico da *slumping* che coinvolge strati di encriniti selciose ricopre localmente gli stessi strati regolari dell'Encrinite di Rezzato e/o del Corso Rosso di Botticino che la sovrasta, sigillando anche le faglie. Tale "puzzle" induce a propendere per un'attività sinsedimentaria delle suddette faglie, al cui movimento avvenuto pertanto nel Giurassico Inferiore sarebbe da imputare la messa in posto del sovrastante orizzonte gravitativo (*slumping*). Il crinale che ad occidente di Sant'Eufemia sale al M. Maddalena mostra i caratteri del Medolo che localmente sovrasta la Corna con la sua unità inferiore: la formazione del Calcare di Gardone Val Trompia (fig. 7), di cui Schirolli (1997) descrive gli aspetti litologici fornendone però anche una caratterizzazione sedimentologica. Ai calcari ben stratificati grigio-nocciola, selciosi, talora gradati, ma assai spesso pervasi da una laminazione che isorienta un sedimento spongolitico-pelletifero, egli assegna una natura torbiditica. A tali calcari possono localmente alternarsi corpi lentiformi anche di notevoli dimensioni ("Corna selciosa" *Auctorum*) costituiti da

ruditi ad elementi di varia dimensione derivanti dalla Corna stratigraficamente sottostante (fig. 8). Questi corpi indicano nella maggior parte dei casi depositi da *debris flow*, colate di materiale proveniente dai margini delle vicine piattaforme carbonatiche della Corna, messi in posto lungo un pendio (slope) caratterizzato da substrato medoloide. Il tetto di questi corpi può comparire irregolare o completamente spianato dal flusso trattivo superiore di una torbidite che frequentemente seguiva al *debris flow*.

La Valle del Carobbio nel Giurassico Inferiore

La determinazione della litologia associata alla lettura delle strutture sedimentologiche che caratterizzano gli ammassi rocciosi di natura sedimentaria consente di risalire all'originario paleoambiente deposizionale e ai processi che hanno dato origine a queste rocce. L'analisi strutturale della regione porta a riconoscere fasi deformative contemporanee e posteriori alla deposizione dei sedimenti, permettendo di ripercorrere l'evoluzione geologica dell'area riconoscendo almeno alcuni degli eventi che l'hanno interessata.

Uno sguardo ad ampia scala al territorio su cui insiste la Valle del Carobbio mostra come questo appartenga ad un comparto caratterizzato in affioramento dalla Corna e dal soprastante Medolo dei dintorni di Brescia, separato dal comparto orientale della Valverde e di Botticino dall'importante faglia del M. Maddalena, ad andamento NNE-SSW, che corre alla base delle pareti di Corna che caratterizzano il versante orientale del rilievo che unisce M. Mascheda a M. Maddalena, M. Denno e M. Salena sino al Passo di S. Vito. Tale faglia rappresenta l'intersezione con la superficie topografica di un piano di sovrascorrimento a basso angolo che giace al di sotto del comparto occidentale dato dal grande rilievo che dal crinale in cui si allineano le summenzionate cime, modellate nei calcari massicci della Corna, si prolunga con lo sperone di Mompiano fino al M. San Giuseppe, dando forma anche ai Ronchi e a Costalunga a ridosso della città, scolpiti nel Medolo. La superficie tettonica mette a contatto le pareti di Corna con la successione tardogiurassico-cretacica dell'area di Botticino, che a ridosso del lineamento appare completamente ribaltata, a rappresentare il fianco rovesciato di una piega sinclinale con asse parallelo alla Linea del M. Maddalena, ma che piega poi a est verso Serle.

È chiara l'azione della faglia durante le fasi compressive dell'orogenesi alpina che hanno portato, attraverso spinte in senso all'incirca nord-sud, l'ampia plaga con alla base la Corna a sovrascorrere sulla successione sedimentaria dell'area di Botticino, finendo per mettere a contatto tra loro rocce che hanno da 50 a oltre 100 milioni di anni di differenza.

Ma vi sono dati stratigrafici, sedimentologici e strutturali che inducono a sostenere l'ipotesi dell'esistenza del medesimo piano di faglia già nel Giurassico Inferiore, durante quella fase estensionale dovuta all'allontanamento del continente paleoafricano da quello paleoeuropeo che porterà alla futura apertura del braccio oceanico della Neotetide ad occidente.

