



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI SCIENZE MM. FF. NN.

Dipartimento di Scienze Geologiche  
Direttore Prof. Cristina Stefani

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN  
GEOLOGIA

**DISTRIBUZIONE DEI CEMENTI MARINI NELLO  
SLOPE ANISICO DI CIMA FEUDO (LATEMAR)**

*Relatore: Prof. Nereo Preto*

*Laureando: Valentino Dall'Acqua*

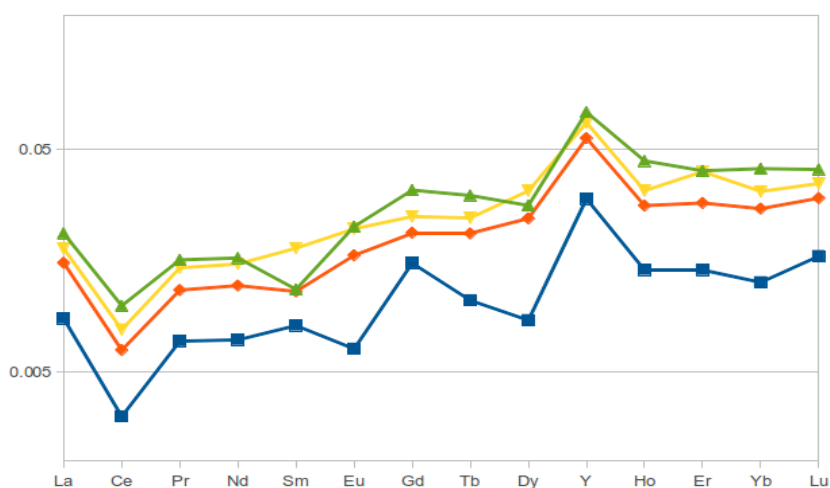
ANNO ACCADEMICO 2012 / 2013

# Indice

Introduzione	pg 1
1. Inquadramento geologico – stratigrafico	pg 2
2. I cementi marini	pg 7
3. Il Latemar	pg 9
4. Descrizione facies di bacino	pg 11
5. Discussione	pg 15
Bibliografia	pg 18

## Introduzione

Lo scopo di questo lavoro è stato di determinare la quantità e la distribuzione dei cementi marini presenti lungo lo slope e nelle facies bacinali coeve alla piattaforma anisica del Latemar. I cementi marini precipitano da acqua marina e non da acque di poro, pertanto portano il segnale geochimico dell'acqua da cui sono precipitati. Dallo studio geochimico dei cementi marini si possono quindi determinare alcune proprietà dell'acqua marina, come ad esempio lo stato di ossigenazione. Campionando cementi marini lungo una superficie di slope, si possono ricostruire le proprietà dell'acqua marina lungo un transetto di profondità. Se un cemento contiene terre rare (gli elementi dal Lantanio al Lutezio, che hanno numeri atomici dal 57 al 71) in concentrazioni rilevabili, il loro pattern di abbondanza può essere caratteristico o meno di acqua marina, e l'anomalia del Cerio indica se il cemento è stato precipitato da acque ossigenate o anossiche. Dati preliminari (Figura 1) indicano che i cementi marini della parte alta degli slope del Latemar precipitarono da acque marine ossigenate.



**Figura 1**

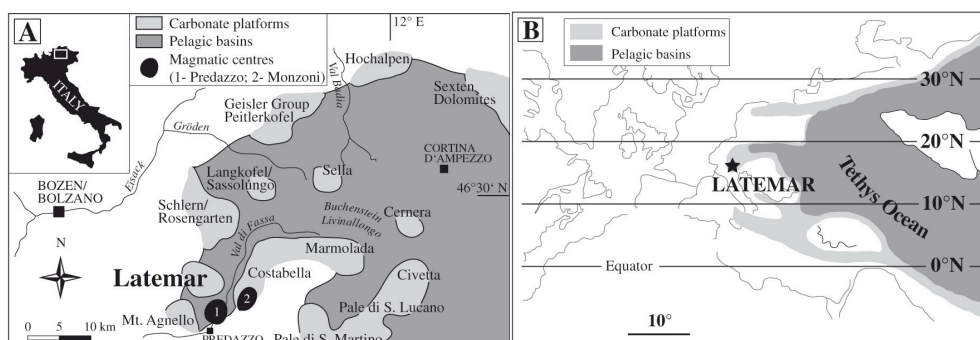
*Pattern delle terre rare (+ Ittrio, Y) di cementi marini nella parte sommitale degli slope del Latemar, su quattro punti-analisi. L'anomalia negativa del Cerio indica acque ben ossigenate. Il pattern è tipico di un'acqua marina, con una maggiore abbondanza delle REE pesanti e una anomalia positiva dell'Ittrio. Le abbondanze sono normalizzate rispetto allo standard PAAS (Taylor e McLennan, 1985), e sono pertanto adimensionali. La scala verticale è logaritmica.*

