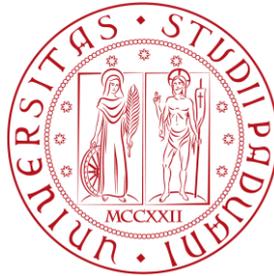


**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**



**FACOLTÀ DI SCIENZE MM. FF. NN.  
DIPARTIMENTO DI GEOSCIENZE  
TESI DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE GEOLOGICHE  
ANNO ACCADEMICO 2009/2010**

**TITOLO TESI:**

**ANALISI STRATIGRAFICHE DELLA SEZIONE DI  
FORCELLA CHIANA, MONTE CLAPSAVON (ALPI  
CARNICHE – UDINE)**

*Stratigraphic analyses of the Forcella Chiana section, Mount Clapsavon  
(Carnic Alps)*

Candidato: Matteo Maron

Relatore: Prof. Paolo Mietto

Corelatori: Dott. Manuel Rigo, Dott. Nereo Preto

## INDICE

|  |         |
|--|---------|
| 1. INTRODUZIONE .....  | Pag. 3  |
| 1.1. ABSTRACT .....  | Pag. 3  |
| 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....                            | Pag. 4  |
| 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....                             | Pag. 5  |
| 3.1. CENNI SULL'EVOLUZIONE DELLE ALPI CARNICHE .....         | Pag. 5  |
| 4. STRATIGRAFIA DELLA SEZIONE DI FORCELLA CHIANA .....       | Pag. 6  |
| 4.1. CALCARI E CALCARI DOLOMITICI DEL M. TIARFIN .....       | Pag. 8  |
| 4.2. CALCARI ROSSI AD AMMONITI (CALCARI DEL CLAPSAVON) ..... | Pag. 8  |
| 4.3. FORMAZIONE DI WENGEN .....                              | Pag. 10 |
| 5. ANALISI DEI CAMPIONI .....                                | Pag. 11 |
| 6. CONCLUSIONI .....   | Pag. 17 |
| 7. RINGRAZIAMENTI .....                                      | Pag. 17 |
| 8. BIBLIOGRAFIA CITATA .....                                 | Pag. 18 |

## 1. INTRODUZIONE

La tesi riguarda una ricerca stratigrafica effettuata sul Monte Clapsavon, nelle Alpi Carniche, in modo realizzare la colonna stratigrafica della sezione di “Forcella Chiana”; tale sezione comprende una particolare litozona, i Calcari Rossi ad Ammoniti del M. Clapsavon, tipica di questa zona e descritta da Giulio Pisa durante le sue ricerche stratigrafiche nell’area a N di Forni di Sotto (UD), effettuate per conto dell’Istituto di Geologia e Paleontologia dell’Università di Bologna (PISA 1966, 1972, 1974). Questi segnalò l’unità stratigrafica nei pressi della Val d’Auza, a Fienili Avroni, ad E del M. Clap di Val, e ad W del M. Clapsavon stesso. Successivamente l’area è stata studiata da MIETTO & MANFRIN (1995) e GIANOLLA e altri (1998); in particolare l’area di Forcella Chiana è stata oggetto di ricerche paleontologiche da parte di RIEBER & BRACH (2004).

Le prime notizie sugli ammonoidi del Monte Clapsavon si devono tuttavia a STUR (1856) seguite poi dalle ricerche di MOJSISOVICS (1880, 1882), MARIANI (1893) e TOMMASI (1897, 1900). La località fossilifera indicata da questi vecchi Autori "Monte Clapsavon" comprende tuttavia sia l’affioramento di Forcella Chiana che quello di Sant’Osvaldo, località posta a sud della precedente e a quota inferiore.

Nel corso delle ricerche relative alla mia tesina, e a quelle dei miei colleghi Casagrande e Santinon, sono stati prelevati campioni di ammonoidi e di calcare rosso nell’area in esame, viste la particolare abbondanza di macro e micro fossili. Oltre ai “Calcari Rossi” è stata studiata anche la facies sottostante, ovvero i Calcari e Calcari Dolomitici del Monte Tiarfin, e quella sovrastante, appartenente alla più vasta Formazione di Wengen. Lo studio è stato effettuato misurando lo spessore delle varie facies, segnalando i siti di prelievo dei campioni di fossili e litologici. I campioni litologici sono stati esaminati macroscopicamente e una parte è stata destinata all’ottenimento di sezioni sottili, in modo da poter analizzare le microfacies. Da queste analisi è stato possibile inoltre definire con una certa approssimazione la situazione ambientale in cui le formazioni studiate si sono deposte.

### 1.1. ABSTRACT

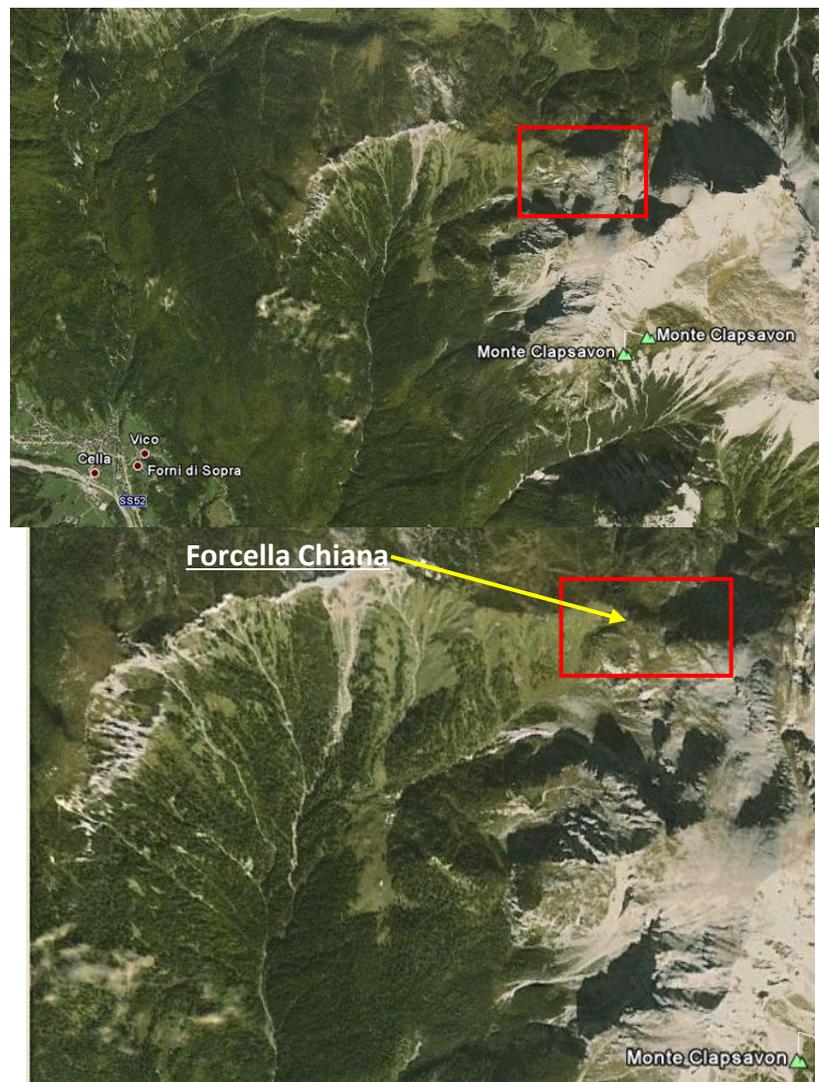
The stratigraphic research made on M. Clapsavon has the purpose of obtaining a stratigraphic column of “Forcella Chiana” section, where was surveyed the following formations:

- Calcari Dolomitici del M. Tiarfin: these are massive grey limestones with facies of carbonatic platform, precisely of a reef environment. Looking at the microfacies into the thin sections, is recognizable the typical configuration of a microbial *boundstone* with trombolitic structure, to be more precise is a bioconstructed limestone built by encrusting microbes. Into the sections can be observed several fossils organism like dasycladacean algae, foraminifers and ostracods, all encrusted into the biogenic micrite. The formation contains also some heavily dolomitized layers, in which the substitution from calcite to dolomite obliterated the previous structures.
- Calcari Rossi ad Ammoniti del Monte Clapsavon: these are thin grained red limestones, deposited in a pelagic environment, enriched in re-crystallized radiolarian, echinoderms and bivalves fragments immersed into a micritic matrix; the rock is grain-substained and can be defined like a *packstone*. At the bottom of the formation there is a breccias with clasts < 3 cm belonging to the underlying formation, that are the “Calcari Dolomitici del M. Tiarfin”. The clasts are immersed into a reddish matrix belonging to “Calcari Rossi” full of bivalvs and echinoderms’ flakes.
- Wengen Formation: these sandstones derive from terrigen material settled into a basin, enriched of volcanogenic products especially volcanic crystals. Moreover, portions of volcanic rocks can be included into these sandstones like isolated clasts. The colour of this rock is greenish for the occurrence of volcanic elements, sometimes with dark red halos caused by weathering. Looking at the thin sections is possible to see volcanic crystals within biological elements like radiolarian and sponges’ spiculas. Into a sample there is a volcanic clast that seems an effusive igneous rock, probably a basalt.

