



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DIPARTIMENTO DI GEOSCIENZE

CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN
SCIENZE GEOLOGICHE

**DISTRIBUZIONE DEI CEMENTI MARINI
NEGLI SLOPE ANISICI DI FUCIADE
(DOLOMITI)**

Relatore: Prof. Nereo Preto

Laureando: Partick Tomasini Malatesta

ANNO ACCADEMICO 2012 / 2013

Indice

INTRODUZIONE.....	3
Inquadramento Geografico.....	4
Inquadramento Geologico.....	4
PIATTAFORME CARBONATICHE.....	7
I CEMENTI MARINI.....	10
LE FACIES DI UNO SLOPE DI PIATTAFORMA CARBONATICA MICROBIALE.....	11
FASE DI CAMPIONAMENTO.....	12
OSSERVAZIONI SUI CEMENTI.....	18
CONCLUSIONI.....	21
BIBLIOGRAFIA.....	21

INTRODUZIONE

Divenute nel 2009 patrimonio dell'umanità UNESCO le Dolomiti sono un esempio di unicità e bellezza per le loro caratteristiche geologiche e geomorfologiche. Il caso studiato in questa tesi interessa una ristretta zona delle Dolomiti che si trova al confine tra il Veneto e il Trentino Alto Adige nei pressi di Passo S. Pellegrino. Verranno analizzate le diverse facies che si possono distinguere all'interno di uno slope clinostratificato che si è formato come parte di una piattaforma carbonatica nel corso del Triassico Medio (Fig.1). Verranno descritte le condizioni nelle quali queste piattaforme possono avere avuto origine anche in relazione con il bacino adiacente. In particolare cercheremo di fare delle osservazioni sui cementi marini, ovvero precipitati direttamente dall'acqua marina, che si trovano nelle diverse facies degli slope allo scopo di trovare una relazione tra la profondità di deposizione di questi cementi e le loro caratteristiche.

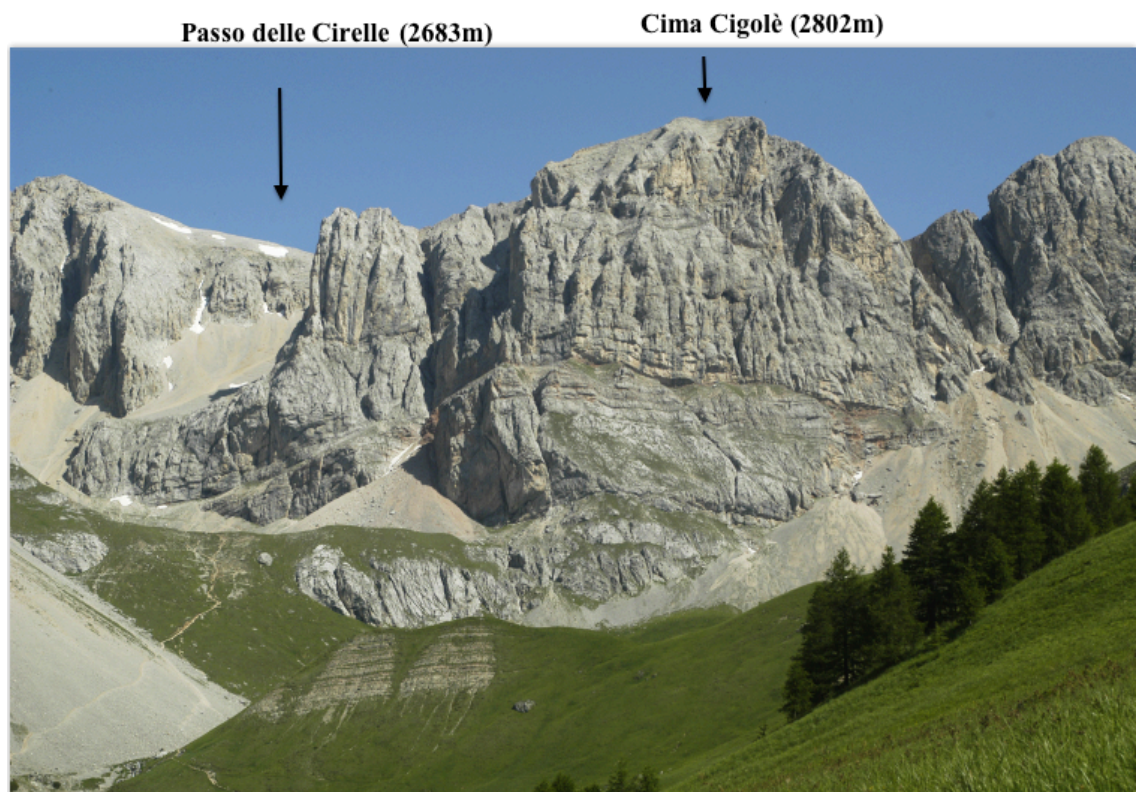


Fig.1 – panoramica dell'area studiata

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata si trova in località Fuciade (o Fuchiade) nel comune di Soraga, in Trentino Alto Adige al confine con il Veneto nei pressi di Passo S. Pellegrino. È possibile raggiungere il luogo di studio partendo dal Passo S. Pellegrino e percorrendo la strada che porta al Rifugio Fuciade proseguendo poi per il sentiero N° 607 che porta fino al Rifugio Contrin passando per il Passo delle Cirelle (Fig.2).

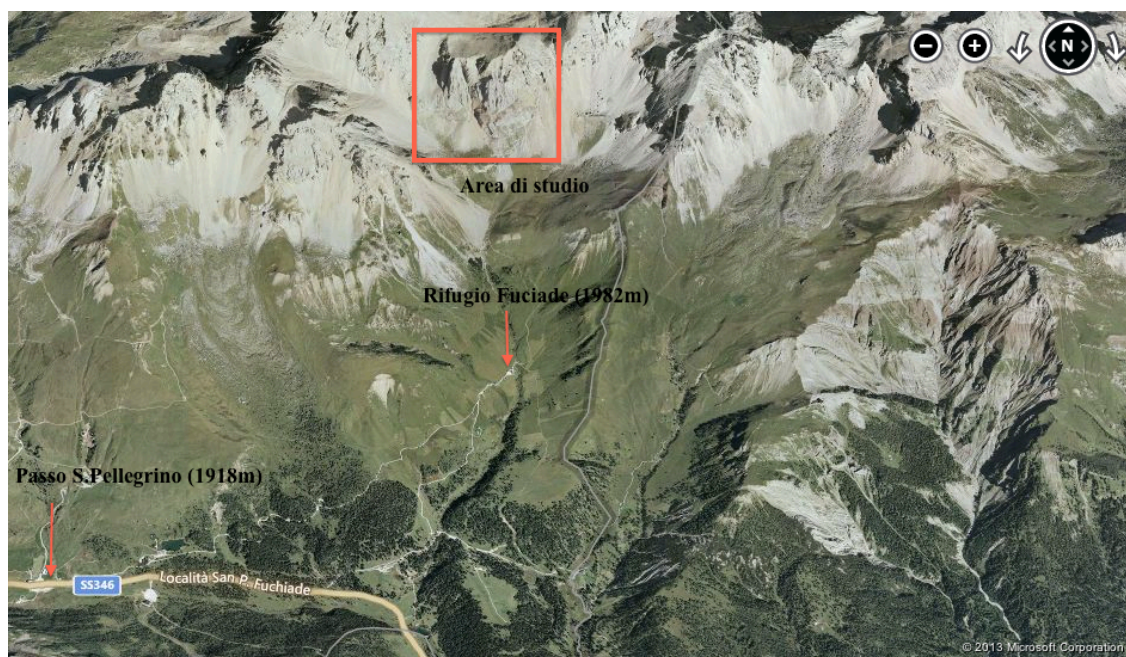


Fig.2 - Panoramica della zona da satellite (<http://it.bing.com/maps/> modificata).

INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area di studio è localizzata nella porzione occidentale della Regione Dolomitica nel Nord-Est Italia. Nel corso del Triassico Medio, suddiviso in Anisico e Ladinico, 245-237 milioni di anni fa, alcune zone di questa regione si sollevarono ed andarono in emersione. A differenza del Triassico Inferiore, durante il quale una geografia abbastanza uniforme caratterizzava la regione Dolomitica (in questa fase si ha la deposizione della Formazione di Werfen che avviene in modo circa omogeneo su tutto il territorio), nell'Anisico si assiste ad una marcata

differenziazione ambientale (Fig. 3): mentre ad occidente vi è terra emersa, ad oriente persistono condizioni marine via via sempre più profonde.

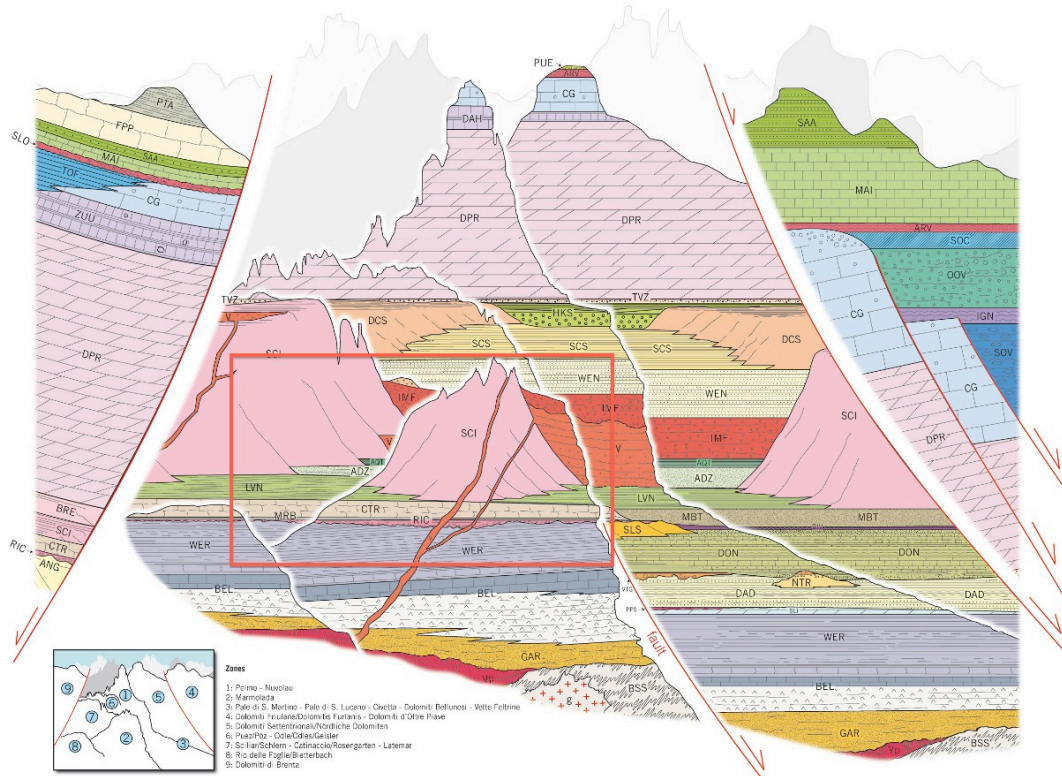


Fig. 3 - Stratigrafia delle Dolomiti, nel riguardo evidenziato è raffigurato un esempio di slope di piattaforma carbonatica anisica analogo a quello studiato, si noti come le parti terminali dei clinostrati siano interdignite con le unità bacinali (Gianolla et al., 2009, “Nomination of the Dolomites for inscription on the World Natural Heritage List UNESCO).

Dopo questa fase di sollevamento ed erosione la regione comincia a sprofondare ed il mare invade di nuovo l’area emersa creando le condizioni per la deposizione di calcari e dolomie, con uno spessore che va da 50 a 200 metri costituenti la Formazione di Contrin. Contemporaneamente alla deposizione della Formazione di Contrin, in zone di mare più profondo si ha l’accumulo di successioni bacinali ricche di sostanze organiche (Formazione di Moena). Nel tardo Anisico – inizio Ladinico inferiore le Dolomiti subiscono un’intensa fase tettonica che porta alla frammentazione in blocchi della Formazione del Contrin ed al loro annegamento

in un contesto di subsidenza. Alcuni di questi blocchi si inclinano e nelle loro porzioni più alte (o addirittura emerse) nucleano piccoli edifici carbonatici, costituiti soprattutto da microbialiti e cementi marini. Man mano che i fondali della regione si abbassano si ha una continua produzione del carbonato di calcio, e quindi gli edifici carbonatici crescono verticalmente (aggradazione) con una stratificazione orizzontale nella porzione centrale (piattaforma s.s). Durante

questa fase di subsidenza si ha l'accumulo nei bacini adiacenti di una sottile successione di rocce ricche in materia organica. Una successiva riduzione del tasso di subsidenza portò ad un accrescimento laterale (progradazione) degli edifici o piattaforme carbonatiche testimoniato da stratificazioni inclinate, i clinostrati

che costituiscono gli slope. I top di queste piattaforme subiscono frequenti episodi di emersione mentre i margini e gli slope sono sommersi e si arricchirono in cementi marini. Il risultato della concomitanza di

subsidenza ed elevata produzione di carbonato di calcio ha dato origine a strutture spesse fino a 1000 metri, e di considerevole estensione laterale.

Questi edifici (Fig. 4) dominano il paesaggio delle Dolomiti occidentali e

sono costituiti da rocce dolomitiche e calcaree che vengono indicate con il nome di Dolomia dello Sciliar (l'equivalente non dolomitizzato viene indicato come Calcarea della Marmolada e del Latemar). I sedimenti che si sono accumulati nei profondi bacini adiacenti alle piattaforme sono spessi poche decine di metri e

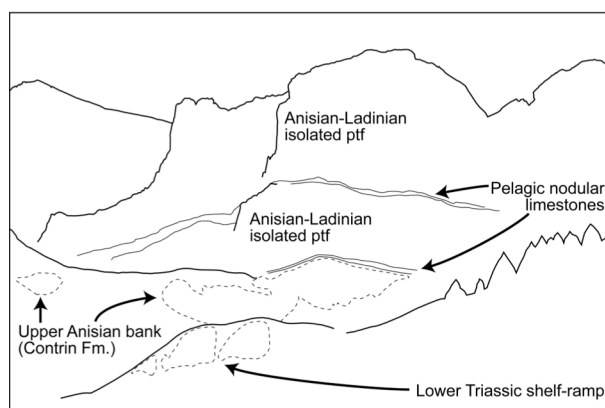


Fig. 4 – Panoramica dell'area di studio (in alto) e interpretazione della stratigrafia (in basso) dal Triassico Inferiore, con la deposizione della Formazione di Werfen, si passa all'Anisico superiore rappresentato dalla Formazione di Contrin ed infine alle piattaforme Anisico-Ladiniche ad alto rilievo.

sono costituiti da sottili strati calcareo-silicei e calcari grigio-verdastri a noduli di selce, estremamente poveri in granuli carbonatici derivanti dalla piattaforma. Questa unità bacinale è chiamata Formazione di Livinallongo (o *Buchenstein*) ed è suddivisa in tre membri, il primo dei quali, il *Plattenkalke*, è costituito da calcari neri laminati ed è deposto in ambiente marino anossico. La Formazione di Livinallongo include letti di ceneri vulcaniche di colorazione verde (“pietra verde”) (Bosellini, A., 1989; Gattolin et al., 2012). Il contesto geologico nel quale si sviluppa questo lavoro è quello degli slope di una piattaforma carbonatica Anisica nella zona di Fuciade. Sono state analizzate le diverse facies che caratterizzano lo slope di questa piattaforma carbonatica Dolomitica, con particolare attenzione ai cementi marini in essa contenuti.