I campioni raccolti con questa tesi e le osservazioni di campagna riguardano la parte più bassa degli slope e saranno confrontati con quelli disponibili per ottenere un profilo verticale delle proprietà chimiche dell'acqua marina anisica.

# 1

## Inquadramento geologico - stratigrafico

Il Latemar Si trova in Val di Fassa, nelle Dolomiti di Fiemme, in un territorio a cavallo fra la provincia di Trento e la provincia di Bolzano (Figura 2). Nel tardo Anisico l'area dolomitica si trovava a basse latitudini, essendo situata all'estremità nord-occidentale della Tetide.



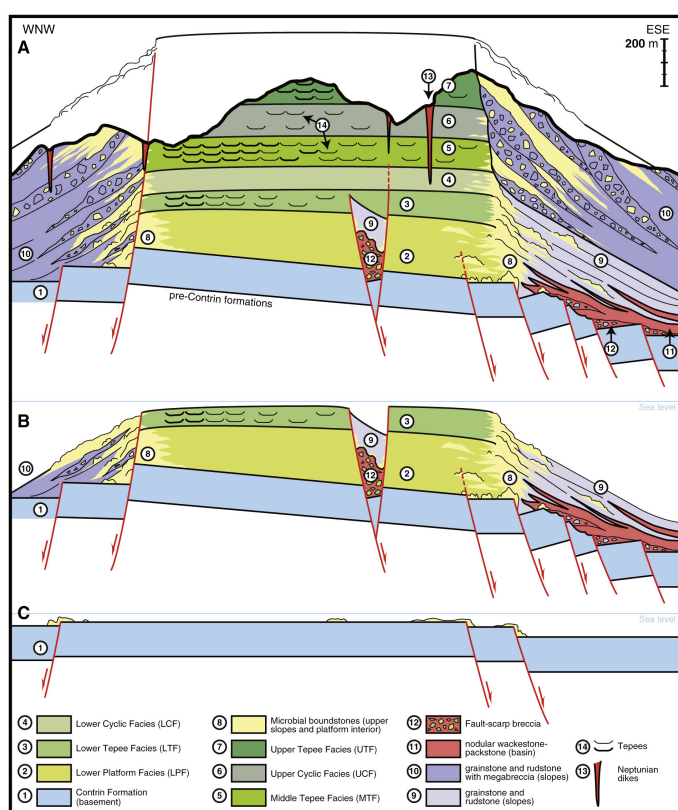
**Figura 2**

*A: localizzazione del Latemar e delle altre piattaforme carbonatiche tardo-anisiche delle Dolomiti (modificata da Emmerich et al, 2005b)*

*B: localizzazione della piattaforma del Latemar rispetto alla Tetide (modificata da Kent et al, 2004)*

In quest'area si svilupparono ampie piattaforme carbonatiche che formavano un banco pressoché continuo nelle Dolomiti occidentali, rappresentate nella successione dalla Formazione di Contrin. Proprio questa formazione, nel tardo Anisico, fu interessata da un'attività tettonica estensionale che determinò la

formazione di strutture tipo horst e graben. In corrispondenza degli alti topografici, si svilupparono piattaforme carbonatiche isolate ad alto rilievo (Masetti e Neri, 1980; Preto et al., 2011), mentre sui blocchi in sprofondamento (graben) si depositarono unità bacinali. Il Latemar è un esempio di piccola piattaforma carbonatica isolata, del diametro di circa 3 chilometri, nucleata su un graben della Formazione di Contrin e circondata da un bacino profondo fino a 1000 metri (Figura 3, Gaetani et al, 1981; Preto et al, 2011).