The analysis with thin sections gave us more information about depositional environments. The “Calcarei del Tiarfin” formation are typical rocks of reef zone, therefore during Middle Triassic a carbonatic platform was active. The presence of a basal breccias confirms the reef zone, but is possible that this rocks have been formed into an upper slope zone. The “Calcarei Rossi ad Ammoniti del Monte Clapsavon” formation was deposited during the latest Anisian to Late Ladinian; these limestones derives from a pelagic environment, that means the platform was pulled down by extensional tectonic activity, until the drowning of the platform. The presence of Wengen Formation indicates the following passage to open basin conditions, with heavy terrigen and volcanogenic contribution. Usually the Livinallongo Formation is stratigraphically lower than Wengen Formation; in Forcella Chiana the Livinallongo Formation is absent because is replaced by “Calcarei Rossi ad Ammoniti”, which is stratigraphically equivalent.

## 2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L’area in esame si trova in Friuli Venezia Giulia, nella provincia di Udine, ai confini con il Veneto. Per la precisione ci si trova nei pressi dei comuni di Forni di Sopra (situato a S) e di Sauris (che si trova ad E), nelle Alpi Carniche occidentali. La sezione studiata si trova nell’area di Forcella Chiana, lungo la cresta che porta al M. Clapsavon, poco distante dal M. Bivera.



**Fig. 1:** immagini satellitari dell’area a N di Forni di Sopra (in alto) e del M. Clapsavon (in basso). Il quadrato rosso indica l’area in esame.

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

In quest'area affiorano litologie appartenenti a formazioni del Sistema Triassico, dallo Scitico (Trias inferiore) al Carnico medio-superiore (Trias superiore). La successione inizia dunque con la Formazione del Werfen (Scitico) e si conclude al passaggio con i terreni del cosiddetto "Gruppo di Raibl".

Dal punto di vista tettonico l'area è interessata da numerose faglie e da sovrascorrimenti (*thrust*). Osservando la Carta Geologica del Friuli, nell'area a N del gruppo Bivera-Clapsavon abbiamo un *thrust* di carattere regionale, orientato principalmente E-O da Sauris al M. Tiarfin; questo sovrascorrimento è già stato descritto da PISA (1972) come Linea di Sauris. Tale struttura disloca le formazioni del Trias medio-superiore (Anisico sup.-Ladinico-Carnico inf.) direttamente sopra alla Formazione di Werfen (Trias inf.) nell'area tra Casera Razzo e il M. Tiarfin e il Werfen sopra la Formazione a Bellerophon nell'area di Sauris. In prossimità del massiccio è presente una faglia trascorrente orientata NW-SE che viene interrotta dal contatto col *thrust* di Sauris; sulla carta non è indicato il verso di scorrimento, ma la faglia porta al contatto litologie presenti a NE del Crodon di Tiarfin con quelle presenti sul massiccio stesso. Ciò potrebbe indicare un verso di scorrimento verso sinistra. Spostandoci verso il M. Clapsavon possiamo notare una faglia a E del massiccio, con direzione N-S, probabilmente verticale, che scompare sotto depositi quaternari di origine glaciale del settore montano (a S della Sella di Razzo) e a detriti di falda recenti (sul M. Bivera). La verticalità della faglia può essere presunta dal mantenimento della medesima litologia a W e a E della struttura; il dislocamento resterebbe comunque limitato ai calcari del Tiarfin, anche se il notevole spessore della formazione fornisce un elemento di dubbio riguardo all'entità della dislocazione, che potrebbe essere stata abbastanza limitata o viceversa.

#### 3.1. CENNI SULL'EVOLUZIONE DELLE ALPI CARNICHE DURANTE IL TRIASSICO

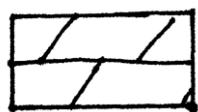
Tra il Permiano e il Triassico inizia la fase di apertura della Tetide tra la placca africana e quella euroasiatica; si ha quindi un assottigliamento litosferico, con conseguente attivazione di faglie normali e trascorrenti. In questa fase abbiamo l'inizio di una lenta ingressione marina che porterà all'inabissamento dei resti della catena ercinica. Inizialmente abbiamo depositi alluvionali grossolani come la Breccia di Tarvisio (costituito da clasti spigolosi di calcari permiani), poi la deposizione di conglomerati a ciottoli rossastrati, derivanti da rocce cristalline (Conglomerato di Sesto). Tali litologie sfumano verso depositi più fini, formate da sabbie e fanghi fluviali di pianura (arenarie e siltiti dell'Arenaria di Valgardena), sviluppatasi in clima caldo arido. Alla fine del Permiano inizia una fase trasgressiva, con formazione di aree costiere e lagunari di *sabkha*, con deposizione di evaporiti (in particolare gessi), dolomie e calcari neri; in queste zone si sviluppa la Formazione a *Bellerophon*, divisa in una facies evaporitica con dolomie e gessi (facies Fiammazza) e una facies carbonatica con calcari talvolta marnosi e dolomie (facies Badiota). I depositi del Triassico inferiore appartengono alla Formazione di Werfen, caratterizzata da litologie molto varie, che vanno dai calcari alle arenarie, passando per marne e dolomie; tutte le rocce sono caratteristiche di un ambiente di mare poco profondo. Tra Anisico e Carnico abbiamo la velocizzazione dei movimenti estensionali, con conseguente formazione di bacini e piattaforme carbonatiche, oltre che di aree emerse e zone interessate da attività vulcanica. La Breccia di Ugovizza (corrispondente al Conglomerato di Richthofen nelle Dolomiti) è di origine fluviale, con clasti derivanti dall'erosione delle aree emerse, mentre nei bacini depositavano materiali di origine torbida; depositi bacinali anisici sono anche i calcari neri selciferi e ad ammoniti della Formazione di Dont. Sempre nell'Anisico deposita anche la Formazione del M. Bivera, formata da calcari argillosi nodulari, con marne e siltiti rosse di ambiente di plateau pelagico. Importanti nel Trias medio sono le imponenti piattaforme carbonatiche: nell'Anisico si sviluppa la piattaforma della Dolomia del Serla Superiore, che alla fine gli eventi tettonici faranno in parte emergere e in parte annegare. Nelle parti emerse notiamo la presenza di depositi alluvionali, come la Breccia di Ugovizza, e di calcari e marne nerastre (Calcare di Morbiac); nelle parti annegate abbiamo ambienti di plateau pelagico, con la sopraelevata Formazione del M. Bivera, oppure depositi bacinali se lo sprofondamento è stato

completo. Sui depositi anisici si svilupparono le piattaforme ladiniche, come quella della Dolomia dello Sciliar (molto più ampia e spessa delle precedenti), oppure come quella ben più limitata dei Calcari e Calcari dolomitici del M. Tiarfin. Sempre nel Ladinico abbiamo la deposizione in ambiente bacinale di calcari e di sedimenti terrigeni, con presenza di materiali di chiara origine vulcanica; in questi ambienti si sviluppano i Calcari Rossi ad Ammoniti e, successivamente, la Formazioni di Livinallongo e di Wengen. I prodotti emessi dagli eventi vulcanici tra l'Anisico superiore e il Ladinico sono sia acidi (vulcaniti e vulcanoclastiti rosse dei Porfidi di rio Freddo), in ambiente subaereo, che basici (lave e materiali piroclastici), in ambiente sottomarino. In alcune zone molto ristrette a N di Forni di Sopra (M. Tiarfin e M. Rigoladis) abbiamo dei depositi vulcanici molto particolari, le Arenarie Vulcaniche del M. Rigoladis, che si innestano sulla piattaforma del Tiarfin. Nel Carnico il regime estensionale ha il suo culmine di attività, per poi cessare alla fine dell'età; ne derivano sia depositi di piattaforma (Dolomia Cassiana) che bacinali, spesso carbonatico-terrigeni, e zone caratterizzate da deposizione di mare poco profondo o addirittura lagunari. Queste due ultime successioni sono tipiche del cosiddetto "Gruppo di Raibl", con spessori variabili da zona a zona, con massimi addirittura di oltre 1000 m per riempimento di bacini; ciò fa sì che la morfologia si addolcisse e si uniformasse a condizioni di mare poco profondo a sedimentazione carbonatica. Tra il Norico e il Retico (Trias superiore) abbiamo la formazione di piattaforme di tipo bahamiano, in cui si alternano cicli di deposizione di fanghi carbonatici e di calcari stromatolitici (incrostazioni laminari da parte di alghe cianofeece, dello spessore di qualche millimetro); un esempio di questo tipo di piattaforma è quello della Dolomia Principale, molto importante vista la sua potenza (1000-1500 m) e la sua notevole estensione. Verso le Alpi Giulie tale formazione è in eteropia con il Calcare del Dachstein, un calcare di piattaforma, che gli si sovrappone completamente nel Retico.