SCOPO DEL LAVORO

Lo scopo della tesi è quello di descrivere attraverso osservazioni in campagna come sono distribuiti i cementi marini lungo gli slope di una piattaforma carbonatica anisica. Sono stati prelevati campioni contenenti cementi a diversi livelli di uno slope in modo da caratterizzare i cementi marini in relazione con la profondità dell’acqua nel momento della loro precipitazione.

PIATTAFORME CARBONATICHE

Con il termine di piattaforma carbonatica s’intende un’area situata in ambiente marino o lacustre caratterizzata da un rilievo topografico più o meno accentuato e da un’elevata produzione di materiale carbonatico di origine prevalentemente biogenica, derivante dall’accumulo di parti dure di organismi a scheletro calcareo oppure dalla precipitazione di carbonato indotta dall’attività di organismi viventi (Wilson, 1975; Carannante, 1988). La precipitazione del carbonato di calcio può avvenire secondo tre modelli:

- precipitazione *abiotica*: controllata dalle condizioni di pressione e temperatura nonché dalle condizioni energetiche dell’ambiente ed il mixing di acque con diverso tenore di CO₂, la rimozione di anidride

carbonica per diluizione o per degassazione può portare alla precipitazione di CaCO_3 in acque sovrassature;

- precipitazione *biologicamente controllata*: gli organismi determinano in maniera diretta la precipitazione, la quale ha una funzione vitale per l'organismo. Un esempio sono i coralli;
- precipitazione *biologicamente indotta*: la precipitazione è un prodotto secondario dell'attività di organismi viventi e del loro metabolismo, esempio caratteristico sono i carbonati fini micritici di origine batterica.

A seconda delle loro geometrie e caratteristiche deposizionali si possono distinguere diversi tipi di piattaforme carbonatiche, nel nostro caso specifico gli slope in analisi appartengono ad una piattaforma a boundstone microbiali (Fig. 5). Il termine "boundstone microbiale" indica una roccia biocostruita da comunità batteriche e la cui tessitura è principalmente di due tipi: laminata (stomatoliti) e digitata e peloidale (tromboliti). Queste piattaforme sono caratterizzate da un alto rilievo (alcune centinaia di metri), slope molto ripidi ($>30^\circ$), una piattaforma interna pianeggiante con una graduale transizione verso i margini costituiti da boundstone microbiali. Questi tipi di piattaforme non si formano oggi, ma erano comuni durante il Precambriano, il Paleozoico ed il Mesozoico. Tipicamente i boundstone microbiali sono costituiti in proporzioni variabili da:

- micrite a peloidi (*peloidal micrite*) o laminata e microsparite precipitati per la mediazione di microbi (*precipitazione biologicamente indotta*). Queste tessiture costruiscono una struttura rigida che isola cavità primarie;
- cementi marini precoci che riempiono i vuoti primari e sono generalmente costituiti da aragonite botroidale (*botryoidal aragonite*) e/o calcite alta in magnesio fibroso raggiata (*radial fibrous cement*);
- scheletri di organismi quali spugne calcaree, alghe calcaree, brachiopodi, foraminiferi, echinodermi e/o coralli.

Importante differenza tra questi tipi di piattaforme e le moderne piattaforme delle latitudini tropicali è che la precipitazione microbiale avviene attraverso vari

processi che sono indipendenti dalla luce ma associati alla degradazione della materia organica in condizioni di scarso ossigeno. Quindi i boundstone microbiali possono formarsi ad una profondità maggiore nella colonna d'acqua rispetto ai reef a coralli, ben al di sotto della zona fotica. (Della Porta et al., 2012; Marangon et al., 2011).

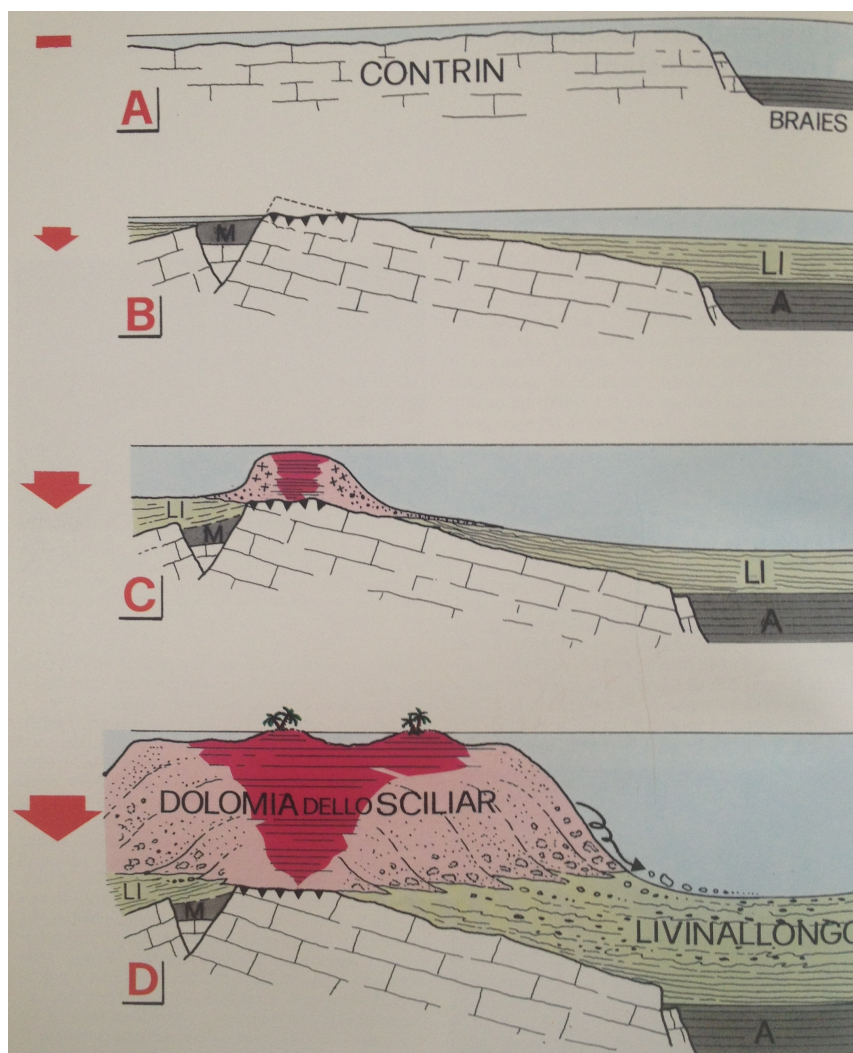


Fig. 5 – (da Bosellini, 1989). Nucleazione ed evoluzione delle piattaforme del Triassico Medio nella regione dolomitica. La piattaforma della Formazione di Contrin (A) si faglia e si rompe in blocchi che si inclinano ed emergono (B). Nei punti emersi iniziano ad attecchire comunità di reef (C), il progredire della subsidenza e l'elevata produzione di carbonato di calcio fanno sì che la piattaforma si accresca in senso verticale ed orizzontale sui circostanti sedimenti bacinali della Formazione di Livinallongo (D).

