

Scienze della Terra
Earth Science

Paleogeografia del Triassico superiore delle Prealpi Bergamasche: nuovi dati sul rifting norico nel Bacino Lombardo

GIAN LUIGI TROMBETTA

P.zza S. Michele 3 - 44121 Ferrara (Italy) - E-mail: gianluigi.trombetta@libero.it

RIASSUNTO

Il settore delle Prealpi Bergamasche compreso fra le Valli Serina, Seriana, Borlezza fino al versante nord-occidentale del Lago d'Iseo è stato oggetto di un recente lavoro di rilevamento, nell'ambito del Progetto Carg – Regione Lombardia (Fogli geologici 1:50.000), che ha consentito di caratterizzare meglio la distribuzione dei vari depositi coevi alla Dolomia Principale tipica, qui certamente la formazione presente con gli affioramenti più continui ed estesi. L'applicazione delle più recenti conoscenze sulla stratigrafia della successione Norico-Retico del Bacino Lombardo permette di proporre un quadro relativo alla paleogeografia del Triassico superiore di questo settore del Sudalpino con sostanziali novità rispetto a quanto conosciuto in letteratura. Tale assetto paleogeografico è caratterizzato da una vasta area di piattaforma carbonatica (Dolomia Principale) che durante le ultime fasi evolutive presenta una più articolata differenziazione documentata dallo sviluppo di numerosi bacini intrapiattaforma a circolazione ristretta (Dolomie Zonate, Calcare di Zorzino e, successivamente alla crisi della Dolomia Principale, Argillite di Riva di Solto). I bacini principali, più estesi e subsidenti, persistono e differenziano anche la soprastante successione retica (Argillite di Riva di Solto e Calcare di Zu), quelli meno estesi e alcune zone marginali dei maggiori (settore del M. Alben, Brassamonti, Pizzo Formico) diventano inattivi precocemente a seguito della progradazione di facies di piattaforma interna della Dolomia Principale sommitale.

Parole chiave: Prealpi Bergamasche, Triassico superiore, Bacino Lombardo, paleogeografia, bacini intra-piattaforma

ABSTRACT

Upper Triassic Palaeogeography of the Bergamasc Prealps: new data on Norian rifting in the Lombardy Basin.

The Bergamasc Prealps closed between the Serina, Seriana and Borlezza Valleys as far as the north-western side of the Iseo Lake have been object of a new 1:50.000 geological mapping (CARG Project – Lombardy Region).

This paper focus on this upper structural units formed mainly by the Dolomia Principale and by the coeval basinal/slope deposits (Araralta Group), later covered by the Riva di Solto Shale, Zu Limestone and the Albenza Formation. The geological survey led to the definition to a new Norian palaeogeographic picture of the Bergamasc Prealps where the wide carbonate platform of the Dolomia Principale (inner platform deposits) was dissected by several intra-platform basins, characterized by anoxic deposits (Dolomie Zonate, Zorzino Limestone and, later, Riva di Solto Shale). The facies analysis and the depositional architecture of the sedimentary units document that the smaller basin, as the M. Alben, M. Brassamonti and M. Fogarolo are characterized by a shallowing-upward trend culminating with the progradation of the slope (before) and inner platform facies (later) of the Dolomia Principale platform, whereas in the wider basinal areas (Clusone, Pizzo Formico, Seriana Valley and Serina Valley basins) the carbonate platform conditions restored later (Hettangian) restoration with the deposition of the Albenza Formation.

Key words: Bergamasc Prealps, Upper Triassic, Lombardy basin, palaeogeography, intra-platform basins.

INTRODUZIONE

Lo scopo di questa nota è la proposta di un nuovo quadro paleogeografico del Triassico superiore delle Prealpi Bergamasche che aggiorna le precedenti conoscenze di stratigrafia e geologia regionale dell'area (JADOUL & ROSSI, 1981; JADOUL, 1986; JADOUL *et al.*, 1992a e b; 1994; 2000; 2012; FORCELLA *et al.*, 2012). L'area considerata si estende dalla Val Brembana fino alla Val Borlezza, comprendendo la bassa e media Val Seriana, mentre da Sud verso Nord si estende dalla Val Vertova (M. Cedrina) – Val Gandino – Lago d'Iseo fino alla Val Parina (Oltre il Colle), alla Valle del Riso, Cima Blum e Cima Valsacco. All'interno di quest'area i massicci montuosi più noti sono il M. Alben, il Pizzo Formico, il M. Cedrina, il M. Ceresola, la Corna Lunga (Fig. 1).

Nel quadro della paleogeografia mesozoica le Alpi Meridionali rappresentano un antico margine continentale soggetto ad una tettonica a carattere prevalentemente distensivo che portò all'apertura della Tetide Giurassica; conseguenza diretta di questa fase distensiva fu l'individuazione dei domini paleogeografici ampiamente noti in letteratura come Bacino Lombardo, Piattaforma di Trento, Bacino di Belluno e Piattaforma Friulana (WINTERER & BOSELLINI, 1981; SARTI *et al.*, 1992; MASETTI *et al.*, 2012). I primi movimenti distensivi si verificarono in realtà durante il Norico (*rifting* Norico - JADOUL, 1986) e portarono alla formazione di numerosi bacini intra-piattaforma sia nel settore lombardo (CASATI & GAETANI, 1979; JADOUL & DE BONIS, 1981; JADOUL, 1985; PICOTTI & PINI, 1988; BERTOTTI, 1991; TROMBETTA, 1992; CASSINIS *et al.*, 1994; JADOUL *et al.*, 1992; 1994) che in quello Bellunese (FERASIN *et al.*, 1969;

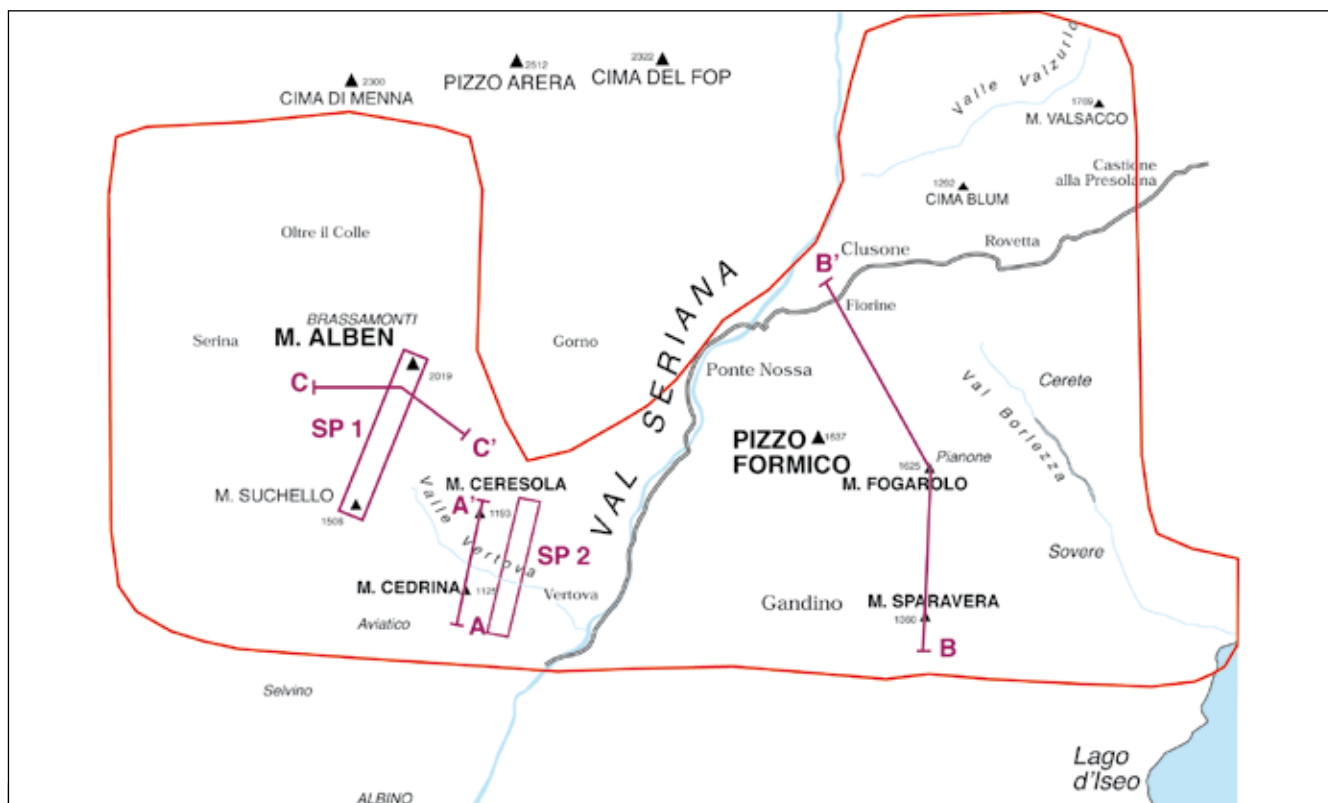


Fig. 1. Ubicazione geografica dell'area studiata, compresa fra la Val Seriana e la parte settentrionale del Lago d'Iseo. In evidenza le tracce di tre profili geologici (A-A', B-B' e C-C'), riportati in Fig. 6) e l'ubicazione dei monti Alben – Succhello e del M. Cedrina (Val Vertova) con relativi *sketch* interpretativi (Fig. 9 e Fig. 12).