I due comparti presentano una diversa successione stratigrafica riferita al Giurassico Inferiore, con spessori ridotti nell'area di Botticino, dove sopra alla Corna di età hettangiana si depositano i calcari dell'Encrinite di Rezzato, del Corso Rosso di Botticino e solo localmente del Medolo, e di gran lunga maggiori ad ovest della Maddalena, dove il Medolo poggia direttamente sulla Corna. I banchi calcarei della Corna si depositarono nel tipico ambiente di acque sottili delle piattaforme carbonatiche tropicali. La successione a spessore ridotto data dall'Encrinite di Rezzato seguita dal Corso Rosso di Botticino indica a partire dal Sinemuriano un annegamento a scatti della piattaforma della Corna, che dapprima origina un *plateau* sommerso caratterizzato da praterie a crinoidi e successivamente, in seguito a un ulteriore approfondimento, porta l'area in ambiente pelagico di mare aperto, come indica il tipo di sedimento e la presenza abbondante di ammoniti. Il Medolo rappresenta invece depositi pelagici decisamente di maggiore profondità. Ad occidente della Linea del M. Maddalena un migliaio di metri di Medolo poggiano direttamente sulla Corna. Solo un piano di faglia attivo poteva consentire una così evidente differenza del tasso di subsidenza tra i due comparti.

Ma vi sono altre evidenze. Il versante occidentale della Valle del Carobbio mostra alla base del Medolo la presenza di megabrecce di Corna intercalate agli strati medoloidi. Questi corpi indicano per lo più crolli e *debris flow*, vale a dire colate di materiale proveniente dai margini rilevati della vicina piattaforma carbonatica della Corna, messi in posto lungo il pendio su un instabile substrato medoloide. Tali fenomeni erano indotti da sismi che dovevano accompagnare la fase più intensa dell'attività della faglia del M. Maddalena, la quale portò alla genesi di un'area bacinale ad occidente, da Brescia al Lago d'Iseo ("Bacino Triumplino-Sebino"), e di un'area sommersa ma strutturalmente più rilevata a est, detta "Alto di Botticino".

La Linea del M. Maddalena ha pertanto giocato il ruolo di faglia normale fortemente inclinata, e pertanto distensiva, durante il Giurassico Inferiore, consentendo con il suo movimento la nascita e la crescita di un'area bacinale ad ovest dell'alto strutturale di Botticino, ma essa è stata successivamente riattivata in senso inverso dalla compressione alpina, divenendo un piano di sovrascorrimento a basso angolo che ha consentito al comparto bacinale di accavallarsi su quello di Botticino. Il successivo effetto dell'erosione che ha modellato il rilievo della Maddalena e generato la Valverde consente oggi di ricostruire la natura delle rocce che caratterizzavano gli originari blocchi crostali adiacenti e i paleoambienti nei quali queste hanno avuto origine, consentendoci di conoscere anche in senso evolutivo il paesaggio dal Giurassico.

In conclusione, mentre il Medolo che compare nella parte occidentale della Valle del Carobbio è chiaramente parte del comparto bacinale giurassico che si sviluppava verso Brescia, gli affioramenti del crinale a oriente di Sant'Eufe-

mia, quello definito “Il Forte”, che tanto hanno interessato gli studiosi sin dal 1800, presentano una successione ridotta di transizione all’Alto di Botticino, con la quale mostra forti affinità pur mantenendo peculiarità proprie e verosimilmente legate alla maggiore prossimità ad un lineamento tettonico attivo che nel Giurassico Inferiore influenzò l’evoluzione della locale fisiografia.