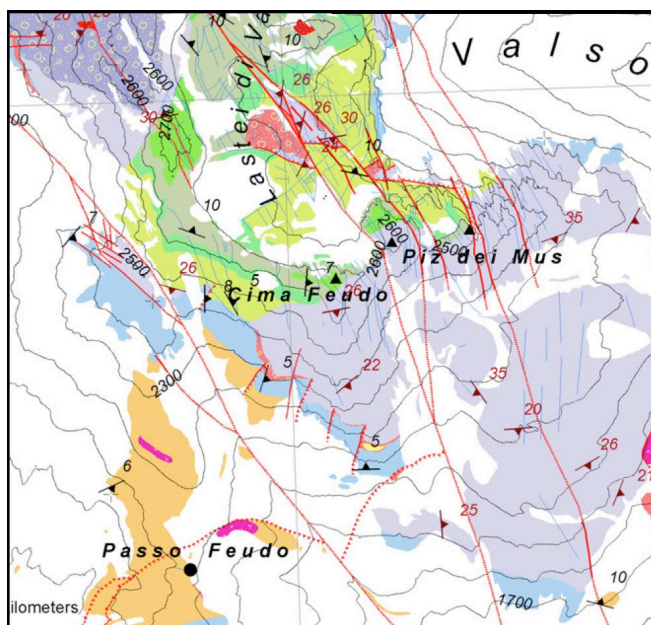
**Figura 3**

*Modello concettuale della piattaforma del Latemar.*

*(Preto et al, 2011)*

Queste piattaforme hanno geometria sostanzialmente aggradante. L'aggradazione è testimoniata dalle stratificazioni orizzontali presenti nella parte centrale della piattaforma. L'accrescimento laterale è invece testimoniato dalle clinostratificazioni che costituiscono le facies di slope e raccordano il margine della piattaforma con il bacino marino circostante. La parte alta dello slope è formata da boundstone microbale, mentre procedendo

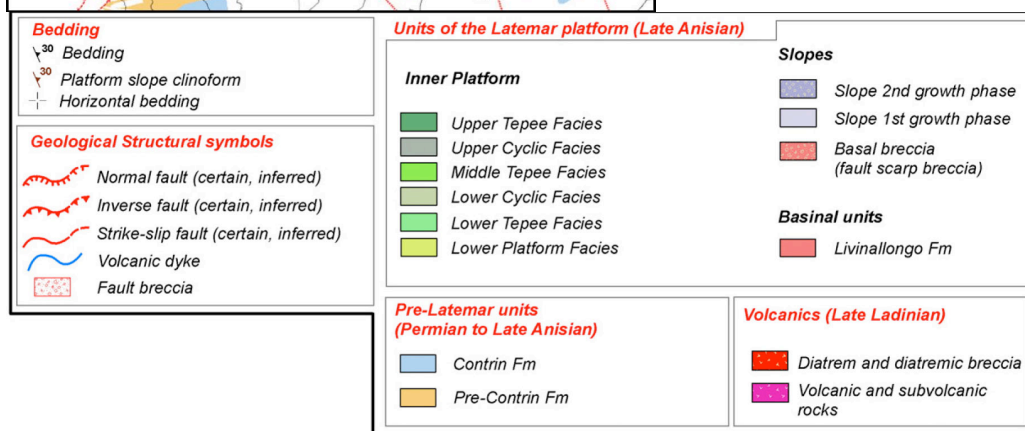
in profondità si trovano breccie con microfossili, ed infine torbiditi (Marangon et al., 2011). Al piede degli slope, ad esempio a Cima Feudo, sono presenti unità bacinali come la Formazione di Livinallongo.



**Figura 4**

Carta geologica dell'area in esame.

(Preto et al, 2011)



Durante l'attività di campagna sono state osservate in dettaglio le parti più distali dello slope e le circostanti unità bacinali, fino anche ai membri superiori della Formazione di Werfen. Queste facies affiorano bene a partire da Passo Feudo fino al Dos Capel, in direzione Sud (Figura 4). La distribuzione dei cementi marini è stata osservata tanto nella parte finale dello slope quanto nelle

facies di bacino relative alla piattaforma isolata del Latemar. Per quanto riguarda i membri affioranti della Formazione di Werfen sono stati osservati:

- Membro di Campil: rocce costituite da sabbie fini, di color rosso vino, indici di un ambiente di mare poco profondo.
- Membro di Val Badia: calcari marnosi e siltosi grigi, diminuiscono le componenti continentali.
- Membro di Cencenighe: calcari compatti di colore rossastro, formati da ooliti, formati in un mare tropicale poco profondo.