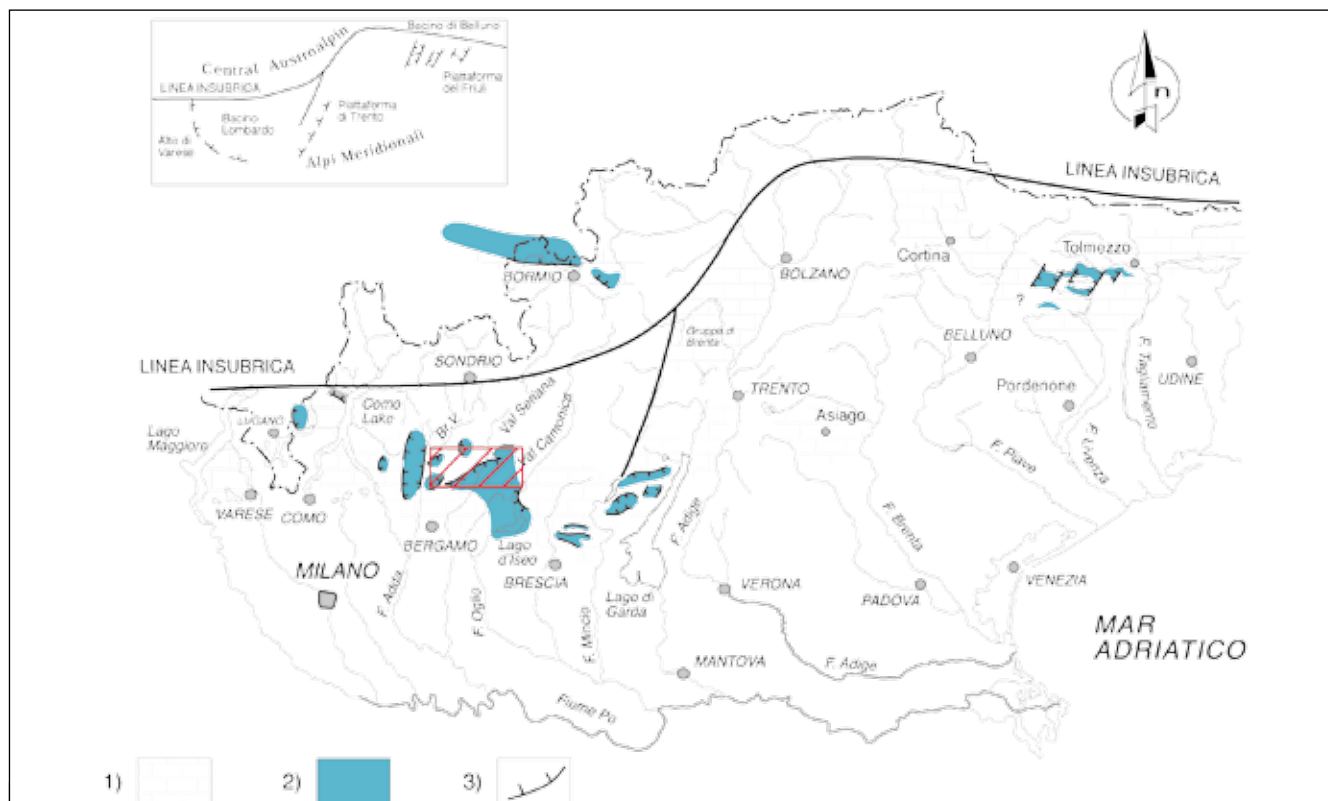


Fig. 2. Carta relativa alla distribuzione attuale dei bacini intra-piattaforma del Triassico superiore delle Alpi Meridionali e dell'area dell'Ortles. Il riquadro indica l'area considerata nel presente lavoro. Legenda: 1) piattaforma; 2) bacino; 3) paleofaglie (modificata da ZAMPARELLI *et al.*, 1999).

MATTAVELLI & RIZZINI, 1974; PODDA & PONTON, 1997; CARULLI *et al.*, 1998).

Il quadro paleogeografico norico delle Prealpi Bergamasche presenta un articolato mosaico di bacini che frammentano l'estesa area di piattaforma della Dolomia Principale (Fig. 3); da ovest verso est, si possono osservare piccoli bacini come quello del Monte Araralta, quindi quello più esteso della Val Serina (ad ovest del M. Alben), il bacino di Clusone – Cerete (a nord del Pizzo Formico), il bacino del M. Alben, il bacino di Brassamonti ed il, decisamente più vasto, bacino Sebino compreso fra gli abitati di Aviatico, di Casnigo, il Pizzo Formico fino al M. Clemo, sulla sponda ovest del Lago d'Iseo e che si estende verso sud sotto le coperture del Retico – Lias (Fig. 3).

ASSETTO TETTONICO

Le Prealpi Bergamasche sono una catena a pieghe e retroscorimenti, legati alla compressione alpina, con orientazione circa E-W e vergenza meridionale. I due principali lineamenti che attraversano le Prealpi Bergamasche in senso E-W, identificando tre settori caratterizzati da unità litostratigrafiche differenti, sono la Linea Valtorta – Valcanale a Nord e la Faglia di Clusone – Linea di Antea a Sud (Fig. 4). L'area oggetto della presente nota si colloca a sud della Faglia di Clusone – Linea di Antea, cioè in quella unità tettonica conosciuta come Alloctono (GATANI & JADOUL, 1979; BERRA *et al.*, 1991) e ridefinita recentemente come Unità Strutturali Superiori (BERRA & SILETTO, 2011). La successione stratigrafica di questa unità tettonica inizia dalla Formazione di Castro Sebino (limitate scaglie della Formazione di San Giovanni Bianco solo localmente preservate lungo gli scollamenti principali) fino ad arrivare ai terreni del Retico-Giurassico inferiore. Il limite meridionale delle Unità Stratigrafiche Superiori è costituito dal sovrascorimento di Albino che porta a contatto la successione norica dell'*hangingwall* con quella del Retico-Lias del *footwall*.

La strutturazione di questo settore delle Prealpi Bergamasche sarebbe avvenuta mediante spinte compressive a direzione prevalente N-S e NE-SW che avrebbero localmente riattivato le precedenti strutture distensive, in prevalenza legate alla fase di *rifting* Norico e Giurassico inferiore, con prevalenti trascorrenze sinistre (FORCELLA *et al.*, 1996; ZANCHI *et al.*, 1990). Tale sistema di faglie, come sopra anticipato, viene interpretato come un sistema di svincoli cinematici, a prevalente trascorrenza sinistra, che sezionano e dislocano il fronte dell'unità Alloctona (definita come unità di M. Zucco - Pizzo di Spino nella limitrofa Val Serina, SCHÖNBORN, 1992).

Nel settore delle Prealpi Bergamasche oggetto di studio il lavoro di rilevamento condotto parallelamente all'analisi di facies ed alla misura delle varie unità stratigrafiche ha consentito di distinguere fra le strutture tettoniche individuate (in prevalenza faglie) quelle a sola attività alpina da quelle di origine triassica, poi riattivate dalle più recenti fasi di strutturazione della catena (Fig. 3).

I lineamenti individuati nell'area di studio vengono descritti brevemente nel modo seguente:

- 1: La linea di **Clusone**, che separa la successione norica a sud dalla successione più antica a nord, affiora alle pendici set-

tentrionali del M. Alben, nel tratto compreso fra Serina, Oltre il Colle fino alla Val Seriana quindi prosegue intersecando il versante sud dei rilievi Cima Blum – M. Valsacco. Questa linea si presenta come uno scollamento tettonico lungo un orizzonte stratigrafico di debolezza (Formazione di San Giovanni Bianco) e risulta difficile riconoscere un eventuale relazione con l'attività distensiva norica. Si segnala che nella zona fra Clusone e Rovetta affiora una successione bacinale norica ("facies di margine" della Dolomia Principale, Dolomie Zonate e Calcare di Zorzino). Questa successione dovrebbe, verosimilmente, proseguire sotto la Conca di Clusone e raccordarsi con la analoga successione presente lungo il versante nord del Pizzo Formico e del M. Fogarolo (Fig. 6).

- 2: Linea del **M. Alben**: di direzione circa ENE-WSW, separa una potente successione bacinale ("Dolomie Zonate"), a nord, da una altrettanto potente successione di dolomie di piattaforma interna (Dolomia Principale) a sud. Tale struttura avrebbe agito come faglia sin-sedimentaria che avrebbe controllato gli spessori dei depositi bacinali. Tale linea triassica passerebbe lungo la sella naturale dove si trova il Bivacco Testa e attraversa la cresta del Gruppo del M. Alben poco a nord del M. Succhello (Fig. 8).
- 3: La linea del **M. Cavlera** presenta una orientazione variabile da N-S, nella zona del M. Cavlera - Cima di Cavlera, a NE-SW nel settore della Val Vertova, posto più a sud. Tale lineamento sembra esaurirsi a sud, in corrispondenza del M. Cedrina. Questo lineamento rappresenta una importante soglia che controlla lo spessore delle unità retiche: ad est di tale linea la successione norico-retica raggiunge uno spessore complessivo di circa 900 m (Argillite di Riva di Solto circa 200 m, Calcare di Zu 1+2 circa 400 m e Calcare di Zu 3+4 circa 300 m), mentre ad ovest, nella zona del M. Poieto l'Argillite di Riva di Solto presenta uno spessore ridotto a circa 100 m. I dati disponibili non consentono di ricostruire se questa faglia abbia avuto una attività durante il Retico o se la differenza di spessore della successione retica sia legata semplicemente alla presenza di un alto norico ed un adiacente bacino gradualmente riempiti dai sedimenti retici.
- 4: La linea del **M. Ceresola** è costituita da una faglia inversa di direzione WNW-ESE, che attraversa il versante sud dell'omonimo rilievo (Fig. 6). Questa faglia rappresenta la riattivazione, avvenuta in età alpina, di un lineamento del Triassico superiore che costituisce il limite nord del Bacino del Selvino separando una successione di piattaforma interna (Dolomia Principale), a nord, da un potente deposito di brecce e megabrecce di slope a sud ("brecce sommitali della Dolomia Principale"). Attualmente il lato sud del M. Ceresola è costituito da un versante isostrutturale inclinato (direzione di immersione circa SSW) verso la Val Vertova.
- 5: La linea del **Pizzo Formico** presenta un andamento variabile da circa E-W (zona del Pizzo Formico) a circa N 30 °W (zona della Corna Lunga e la Val Borlezza) ed una già-