L’evoluzione geologica recente

Come si diceva nell’introduzione, a fattori geologici di natura litologico-stratigrafica e strutturale è legata la genesi della Valle del Carobbio. La valle è difatti scavata principalmente nella formazione della Corna di natura prevalentemente dolomitica. Allo stato attuale delle conoscenze, si può ipotizzare che la locale dolomitizzazione degli originari calcari della Corna sia di natura secondaria e che verosimilmente questa sia legata alla mobilitazione di fluidi ricchi di magnesio lungo piani di faglia e sistemi di frattura in seguito alla tettonica alpina. Il blocco di Corna su cui è incisa la valle si trova immediatamente al di sopra del sovrascorrimento di M. Maddalena che può aver agito da principale via di risalita dei fluidi magnesiaci che hanno poi pervaso l’intero ammasso roccioso attraverso la rete dei sistemi di frattura e le numerose faglie minori. La complessa situazione strutturale e la natura dolomitica della Corna sarebbero pertanto i fattori che hanno reso soggetta ad erosione più spinta questa

parte del massiccio carbonatico, portando alla genesi della Valle del Carobbio tra due crinali calcarei decisamente più resistenti all’erosione, quello orientale in Corna e quello occidentale in Medolo.

La Corna dolomitica risulta facilmente disgregabile, sia da parte degli agenti atmosferici che dell’opera dell’uomo. Sin dal 1800 infatti si definisce localmente con il termine “spolverina” o “polverina” la sabbia derivante dall’alterazione naturale e/o dall’estrazione manuale della suddetta dolomia che veniva venduta su carretti per essere impiegata nella pulitura di pentole ed utensili domestici. L’azione abrasiva dei cristalli di dolomite naturalmente comportava con l’asportazione dello sporco e dell’ossido anche quella di piccole quantità di metallo, per cui lo spessore degli arnesi da cucina andava continuamente assottigliandosi. Cave di questa spolverina si trovavano ovunque in Valle del Carobbio; come dice Cacciamali (1903): non c’è che andare al Bersaglio di S. Eufemia della Fonte per vederle! (fig. 9)

La fenomenologia carsica che caratterizza ovunque la formazione della Corna ha dato origine in tutta la Valle del Carobbio a tipiche forme di dissoluzione superficiale, come i campi solcati, e ad un altissima densità di cavità ipogee, come grotte, alcune delle quali ingrandite artificialmente dagli scavi fatti dall’uomo per estrarre dalle pareti rocciose la spolverina (fig. 8), pozzi e inghiottitoi che catturano le acque superficiali per convogliarle nel reticolo sotterraneo, da