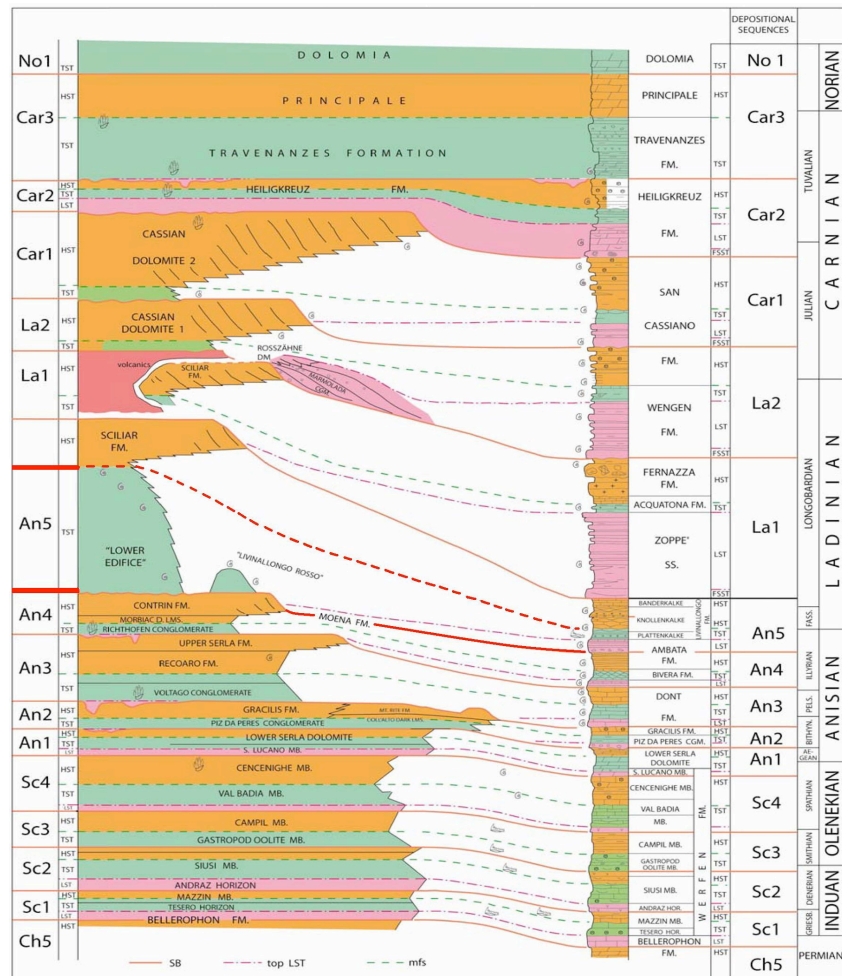
Al top della Formazione di Werfen si trovano il Conglomerato di Richthofen e i calcari scuri di Morbiac. La Formazione di Moena e la Formazione di Livinallongo verranno descritte in seguito, in quanto oggetto dello studio assieme alle facies dello slope.



**Figura 5**

*Facies bacinali al top della Formazione di Werfen.  
Panoramica da Passo Feudo verso in Dos Capèl.*

LATEMAR



**Figura 6**  
 Le linee rosse individuano la parte di interesse della colonna stratigrafica, per quanto riguarda questo studio.