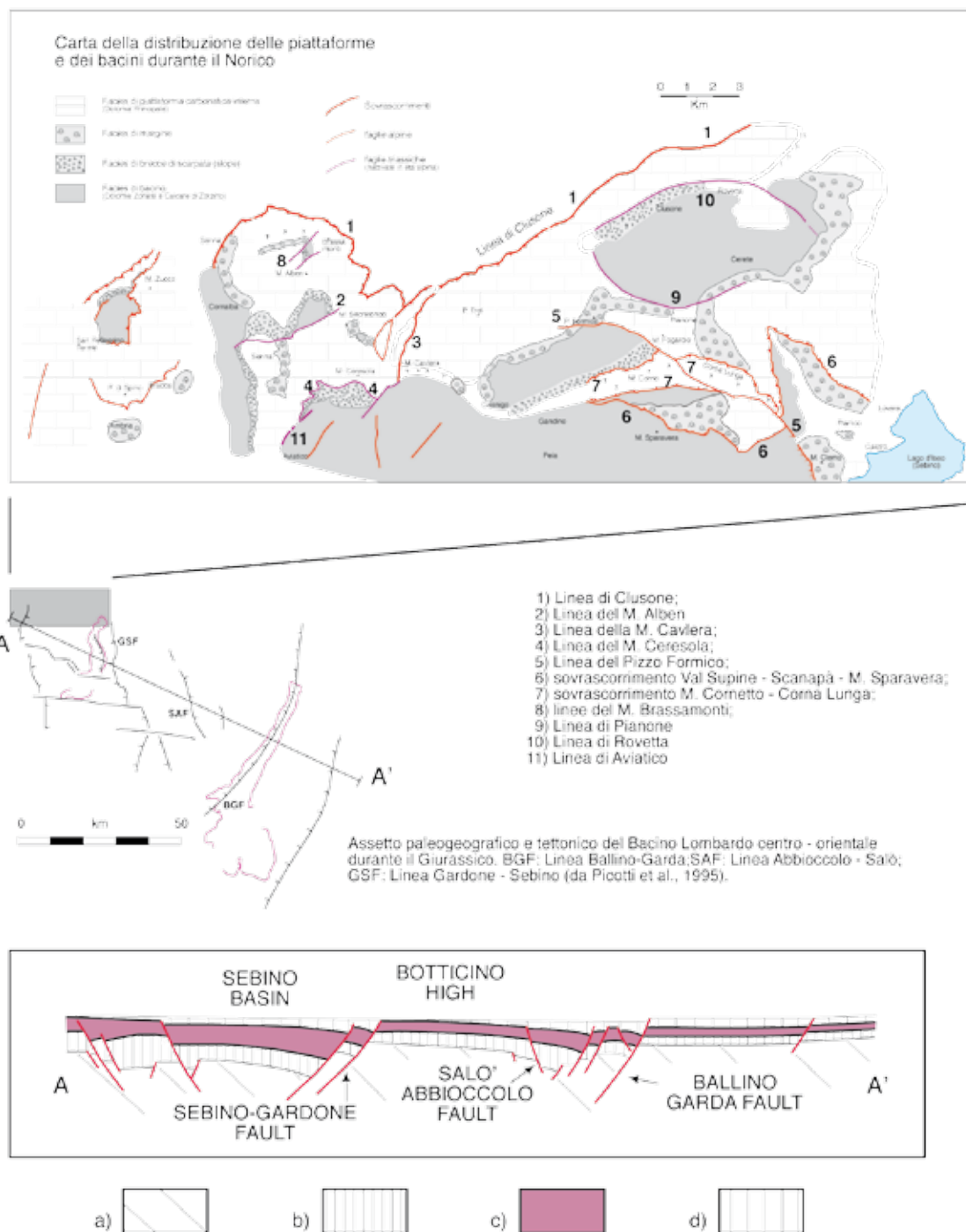


Fig. 3. In alto, la mappa che rappresenta la distribuzione attuale, non palinspastica, delle aree di piattaforma, di pendio e di bacino dei depositi del Norico, comprendenti la Dolomia Principale e le relative facies di bacino (Calcare di Zorzino, Dolomie Zonate, "Brecce sommitali della Dolomia Principale", facies di margine della DP). Notare la marcata differenza fra l'estensione del Bacino Sebino rispetto ai più piccoli bacini intra-piattaforma del M. Alben, del Brassamonti e di Clusone-Rovetta-Cerete; ad ovest, il bacino della Val Serina che si estende sotto le coperture sedimentarie (verso la Val Brembana) e, quindi, ha una estensione maggiore rispetto a quanto qui rappresentato. Legenda: 1) Linea di Clusone; 2) Linea del M. Alben; 3) Linea del M. Cavlera; 4) Linea del M. Ceresola; 5) Linea del Pizzo Formico; 6) sovrascorrimento Val Supine - Scanapà - M. Sparavera; 7) sovrascorrimento M. Cornetto - Corna Lunga; 8) Linee del M. Brassamonti; 9) Linea di Pianone; 10) Linea di Rovetta. Al centro, uno schema paleogeografico del Bacino Lombardo centro-orientale nel quale sono riportati i principali lineamenti tettonici attivi nel Triassico superiore. In basso, la sezione paleogeografica attraverso il Bacino Lombardo centro-orientale (ridisegnata da PICOTTI *et al.*, 1995); in evidenza il Bacino Sebino, l'Alto di Botticino e la Piattaforma di Trento. a) Basamento Varisico; b) depositi *pre-rift*; c) depositi del Trias *sin-rift*; d) depositi del Giurassico *sin-rift*.

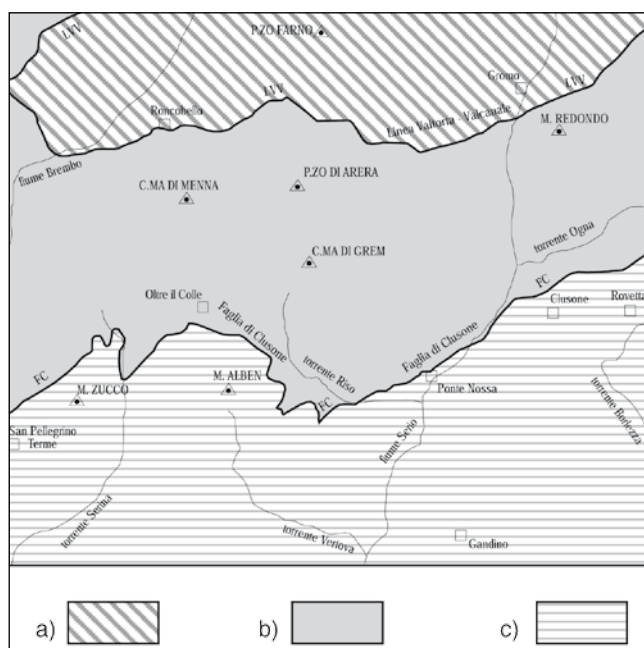


Fig. 4. Schema tettonico regionale che evidenzia le tre unità strutturali principali (modificata da JADOUL *et al.*, 2012): a) Unità Strutturali inferiori; b) Unità Strutturali intermedie; c) Unità Strutturali superiori.

citura subverticale. Durante la fase di strutturazione alpina avrebbe agito come trascorrente destra in quanto disloca orizzontalmente il sovrascorrimento Val Supine – Scanapà – M. Sparavera. Questa linea separa la potente successione di piattaforma (Dolomia Principale) del Pizzo Formico, a nord, dai depositi bacinali del settore meridionale (Dolomie Zonate e Calcare di Zorzino).

- 6: Sovrascorrimento **Val Supine – Scanapà – M. Sparavera**: questo è un importante lineamento che separa l'unità tettonica Gandino – Val Supine – Scanapà dal parautoctono s.s.. Nel settore oggetto di studio si può osservare la sovrapposizione tettonica di un esteso blocco costituito da un sistema di piattaforma – *slope* – bacino del Triassico superiore (Dolomia Principale ed unità coeve) sopra una potente successione di Calcare di Zorzino, sovrapposta all'Argillite di Riva di Solto qui in posizione rovesciata (Fig. 6), e probabilmente ispessita da raddoppi tettonici intra-formazionali. Tale sovrascorrimento presenta una direzione circa N 100° E ed una immersione di circa 30°-35°S.
- 7: Il sovrascorrimento **M. Cornetto – Corna Lunga** separa l'unità tettonica più elevata, costituita interamente dalla Formazione di Castro Sebino, dall'unità Gandino - Val Supine – Scanapà. Nell'area considerata questa unità forma un Klippe allungato in senso E-W fra la Val Gandino e la Val Borlezza (Fig. 6).
- 8: Le linee del **M. Brassamonti**, sempre di direzione NE-SW, costituiscono in analogia alla linea del M. Alben, i limiti tettonici di un piccolo bacino intra-piattaforma di età Norico che si estende verso nord.

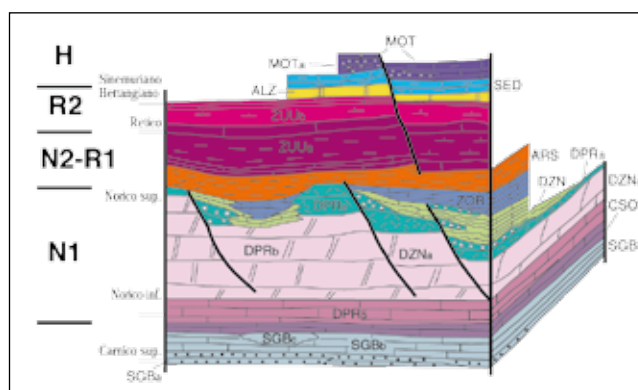


Fig. 5 – Schema dei rapporti stratigrafici delle formazioni affioranti nell'area studiata. SGB: Formazione di San Giovanni Bianco; CSO: Formazione di Castro Sebino; DPR: Dolomia Principale (membro inf.); DPRb: Dolomia Principale (facies tipica); DPRa: Dolomia Principale (facies di piattaforma marginale); DZN: Dolomie Zonate; ZOR: Calcare di Zorzino; ARS: Argillite di Riva di Solto; ZUUa: Calcare di Zu (litozona inf.); ZUUb: Calcare di Zu (litozona sup.); ALZ: Formazione dell'Albenza; SED: Calcare di Sedrina; MOT: Calcare di Moltrasio (ridisegnato da JADOUL *et al.*, 2012).

- 9: Linea di **Pianone**, una faglia a carattere distensivo ed immergente verso nord che rappresenta il margine meridionale del Bacino triassico di Clusone; assieme alla linea del Pizzo Formico delimitano una zona di alto relativo della Dolomia Principale interposta fra due bacini intra-piattaforma, dove si svilupparono facies di margine di piattaforma biocostruite (JADOUL *et al.*, 1992) con *patch-reef* a stromatoliti-oncoidi e Porostromata (Fig. 8).
- 10: **Linea di Rovetta**, la faglia contrapposta alla linea di Pianone, sempre a carattere distensivo ed immergente verso sud, che costituisce il limite settentrionale del Bacino Triassico di Clusone.
- 11: La linea di **Aviatico**, che presenta un *trend* circa NE-SW, separa geograficamente le propaggini più meridionali del Gruppo del M. Alben (di direzione N-S) dal M. Poieto; dal punto di vista geologico questa linea separa le successioni di piattaforma della Dolomia Principale, a nord-ovest, da quelle bacinali norico-retiche rappresentate dalle “Dolomie Zonate”, dall'Argillite di Riva di Solto e dal Calcare di Zu. Anche questa linea può essere interpretata come trascorrente sinistra con componente compressiva (si veda la struttura a “cuneo” a nord di Aviatico).

STRATIGRAFIA

La successione stratigrafica di questo settore delle Prealpi Bergamasche appartiene al dominio lombardo e comprende terreni di età compresa fra il Carnico ed il Giurassico inferiore (Fig. 5).