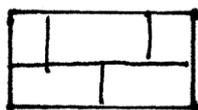
#### 4. STRATIGRAFIA DELLA SEZIONE DI FORCELLA CHIANA

Nell'area di Forcella Chiana la sezione eseguita rappresenta principalmente i Calcari Rossi ad Ammoniti assieme alle formazioni contigue, ovvero i Calcari dolomitici del M. Tiarfin e le facies appartenenti alla Formazione di Wengen. Nella colonna stratigrafica allegata gli spessori di queste due ultime formazioni sono parziali, in quanto non è stato ritenuto utile prolungare eccessivamente il diagramma in modo da poter rappresentare in maniera soddisfacente l'esiguo spessore dei Calcari Rossi.

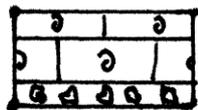
#### LEGENDA



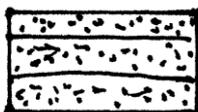
DOLOMIA CALCAREA



CALCARE DOLOMITICO MASSICCIO



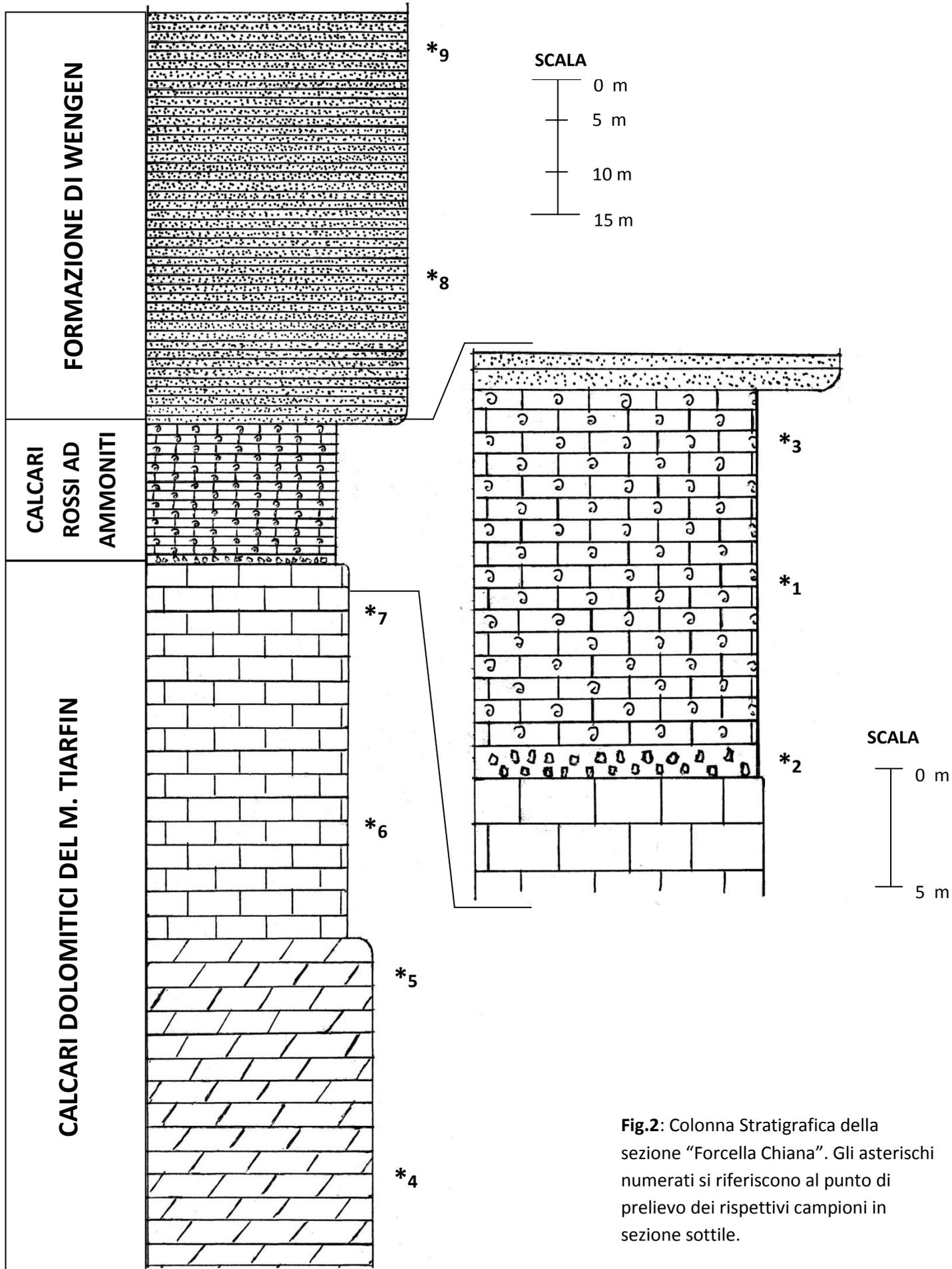
CALCARI ROSSI AD AMMONITI (CALCARI DEL CLAPSAVON)



ARENARIE VULCANOCLASTICHE DELLA FORMAZIONE DI WENGEN

CALCARI DOLOMITICI DEL  
M. TIARFIN

**COLONNA STRATIGRAFICA – SEZIONE “FORCELLA CHIANA”**



**Fig.2:** Colonna Stratigrafica della sezione “Forcella Chiana”. Gli asterischi numerati si riferiscono al punto di prelievo dei rispettivi campioni in sezione sottile.

Le descrizioni che seguono fanno riferimento ai lavori di PISA (1972, 1974) sulla stratigrafia dell'area a N di Forni di Sopra.

#### **4.1. CALCARI DOLOMITICI DEL M. TIARFIN** (Ladinico sup. - Anisico sup.)

Si tratta di calcari e calcari dolomitici grigi o grigio-scuri, tendenzialmente massicci con banchi sul metro o superiori. Sul M. Clapsavon si rinvencono anche porzioni intensamente dolomitizzate, dall'aspetto saccaroide, a grana grossolana e talora cariata, con colori che vanno dal bianco al giallastro. Gli spessori si aggirano tutti intorno ai 300-350 m; al Clapsavon le potenze si aggirano intorno a questi valori (300-320 m secondo PISA). La formazione non ha spessori uguali in tutta l'area: in prossimità del M. Tiarfin infatti le potenze si riducono anche fino a 40-50 m e al M. Rigoladis si arriva al massimo a 150 m. In entrambe le zone i Calcari Dolomitici del M. Tiarfin sono sormontati dalle Arenarie Tufacee del M. Rigoladis, il cui contatto è molto brusco e netto, sicuramente dovuti ad erosione e mancata crescita; PISA (1974) identifica un profondo canale scavato nella piattaforma del Tiarfin, riempito dei materiali tufacei per frane o trasporti di massa. Dove lo spessore dei Calcari Dolomitici del M. Tiarfin è più esiguo, ovvero dove è ricoperto dalla sopracitata formazione di arenarie, mancano totalmente anche i Calcari Rossi ad Ammoniti.