(Gianolla et al, 2011, modificata)

## 2

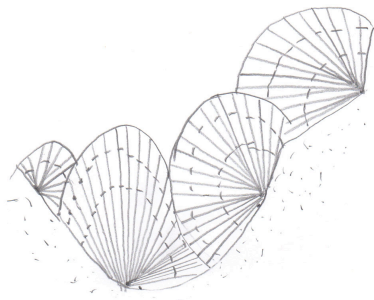
### I Cementi Marini

I cementi marini sono dei precipitati chimici da acqua marina, si formano nei pori comunicanti con l'acqua marina o sulla superficie litificata di carbonati affioranti all'interfaccia acqua-sedimento e richiedono per formarsi una forte sovrasaturazione dell'acqua marina rispetto al carbonato di calcio. Rappresentano un importante record della storia diagenetica delle rocce carbonatiche. In generale, i cementi possono essere precipitati da acque marine, meteoriche o, durante il seppellimento, da acque di poro; generalmente sono costituiti da aragonite, calcite, calcite alta in magnesio o dolomite, meno comuni sono: ankerite, siderite, caolinite, quarzo, barite, celestina, anidrite e gesso. La cementazione da parte di cementi carbonatici richiede sovrasaturazione rispetto a  $\text{CaCO}_3$  ed un meccanismo efficiente di flusso dei fluidi. Nel caso dei cementi marini la fonte di  $\text{CaCO}_3$  è l'acqua marina.

I cementi carbonatici si possono suddividere in cinque gruppi morfologici principali (Fluegel, 2004):

- cristalli che crescono in pori liberi (fibrosi, botroidali, aciculari e fibroso-raggiati),
- cementi che formano mosaici di calcite, aumentando le dimensioni dei cristalli verso il centro delle cavità che riempiono,
- overgrowth su un cristallo in continuità ottica,
- cementi micritici formati da peloidi all'interno di una matrice microcristallina.

Nelle facies di slope di Cima Feudo si sono riscontrati i seguenti tipi di cementi, interpretati come cementi precipitati da acqua marina (Marangon et al., 2011; illustrazioni da Fluegel, 2004):



Botroidali: cementi mammellonari individuali e coalescenti che esibiscono continui orizzonti, composti da fibre euedrali allungate (normalmente si tratta di aragonite). Dimensioni centimetriche



Fibroso-raggiati: composti da cristalli di calcite fibrosa ad estinzione ondulata. Dimensioni fino ad alcuni millimetri.

Cementi micritici: scala del micron, formano rivestimenti sottili attorno ai grani o possono riempire i pori. Sono originariamente costituiti da Mg-calcite.

I cementi fibroso-raggiati e i cementi botroidali del Latemar sono i cementi marini più comuni. Sono facilmente riconoscibili in campagna grazie alla caratteristica forma fibrosa dei cristalli, al fatto che non sono trasparenti ma lattiginosi, e perché formano un rim continuo, talora zonato, attorno ai loro substrati.

### 3

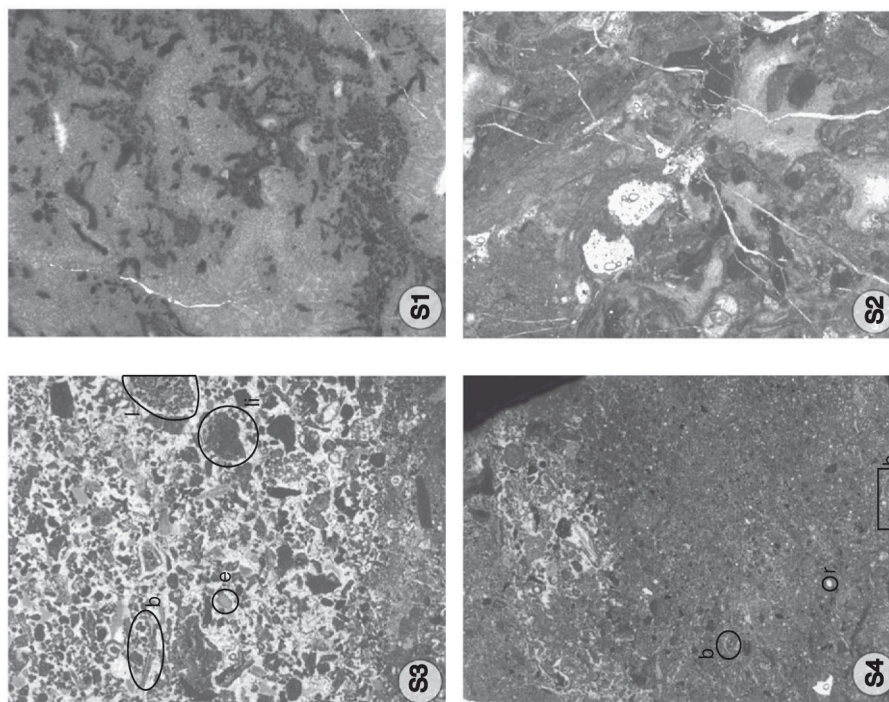
## Il Latemar

La piattaforma del Latemar può essere suddivisa in cinque sottoambienti con associazione di facies caratteristica (Marangon et al, 2011):