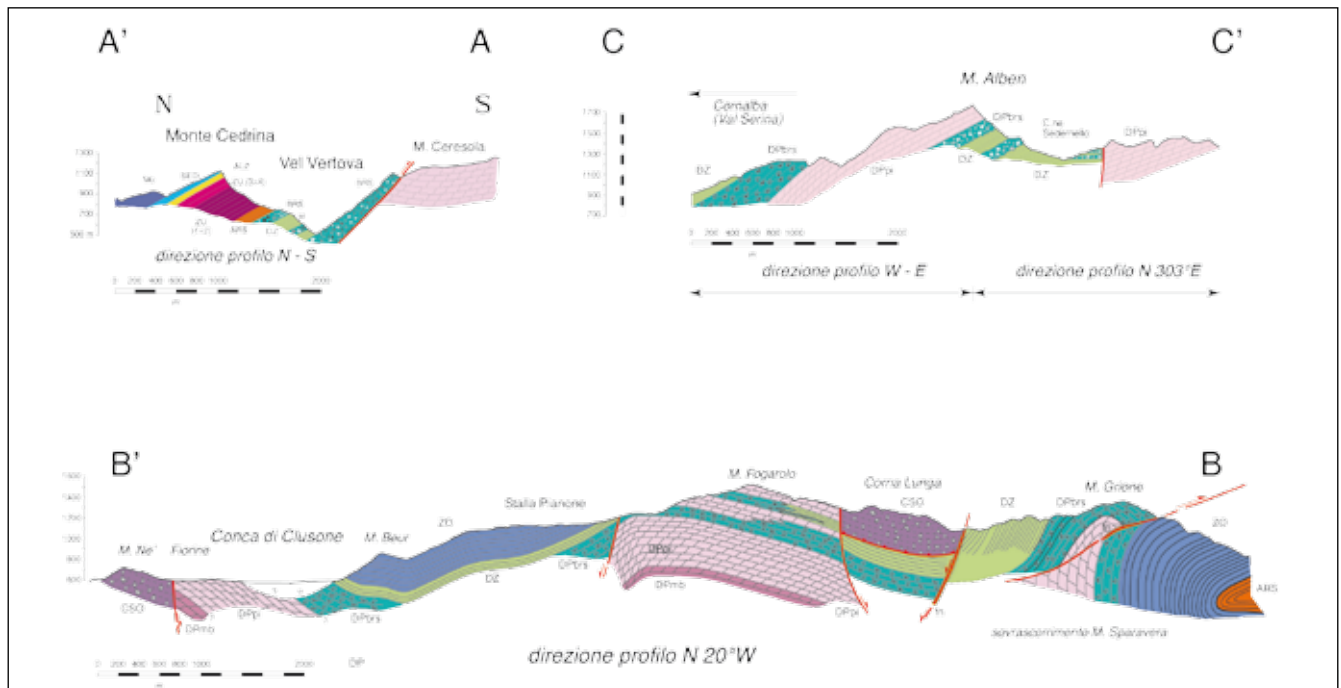


Fig. 6. AA': Profilo geologico M. Cedrina – M. Ceresola che evidenzia la transizione fra le aree di piattaforma (Dolomia Principale) a Nord ed il bacino verso Sud (Dolomie Zonate). Come osservabile, il margine del Bacino Sebino in questo settore è costituito da breccie sedimentarie che si interdigitano nei depositi bacinali. BB': Profilo geologico Fiorine (Clusone) – M. Fogarolo – M. Grione – Endine (Val Cavallina). In evidenza il bacino triassico di Clusone, il piccolo bacino del M. Fogarolo “sigillato” dalla progradazione dei depositi di piattaforma interna (Dolomia Principale), l'unità sovrascorsa della Corna Piana (Formazione di Castro Sebino) ed il sovrascorrimento Val Supine – Scanapà – M. Sparavera. CC': Profilo geologico Valle Serina – M. Alben. In evidenza la potente successione bacinale (Dolomie Zonate) coperta dalla progradazione dei depositi di *slope* e di piattaforma interna della Dolomia Principale.

Lavori di revisione stratigrafica condotti sull'intera successione del Bacino Lombardo hanno permesso di identificare alcune sequenze deposizionali di terzo ordine, la cui durata temporale sia superiore ad un milione di anni, che sono riconosciute anche nell'area di studio (JADOUL *et al.*, 1994; GAETANI *et al.*, 1996). Per sequenza deposizionale si intende un corpo sedimentario costituito da più sistemi deposizionali sviluppatisi in continuità di sedimentazione e delimitati verticalmente da due superfici di discontinuità (POSAMENTIER *et al.*, 1988; VAN WAGONER *et al.*, 1988). In base a questo principio vengono qui elencate le seguenti sequenze deposizionali:

- la prima sequenza deposizionale (N1) è rappresentata dal “membro basale” della Dolomia Principale, dalla Dolomia Principale e dal Gruppo dell'Araralta (JADOUL, 1986);
- la seconda sequenza deposizionale (N2-R1) trova il suo limite inferiore nella parte basale dell'Argillite di Riva di Solto (GNACCOLINI, 1965a) mentre quello superiore è rappresentato una unità costituita da *patch-reef* a coralli e da banchi oolitico-bioclastici (parte mediana del Calcare di Zu; GNACCOLINI, 1965a, “Banco a Coralli”, Zu 2 di JADOUL *et al.*, 1994; JADOUL *et al.*, 2012);
- la terza sequenza deposizionale (R2) inizia con la parte superiore del Calcare di Zu, dove le argille e le peliti alla base del Calcare di Zu 3 rappresentano un limite molto netto con il sottostante “Banco a Coralli” (Zu2). Il limite superiore è costituito dal tetto della Formazione dell'Albena (JADOUL & GALLI, 2008), termine che sostituisce il prece-

dente Dolomia a Conchodon (GNACCOLINI, 1965b), unità costituita in prevalenza da *grainstone* oolitici progradanti sulle unità di rampa carbonatica da prossimale a distale (Calcare di Zu 3 e Formazione di Malanotte 4);

- la quarta sequenza deposizionale (H) inizia con la parte inferiore del Calcare di Sadrina (“*Grenzbivalven Bank*”); il limite superiore della sequenza deposizionale è costituito dalla parte superiore del Calcare di Sadrina costituita da *grainstone* oolitici contenenti selce bianca. In Lombardia centrale ed occidentale, il Calcare di Sadrina annega con la deposizione di calcari pelagici a stratificazione sottile ricchi in selce nera, radiolari e spicole di spugne, conosciuti in letteratura come Formazione di Moltrasio.

La successione sedimentaria Triassica superiore è stata oggetto di numerose revisioni negli ultimi decenni sia nell'ambito di lavori a carattere stratigrafico (JADOUL, 1986; JADOUL *et al.*, 1992) e sia all'interno dei recenti progetti di cartografia nazionali (CARG-PAT/Foglio Riva del Garda, CASTELLARIN *et al.*, 2007; CARG Lombardia/ Foglio Clusone, JADOUL *et al.*, 2012; Foglio Breno, FORCELLA *et al.*, 2012; Foglio Bagolino, BARGOSSO *et al.*, in press) ai quali si rimanda per un'analisi più approfondita.

I BACINI NORICI DELLA LOMBARDIA

Lo stato delle conoscenze dei bacini intra-piattaforma presenti

nella Dolomia Principale del Sudalpino è aumentato notevolmente negli ultimi trent'anni, cioè da quando è iniziato l'interesse da parte della comunità scientifica verso le successioni sedimentarie del Triassico superiore sia nel dominio lombardo che in quello friulano-bellunese. La moltitudine di studi effettuati nelle Prealpi Comasche, Bergamasche e Bresciane ha consentito di delineare la geometria, la caratterizzazione delle facies e l'evoluzione tettono-sedimentaria di questi solchi bacinali di età norica.

La situazione è complicata dalla presenza di due fasi distensive distinte (Norica e Giurassica inferiore) responsabili dello sviluppo di bacini (*graben* e *semigraben*) delimitati da alti strutturali (*horst*). Queste due fasi distensive si registrano talora negli stessi settori, suggerendo una riattivazione delle strutture distensive noriche durante le fasi liassiche.

Andando da ovest verso est si possono elencare le seguenti aree:

- a) fra il Lago Maggiore ed il Lago di Como sono documentati due ampi bacini (estensione in direzione E-W di circa 15-20 km per ognuno di essi) del Norico – Giurassico inferiore (Bacino del M. Nudo, ad est del Lago Maggiore, e Bacino

del M. Generoso, fra il Lago di Lugano ed il Lago di Como; BERNOULLI, 1964) delimitati entrambi verso ovest da faglie principali (*master-fault*) immergenti verso est ed interpretati come *semi-graben* "tiltati" verso ovest (BERTOTTI, 1991);

- b) nel settore delle Prealpi Bergamasche occidentali (Piani di Artavaggio) studi di tipo stratigrafico-sedimentologico (JADOUL, 1986) hanno caratterizzato la presenza di bacini intra-piattaforma asimmetrici delimitati anch'essi ad ovest da faglie principali (*master-fault*), a direzione variabile da NE-SW a N-S ed immersione verso ovest; viceversa, ad est il margine del bacino è rappresentato da flessure e scarpate di faglia meno pronunciate dove si collocano depositi progradanti verso le aree bacinali;
- c) nelle Prealpi Bresciane occidentali sono documentati piccoli bacini intra-piattaforma (Bacino di Lumezzane e Bacino di Alone) delimitati da faglie a direzione E-W, interpretate come lineamenti transtensivi triassici che avrebbero controllato l'evoluzione tettono-sedimentaria degli stessi (CASINIS *et al.*, 1994; CALABRÒ & QUASSOLI, 2000);
- d) nel settore più orientale del bacino Lombardo, fra i laghi di Garda e d'Idro, sono stati riconosciuti e descritti alme-