**Fig.3:** Calcari Dolomitici del M. Tiarfin: dolomia calcarea (a sinistra) e calcari grigi massicci (a destra)

#### **4.2. CALCARI ROSSI AD AMMONITI DEL MONTE CLAPSAVON** (Ladinico sup. – Anisico sup.)

Si tratta di calcari a grana fine e finissima, con facies molto simili a quelle presenti nelle porzioni limitrofe dei Calcari Dolomitici del M. Tiarfin, di colore rossastro o tendente al violaceo, spesso con componente marnosa. Lo spessore misurato nella sezione di Forcella Chiana risulta essere di 15 m, concorde con le potenze citate da Pisa che vanno da 0 a 45 m. La stratificazione non è molto

potente con strati intorno ai 10 – 20 cm, tendenzialmente nodulari verso il limite con i Calcari del M. Tiarfin. È stata registrata da altri autori la presenza di crostoni tipo *hard-ground*, molto più scuri rispetto al resto dell'unità, anche se nella sezione in esame non ne è stata rilevata la presenza. L'analisi dello strato nella sezione studiata è stata resa più complicata dalla forte presenza di suoli in copertura, oltre che da un'intensa attività di scavo a fini paleontologici svolta verosimilmente da altri ricercatori. Il limite tra i Calcari Rossi e i Calcari del M. Tiarfin affiora solo in settori limitati e in queste zone appare come un limite graduale, con presenza di una breccia basale contenente clasti di Calcari Dolomitici del M. Tiarfin. Il limite superiore, ovvero quello con la Formazione di Wengen, è invece celato da un deposito, probabilmente di debris flow, costituito da frammenti di



**Fig.4:** Calcari Rossi ad Ammoniti del M. Clapsavon: breccia basale (in alto), limite con i Calcari Dolomitici del M. Tiarfin (a sinistra), affioramento (a destra).

appartenenti alla Formazione di Wengen; per questo motivo non è possibile definire con esattezza la posizione del limite, e di conseguenza lo spessore esatto. Non essendo comunque le dimensioni del deposito molto grandi, il limite può essere presupposto al di sotto del deposito stesso, con un errore di circa un metro massimo. L'ambiente deposizionale di questi calcari è presumibilmente un bacino intrapiattaforma, oppure una zona di *reef o slope* sommitale in condizioni di sedimentazione condensata.

#### 4.3. FORMAZIONE DI WENGEN (Carnico inf. - Ladinico sup.)

La formazione è composta da un'alternanza di calcari, calcari marnosi, arenarie, vulcanoareniti, marne in senso stretto e marne argillose. Secondo PISA (1974), si alternano dalla base, in maniera irregolare: calcilutiti nere, calcareniti grigie laminate, marne da argillose fino a calcaree; talora sono presenti breccie con clasti intraformazionali, oltre che intercalazioni tufitiche bianco-verdastre a feldspato e matrice caolinitica. Le arenarie della Formazione di Wengen hanno colore grigio-verdastro, sono prevalentemente quarzose e contengono cristalli di plagioclasio (di origine vulcanica), il tutto immerso in abbondante matrice. La grana è pressoché fine e la roccia tende a essere molto cementata, frequentemente gradata e laminata; spesso deposta da correnti di torbida, con inclusi argillitici neri, appiattiti e irregolari (clay-ball di max. 8 cm). Esistono anche arenarie più marnose, contenenti frustoli carboniosi. La potenza della Formazione di Wengen è variabile da zona a zona; lo spessore massimo è di 260-280 m in Val d'Aguossas, con tendenza all'assottigliamento verso E. Ricompare in Val d'Auza, dopo un'area dove non affiora o affiora parzialmente (in modo tale da non poter definire il reale spessore dell'unità), con uno spessore di soli 20-25 m (marne e marne argillose). In alcune zone alla base della formazione sono presenti dei conglomerati e/o paraconglomerati a clasti vulcanici, da centimetrici e decimetrici, deposti in prossimità dei maggiori centri eruttivi del Ladinico (Conglomerato della Marmolada). La distribuzione spaziale e la potenza della Formazione di Wengen sono influenzate dallo sviluppo paleostrutturale del Bacino Carnico avutosi nel Ladinico. In lavori precedenti, alcuni autori (PISA, 1972 – PISA & CASTELLARIN, 1973) assegnano alla Formazione di Wengen degli affioramenti di marne, arenarie e calcari scuri, successivamente considerati come facenti parte della Formazione di S. Cassiano (PISA, 1974). Quest'ultima attribuzione è giustificata dalla presenza di intervalli calcarenitici e biocalcarenitici, simili a quelli della Formazione di S. Cassiano della località tipo.

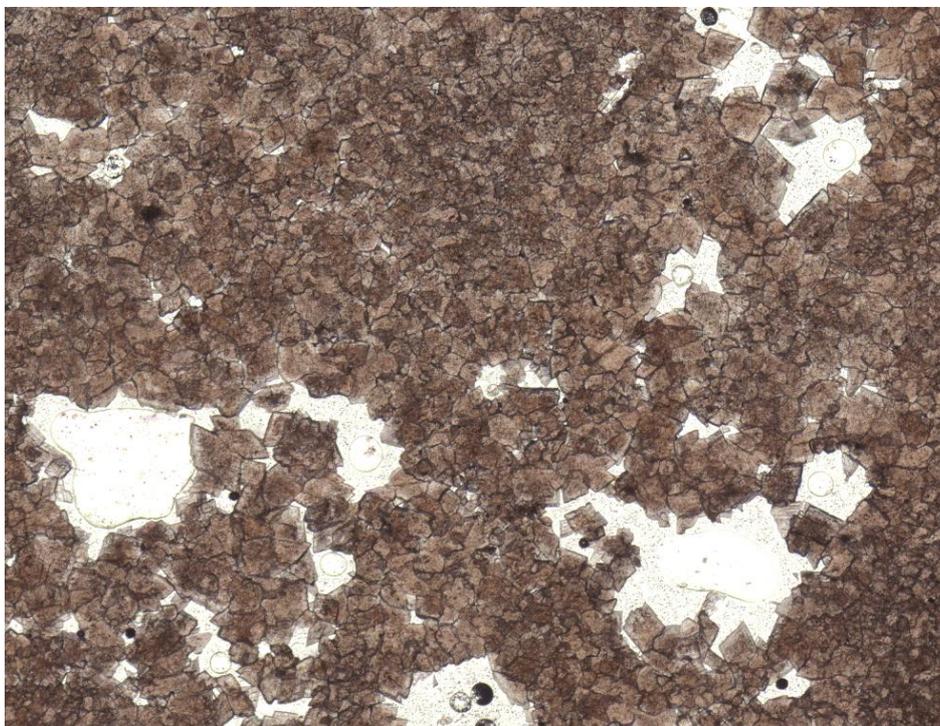


**Fig.5:** Formazione di Wengen: vulcanoareniti interessate da numerosi joints di probabile origine tettonica.

## 5. ANALISI DEI CAMPIONI

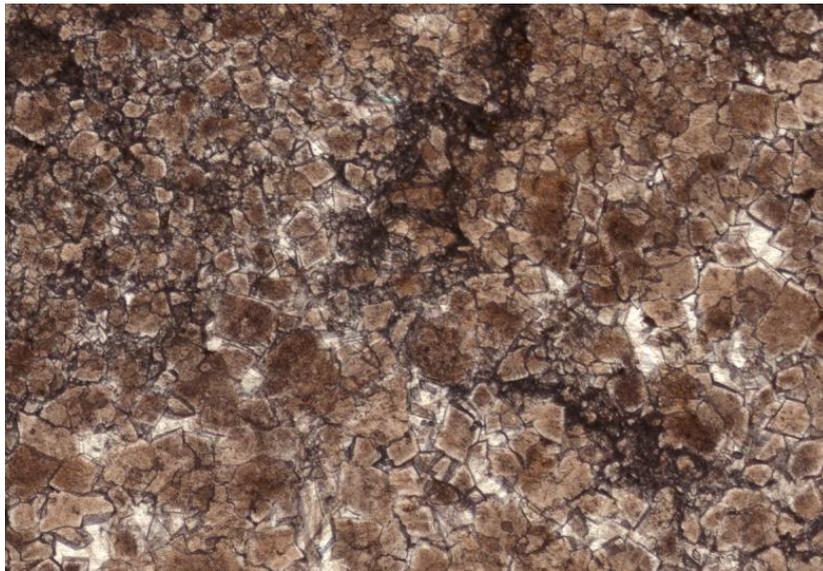
Nella sezione di Forcella Chiana sono stati prelevati alcuni campioni per ogni formazione presente e da questi sono state ricavate 9 sezioni sottili, in modo da poter analizzare le microfacies di ogni formazione. Qui di seguito è presente l'elenco delle analisi in sezione sottile comprendenti le descrizioni e le foto, disposte in ordine stratigrafico (non per campionatura) dal basso verso l'alto:

- **Campione 4:** si tratta di una dolomia calcarea (dolomite > 80% min.), cristallina, appartenente alla formazione dei Calcari Dolomitici del M. Tiarfin. L'osservazione in sezione sottile mostra una struttura esclusivamente cristallina, costituita da dolomite spatica, che ha sostituito quasi completamente la calcite del calcare di piattaforma. Sia al microscopio che sul campione ad occhio nudo si nota l'elevata presenza di cavità secondarie. Non si può dire molto su questa sezione sottile, eccetto il fatto che la dolomitizzazione appare sicuramente secondaria, vista la lampante sovrapposizione dei cristalli di dolomite, che appaiono euedrali, sui cristalli di calcite, di cui restano pochissimi relitti sparsi. Il processo di dolomitizzazione che ha agito è sicuramente secondario.