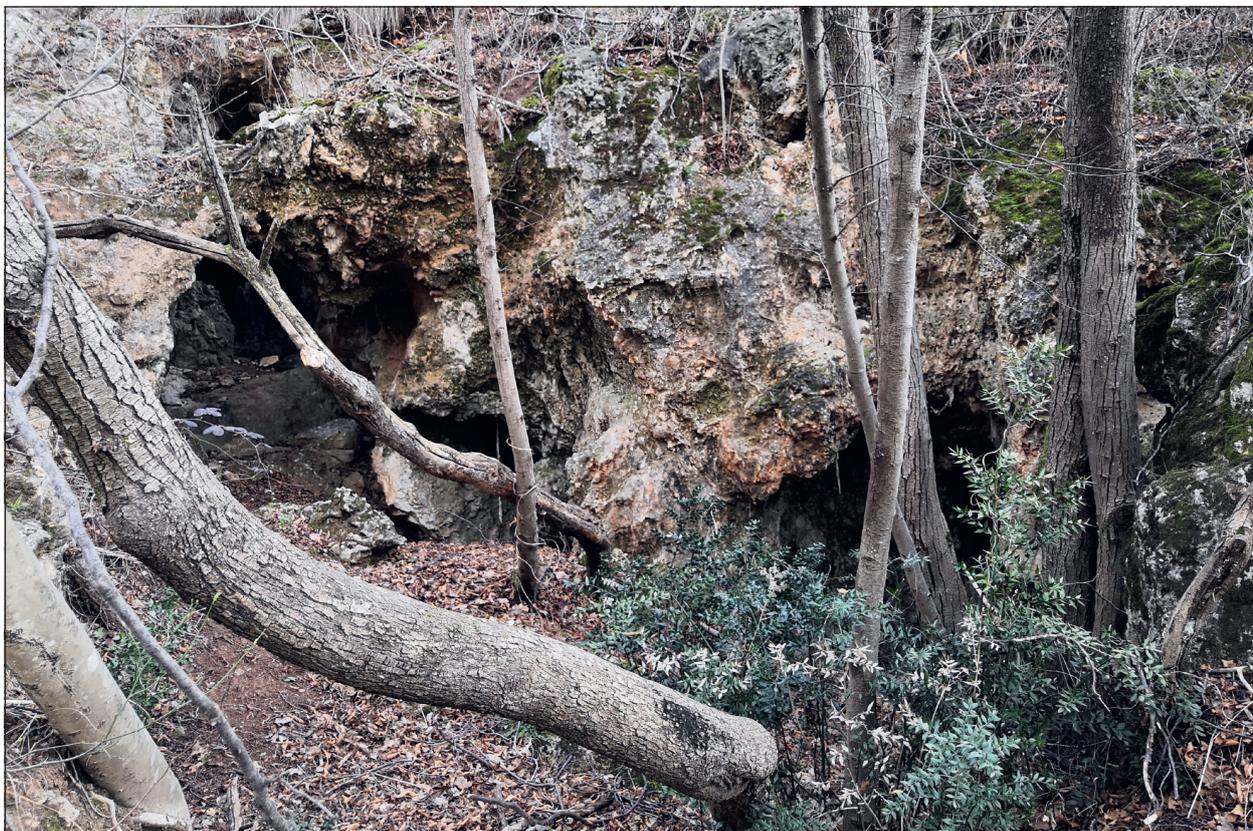


Fig. 9 – Cavità presso il Bersaglio dalle quali si estraeva la “spolverina”

cui fuoriescono solo al contatto con la conoide di Sant'Eufemia. Innumerevoli sono le cavità che si aprono in entrambi i versanti soprattutto nella porzione inferiore della valle. Queste sono state storicamente denominate dagli speleologi con nomi specifici preceduti dai termini di derivazione dialettale, come *büis*, *ómber*, *tampa*, *legòndol*, *negòndol*, con cui sono chiamati nel Bresciano gli ingressi alle cavità stesse. Si ricorda sulla destra orografica il *Büis de le sèt stanse* a cui si associa un folto gruppo di grotte ricche di spolverina e argilla rossa, e sulla sinistra il *Büis de la Cavra*, la Grotta presso il Traliccio, il *Büis de la Creta*, e tutte le cavità che si collocano sul crinale del M. Mascheda (Pozzo di M. Mascheda, *Büis de la Spolverina*, *Büis del Mascheda*); a nord si trovano il *Büis de Dos Romét* e il *Büis de Val Romét* (Marchesi e Pasinetti 1983, 1986). La fitta rete di discontinuità esistenti nell'ammasso roccioso della Corna (stratificazione, faglie, diaclasi) e il principale piano di sovrascorrimento che sta alla base della formazione sono gli elementi che, in aggiunta alle sue caratteristiche litologiche, hanno consentito una diffusione così ampia della fenomenologia carsica nella Corna della Valle del Carobbio. Difatti appena al di sopra della faglia del M. Maddalena si hanno innumerevoli cavità: dalla Tampa, il *Tampèl*, il *Büis dei Porch*, il Pozzo e il Baratro di Casa Coccoli nell'area di Caionvico al *Negòndol* di San Vito presso l'omonimo passo e il vicino *Legòndol* di Val Salena.



Fig. 10 – Grotta sul versante de “Le Grappe” sede di un sito fossilifero a vertebrati quaternari

Come noto, il carsismo è legato alla reazione chimica tra il carbonato di calcio delle rocce e l'acqua arricchita di anidride carbonica nel suo passaggio in terreni umici, che reagendo danno luogo a bicarbonato di calcio solubile e perciò facilmente dilavabile. L'acqua, dopo una lenta azione erosiva e di dissoluzione chimica operata in superficie, penetra nel sottosuolo dove tende a scorrere per gravità verso il basso, catturata dalla rete di discontinuità, e con il suo residuo potere di dissoluzione del carbonato di calcio allarga i giunti creando pozzi e gallerie. Le coltri di terra rossa che assai spesso ricoprono la pavimentazione delle grotte o che riempiono completamente pozzi, inghiottitoi o fratture beanti rappresentano il residuo insolubile, ricco di ossidi e idrossidi di ferro, della dissoluzione dei carbonati della Corna indotto dal carsismo. Sebbene già caratterizzate da Curioni (1877), non risulta che tali argille siano state sfruttate per fare colori. Le argille o le breccie a matrice argillosa presenti all'interno delle cavità possono contenere anche resti fossili di macro e micromammiferi che nel Quaternario antico abitavano in questa valle. Ne è un esempio la cavità che si apre a q. 290 del versante che discende da Le Grappe (fig. 10), nella quale circa cinquant'anni fa furono trovati una grande quantità di resti, tra i quali spiccava per quantità la presenza della marmotta, che diede il nome informale alla locale breccia fossilifera. I reperti sono conservati nelle collezioni paleontologiche del Museo Civico di Scienze Naturali di Brescia.