La piattaforma anisica di Fuchiade oggetto di questo studio è una piattaforma a boundstone microbiali (Fig. 5), i campioni raccolti provengono dalla porzione medio-bassa degli slope.

I CEMENTI MARINI

Il cemento è un precipitato chimico che riempie i vuoti (pori) e ricopre le superfici libere di una roccia sedimentaria durante il processo di diagenesi, influenza quindi in maniera determinante le caratteristiche della roccia nonché la qualità di un possibile acquifero o *reservoir* di idrocarburi. Per precipitare, richiede la presenza di un fluido in condizioni sovrassature. I cementi più comuni sono formati da aragonite, calcite più o meno alta in magnesio e dolomite. La precipitazione dei cementi è influenzata da numerosi fattori che caratterizzano sia il sedimento (porosità, composizione) sia ovviamente il fluido da cui precipitano (composizione, flusso, salinità, ecc.). La precipitazione di cemento può inoltre essere influenzata dall'attività di microorganismi. I cementi variano in morfologia e composizione a seconda dell'ambiente di diagenesi. Distinguiamo tre principali tipi di cementi in base all'ambiente diagenetico di formazione: cementi meteorici, cementi marini e cementi di seppellimento. Il nostro scopo è stato quello di riuscire a riconoscere cementi marini, ovvero precipitati direttamente dall'acqua marina e non dall'acqua presente nei pori del sedimento durante il seppellimento, questo perché i cementi marini portano il segnale geochimico dell'acqua marina al momento della loro precipitazione, e quindi permettono ricostruzioni paleoambientali.

Tipiche morfologie dei cementi marini sono (Flügel E., 2004):

- cemento microcristallino peloidale (Fig. 6-A): cemento caratterizzato da micrite a peloidi all'interno di una matrice calcitica microcristallina. Le

ridottissime dimensioni dei cristalli implicano l'uso del microscopio per il loro riconoscimento;

- aragonite botroidale (Fig. 6-B): ciuffi o ventagli di cristalli di aragonite che possono costituire degli individui singoli o forme composite;
- cemento fibroso-raggiato (Fig. 6-C): cristalli aciculari e fibrosi con allungamento normale alla superficie, originariamente costituiti da calcite alta in magnesio (*high-Mg*) che formano croste continue a volte stratificate.

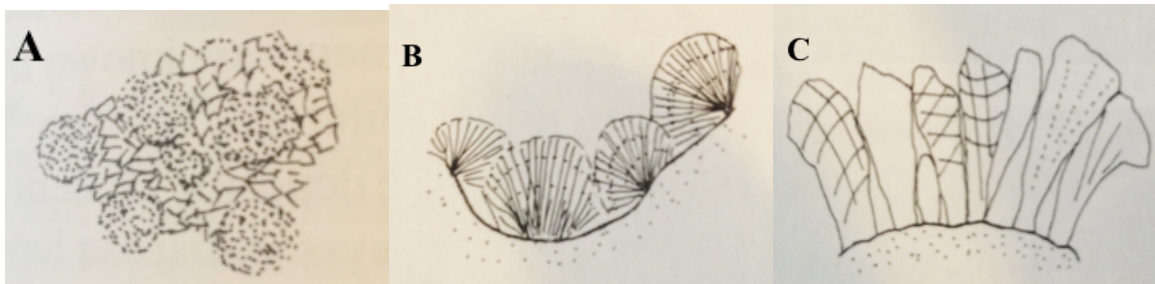


Fig.re 6 - A, B, C. (Da Flügel, 2004). Morfologie dei cementi marini.

LE FACIES DI UNO SLOPE DI PIATTAFORMA CARBONATICA MICROBIALE

La cementazione è strettamente legata alla facies e quindi può fornire una traccia sull'ambiente di formazione che varia dalla spiaggia fino al mare profondo.

Possiamo suddividere gli slope di una piattaforma carbonatica microbiale in diverse associazioni di facies (Dalla Porta et al., 2012) (Fig. 7):

- al margine della piattaforma (in condizioni quindi di acque basse) e lungo la parte superiore dello slope con profondità che arrivano fino a 300-400m la componente a boundstone microbiali è dominante;
- la transizione tra parte superiore e inferiore, dove i boundstone microbiali sono in lingue intercalate a breccie detritiche costituite dalla

risedimentazione di clasti spigolosi di boundstone microbali provenienti dalla parte superiore dello slope. In questa parte dello slope non è difficile trovare fossili di organismi come bivalvi e coralli;

- nella parte terminale dello slope, intercalate agli starti orizzontali dei depositi bacinali, sono presenti rudstone, grainstone e packstone costituiti da clasti provenienti dalla piattaforma interna e dalla parte superiore dello slope. L'accumulo di questi materiali all'estremità inferiore dello slope avviene generalmente per correnti di torbida, i cui prodotti, le torbiditi, sono riconoscibili per la caratteristica gradazione normale.

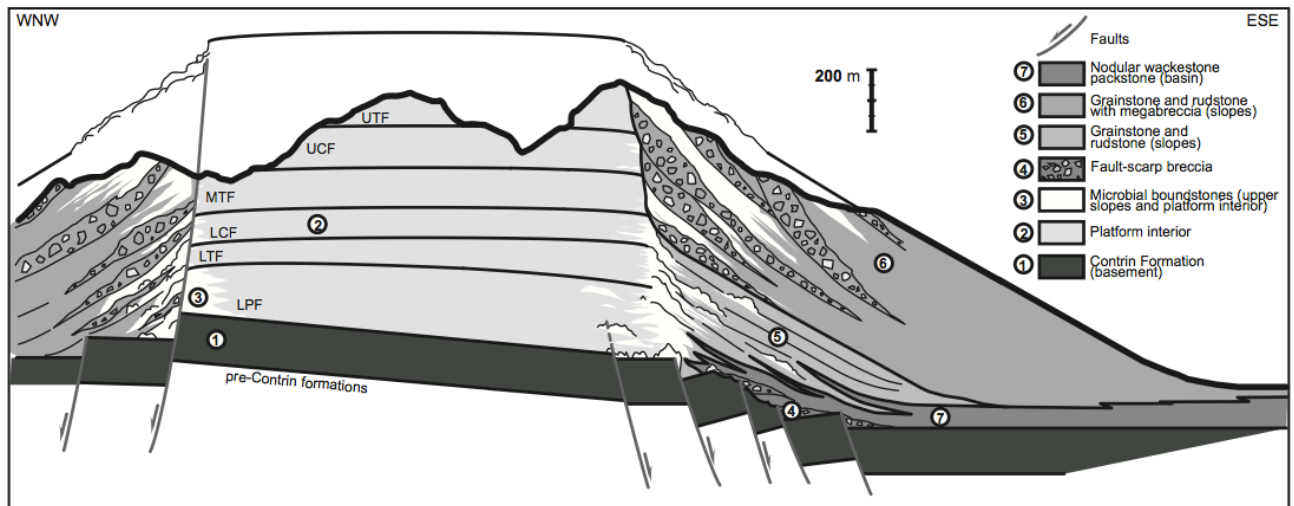


Fig. 7 – Schema stratigrafico della piattaforma carbonatica del Latemar analoga per età e caratteristiche alla piattaforma di Fuchiade. Si osservino le diverse associazioni di facies che si distinguono all'interno dello slope (Preto et al., 2011, modificato).

FASE DI CAMPIONAMENTO

Sono stati raccolti quattro campioni in altrettante parti dello slope (Fig.8), che sono stati sezionati e lucidati in laboratorio.