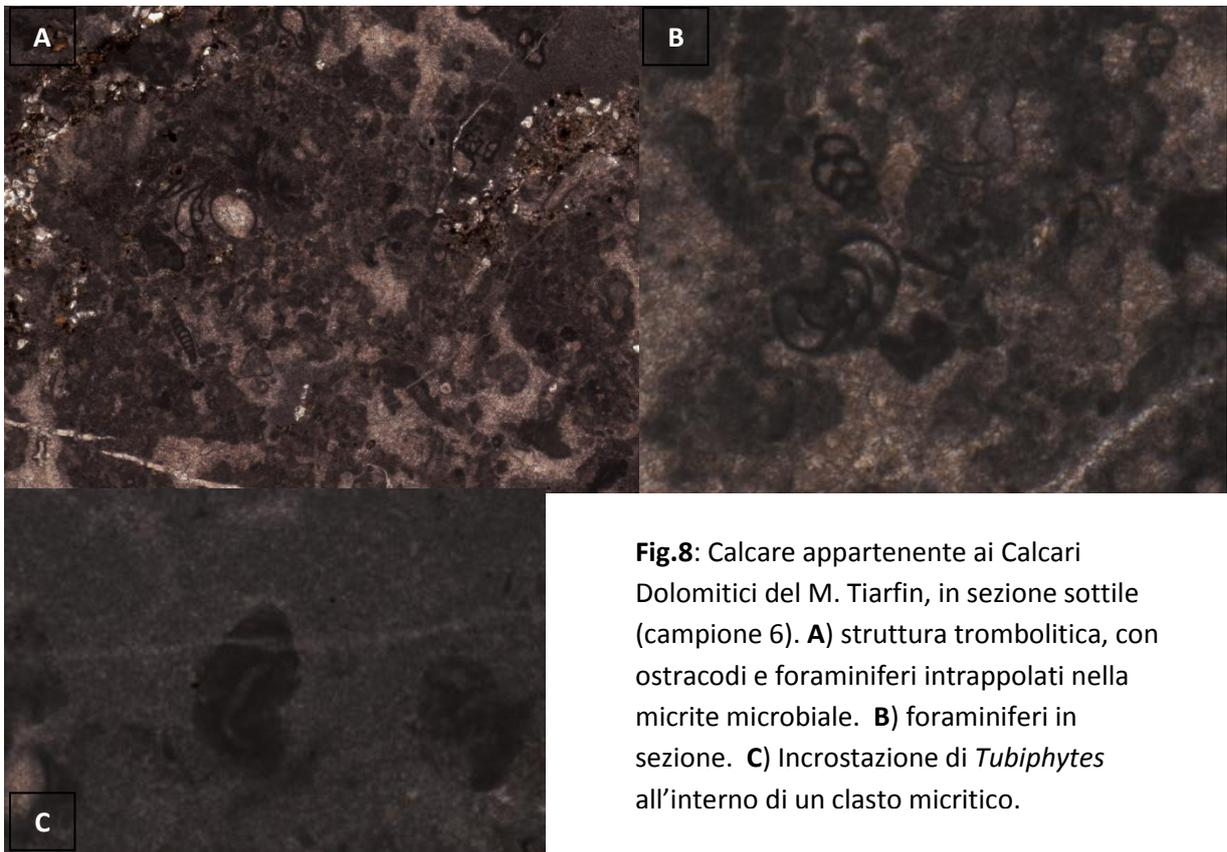
**Fig.6:** Dolomia calcarea appartenente ai Calcari Dolomitici del M. Tiarfin, in sezione sottile (campione 4). Si possono notare i numerosi cristalli euedrali di dolomite, di forma romboidale; il campione risulta fortemente cariato.

- **Campione 5:** si tratta sempre di una dolomia calcarea, cristallina, appartenente alla formazione dei Calcari Dolomitici del M. Tiarfin; in questo caso però il campione appare meno poroso. Si tratta anche qui di una dolomia secondaria, in quanto appaiono ancora dei relitti di calcite, facente parte dello stesso settore dolomitizzato di cui faceva parte il campione precedente. L'unica differenza è la zona di prelievo: questo campione è stato preso verso il limite superiore della dolomia con i calcari, mentre il n°4 deriva da una zona più centrale. Nonostante ciò non si notano differenze nella tessitura della roccia e nel contenuto in dolomite (nel limite dato dalle osservazioni in sezione sottile).



**Fig.7:** Dolomia calcarea appartenente ai Calcari Dolomitici del M. Tiarfin, in sezione sottile (campione 5). Il campione è simile al precedente, ma più massiccio.

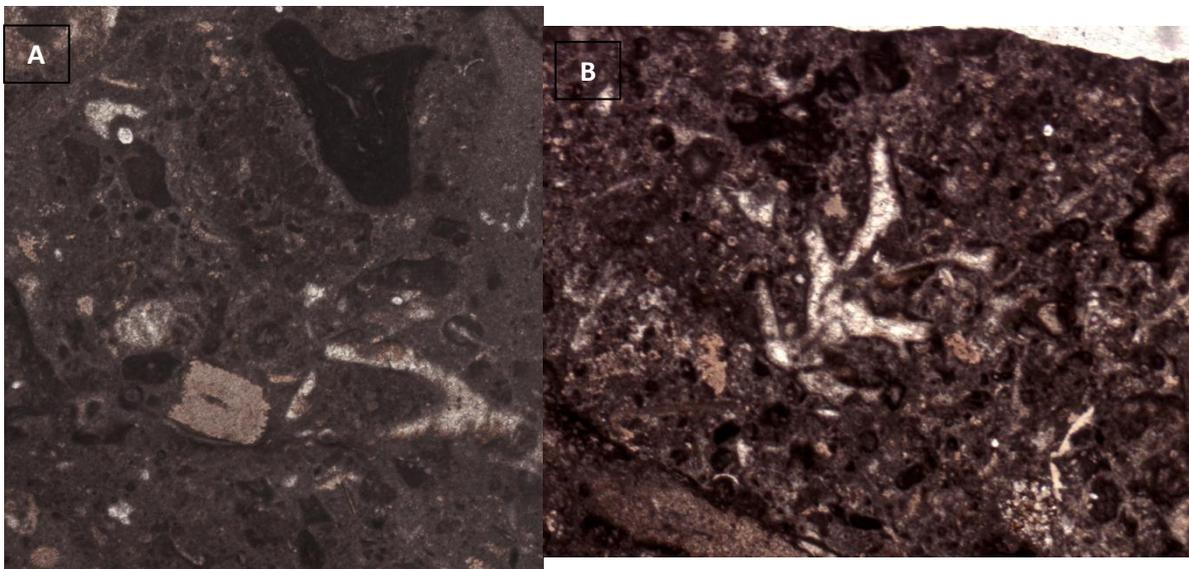
- **Campione 6:** si tratta di un calcare compatto leggermente dolomitico, di colore grigio, appartenente alla formazione di Calcari Dolomitici del M. Tiarfin. Al microscopio si può notare la presenza di vari tipi di bioclasti: ci sono molti foraminiferi, in parte micritizzati, ostracodi riempiti da calcite e frammenti di echinoderma. Osservando la sezione si nota che la matrice è prevalentemente micritica, ma la sua struttura suggerisce che questa sia di origine biologica. Se infatti si guardano con attenzione le porzioni di micrite si nota che hanno bordi poco definiti con una struttura che ricorda un agglomerato di piccole sferule più o meno regolari (microstruttura trombolitica). Si tratta in effetti di una costruzione probabilmente prodotta da batteri incrostanti, la quale ha intrappolato i resti degli organismi



**Fig.8:** Calcare appartenente ai Calcari Dolomitici del M. Tiarfin, in sezione sottile (campione 6). **A)** struttura trombolitica, con ostracodi e foraminiferi intrappolati nella micrite microbale. **B)** foraminiferi in sezione. **C)** Incrostazione di *Tubiphytes* all'interno di un clasto micritico.