Anche se gran parte delle acque superficiali viene inghiottita alimentando un'estesa circolazione sotterranea, in occasione di intense precipitazioni o in occasione di eventi meteorologici eccezionali, si ha comunque anche in superficie un notevole scorrimento di acque che possono provocare piene improvvise con accumuli di materiale in alveo, che in passato hanno causato grossi problemi all'abitato di Sant'Eufemia, con alluvioni anche disastrose. Per tale ragione, l'alveo del torrente a monte dell'abitato è stato sistemato mediante la costruzione di una serie di briglie di vario tipo, utili ma comunque insufficienti a scongiurare nuove gravi alluvioni. A queste deve assolutamente aggiungersi anche la periodica pulizia delle sponde e la gestione del manto vegetale che ricopre i versanti. L'insieme degli interventi di sistemazione attuati e di quelli di continua gestione della valle, sebbene non in grado di cancellare nuove minacce di allagamento, hanno fatto sì che l'area non possa più essere considerata solo un solco di erosione concentrata.

Anche i depositi quaternari presenti in superficie aiutano a comprendere quali fenomenologie legate ai processi erosivi abbiano costantemente interessato i versanti della valle a partire dalla sua formazione, fino al raggiungimento dell'attuale acclività e all'accumulo dei macereti formati da massi di Corna.

Dal punto di vista della sua storia geologica recente, la Valle del Carobbio si caratterizza per pochi elementi, concentrati nel fondovalle.

All'imbocco della valle, l'abitato è edificato sopra una piccola conoide detritica, costruita nel tempo dall'accumulo dei detriti trasportati a valle dal torrente Carobbio. La conoide si estende dallo sbocco del torrente fino alla ferrovia, dove si raccorda alla ampia, blanda conoide fluviale del torrente Mella proveniente dalla Val Trompia e alla piana fluviale del torrente Musia (?) proveniente dalla valle di Botticino. A monte, la conoide presenta un terrazzo rilevato di diversi metri sul fondovalle recente del T. Carobbio, con una ripida scarpata a collegare l'antico fondovalle a quota maggiori e il fondovalle più recente a quote minori.

Più a monte nella valle, su entrambi i versanti, sono presenti antichi sedimenti di versante. Queste antiche frane sono visibili già a lato dei sentieri che percorrono la bassa valle, dove formano piccole pareti, alte al massimo pochi metri, dove è possibile vedere una successione di strati disposti parallelamente alla pendenza del versante, e costituiti da ciottoli e ghiaie con anche alcuni massi. Tutti i detriti sono spigolosi e costituiti di solo calcare bianco della formazione della Corna: questo denuncia la loro origine per frana dai versanti soprastanti. La peculiarità di questi depositi è quella di essere cementati: i pori tra frammento e frammento sono riempiti in parte da carbonato di calcio, calcare, che lega tra loro i detriti rendendo l'intera massa solida e resistente.

Questo è il risultato di un processo carsico, reso possibile dalla litologia calcarea degli stessi detriti: l'acqua che drena attraverso di essi, dapprima discioglie in parte il calcare, per poi rilasciarlo andando progressivamente a incrostare sempre più i detriti, fino a legarli insieme.