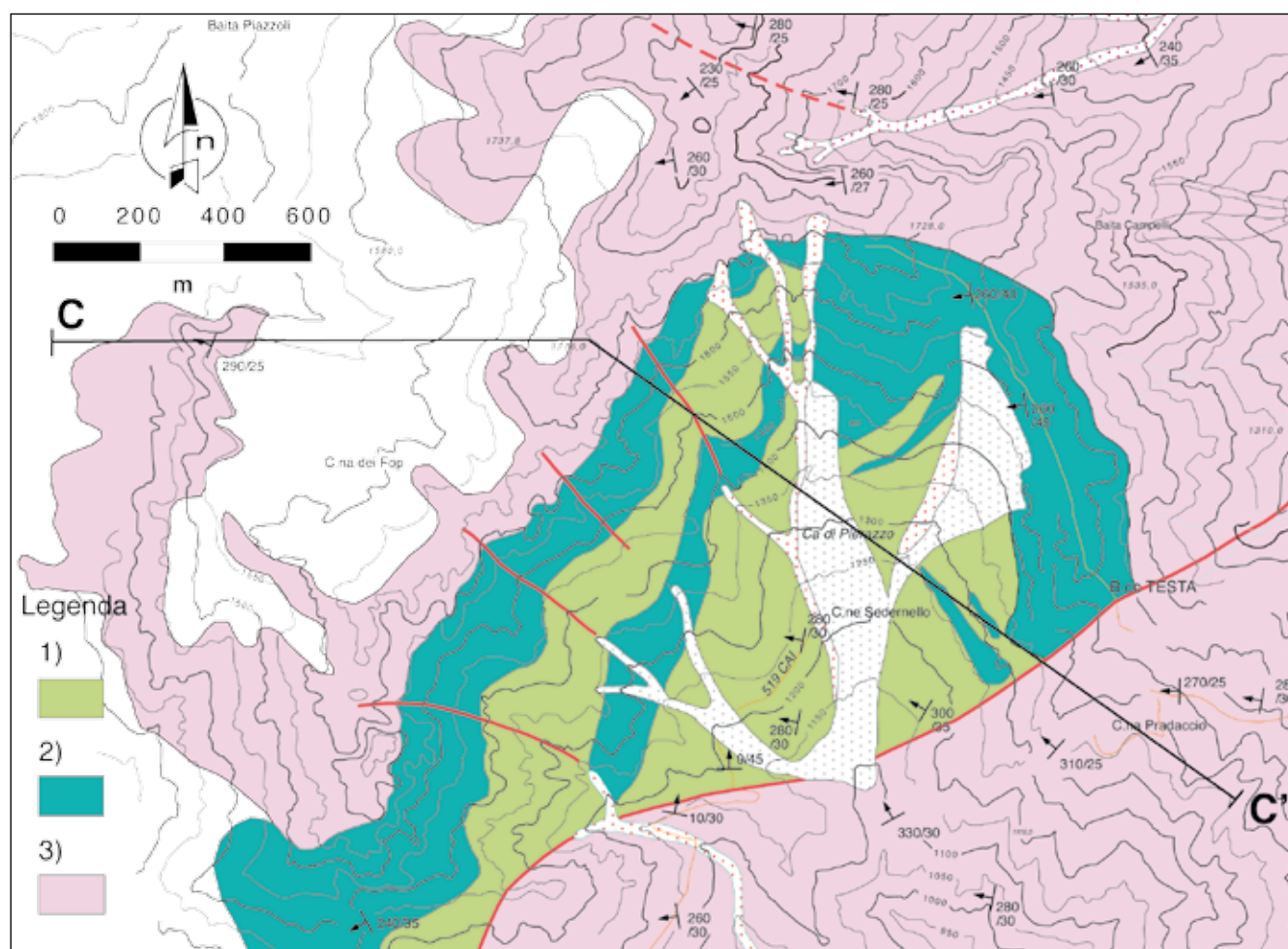


Fig. 7. Carta geologica semplificata del M. Alben. Notare la presenza della faglia a direzione WSW-ENE che controllava la subsidenza del bacino (*growth-fault*): lo spessore complessivo dei depositi di bacino supera i 600 m, mentre l'estensione è di circa 1,5 km². Si noti anche la progradazione delle facies di margine e di piattaforma interna sul bacino. Legenda: 1) Dolomia Zonate; 2) Dolomia Principale (facies di margine/slope); 3) Dolomia Principale (piattaforma interna).



Fig. 8. Facies biocostruite a serpulidi e microbialiti riferibili alla “facies di margine” della Dolomia Principale. Località: Tribulina dei Morti, presso la Montagnina.

no 4-5 piccoli bacini norici di dimensioni variabili fra 4-6 km² fino a 30-40 km². Questi presentano una geometria a *semi-graben* con una marcata asimmetria dei due margini: un margine costituito da corpi di breccie clinostratificate che si sfrangiano all'interno del bacino e, dal lato opposto,

corpi di breccie e megabreccie caotiche, posti in corrispondenza della *master-fault* del bacino (PICOTTI & PINI, 1988; TROMBETTA, 1992; TROMBETTA & BOTTONI, 1993). La paleomorfologia di detti bacini sembra essere conservata e “sigillata” dalla deposizione dei depositi terrigeni extra-bacinali dell'Argillite di Riva di Solto, seguita poi dalla deposizione del Calcare di Zu e dalla Formazione dell'Albenza che segna la restaurazione di un ambiente di piattaforma carbonatica.

Lungo il versante idrografico destro del Lago d'Idro è conservato un piccolo bacino che sembra invece delimitato da una *master-fault* ad oriente, che potrebbe coincidere con una paleo-linea delle Giudicarie agente fin dal Trias superiore. Anche in questo caso si tratterebbe di un *semi-graben* che, date le limitate dimensioni (pochi km²) sarebbe “sigillato” dalla Dolomia Principale, le cui facies di piattaforma interna sarebbero progradate e su quelle bacinali.

ANALISI DEI BACINI DELLE PREALPI BERGAMASCHE

Il lavoro di rilevamento, l'analisi di facies e la misura degli spessori delle varie unità stratigrafiche, come già anticipato, ha

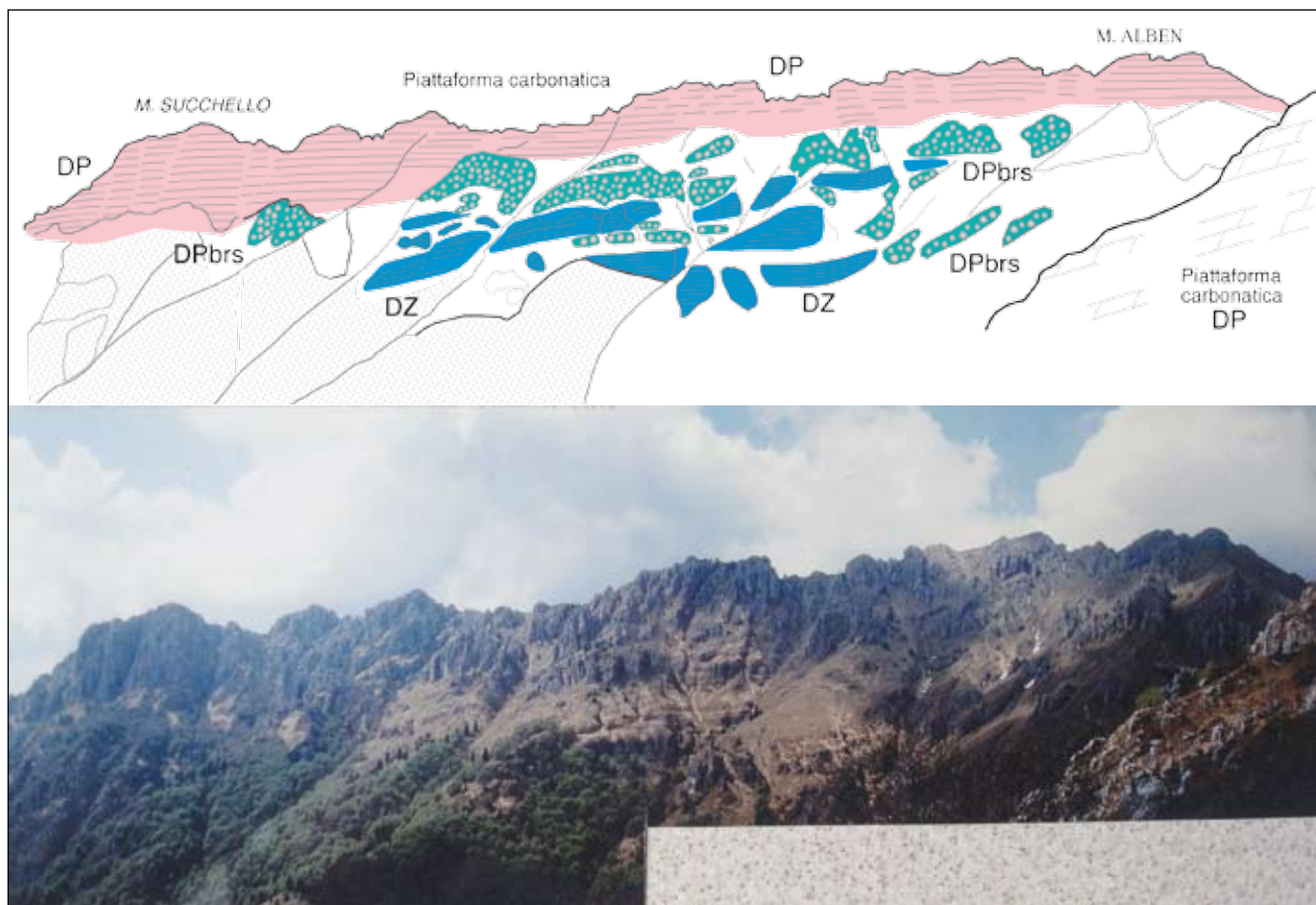


Fig. 9 - Cresta meridionale del M. Alben e relativo schema interpretativo. Notare la sovrapposizione stratigrafica (progradazione) delle facies di piattaforma interna sui depositi di *slope* (“breccie sommitali della Dolomia Principale”), i quali sovrastano i depositi bacinali delle Dolomie Zonate. La progradazione delle varie facies porterebbe alla restaurazione di condizioni di piattaforma carbonatica in tutta l'area corrispondente al M. Alben e, quindi, all’“*infilling*” dell'area bacinale. 1) DZ: Dolomie Zonate; 2) DPbrs: Dolomia Principale (facies di margine/*slope*); 3) DP: Dolomia Principale (piattaforma interna).

consentito di proporre un quadro paleogeografico Norico per le Prealpi Bergamasche (Fig. 3) meglio definito rispetto a quanto già conosciuto in letteratura (JADOUL *et al.*, 1992; 1994). La presenza di piccoli bacini accanto ad altri di dimensioni decisamente maggiori e la loro disposizione apparentemente casuale all'interno delle vaste aree di piattaforma (Dolomia Principale) trova spiegazione con l'estrema dispersione delle deformazioni che coinvolsero il Dominio Lombardo centro-occidentale. Tali deformazioni sono caratterizzate da assi poco estesi e da un conseguente elevato numero di linee tettoniche e fasce di trasferimento che si contrappongono al successivo e meglio definito quadro paleogeografico giurassico (Fig. 3) in cui si contrappongono, nell'area considerata, il Bacino Sebino, l'Alto di Botticino e la Piattaforma di Trento (BERTOTTI *et al.*, 1993). Nell'area oggetto di studio (Fig. 3) sono stati individuati i seguenti bacini principali sedimentari e sottobacini, anche se non si esclude che alcuni bacini minori possano essere insenature o golfi del bacino principale dell'Iseo-Valle Seriana:

- il bacino della Val Serina, che appare compreso fra la successione della finestra tettonica di S. Pellegrino Val Brembana, ad ovest, ed il gruppo montuoso M. Alben – M. Succhello ad est;
- il piccolo bacino del Brassamonti, a nord del M. Alben;
- il bacino del M. Alben;
- il bacino di Clusone – Rovetta – Cerete, anche se non è possibile escludere che possa essere una estensione verso O-NO del bacino Sebino (potrebbe essere un'estensione/braccio esteso verso O-NO del bacino Sebino);
- il bacino Sebino che si estende dall'abitato di Aviatico, ad ovest, fino al M. Clemo (Lago d'Iseo), ad est, mentre verso nord arriva agli abitati di Casnigo e di Gandino ed al M. Sparavera fino alle propaggini meridionali del Pizzo Formico; verso sud il bacino sembra continuare verso la Pianura Padana.

Questo settore delle Prealpi Bergamasche presenta bacini intra-piattaforma riconducibili a due tipologie principali: un primo tipo costituito da bacini di piccole dimensioni nei quali le condizioni tidali vengono "restaurate" grazie alla progradazione



Fig. 10. Doloareniti bioclastiche gradate interpretate come depositi di torbida all'interno delle Dolomie Zonate. Località: C.ne Sedernello in alta Val Vertova (bacino del M. Alben).