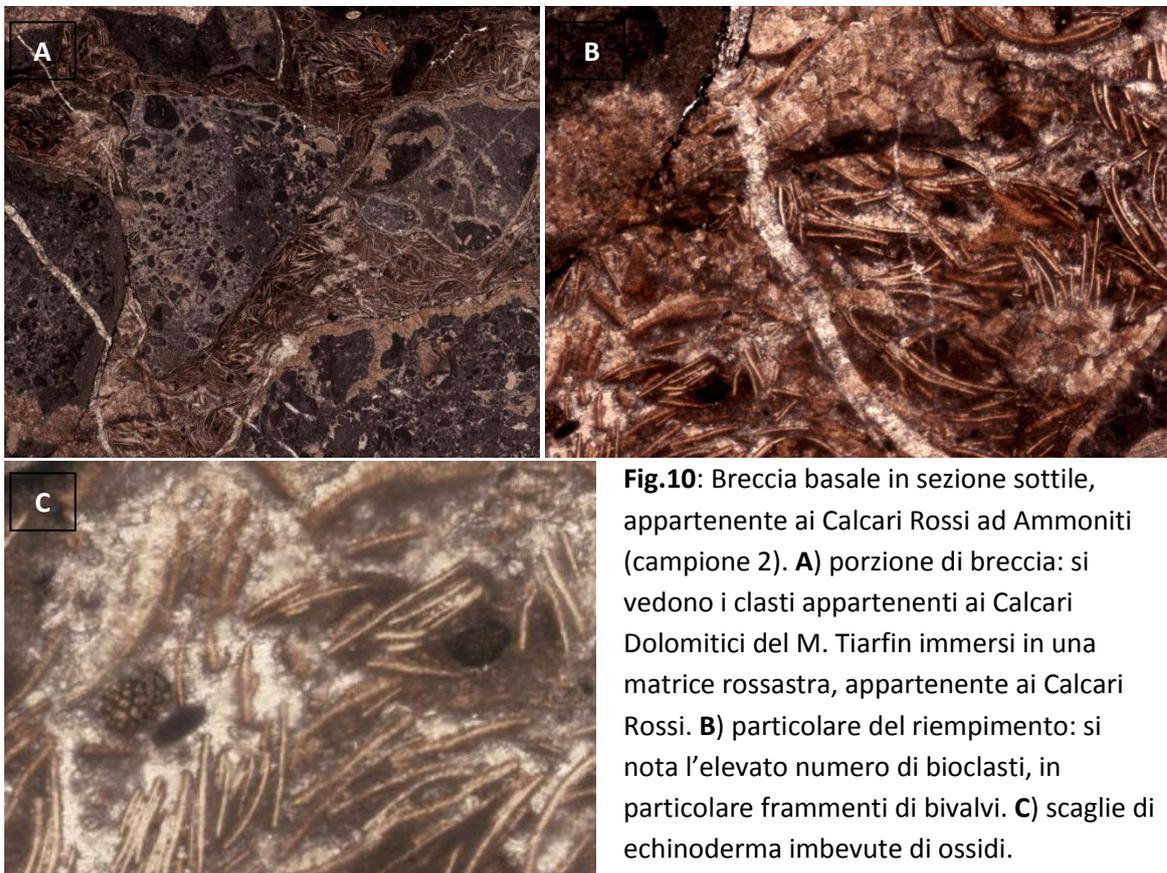
fossili sopracitati. Questi batteri biocostruttori erano associati ai *Tubiphytes* (*T. obscurus*), visibili all'interno di alcune incrostazioni micritiche. Sono inoltre presenti dei clasti di materiale carbonatico micritico, probabilmente proveniente dalla stessa piattaforma carbonatica. Attorno ad essi e alle incrostazioni è possibile notare la deposizione di un cemento carbonatico, costituito in parte da calcite e in parte da dolomite; i cristalli che riempiono le cavità sono disposti a mosaico e quelli ai bordi sono disposti invece a drusa ed hanno abito a “dente di cane”. Cercando di classificare la roccia, la si potrebbe definire (secondo Dunham) come un *boundstone* microbiale, con struttura trombolitica.

- **Campione 7:** macroscopicamente è simile al calcare del campione precedente, anche se prelevato in una zona stratigraficamente più alta, in prossimità del limite con i Calcari Rossi ad Ammoniti. In sezione sottile il campione appare composto da una matrice micritica, derivata probabilmente dai medesimi microbi incrostanti rilevati nella sezione precedente. Anche questo campione è ricco di bioclasti, tra cui frammenti di bivalvi, foraminiferi, ostracodi, frammenti di echinoderma in parte micritizzati ed alghe. Molto interessante è la presenza di una particolare specie di alga dasicladacea, la *Diploporella nodosa*. Osservando meglio la sezione sottile si nota anche la presenza di alcuni frammenti di *Tubiphytes*, a testimonianza dell'origine microbiale della roccia. Si può notare anche la presenza di un riempimento di una cavità successivo alla formazione della roccia; il materiale di riempimento ha una grana molto fine ed è ricco di peloidi. Questo campione risulta difficile da classificare in quanto non si notano strutture particolari, le quali potrebbero però essere a scala maggiore rispetto alle dimensioni di una sezione sottile. Volendo comunque dare un nome alla roccia si potrebbe dire che si tratta forse di un *boundstone* microbiale; più semplice è dare un nome usando la classificazione di Folk, vista la quasi totale mancanza di cemento spatico, definendola come una biomicrite.



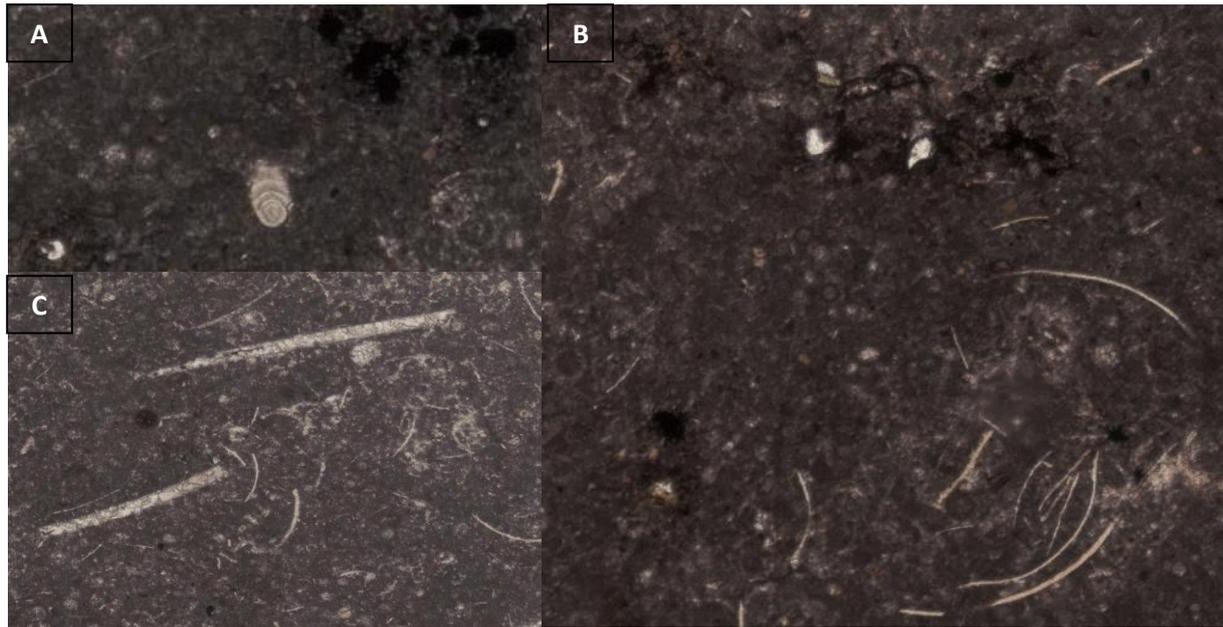
**Fig.9:** Calcare appartenente ai Calcari Dolomitici del M. Tiarfin, in sezione sottile (campione 7). **A)** frammenti di echinoderma, *Tubiphytes* e altri bioclasti in micrite. **B)** alga dasicladacea, in particolare una *D. nodosa*.