- 1) Piattaforma interna, costituita da cicli peritidali a scala metrica e sub-metrica, che spesso terminano con una superficie di esposizione sub-aerea. Questa parte interna della piattaforma può essere suddivisa in due facies supratidali e due subtidali.
- 2) Piattaforma periferica, caratterizzata da strati di uno o più metri e dall'assenza di indici di esposizione subaerea.
- 3) Margine di piattaforma, costituito da boundstone microbiale massivo con spugne calcaree, *Tubiphytes*, rari coralli.
- 4) Slope superiore, costituito da boundstone microbiali e breccie, con clinostratificazione poco evidente.
- 5) Slope inferiore, costituito da clinostrati inclinati di grainstone-rudstone e talvolta breccie, con un angolo di circa 30-35°, decrescente fino a 10°.

In dettaglio, per quanto riguarda la distribuzione dei cementi e la loro natura, si rinvengono scendendo lungo lo slope dalla parte sommitale (Marangon et al, 2011): boundstone, con cementi botroidali e fibroso-raggiati fino a 1cm di spessore. I cementi possono riempire cavità primarie irregolari. (figura 6, immagine S1). Verso la base dello “slope superiore” troviamo ancora dei boundstone, con cementi fibroso-raggiati e croste micritiche. (figura 6, immagine S2). Passando allo “slope inferiore” le facies passano a packstone-grainstone, ricchi di echinodermi, bivalvi, gasteropodi e frammenti di boundstone. Cementi micritici riempiono i vuoti determinando a volte strutture geopetali. (figura 6, immagine S3). Verso la parte più distale dello slope e si osservano wackestone, con frammenti di boundstone o packstone-grainstone,

ricchi di bivalvi e radiolari, espressione di intercalazioni bacinali (figura 6, immagine S4). Infine si rinvencono breccie e megabreccie, costituite da facies che provengono da parti più superficiali della piattaforma; sono presenti croste di cemento fibroso-raggiato tra i blocchi con spessore fino a 10 cm.



**Figura 7**

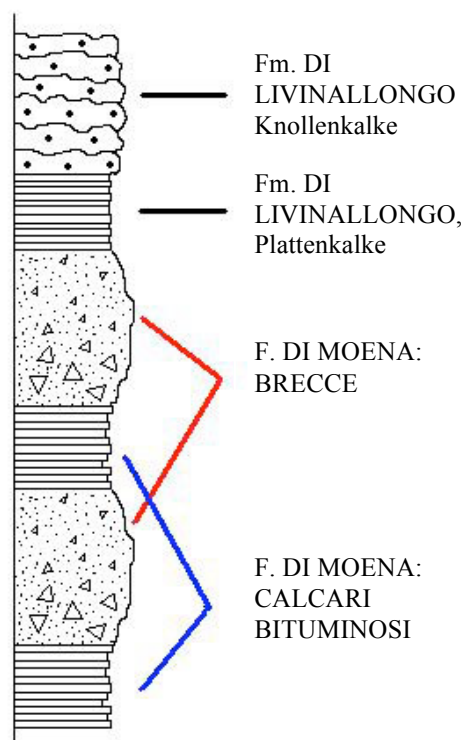
*Microfacies carbonatiche provenienti da  
varie quote dello slope del Latemar.*

*(Marangon et al, 2011)*

## 4

### Descrizione Facies di Bacino

Ai piedi dello slope, come facies di bacino, si trovano la Formazione di Livinallongo e la sottostante Formazione di Moena. Queste facies sono state studiate nell'area da Passo Feudo fino al Dos Capel, procedendo in direzione Sud. Durante lo studio di campagna, oltre all'osservazione e al campionamento delle facies più distali dello slope, sono state analizzate queste facies bacinali, cercando di trovare dei cementi marini. L'osservazione è stata limitata alla scala del campione, con l'ausilio della lente. Nell'immagine sottostante è rappresentata schematicamente la successione delle facies, in cui termina lo slope di Cima Feudo:





**Figura 10**

*Formazione di Livinallongo, a contatto con le breccie della Formazione di Moena*

### **Formazione di Moena:**

La Formazione di Moena comprende i depositi formati in depressioni tettoniche (graben) incise nella piattaforma carbonatica del Contrin, durante l'Anisico superiore, prima che cominciasse la formazione di piattaforme isolate come quella del Latemar. Sui fondali con scarso ricambio d'acqua di questi bacini tettonici l'ossigeno era insufficiente per decomporre completamente la materia organica. Si sedimentarono pertanto fanghi carbonatici nerastri, ricchi di sostanza organica, mentre ai lati dello stretto bacino le praterie algali continuavano a produrre sedimenti calcarei (Formazione di Contrin).

Questa formazione, in prossimità di Passo Feudo, è costituita da calcari bituminosi (Figura 7) e breccie con clasti calcarei; durante l'attività di

campagna si è posta l'attenzione all'osservazione dettagliata dei calcari e delle breccie della Formazione di Moena, senza però rinvenire la presenza di cementi fibrosi marini.



**Figura 8**

*Formazione di  
Moena a Dos  
Capèl*

### **Formazione di Livinallongo:**

I sedimenti che si accumulavano nei profondi bacini adiacenti alle piattaforme isolate successive allo smembramento tettonico della Formazione di Contrin sono rappresentati da questa formazione, un pacco di sottili strati, con spessore variabile da pochi metri a 150-200 metri. Nella Formazione di Livinallongo sono presenti fossili di organismi di mare aperto, che al contrario non si rinvencono nelle facies dello slope.

Per quanto riguarda gli affioramenti oggetto dello studio, si tratta di calcari fittamente stratificati, ricchi di sostanza organica, di colore da grigio scuro a nero (Figura 8, pagina seguente). Come per la Formazione di Moena, non sono stati trovati cementi fibrosi marini nei calcari della Formazione di Livinallongo.



**Figura 9**

*Formazione di Livinallongo, membro del Plattenkalk.  
Sono ben visibili i sottili straterelli calcarei che costituiscono questa  
parte della formazione.*

## 5

### DISCUSSIONE

Sappiamo che nella parte alta dello slope i cementi marini (fibroso-raggiati) sono abbondanti e spessi (Marangon et al., 2011).

In questo lavoro sono stati osservati alcuni affioramenti alla base dello slope di Cima Feudo, e sono stati trovati solamente pochi cementi fibroso-raggiati in croste millimetriche che cementano una breccia di noduli di micrite rimaneggiati (Figura 9).