Inoltre, questi depositi di versante si presentano erosi al piede, cioè non si raccordano gradualmente al resto del versante, ma, come ben visibile ad esempio in prossimità del bivio tra i sentieri a quota 230, i corpi sedimentari stratificati di versante sono interrotti bruscamente, e presentano scarpate verticali verso valle e sui lati. Questa caratteristica, assieme alla cementazione, ne indica "una certa età": i depositi non sono recenti come i detriti sciolti che pur in quantità molto limitata ricoprono un po' tutti i versanti della valle, ma più antichi. Infatti, dopo la loro sedimentazione a seguito di frane dal versante, è dovuto passare un certo tempo, sufficiente a permettere l'azione dei processi carsici che ne hanno provocato la cementazione, e in seguito le porzioni a quota minore sono state erose, probabilmente durante un periodo di maggiore attività del T. Carobbio. Anche all'interno di questi depositi superficiali quaternari si aprono cavità e grotte legate all'azione erosiva del torrente sulle porzioni meno coerenti del deposito e all'inarrestabile procedere della fenomenologia carsica.

BIBLIOGRAFIA

- CACCIAMALI G.B. (1899) - *Rilievo geologico tra Brescia e Monte Maddalena*. Commentari Ateneo Brescia per il 1899: 160-186, Brescia.
- CACCIAMALI G.B. (1903) - *La spolverina*. Illustrazione bresciana, a. 2° (25-26): 14-15.
- CANTALUPPI G. (1966) - *Fossili sinemuriani e domeriani nel «Corso bianco» ad Est di Brescia*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, 17 (1965-66): 103-120, Pavia.
- CASSINIS G. (1968) - *Stratigrafia e tettonica dei terreni mesozoici compresi tra Brescia e Serle*. Atti Ist. Geol. Univ. Pavia, XIX: 50-152.
- COZZAGLIO A. (1891) - *Osservazioni geologiche sulla riviera bresciana del Lago di Garda*. Boll. Soc. Geol. It., 10: 247-308.
- CURIONI G. (1877) - *Geologia applicata delle Provincie Lombarde*. Pt. 1^a. e 2^a, 714 pp., 1 carta geol. al 172.800, Ed. Hoepli, Milano.
- DOMMERMUES J.-L., MEISTER C. & SCHIROLI P. (1997) - *Les successions des ammonites du Sinemurien au Toarcien basal dans les Préalpes de Brescia (Italie)*. Mem. Sci. Geol., 49: 1-26, Padova.
- GNAGA A. (1939) - *Vocabolario topografico-toponomastico della Provincia di Brescia*. Appendice Commentari Ateneo Brescia per il 1936, Tipografia Pedrotti & C., Brescia.
- MARCHESI G., PASINETTI V. (1983) - *La Valle del Carobbio*. Speleologia bresciana 1, 11-13.
- MARCHESI G., PASINETTI V. (1986) - 1° contributo alla conoscenza del fenomeno carsico della Valle del Carobbio (Lombardia, Brescia). Atti dell'XI convegno di speleologia lombarda. Aggiornamenti e prospettive, Bergamo 24-25 novembre 1984: 33-39.
- SCHIROLI P. (1997) - *La successione liassica nelle Prealpi bresciane centro-occidentali (Alpi Meridionali, Italia): stratigrafia, evoluzione paleogeografico-strutturale ed eventi connessi al rifting*. Atti Tic. Sc. Terra, serie speciale vol. 6, 137 pp., Pavia.
- SCHIROLI P. (2002a) - *Encrinite di Rezzato*. In: DELFRATI, FALORNI, GROPELLI, IZZO, PAMPALONI, PETTI, *Carta Geologica d'Italia 1:50.000, Catalogo delle Formazioni, Unità validate*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, Serie III, Vol. 7, Fasc. III: 155-163, Roma.
- SCHIROLI P. (2002b) - *Corso Rosso di Botticino*. In: DELFRATI, FALORNI, GROPELLI, IZZO, PAMPALONI, PETTI, *Carta Geologica d'Italia 1:50.000, Catalogo delle Formazioni, Unità validate*. Quaderni del Servizio Geologico d'Italia, Serie III, Vol. 7, Fasc. III: 21-29, Roma.
- SCHIROLI P. (2010) - *Giuseppe Ragazzoni, il «maestro» della geologia bresciana*. Monografie di «Natura Bresciana», 30, 112 pp., DGM Brescia.
- ZACCAGNA D. (1915) - *I dintorni di Brescia e la pietra del Botticino*. Boll. R. Comit. Geol. Italia, (1913-14), s. 5, 44 (4): 351-400, Roma.