- Campione 2:** si tratta della brecciola basale situata al limite tra i Calcari Dolomitici del M. Tiarfin e i Calcari Rossi ad Ammoniti. La struttura è matrice sostenuta, si tratta quindi di un paraconglomerato monomittico, visto che i clasti sono tutti della medesima litologia. I clasti sono di dimensione centimetrica (al massimo 2 cm), sono di colore grigio chiaro e appartengono alla formazione del M. Tiarfin; al contrario il riempimento attorno ai clasti è di colore rosso chiaro, micritico con vene di calcite spatica, appartenente alla formazione dei Calcari Rossi. In sezione sottile i clasti appaiono ricchi degli organismi osservati nei campioni precedenti, ovvero foraminiferi, ostracodi, frammenti di echinodermi e microbialiti incrostanti. Per quanto riguarda il riempimento si tratta sempre di micrite, ricchissima in gusci di bivalvi disarticolati, oltre che di ostracodi. Interessante notare la presenza di frammenti di echinoderma straordinariamente ben conservate grazie alla presenza di ossidi (che forniscono alla roccia il caratteristico colore rosso) che ne hanno impregnato la struttura; le cavità delle scaglie sono anch'esse riempite da ossidi. Secondo la classificazione di Dunham si tratta di un *rudstone*, viste le dimensioni dei clasti (> 2 mm); la matrice è invece un *packstone* a bivalvi.



**Fig.10:** Breccia basale in sezione sottile, appartenente ai Calcari Rossi ad Ammoniti (campione 2). **A)** porzione di breccia: si vedono i clasti appartenenti ai Calcari Dolomitici del M. Tiarfin immersi in una matrice rossastra, appartenente ai Calcari Rossi. **B)** particolare del riempimento: si nota l'elevato numero di bioclasti, in particolare frammenti di bivalvi. **C)** scaglie di echinoderma imbevute di ossidi.

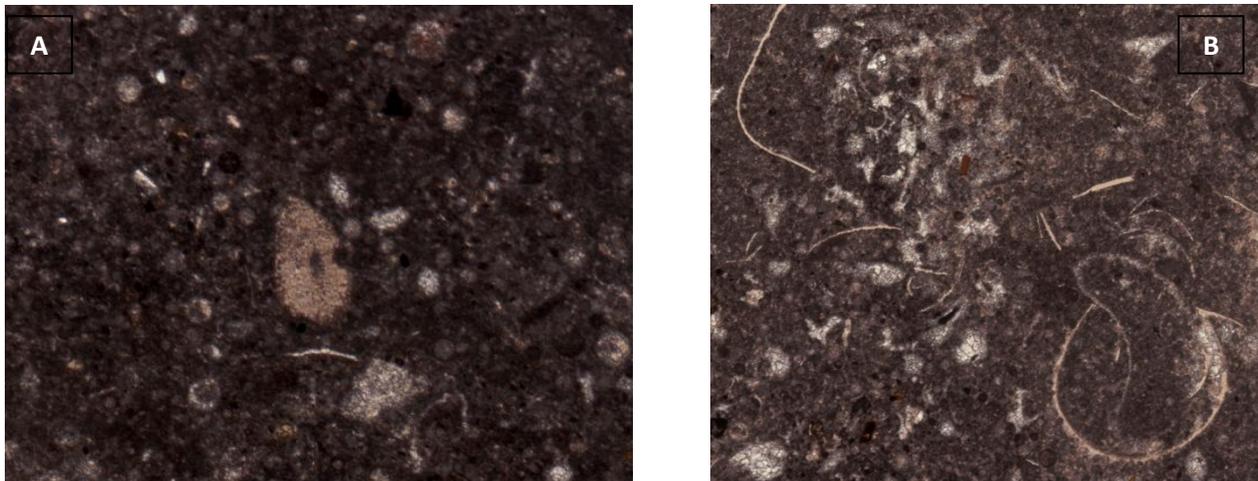
- Campione 1:** si tratta di un *packstone* con abbondanti frammenti di bivalvi e ostracodi, con qualche foraminifero, appartenente ai Calcari Rossi ad Ammoniti. La roccia è grano-sostenuta, ricca di radiolari calcitizzati. Sembrano presenti anche dei frammenti di echinodermi impregnati di ossidi, come quelli del campione precedente, e aculei di echinide. Questa litologia, come anche il Rosso Ammonitico del Giurassico, si forma in condizioni di sedimentazione condensata, ovvero si ha poca potenza dello strato nonostante il periodo di sedimentazione sia stato lungo.



**Fig.11:** Calcarei Rossi ad Ammoniti in sezione sottile (campione 1).

**A)** foraminifero. **B)** particolare del campione con bivalvi e radiolari. **C)** aculei di echinide.

- **Campione 3:** si tratta sempre di un *packstone* con bivalvi e ostracodi, molto simile al campione precedente e facente parte dei Calcarei Rossi ad Ammoniti del M. Clapsavon. Anche questo campione contiene all'interno abbondanti radiolari ricristallizzati; sono presenti anche dei bioclasti riconducibili a degli echinodermi. La struttura è molto simile a quella precedente.



**Fig.12:** Calcarei Rossi ad Ammoniti in sezione sottile (campione 3).

**A)** frammento di echinoderma. **B)** frammenti di bivalvi.

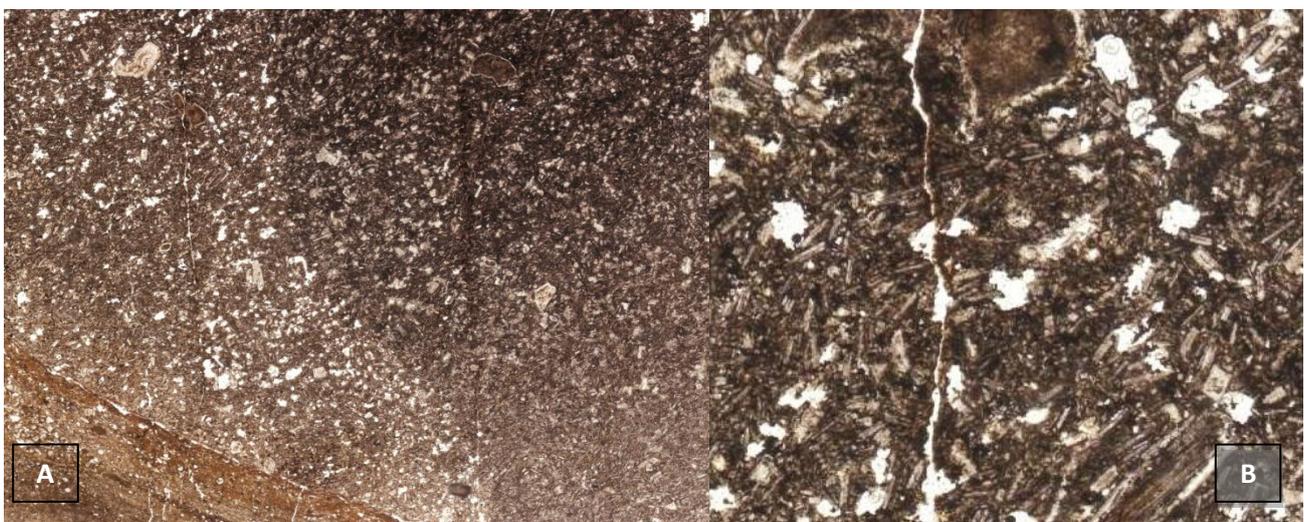
- **Campione 8:** si tratta di una roccia a grana medio-fine di colore grigio-verdastro, finemente laminata (piano-laminazioni), talora con clasti millimetrici (cristalli <2 mm) di probabile origine vulcanica. Le caratteristiche della roccia suggeriscono si tratti di una vulcanoarenite, di composizione terrigena, della Formazione di Wengen. Al microscopio si nota che la roccia è composta da varie laminazioni di materiale molto fine, pelitico, con intervalli marcatamente arenacei caratterizzati da piccoli clasti di quarzo. Il contenuto fossilifero è dominato dalla presenza di radiolari ricristallizzati, forse qualche foraminifero e qualche frammento di echinoderma; interessante la presenza di bioclasti raggiati, di forma

inconsueta, probabilmente delle spicole silicee di una spugna. Il colore verde, che si nota anche in sezione sottile, è da attribuirsi quasi sicuramente al contenuto in minerali vulcanici alterati. Vista il contenuto fossilifero del campione (con abbondanti radiolari) si potrebbe pensare che si sia depositato in un ambiente bacinale.