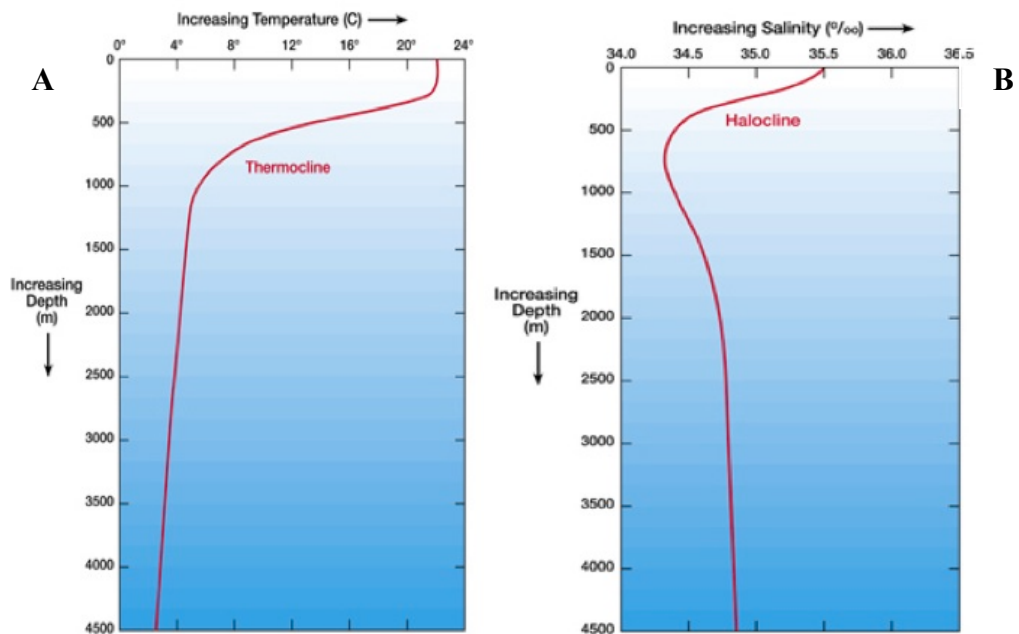


*Figura 11*

*Slab lucidato di un campione*

Dall'osservazione alla scala del campione a mano (più lente) delle facies di bacino, non si sono riscontrate tracce di cementi marini. La successione della parte finale dello slope terminava in un fondo marino anossico, e una parte dello stesso si trovava in acque ossigenate.

I cementi marini diventano sempre meno abbondanti scendendo lungo lo slope; un'ipotesi che spieghi il motivo per cui questi diventano sempre più rari, fino a scomparire (nelle facies bacinali), è che la saturazione in carbonato di calcio diminuisce col crescere della pressione e col diminuire della temperatura. Quindi, con l'approfondirsi della colonna d'acqua si ha un progressivo innalzamento della pressione e un parallelo calo della temperatura (Figura 12A), e la precipitazione di cementi marini diventa via via meno favorita. Altri fattori che potrebbero spiegare la diminuzione dei cementi marini con la profondità sono: l'aumento di concentrazione della CO<sub>2</sub>, fatto ancora collegato alle variazioni di temperatura e pressione; inoltre anche la salinità influisce sulla precipitazione dei cementi carbonatici. La precipitazione è favorita in acque oceaniche a salinità più elevata (Figura 12B).



**Figura 12**

*A: grafico del gradiente di temperatura*

*B: grafico del gradiente di salinità*

Nonostante i cementi fibrosi marini siano assenti nelle facies di bacino, il fatto che se ne ritrovino fino alla base dello slope (alto circa 600 metri) permetterà potenzialmente di ricostruire le caratteristiche della colonna d'acqua fino ad una profondità considerevole.

## Bibliografia

Nicolas Christ, Adrian Immenhauser, Frédéric Amour, Maria Mutti, Rosalind Preston, Fiona F. Whitaker, Arndt Peterhänsel, Sven O. Egenhoff, Paul A. Dunn, Susan M. Agar. (2012) *Triassic Latemar cycle tops — Subaerial exposure of platform carbonates under tropical arid climate*. *Sedimentary Geology* 265 (B. Jones), 1-29p.

A. Marangon, G. Gattolin, G. Della Porta, N. Preto. (2011) *The Latemar: A flat-topped, steep fronted platform dominated by microbialites and syndimentary cements*. *Sedimentary Geology* 240 (B. Jones), 97-114p.

P. Gianolla, M. Stefani, M. Caggiati, N. Preto. (2011) *Triassic platform and basinal bodies of the Dolomites as outcrop analogues for hydrocarbon carbonate systems*, 78p.

E. Fluegel. (2004) *Microfacies of carbonate rocks*, Springer, 976p.

A. Bosellini. (1989) *La storia geologica delle Dolomiti*, Nuove Edizioni Dolomiti, 148p.

M. Gaetani, E. Fois, F. Jadoul, A. Nicora, 1981. *Nature and evolution of Middle Triassic carbonate buildups in the Dolomites (Italy)*. *Marine Geology* 44 (1-2), 25-57.

N. Preto, M. Franceschi, G. Gattolin, M. Massironi, A. Riva, P. Gramigna, L. Bertoldi, S. Nardon, 2011. *The Latemar: a Middle Triassic polygonal fault-block platform controlled by syndimentary tectonics*. *Sedimentary Geology* 234 (1-4), 1-18.

M. Masetti, C. Neri, 1980. *L'Anisico della Val di Fassa (Dolomiti occidentali): sedimentologia e paleogeografia*. *Annali dell'Università di Ferrara* 9, 1-19.

S.R. Taylor, S.M. McLennan, *The continental crust: Its composition and evolution*. Blackwell, Oxford, 312 p.