I campioni sono stati quindi osservati con un microscopio binoculare.

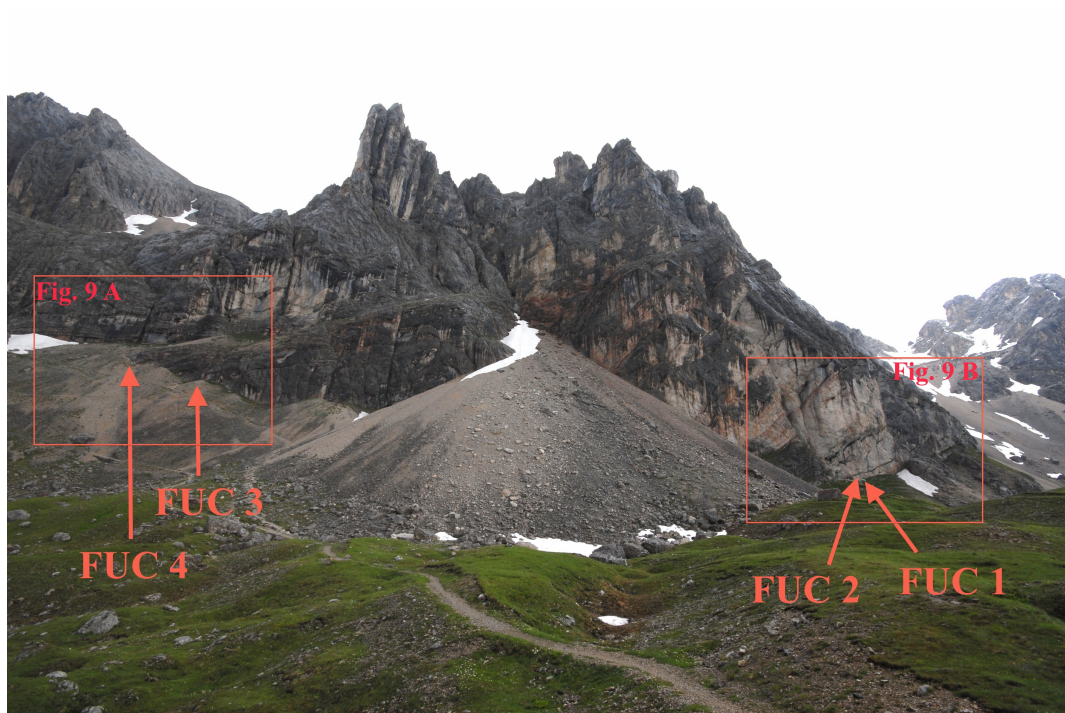


Fig. 8 – Area di campionamento, le frecce indicano i quattro punti dove sono stati prelevati i rispettivi campioni.

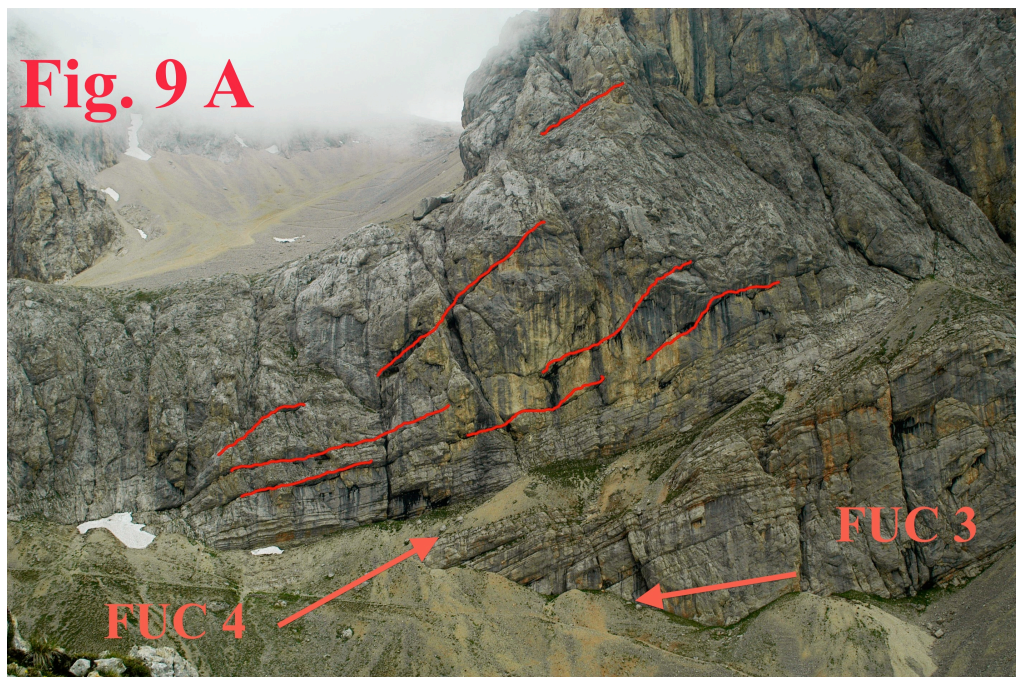


Fig.re 9 A – Particolare della Fig.8, le linee rosse evidenziano i clinoformi e le frecce i punti di campionamento.

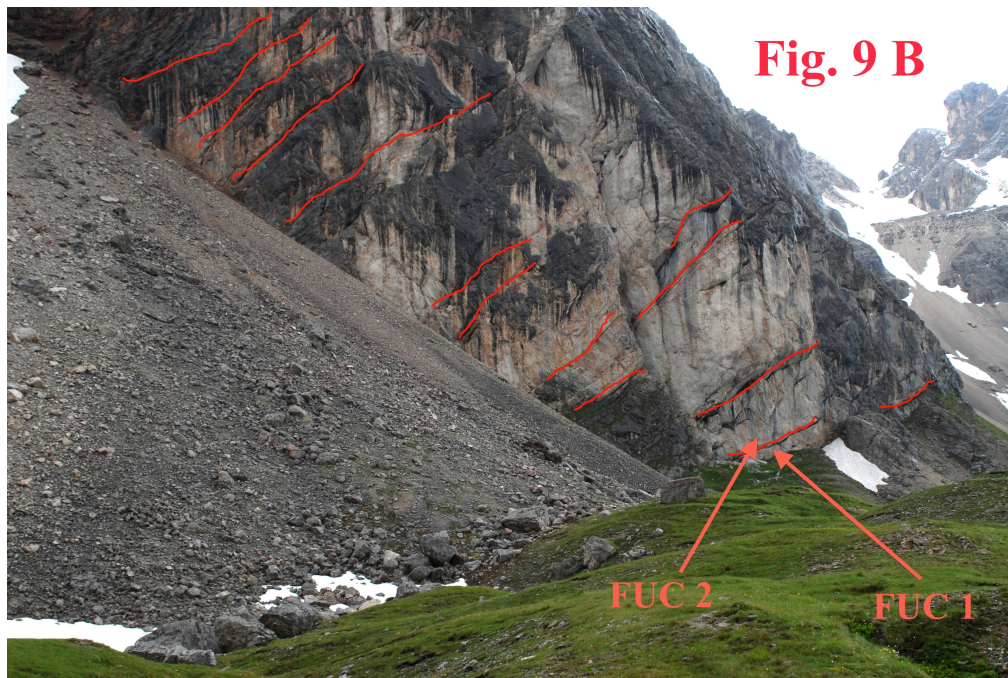


Fig.re 9 B – Particolare della Fig.8, le linee rosse evidenziano i clinoformi e le frecce i punti di campionamento.