**Fig.13:** Formazione di Wengen in sezione sottile (campione 8): vulcano arenite, laminata.

- **Campione 9:** la roccia prelevata presenta un voluminoso clasto di dimensioni centimetriche, di chiara origine vulcanica. Macroscopicamente il clasto appare di colore chiaro, a struttura microcristallina e contenente numerose bolle, il tutto ad indicare una cristallizzazione veloce e quindi una natura effusiva dello stesso. Al microscopio, l'incluso, appare formato da numerosi cristalli aciculari di plagioclasio (difficile definire, vista la dimensione dei cristalli, il contenuto in anortite, che comunque non è rilevante ai nostri fini), con alcuni pirosseni e poco quarzo, il tutto immerso in una matrice microcristallina di cui non è possibile definire la mineralogia. L'analisi del clasto al microscopio ne conferma la natura effusiva e vista la mineralogia potrebbe trattarsi di un basalto. La matrice da cui il clasto è avvolto appartiene



**Fig.14:** Formazione di Wengen in sezione sottile (campione 9). **A)** clasto vulcanico con riempimento di vulcanoarenite al bordo. **B)** particolare del clasto con minerali.

sempre alla Formazione di Wengen e appare identica a quella del campione precedente. Si possono notare i medesimi radiolari ricristallizzati ed i cristalli di quarzo, anche se la porzione di Formazione di Wengen inclusa è troppo piccola per identificare un qualsiasi tipo di struttura, come le laminazioni viste precedentemente. Questo campione contiene un clasto isolato ed affermare che si tratti di un paraconglomerato basale della Formazione di Wengen sembra un'ipotesi azzardata; vista l'intensa attività vulcanica nel Ladinico non è da escludere che alcuni clasti siano finiti all'interno di vari depositi terrigeni in quantità tale da non divenire elementi caratterizzanti della roccia.

## 6. CONCLUSIONI

Concludendo, l'analisi dei campioni in sezione sottile ha fornito delle informazioni utili circa l'ambiente deposizionale in cui le litologie sopracitate si sono formate. Analizzando le sezioni dei Calcari Dolomitici del M. Tiarfin notiamo che sono presenti le classiche facies di piattaforma carbonatica, con calcari biocostruiti ricchi in foraminiferi. I calcari microbiali sono tipici della parte marginale della piattaforma, più precisamente al bordo, dove si sviluppa il *reef*. La presenza delle *dasicladacee*, alghe clorofite, suggerisce un ambiente protetto in cui abbiano potuto svilupparsi, probabilmente una laguna interna in prossimità della barriera; un'alternativa consiste in un ambiente di *back-reef*, comunque marginale. Se osserviamo il campione n°2, ovvero la breccia al limite tra i Calcari Rossi ad Ammoniti del Monte Clapsavon e i Calcari Dolomitici del Monte Tiarfin, notiamo che sono le classiche breccie o conglomerati che si formano nelle aree di *slope* superiore (*fore-reef*). La formazione di livelli importanti di dolomia all'interno dei Calcari Dolomitici del Monte Tiarfin è sicuramente da ricondurre all'interazione che le acque dolci hanno avuto con le acque salate in ambiente lagunare; ovviamente si tratta di dolomitizzazione secondaria, che ha agito su deposizioni carbonatiche intrapiattaforma. I Calcari Rossi del M. Clapsavon sono formati da deposizione di materiale fine organogeno (molti radiolari) e sono tipici dell'ambiente di altofondo pelagico, il che potrebbe significare che la piattaforma ha subito un abbassamento o meglio un annegamento abbastanza brusco, con passaggio a condizioni pelagiche. La presenza delle breccie alla base potrebbe essere un segnale di abbassamento di una sola porzione della piattaforma e quindi i clasti dei Calcari Dolomitici del M. Tiarfin deriverebbero da zone ancora elevate. Tutto ciò però è aleatorio, in quanto non esistono prove a favore; la breccia potrebbe essersi sviluppata tranquillamente in una zona di *slope* sommitale o di basso *reef* durante l'annegamento. Per quanto riguarda i campioni appartenenti alla Formazione di Wengen, si tratta di vulcanoareniti deposte probabilmente in zone di bacino. L'origine è perlopiù terrigena, spesso con apporti di sedimento vulcanogenico (spesso clasti centimetrici), considerata anche l'attività effusiva avutasi nel Ladinico. La deposizione in bacino arricchisce il deposito in organismi come i radiolari, che nei campioni appaiono più o meno ricristallizzati, con alcuni esemplari che mantengono dei relitti della loro struttura interna. La Formazione di Wengen, stratigraficamente, si imposta sopra alla Formazione di Livinallongo (Buchenstein), solo che in questo caso il Livinallongo risulta essere l'equivalente stratigrafico dei Calcari Rossi ad Ammoniti del M. Clapsavon e pertanto non appare.

## 7. RINGRAZIAMENTI

Volevo ringraziare il prof. Paolo Mietto, il dott. Nereo Preto e il dott. Manuel Rigo per l'inestimabile contributo e per la disponibilità concessami nell'aiutarmi a scrivere questa tesi. Ringrazio inoltre Leonardo Tauro del Laboratorio Sezioni Sottili per la velocità d'esecuzione e Stefano Castelli del Laboratorio Fotografico per la scansione delle sezioni sottili. Inoltre sono estremamente grato ai miei colleghi e cotesisti Andrea Casagrande e Manuele Santinon per aver condiviso con me le faticose escursioni sul Clapsavon e per avermi aiutato in più occasioni. Un ringraziamento speciale va fatto alla mia paziente amica Francesca per avermi tranquillamente sopportato durante la stesura di questa tesi. Inoltre ringrazio i miei compagni di corso, che per anni mi hanno aiutato ad arrivare fino a qui.

## 8. BIBLIOGRAFIA CITATA

- GIANOLLA P., DE ZANCHE V. and MIETTO P., 1998 - *Triassic Sequence Stratigraphy in the Southern Alps (Northern Italy)*. In: DE GRACIANKY P.Ch., JACQUIN Th. and VAIL P.R. (eds) - *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*. S.E.P.M. Spec. Pubbl. 60, pp. 719-747, Tulsa (Oklahoma).
- MARIANI E., 1893 - *Note paleontologiche sul Trias superiore della Carnia occidentale*. Ann. R. Ist. Tecn. Udine, s. II, v. 11, pp. 1-25, Udine.
- MIETTO P. and MANFRIN S., 1995 - *A high resolution Middle Triassic ammonoid standard scale in the Tethys Realm. A preliminary report*. Bull. Soc. Géol. France, v. 1995/5, pp. 539-563, Paris.
- MOJISOVICS E.M. von, 1880 - *Der Monte Clapsavon in Friaul*. Verh. K. K. Geol. Reichsanst., jhg. 1880/12, pp. 221-223, Wien.
- MOJISOVICS E.M. von, 1882 - *Die Cephalopoden der mediterranen Triasprovinz*. Abh. K. K. Geol. Reichsanst., v. 10, pp. 1-332, Wien.
- PISA G., 1966 - *Ammoniti ladiniche dell'alta Valle del Tagliamento (Alpi Carniche)*. Giorn. Geol., s. 2, v. 33/2 (1965), pp. 618-685, Bologna.
- PISA G., 1972 - *Geologia dei monti a nord di Forni di Sotto (Carnia occidentale)*. Giorn. Geol., s. 2, v. 38/2 (1970), pp. 543-688, Bologna.
- PISA G., 1974 - *Tentativo di ricostruzione paleoambientale e paleostrutturale dei depositi di piattaforma carbonatica medio-triassica delle Alpi Carniche sud-occidentali*. Mem. Soc. Geol. Ital., v. 13, pp. 35-83, Pisa.
- PISA G. & CASTELLARIN A., 1973 - *Le vulcaniti Ladiniche di Forni di Sopra (Carnia occidentale)*. Mem. Museo St. Nat. Ven. Trident.
- RIEBER H. and BRACK P., 2004 - *Taxonomy and stratigraphic significance of Falsanolcites gen. Nov., Anolcites-like Middle Triassic ammonioidea from the Alps and Greece*. . Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg, v. 88, pp. 157-178, Hamburg.
- STUR D., 1856 - *Die geologischen Verhältnisse der Thäler der Drau, Isel, Möll und Gail in der Umgebung von Lienz, ferner der Carnia im Venetianischen Gebiete*. Jhb. K. K. Geol. Reichsanst., v. 7, pp. 405-459, Wien.
- TOMMASI A., 1897 - *Nuovi fossili dei calcari rossi e grigi del M. Clapsavon in Carnia. Nota preliminare*. Rend. R. Ist. Lomb. Sc. Lett., s. II, v. 30, pp. 1-3, Milano.
- TOMMASI A., 1900 - *La fauna dei calcari rossi e grigi del Monte Clapsavon nella Carnia Occidentale*. Palaeontogr. Ital., v. 5 (1899), pp. 1-54, Pisa.