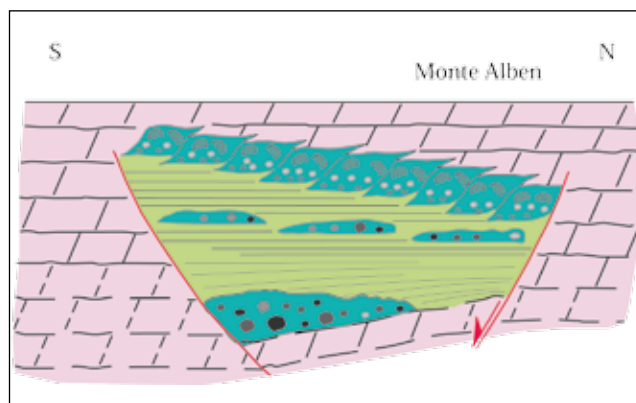


Fig. 11. Modello sedimentario del Bacino del M. Alben. La faglia che delimita a sud il bacino è la linea del M. Alben. In evidenza la progradazione dei depositi di margine/slope e di piattaforma interna che determinano l'"in-filling" del bacino.

dei depositi della Dolomia Principale ed un secondo tipo, di dimensioni decisamente maggiore rispetto al primo, nei quali il ritorno a condizioni di mare poco profondo avviene attraverso la deposizione dell'Argillite di Riva di Solto, il Calcare di Zu – interpretato come rampa carbonatica a sedimentazione ciclica (MASETTI *et al.*, 1989) ed, infine, con la deposizione della Formazione dell'Albenza, una piattaforma carbonatica caratterizzata da shoal oolitici.

Bacino del Monte Alben

La successione peritidale della Dolomia Principale (potenza di circa 1000 m) è separata da una potente successione bacinale (Dolomie Zonate) dalla linea del M. Alben, una faglia sin-sedimentaria a decorso ENE-WSW, attiva durante il norico (Figg. 3 e 7) definendo il limite tra il settore di alto (a nord) e l'adiacente bacino (a sud). L'attivazione di tale faglia, durante le fasi distensive noriche, avrebbe provocato la rapida subsidenza del tetto (*hangingwall*) il collasso del substrato e, quindi, l'innescio di processi di risedimentazione torbidityca alimentati dalle piattaforme circostanti tali da consentire la deposizione di almeno 500-600 m di carbonati stratificati di pendio e bacinali (Figg. 7 e 9). Tali depositi sono costituiti da corpi di breccie e megabreccie intercalati a calciruditi, calcareniti/calcsiltiti (Fig. 10) e calcari micritici scuri (Dolomie Zonate). L'attiva risedimentazione nel bacino unita ad una diminuzione dei tassi di subsidenza e, probabilmente, alla ridotta estensione del bacino (1-1,5 km²) stesso avrebbe consentito una evoluzione di tipo *shallowing-upward* che culmina con il restaurarsi delle condizioni tidali avvenute con la progradazione dei depositi di piattaforma interna sopra i depositi di bacino e di *slope* (Dolomia Principale; Figg. 9 e 11).

Bacino del M. Fogarolo

La zona del M. Fogarolo (versante ovest della Val Borlezza, Fig. 6) presenta un'evoluzione simile a quella del M. Alben, in quanto che le facies di margine e di piattaforma interna si sovrappongono geometricamente alle Dolomie Zonate, marcando la progradazione delle facies di piattaforma interna della Dolomia Principale sopra i depositi bacinali.

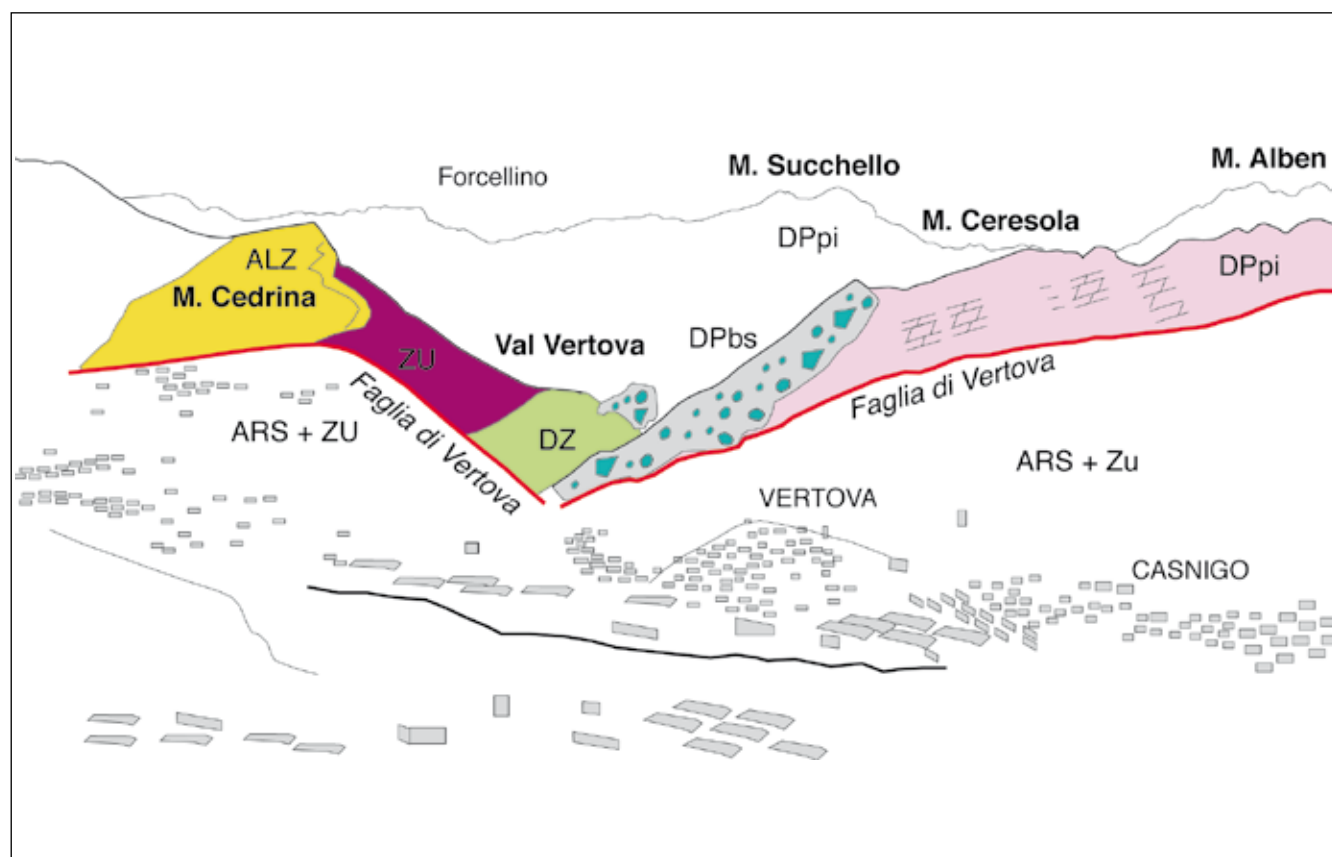


Fig. 12. Panoramica sulla Val Vertova: il versante nord (dx nella foto) è costituito dal M. Ceresola (Dolomia Principale e facies di *slope* della DP), mentre il versante sud culmina col M. Cedrina il cui versante conserva in successione regolare le Dolomie Zonate, il Calcare di Zu, l'Argillite di Riva di Solto e la Formazione dell'Albenza. In secondo piano, la dorsale del M. Alben – M. Succhello.

Bacino Sebino

Nell'area corrispondente alla Val Vertova, alla Val Gandino, fino alle pendici meridionali del Pizzo Formico e del Monte Fogarolo, e, ad est, al Monte Clemo (Lago d'Iseo) si estende un vasto bacino intra-piattaforma il cui margine con le aree di piattaforma interna è ben visibile al M. Ceresola (Fig. 6). L'attuale area di affioramento del bacino è di circa 70-80 km² (Fig. 3) ma è probabile che l'estensione sia ben maggiore visto che le successioni sedimentarie sembrano continuare verso sud, al di sotto delle coperture del Retico-Hettangiano.

Il margine di piattaforma del M. Ceresola è costituito da corpi di brecce e megabrecce che si "sfrangiano" e si interdigitano, verso sud, nella successione bacinale rappresentata dalle Dolomie Zonate affioranti lungo il versante meridionale della Val Vertova; l'intera successione bacinale, che presenta uno spessore di oltre 600 m, continua con la sovrastante Argillite di Riva di Solto, il Calcare di Zu e, finalmente, si "chiude" con la Formazione dell'Albenza che rappresenta il ripristino di condizioni ambientali di mare basso nell'intero Bacino Lombardo (Fig. 12). Evoluzione verticale di questo tipo, certamente più comune per questo tipo di bacini, è già stata documentata in vasti settori del Bacino Lombardo (STEFANI & GOLFERI, 1988; MASETTI *et al.*, 1989; JADOUL *et al.*, 1994; TROMBETTA & CLAPS, 1995).

Bacino del M. Fogarolo

La zona del M. Fogarolo (versante ovest della Val Borlezza, Fig. 6) presenta un'evoluzione simile a quella del M. Alben, in quanto che le facies di margine e di piattaforma interna si sovrappongono geometricamente alle Dolomie Zonate, marcando la progradazione delle facies di piattaforma interna della Dolomia Principale sopra i depositi bacinali.

Bacino di Clusone – Rovetta – Cerete

Nella zona di Clusone è stato definito un bacino intra-piattaforma, peraltro già individuato nella cartografia precedente (FORCELLA *et al.*, 2000), che si estende dalla zona di Clusone – Rovetta fino alle pendici dei rilievi del Pizzo Formico e del M. Fogarolo, verso sud (Fig. 3); ad est il bacino si estende fino al versante idrografico sinistro della Val Borlezza (M. Argua). L'estensione complessiva del bacino è stimata in circa 40 km². Quest'area è caratterizzata da una successione stratigrafica dove le facies di piattaforma interna della Dolomia Principale sono relativamente poco potenti (circa 300 m), mentre le facies di margine della DP sono ben sviluppate (Fig. 6). I depositi sedimentari sovrastanti presentano una precisa differenziazione: a nord, nella zona di Clusone e nelle "collinette" antistanti sono conservate brecce di *slope*, mentre a sud, cioè nella zona ad est del M. Fogarolo (fra Cascina Lassù Basso e Cascina Lassù Alto) sono conservati depositi di margine biocostruito. Entrambi questi depositi sono coperti dalle Dolomie Zonate con spessori variabili da circa 200 m, a nord, a circa 50 m a sud; segue il Calcare di Zorzino con uno spessore di almeno 300 m. La differente tipologia dei depositi sovrastanti le facies di piattaforma interna della Dolomia Principale viene interpretata con la geometria del bacino a *semi-graben* con il lato nord più ribassato, in corrispondenza con i depositi di brecce di *slope* (lato nord). La conservazione del Calcare di Zorzino, come

formazione più recente nella successione sedimentaria, depone a favore di un'area bacinale che rimane tale per tutta la durata del Norico, cioè non riconquistata da facies di mare basso per la progradazione di facies di margine e di piattaforma interna, come per l'area del M. Alben. A sud del sovrascorrimento Val Supine – Scanapà – M. Sparavera, la successione bacinale conserva anche l'Argillite di Riva di Solto al nucleo della sinclinale del *footwall* (Fig. 6) nella zona di Endine Gaiano.

Bacino della Val Serina

Questo settore presenta una successione sedimentaria bacinale che registra, in analogia al settore della Val Vertova, un'evoluzione verticale *shallowing-upward* caratterizzata da una prima fase di parziale "colmamento" della precedente paleomorfologia triassica ad opera di ingenti volumi di materiale terrigeno (Argillite di Rive di Solto) che si sovrappongono al di sopra di una altrettanto potente successione di Dolomie Zonate.