FUC 1 e FUC 2: I primi due campioni sono stati prelevati nella stessa porzione dello slope e ne rappresentano la parte terminale (Fig. 9-B). Si sono osservate infatti *torbiditi*, riconoscibili per la presenza della superficie erosiva e della gradazione normale, e breccie con clasti spigolosi di pezzatura mista (anche di grandi dimensioni) di boundstone. Le dimensioni (alcuni millimetri) e quantità dei cementi sono molto ridotte.



Fig. 10 – FUC1 - La roccia può essere classificata come un rudstone (Dunham, 1962), tessitura grano-sostenuta con assenza di fango e dimensione dei clasti superiore a 2mm. Lo strato è interpretato come una torbidite deposta al piede dello slope.

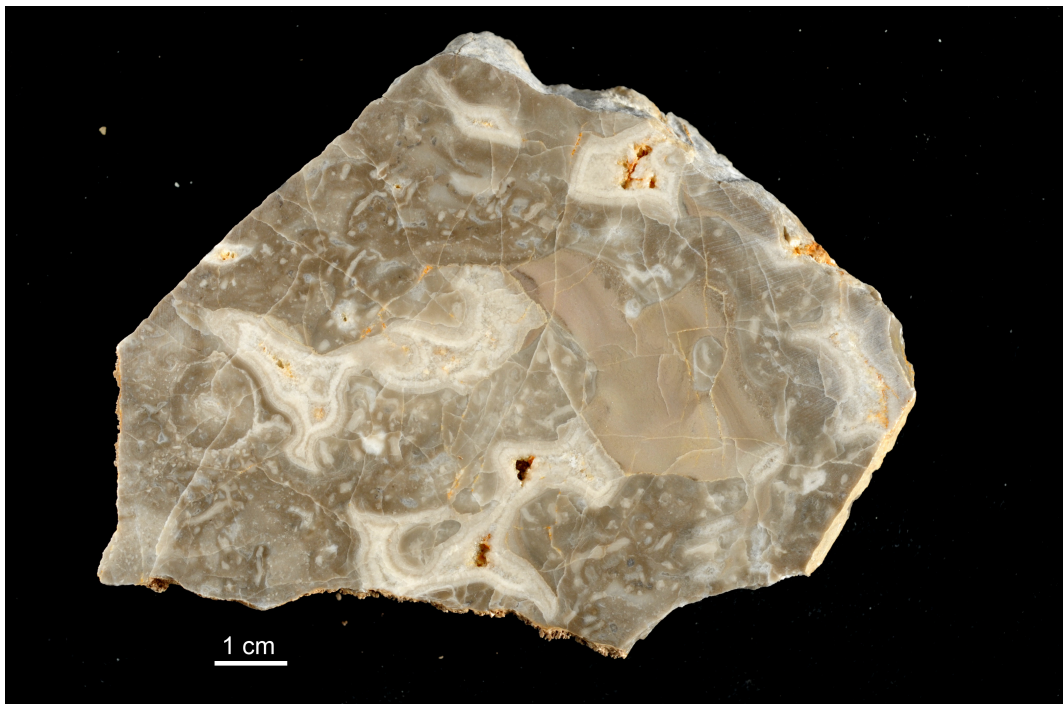


Fig. 11 – FUC 2 – Il campione è stato prelevato al di sopra del FUC 1 in una porzione della breccia contenente cementi marini.

FUC 3: il campione è stato prelevato in una diversa zona dello slope (Fig. 9-A), ed ad una quota più alta. Si può notare come i cementi aumentano sia in dimensione sia in abbondanza.

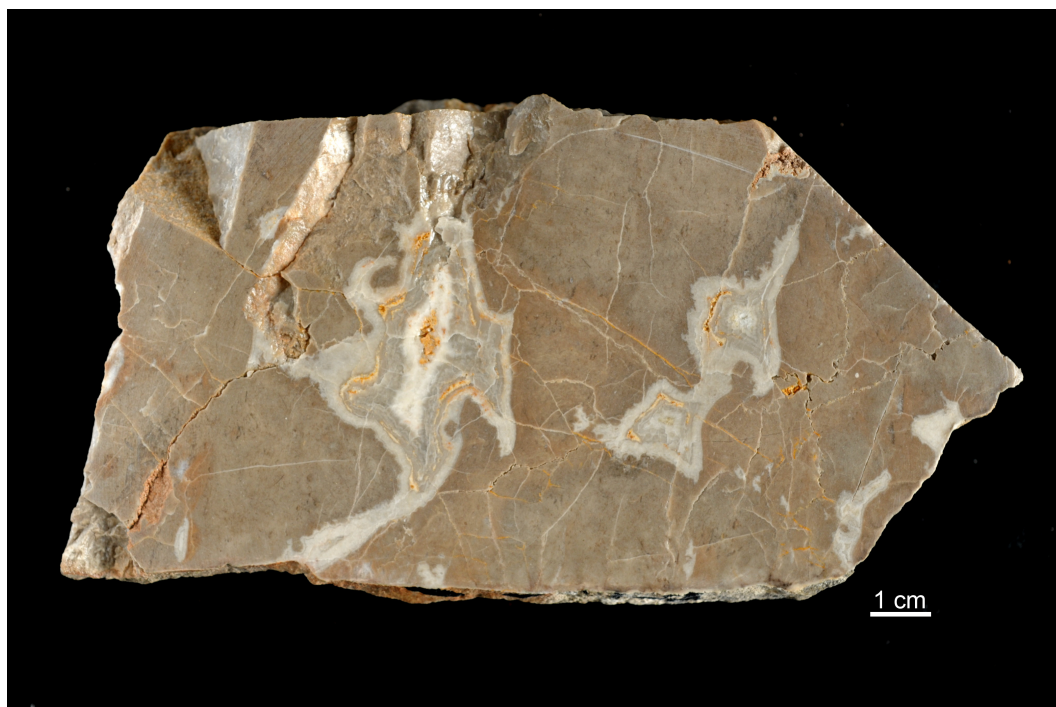


Fig. 12 - FUC 3 – La roccia può essere classificata come un grainstone (Dunham, 1962), tessitura grano-sostenuta con assenza di fango. Si distinguono molto bene i cementi che hanno spessori più importanti rispetto a FUC 1 e FUC 2.

FUC 4: l'ultimo campione è stato prelevato ad una quota ancora superiore (Fig. 9-A) e anche in questo caso si nota un incremento in abbondanza e dimensioni dei cementi. Al microscopio si riconoscono gusci di bivalvi e radiolari che indicano una deposizione in ambiente di mare profondo. Il campionamento è stato fatto su

un affioramento in contatto con l'unità bacinale, in particolare a pochi metri da un livello di *lapilli accrezionali* che fanno parte delle cineriti bacinali della Formazione di Livinallongo (pietra verde).

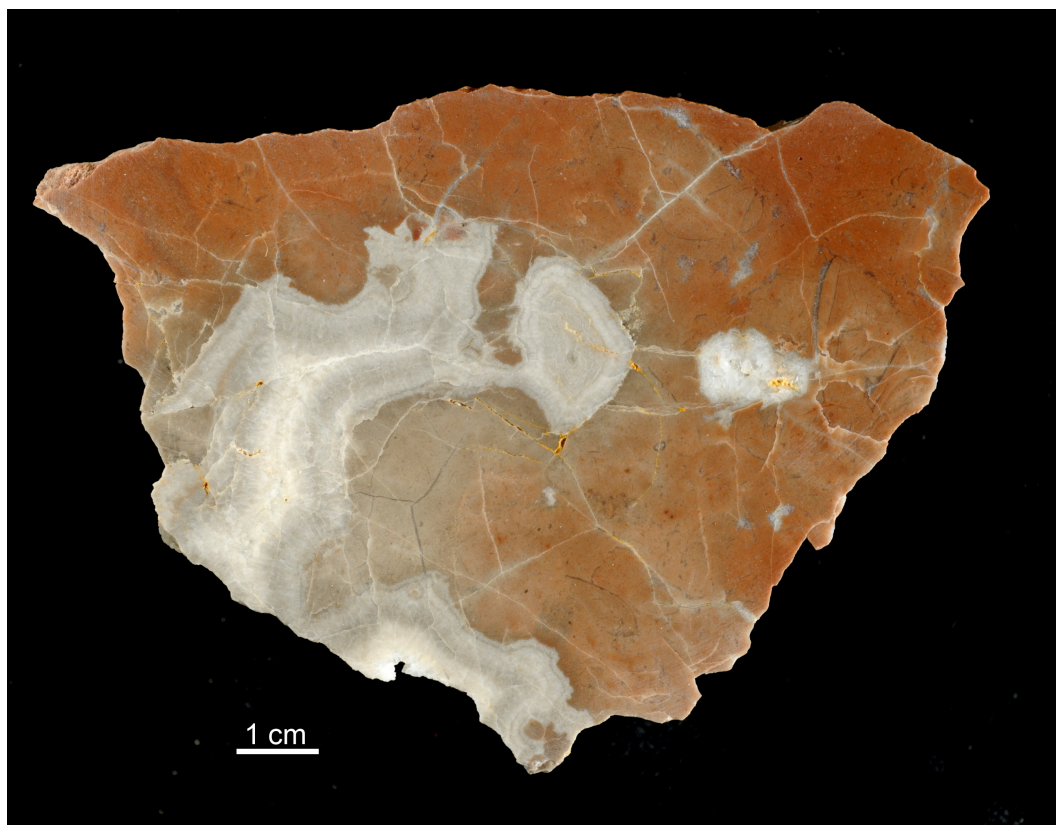


Fig. 13 – FUC 4 – grainstone (Dunham, 1962) con bivalvi e radiolari di colorazione rossastra campionato in prossimità dell'inizio dell'unità bacinale.

Tutti i campioni raccolti provengono dalla parte medio-bassa dello slope della piattaforma di Fuchiade, sono stati raccolti a diverse quote e quindi in corrispondenza di differenti *clinostrati* che compongono lo slope. Il campionamento è quindi avvenuto in prossimità dell'unità bacinale della Formazione di Livinallongo, dove le fasi terminali dello slope si interdigitano con queste formazioni di bacino, come osservato al momento del prelievo del campione FUC 4 proprio in prossimità del livello di *lapilli accrezionali* (Fig. 14).



Fig. 14 – Livello a *lapilli accrezionali*, rappresenta le vulcaniti verdi della Formazione di Livinallongo. La deposizione è avvenuta in un ambiente bacinale in contatto con lo slope della piattaforma carbonatica.

OSSERVAZIONI SUI CEMENTI

Attraverso un'analisi al microscopio è stato possibile distinguere diverse tipologie dei cementi all'interno dei campioni (per rendere più facile la comprensione i differenti cementi sono stati evidenziati in figura con diversi colori):

- cementi fibroso raggianti: costituite da cristalli allungati di calcite, opachi, lattiginosi di colore bianco o grigio, zonati. Sono interpretati come cementi marini;
- calcite spatica: cementi trasparenti e dall'abito più tozzo rispetto ai cementi fibroso raggianti. Sono interpretati come cementi di seppellimento;
- dolomite a sella: cementi costituiti da dolomite, con colorazione rossastra, abito romboedrico e spesso idiomorfi, con facce distorte in forma incurvata. Occupa la parte centrale delle cavità oppure riempie frattura che tagliano la matrice e i cementi precedenti. La dolomite con abito a sella è di solito interpretata come un cemento di alta temperatura, circa 100-120°C.

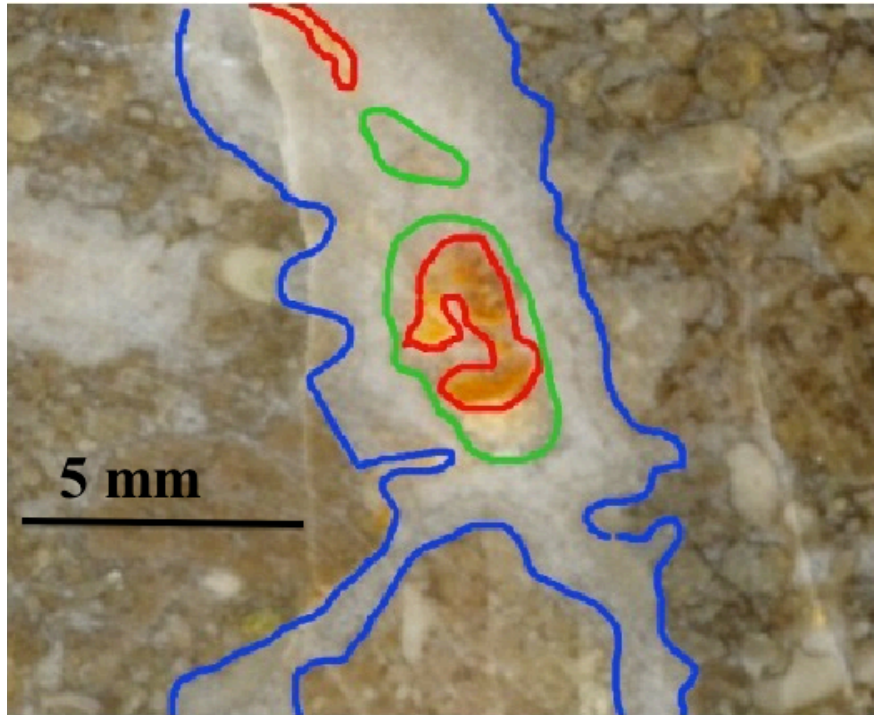


Fig. 15 (particolare della Fig. 10) – Cementi del campione FUC 1. Si riconoscono tre generazioni di cementi: cementi fibrosi raggiati (blu), calcite spatica (verde) e dolomite a sella (rosso).

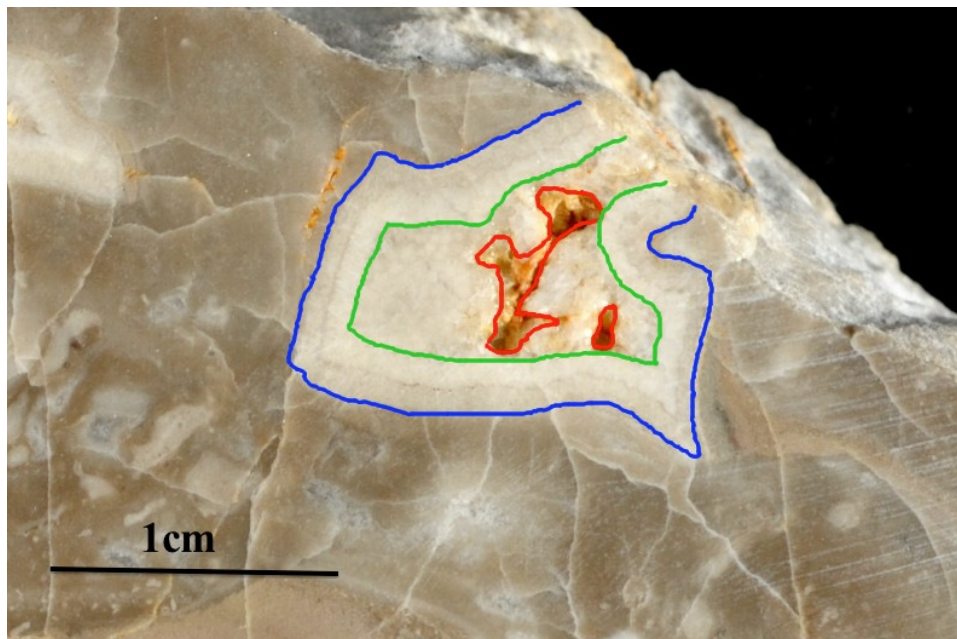


Fig. 16 (particolare della Fig. 11) – Cementi del campione FUC 2. Anche in questo campione si riconoscono le stesse tre generazioni di cementi, gli spessori sono però sensibilmente maggiori.