Questi depositi bacinali sono seguiti da un altrettanto potente successione mista terrigeno-carbonatica che registra una progressiva diminuzione della profondità deposizionale (Calcare di Zu). La completa restaurazione delle condizioni di piattaforma carbonatica avvengono, poi, con la deposizione della Formazione dell'Albenza. Il bacino sedimentario sembra essere sviluppato in direzione circa N-S, coincidente con l'andamento della valle omonima, per una estensione complessiva di almeno 15 km² (Fig. 3).

CONCLUSIONI

L'applicazione delle più recenti conoscenze sulla stratigrafia del Triassico superiore nel settore centrale del Bacino Lombardo, unito al lavoro di rilevamento ha consentito di meglio definire il quadro paleogeografico di questo settore delle Prealpi Bergamasche (Fig. 3) caratterizzato da vaste aree a sedimentazione bacinale interposte fra zone in cui persistevano condizioni di piattaforma carbonatica (Dolomia Principale).

Il quadro paleogeografico proposto evidenzia, in primo luogo, l'esistenza di due tipologie di bacini intra-piattaforma: a) un primo tipo, caratterizzato da una ridotta estensione areale (pochi km²) e da una evoluzione *shallowing-upward* che culmina all'interno della Dolomia Principale (M. Alben, M. Brassamonti e M. Fogarolo); b) un secondo tipo, caratterizzato da una maggiore estensione areale (probabilmente fino a 100 km²) e da un'evoluzione post-norica *shallowing-upward* che si completa in un momento molto successivo, cioè con la deposizione durante l'Hettangiano della Formazione dell'Albenza (Fig. 13).

Entrambi questi due bacini, in accordo con quanto riportato in letteratura (JADOUL *et al.*, 1992a; 1994; PICOTTI & PINI, 1989; TROMBETTA & BOTTONI, 1993), presentano due diversi tipi di margine: uno caratterizzato da depositi di margine biocostruito e l'altro da brecce di *slope*. La contemporanea presenza di due diverse tipologie di margine ai lati opposti di uno stesso bacino permette la loro interpretazione come *semi-graben* con la faglia principale (*master-fault*) posta in corrispondenza dei depositi di breccia e megabreccia.

La carta relativa alla distribuzione delle aree bacinali e di piat-

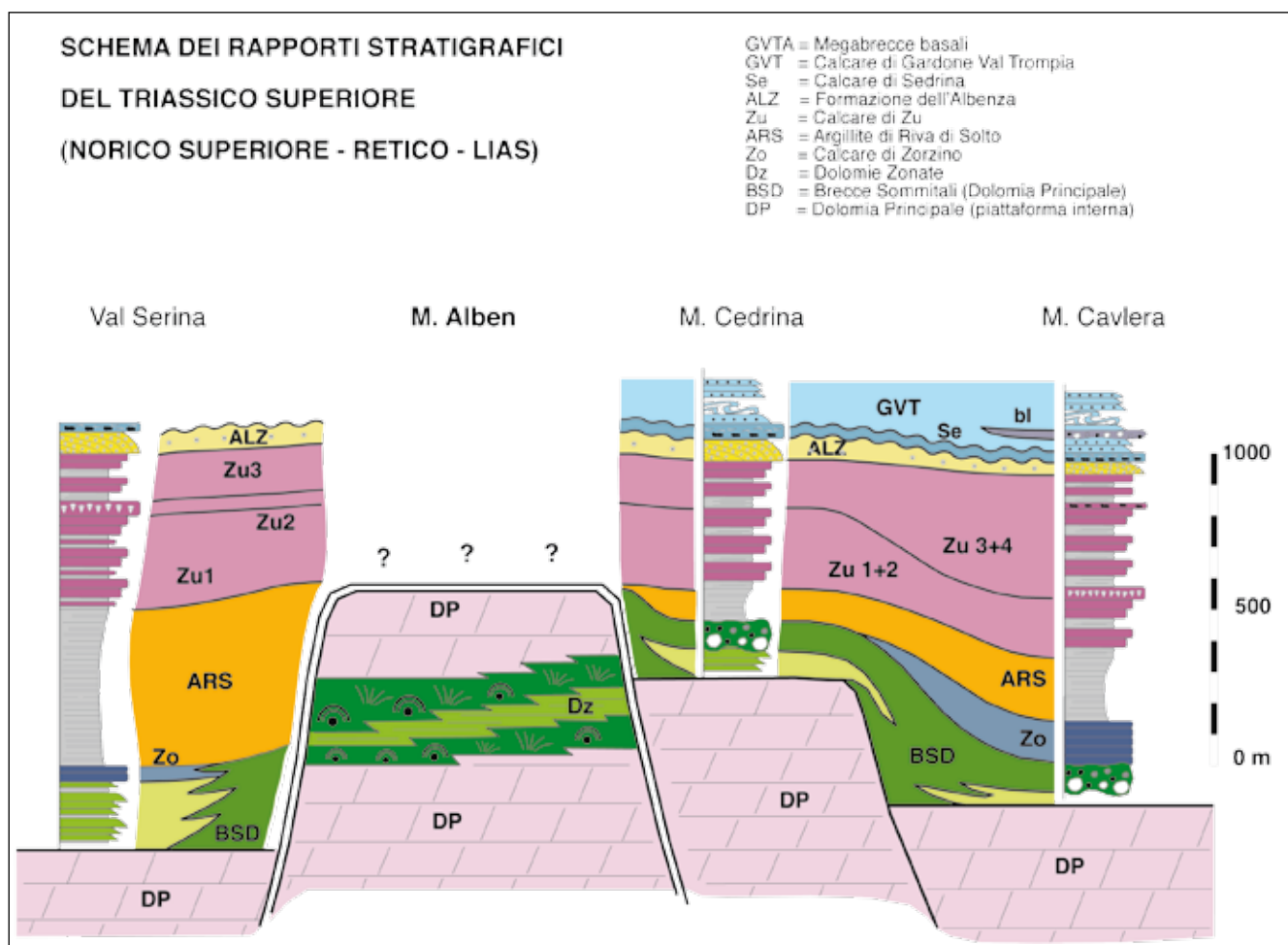


Fig. 13. Schema dei rapporti stratigrafici del Triassico superiore che evidenzia il ruolo del M. Alben come zona di alto relativo, interposto fra il bacino della Val Serina (ad ovest) ed il bacino della Val Seriana (ad est). Notare la progradazione della Dolomia Principale che determina la “chiusura” del Bacino del M. Alben mentre il ripristino delle condizioni di piattaforma carbonatica nelle aree circostanti avviene con la deposizione della Formazione dell'Albenza.

taforma, qui proposta (Fig. 3), evidenzia una possibile polarità nella distribuzione dei bacini: quelli più piccoli, presenti nei settori settentrionali (M. Alben, Brassamonti, Fogarolo), presentano una evoluzione sedimentaria che prevede la restaurazione di condizioni di piattaforma carbonatica con la deposizione della parte superiore della Dolomia Principale; viceversa, i bacini di maggiori dimensioni (Sebino, e Val Serina) posti nei quadranti meridionali, registrano una evoluzione sedimentaria più complessa che vede la transizione progressiva da condizioni di bacino (Argillite di Riva di Solto) verso condizioni di rampa carbonatica fino alla completa restaurazioni di condizioni di piattaforma solo nel Retico-Hettangiano (Formazioni dell'Albenza).

Questi bacini di maggiori dimensioni sembrano continuare verso sud, sotto le unità retico-hettangiane, almeno fino al sovrascorrimento di Albino. Il quadro paleogeografico proposto per questo settore delle Prealpi Bergamasche vuol rappresentare una prima tappa di un più ampio percorso di revisione dei vari comparti della Lombardia al fine di proporre un nuovo modello che illustri la dinamica del *rifting* Norico che precede l'apertura della Tetide Giurassica.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano i Proff. Fabrizio Berra e Flavio Jadoul per avermi accompagnato sul terreno più volte e per le proficue e costruttive discussioni, nonché per l'attenta revisione del testo. Un grazie al Prof. Daniele Masetti per l'importante contributo apportato all'organizzazione del testo. Si ringrazia il Dott. Enrico Trevisani per avermi incoraggiato alla preparazione del lavoro ed averlo accolto nella rivista del Museo.

BIBLIOGRAFIA

- ASSERETO R. & CASATI P., 1965 - Revisione della stratigrafia permotriassica della Val Camonica meridionale (Lombardia). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 71/4: 999-1097.
- BERNOULLI D., 1964 - Zur Geologie des Monte Generoso (Lombardische Alpen). *Beiträge Geologischen Karte Schweiz*, NF 118, pp. 1-134.
- BERRA F., ROVELLINI M. & JADOUL F., 1991 - Structural framework of the Bergamasco Prealps south of the Clusone Fault. *Atti Ticinensi di Scienze della Terra*, 34: 107-120.