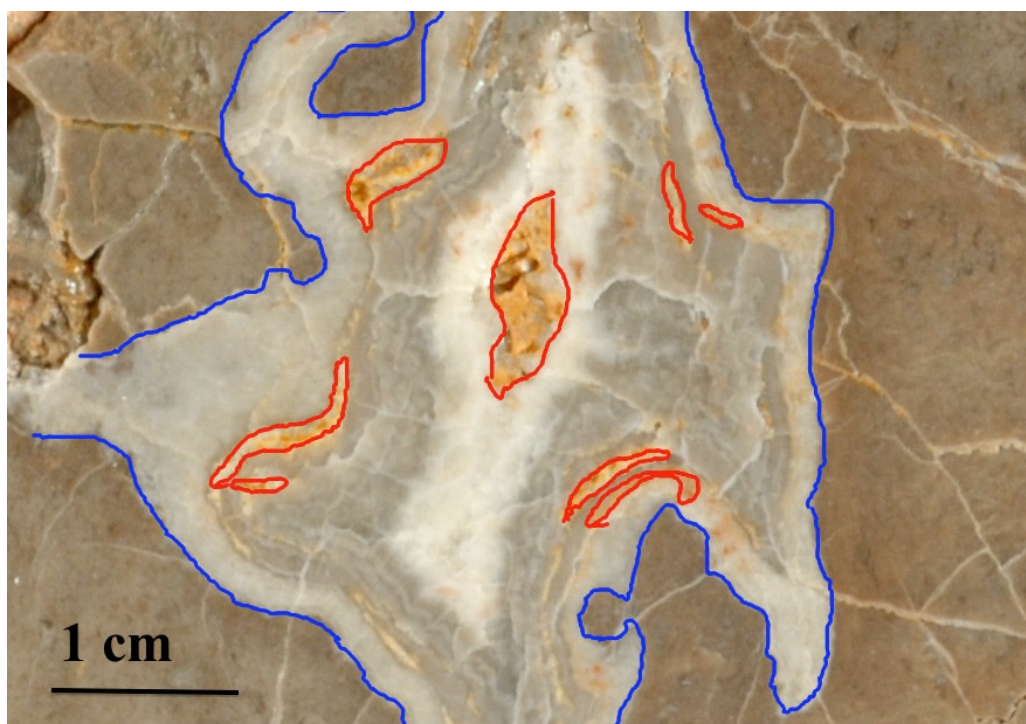


Fig. 17 (particolare della Fig.12) – Cementi del campione FUC 3. In questo campione si osservano dimensioni dei cementi molto maggiori rispetto ai campioni sottostanti ma si riconoscono solo due generazioni di cementi: i cementi fibrosi (blu) e la dolomite a sella (rosso). Si riconoscono bene le zonature della calcite nei cementi fibrosi.

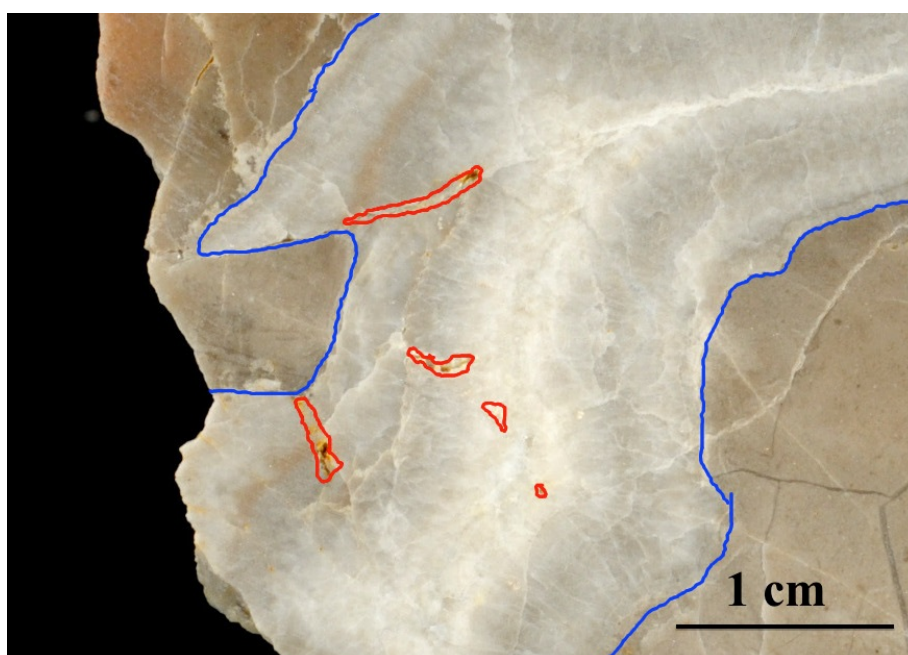


Fig. 18 (particolare della Fig.13) – Cementi del campione FUC 4. Le dimensioni dei cementi e la loro abbondanza sono maggiori dei precedenti campioni. Si riconoscono i cementi marini fibrosi (blu) e sono ben visibili le zonature osservabili dal bordo verso il centro. La dolomite a sella (rosso) si presenta in quantità e dimensioni molto inferiori.

CONCLUSIONI

Le osservazioni fatte in campagna sullo slope di una piattaforma carbonatica che non ha subito un processo di *dolomitizzazione* e, successivamente, al microscopio sui campioni prelevati in differenti porzioni dello slope in corrispondenza di diversi clinostrati, hanno dimostrato che salendo di quota, e di conseguenza lo slope, i cementi marini aumentano sia in quantità che in spessore. Importante osservazione è che i cementi, pur non in abbondanti quantità, sono presenti fino dalla base dello slope, in corrispondenza con le unità bacinali.

BIBLIOGRAFIA

Bosellini A. 1989: La storia geologica delle Dolomiti, Edizioni Dolomiti, 58-68.

Dalla Porta et al. 2012: “Microbial carbonate reservoir characterization”, AAPG HEDBERG Conference, Huston Texas.

Flügel E. 2004: Microfacies of Carbonate Rock: Analysis, Interpretation and Application, Springer, 289-301.

Gattolin G., Breda A., Preto N. 2012: Evolution of platforms geometry across the Triassic in the Dolomites, pre-congress excursion of the X GeoSed meeting, july 2nd, 2012.

Gianolla P., Stefani M., Caggiati M., Preto N., 2011: Triassic platform and basinal bodies of the Dolomite sas outcrop analogues for hydrocarbon carbonate system, Field trip guide to AAPG International Conference & Exhibition in Milan, October 19-22, 2011.

Gianolla P. et al., 2009: Nomination of the Dolomites for inscription on the World Natural Heritage List UNESCO.

Marangon A., Gattolin G., Dalla Porta G., Preto N., 2011: The Latemar: A flat-topped, steep fronted platform dominated by microbialites and syndimentary cements.