- BERRA F. & JADOUL F., 1996 - Norian Serpulid and Bioconstructions: implications for the platform evolution in the Lombardy Basin (Southern Alps, Italy). *Facies*, 35: 143-162.
- BERRA F. & JADOUL F., 1999 - Stratigraphy, paleogeography and tectonic setting of the Norian succession of the Ortles Nappe (Central Austroalpine, Lombardy, Northern Italy). *Memorie di Scienze Geologiche*, 51: 64-78.
- BERRA F. & SILETTO G.B., 2011 - The role of stratigraphically-controlled detachment surfaces in the tectonic settings of the Southern Alps of Lombardy. *Geologie und Paläontologie Mitteil.*, 25: 28.
- BERRA F., JADOUL F. & ANELLI A., 2010 - Environmental control on the end of the Dolomia Principale/Hauptdolomit depositional system in the Central Alps: coupling sea-level and climatic changes. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 290: 138-150.
- BERTOTTI G., 1991 - Early Mesozoic extension and Alpine shortening in the Western Southern Alps: the Geology of the area between Lugano and Menaggio (Lombardy, Northern Italy). *Memorie di Scienze Geologiche*, 43: 17-123.
- BERTOTTI G., PICOTTI V., BERNOULLI D. & CASTELLARIN A., 1993 - From rifting to drifting: tectonic evolution of the South-Alpine upper crust from the Triassic to the Early Cretaceous. In: *Basin Analysis and Dynamics of Sedimentary Basin Evolution*. S. Cloetingh, W. Sassi, F. Horvath and C. Puigdefabregas (Eds.), *Sedimentary Geology*, 86: 55-76.
- BINI A., FERLIGA C., RAVAZZI C. & VALLE M., 1991 - Aspetti naturalistici del M. Alben (Bergamo): geologia, geomorfologia, vegetazione, fauna. *Bollettino del Club Alpino Italiano*, 92: 5-26.
- CALABRÒ & QUASSOLI, 2000 - Il bacino tardo-triassico di Alone (Prealpi Bresciane): stratigrafia ed evoluzione paleogeografica. *Atti Ticinensi di Scienze della Terra*, 41: 133-143.
- CARULLI G.B., FANTONI R., MASETTI D., PONTON D., TRINCIANTI E., TROMBETTA G.L. & VENTURINI S., 1998 - Analisi di facies e proposta di revisione stratigrafica del Triassico Superiore del Sudalpino Orientale. *Atti Ticinensi di Scienze della Terra (Serie Speciale)*, 7: 159-183.
- CASATI P. & GAETANI M., 1979 - The Triassic in Lombardy. In: *Riccardo Assereto and Giulio Pisa field symposium on Triassic Stratigraphy in Southern Alps*, Field guide-book. M. Gaetani (Eds.).
- CASSINIS G., PEROTTI C.R., SCHIROLLI P. & VERCESI P.L., 1994 - Indizi di tettonica transtensiva tardotriassica in Val Lumezzane (Brescia). Nota preliminare. *Atti Ticinensi di Scienze della Terra (Serie Speciale)*, 1: 21-30.
- CASTELLARIN A. & PICOTTI V., 1990 - Jurassic tectonic framework of the eastern border of the Lombardian basin. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 83/3: 683-700.
- CASTELLARIN A., PICOTTI V., CANTELLI L., CLAPS M., TROMBETTA G.L., SELLI L., CARTON A., BORSATO A., DAMINATO F., NARDIN M., SANTULIANA E., VERONESE L., BOLLETTINARI G., 2005 - Note illustrative della carta geologica d'Italia, alla scala 1:50.000. Foglio 080 "Riva del Garda". *Provincia Autonoma di Trento - Servizio Geologico*, 145 pp.
- FERASIN F., BRAGA G.P., CORSI M. & LOCATELLI D., 1969 - La "linea del Tagliamento" fra la Val Cimoliana ed il gruppo del Verzegnis in Carnia. *Memorie dell'Istituto di Geologia e Mineralogia dell'Università di Padova*, 27: 1-15.
- FORCELLA F., BELLENTANI G., BERSEZIO R. & JADOUL F., 1996 - Cinematica e collasso estensionale dei sovrascorrimenti sudalpini della Val Serina (Prealpi Bergamasche). *Geologia Insubrica*, 1/1+2: 79-88.
- FORCELLA F., JADOUL F., BINI A. & FERLIGA C., 2000 - Carta Geologica della Provincia di Bergamo alla scala 1:50000. 313 pp.
- FORCELLA F., BIGONI C., BINI A., FERLIGA C., RONCHI A., ROSSI S., CASSINIS G., CORRAZZATO C., CORBARI D., BARGOSSO G., BERRA F., GAETANI M., GASPAROTTO G., GELATI R., GRASSI G., GAETANI M., GREGNANIN A., GROPELLI G., JADOUL F., MAROCCHI M., PAGANI M., PILLA G., RACCHETTI S., RIGAMONTI I., RODEGHIERO F., SILETTO G.B., TROMBETTA G.L., 2012 - Note illustrative della carta geologica d'Italia, alla scala 1:50.000. Foglio 078 "Breno". *Regione Lombardia - Servizio Geologico*, 282 pp.
- GAETANI M. & JADOUL F., 1979 - The structure of the Bergamasche Alps. *Rendiconti di Scienze, Fisica, Matematica Naturali Accademia Nazionale dei Lincei*, 46: 411-416.
- GAETANI M. & JADOUL F., 1987 - Controllo ancestrale sui principali lineamenti strutturali delle Prealpi Lombarde Centrali. *Rendiconti della Società Geologica Italiana*, 10: 21-24.
- GAETANI M., GNACCOLINI M., JADOUL F. & GARZANTI E., 1996 - Multirorder Sequence Stratigraphy in the Triassic of the Western Southern Alps. In: *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins, SEPM Special Publication*, 60: 701-717.
- GNACCOLINI M., 1965a - Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici). XV. Calcare di Zu ed Argillite di Riva di Solt: due nuove formazioni del Retico lombardo. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 71: 1099-1121.
- GNACCOLINI M., 1965b - Il Trias in Lombardia (Studi geologici e paleontologici). Sul significato stratigrafico della «Dolomia a Conchodon». *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 71: 155-166.
- JADOUL F., 1986 - Stratigrafia e paleogeografia del Norico nelle Prealpi Bergamasche Occidentali. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 91: 479-512.
- JADOUL F. & DE BONIS A., 1981 - Paleogeografia ed assetto strutturale delle mineralizzazioni a fluorite nella Dolomia Principale delle Prealpi Bergamasche. *L'Industria Mineraria*, fasc. gennaio: 19-34.
- JADOUL F. & ROSSI P.M., 1982 - Evoluzione paleogeografico-strutturale e vulcanismo triassico nella Lombardia centro-occidentale. Guida alla geologia del Sudalpino centro-occidentale. *Guide geologiche regionali della Società Geologica Italiana*, 143-155.
- JADOUL F. & GALLI M.T., 2008 - The Hettangian shallow water carbonate after the Triassic/Jurassic biocalcification crisis in the Western Southern Alps: the Albenza Formation. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 114: 453-470.
- JADOUL F., BERRA F. & FRISIA S., 1992 - Stratigraphic and paleogeographic evolution of a carbonate platform in an extensional tectonic regime: the example of the Dolomia Principale in Lombardy (Italy). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 98: 29-44.
- JADOUL F., MASETTI D., CIRILLI S., BERRA F., CLAPS M. & FRISIA S., 1994 - Norian-Rhaetic Stratigraphy and Paleogeographic evolution of the Lombardy Basin (Bergamasche Alps). In: *IAS 15th Regional meeting, Ischia, Post Meeting Fieldtrip Guidebook, Escursion B1* G. Carannante & R. Tonielli (Eds.), 3-38.
- JADOUL F., GALLI M.T., MUTTONI G., RIGO M. & CIRILLI S., 2012 - The late Norian-Hettangian stratigraphic and paleogeographic evolution of the Bergamasche Alps. Escursione pre congresso Geitalia, VI meeting FIST - Rimini, 2007. *Geological Field-Trips*, 4 (1.1) (2012), 55 pp., (DOI 10.3301/GFT.2012.01)
- JADOUL F., BERRA F., BINI A., FERLIGA C., MAZZOCOLA D., PAPANI L., PICCIN A., ROSSI R., ROSSI S., TROMBETTA G.L., 2012 - Note illustrative della carta geologica d'Italia, alla scala 1:50.000. Foglio 077 "Clusone". *Regione Lombardia - Servizio Geologico*, 232 pp.
- MASETTI D., STEFANI M. & BURCHELL M., 1989 - Asymmetric cycles in the Rhaetic facies of Southern Alps: platform-basin interactions governed by eustatic and climatic oscillations. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 94: 401-424.
- MASETTI D., FANTONI R., ROMANO R., SARTORIO D. & TREVISANI E., 2012 - Tectonostratigraphic evolution of the Jurassic extensional basins of the eastern southern Alps and Adriatic foreland based on an integrated study of surface and subsurface data. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 96: 2065-2089.
- MATTAVELLI L. & RIZZINI A., 1974 - Facies euxiniche nelle dolomie

- noriche dell'Ampezzano (Udine): petrografia e sedimentologia. *Memorie della Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 14: 111-140.
- PICOTTI V. & PINI G.A., 1988 - Tettonica sinsedimentaria norica nel settore compreso fra il lago d'Idro e il lago di Garda. *Rendiconti della Società Geologica Italiana*, 11: 225-230.
- PICOTTI V., PROSSER G. & CASTELLARIN A., 1995 - Structures and kinematics of the Giudicarie – Val Trompia fold and thrust belt (Central Southern Alps, Northern Italy). *Memorie di Scienze Geologiche*, 47: 95-109.
- PODDA F. & PONTON M., 1997 - Evoluzione paleogeografica e paleo-strutturale delle Prealpi Carniche settentrionali al passaggio Trias-Giura. *Atti Ticinensi di Scienze della Terra*, 39: 269-280.
- POSAMENTIER H.W., JERVEY M.T. & VAIL P.R., 1988 - Eustatic controls on clastic deposition I - Conceptual framework. In: Wilgus C.K., Hastings B.S., Posamentier H.W., Van Wagoner J., Ross C.A., & Kendall C.G.St.C. (Editors), *Sea level changes; an integrated approach*, SEPM Special Publication, 42: 109-124.
- SARTI M., BOSELLINI A. & WINTERER E.L., 1992 - Basin geometry and architecture of Alpine passive margin: implications of mechanisms of rifting. In: Watkins J.S., Zhiqiang F. and McMillen K.J. (Eds.), *Geology and geophysics of continental margins*, AAPG Memoires, 53: 241-258.
- SCHÖNBORN G., 1992 - Alpine tectonics and kinematic models of the central Southern Alps. *Memorie di Scienze Geologiche*, 44: 229-393.
- STEFANI M. & GOLFIERI A., 1989 - Sedimentologia e stratigrafia delle successioni retiche al confine fra Lombardia e Trentino. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 95: 29-55.
- TROMBETTA G.L., 1992 - Tettonica transtensiva, bacini di pull-apart e sedimentazione nel Norico delle Prealpi Bresciane. *Atti Ticinensi di Scienze della Terra*, 35: 127-137.
- TROMBETTA G.L. & BOTTONI D., 1993 - Analisi di facies ed evoluzione sedimentaria in 3D in un bacino intra-piattaforma nel Norico della Lombardia. *Memorie di Scienze Geologiche*, 45: 149-164.
- TROMBETTA G.L. & CLAPS M., 1995 - Sedimentology and depositional evolution of a platform-basin system: the example of the Ledro Valley intra-platform basin (Norian-Rhaetian, Southern Alps). *Memorie di Scienze Geologiche*, 47: 31-44.
- VAN WAGONER J.C., POSAMENTIER H.W., MITCHUM R.M. JR., VAIL P.R., SARG J.F., LOUITT T.S., & HARDENBOL J., 1988 - *An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definitions*. In: Wilgus C.K., Hastings B.S., Posamentier H.W., Van Wagoner J., Ross C.A., & Kendall C.G.St.C. (Eds.), *Sea level changes; an integrated approach*, SEPM Special Publication, 42: 39-45.
- WINTERER E.L. & BOSELLINI A., 1981 - Subsidence and sedimentation on a Jurassic passive continental margin (Southern Alps, Italy). *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 63: 394-421.
- ZAMPARELLI V., CIRILLI S., IANNACE A., JADOUL F., & BERRA F., BONI M., CLAPS M., CLIMACO A., COZZI A., PODDA F., PONTON M. & TROMBETTA L., 1999 - Paleotectonic and paleoceanographic control on intraplateau basin sedimentation and community margin development in the Norian-Rhaetian of western shallow Tethys: a synthesis. *Paleopelagos, Pubblicazione Speciale*, 3: 7-84.
- ZANCHI A., CHINAGLIA N., CONTI M., DE TONI S., FERLIGA C., ABETE T., VALENTI L. & BOTTIN R., 1992 - Analisi strutturale lungo il fronte della Dolomia Principale in bassa Val Seriana (Bergamo). *Memorie della Società Geologica Italiana*, 45: 83-92.