



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Geoscienze
Direttore Prof.ssa Cristina Stefani

TESI DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE GEOLOGICHE

**IL CONTENUTO FOSSILIFERO DI UNO SLUMP
DEL GIURASSICO INFERIORE DI GORGO A
CERBARA (MARCHE, ITALIA CENTRALE)**

Relatore: Prof. Stefano Monari

Laureando: Cristiano Paoli

ANNO ACCADEMICO 2014 -2015

INDICE

Riassunto - Abstract	5
1.INTRODUZIONE.....	7
2.INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA	9
3.INQUADRAMENTO GEOLOGICO E DESCRIZIONE AFFIORAMENTO.....	13
4.ATTIVITÁ DI CAMPAGNA	17
4.1. Individuazione della sezione	17
4.2. Analisi strati e slump.....	18
4.3. Ricerca e raccolta dei fossili	20
5.ATTIVITÁ DI LABORATORIO	21
5.1. Separazione dei fossili raccolti.....	21
5.2. Lavaggio preliminare e selezione dei fossili	22
5.3. Pulizia con detergenti specifici	23
5.4. Pulizia meccanica e ricostruzione degli esemplari frammentati	24
6.ANALISI PALEONTOLOGICA.....	25
6.1. Analisi della parte inferiore della sezione: strati piano paralleli GC0-GC19	25
6.2. Analisi degli strati dello slump GCS0 - GCS11.....	26
7.ANALISI BIOSTRATIGRAFICA	29
8.ANALISI TAFONOMICA	33
9.CONCLUSIONI.....	37
10.RINGRAZIAMENTI	39
11.BIBLIOGRAFIA.....	41

RIASSUNTO - Lo obiettivo di questa tesi è stato quello di apprendere ed applicare le metodologie di base dell'analisi stratigrafica attraverso l'utilizzo di dati paleontologici. Queste metodologie comprendono la campionatura, la preparazione, lo studio di macrofossili e della loro distribuzione all'interno di sedimenti di una successione dell'Appennino Umbro-Marchigiano rappresentata dalla Formazione della Corniola, di età Pliensbachiano superiore - Toarciano. La successione studiata è stata interessata da importanti fenomeni di slumping. La sezione è stata analizzata da un punto di vista litostratigrafico, biostratigrafico e tafonomico. La classificazione delle ammoniti ha permesso di stabilire l'età dei sedimenti e dell'evento di slumping correlato. L'analisi tafonomica ha fornito indicazioni utili alla ricostruzione paleoambientale.

ABSTRACT - The aim of this thesis was to learn and apply the basic methodologies of stratigraphic analysis by the use of paleontological data. These methodologies involve sampling, preparation, study of macrofossils and their distribution within a sedimentary succession represented by the Corniola Formation, of Upper Pliensbachian - Toarcian, in the Umbria-Marche Apennine. The detected succession is affected by prominent phenomena of slumping. The section has been examined from a lithostratigraphic, biostratigraphic and taphonomic point of views. The classification of the sampled ammonites allowed establishing the age of the sediments and of the associated slumping event. The taphonomic analysis provided information relevant for the paleoenvironmental reconstruction.

1. INTRODUZIONE

Lo scopo della tesi è stato quello di apprendere i metodi di base dell'analisi paleontologica come la campionatura in campagna, la preparazione del materiale in laboratorio e lo studio dei macrofossili raccolti e di applicarli all'interpretazione paleoambientale.

Questo lavoro è stato realizzato in cinque fasi principali:

- **Attività di campagna:** è stato svolto un campo di rilevamento della durata di quattro giorni, su le successioni giurassiche nella zona del Monte Nerone, Appennino Umbro-Marchigiano Piobbico (PU), durante il quale sono stati raccolti numerosi campioni di macrofossili e materiale roccioso. Inoltre è stata effettuata la misurazione e la descrizione di una sezione del Giurassico inferiore interessata da un fenomeno di slumping.
- **Attività di laboratorio:** apprendimento ed applicazione delle metodologie richieste per la preparazione dei campioni raccolti sotto la supervisione del dott. Lorenzo Franceschin presso il laboratorio di macropaleontologia del Dipartimento di Geoscienze.
- **Analisi paleontologica:** classificazione e descrizione dei fossili raccolti previa selezione degli esemplari più rappresentativi per l'analisi biostratigrafica.
- **Analisi biostratigrafica:** ricostruzione delle colonne stratigrafiche della sezione in esame dai dati di terreno, studio della distribuzione stratigrafica dei macrofossili e determinazione dell'età dei livelli campionati.
- **Analisi tafonomica:** Studio dei rapporti tra fossili e sedimento inglobante e analisi delle facies associate per individuare aspetti utili all'interpretazione paleoambientale.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA

L'area in esame è localizzata nell'Appennino Umbro-Marchigiano, più precisamente nei pressi dell'abitato di Piobbico (PU), alle pendici del Monte Nerone.

La topografia, piuttosto articolata, è rappresentata da un'alternanza di rilievi e vallate orientate NO-SE (*Fig.1*). Questa morfologia è il prodotto della tettonica compressiva legata all'orogenesi appenninica a partire dal Miocene superiore (Jacobacci et alii, 1974). Questo evento ha formato una serie di pieghe anticlinali e sinclinali con asse orientato NO-SE che ha generato l'alternanza di rilievi e valli tipica della morfologia della regione (*Fig.2*).

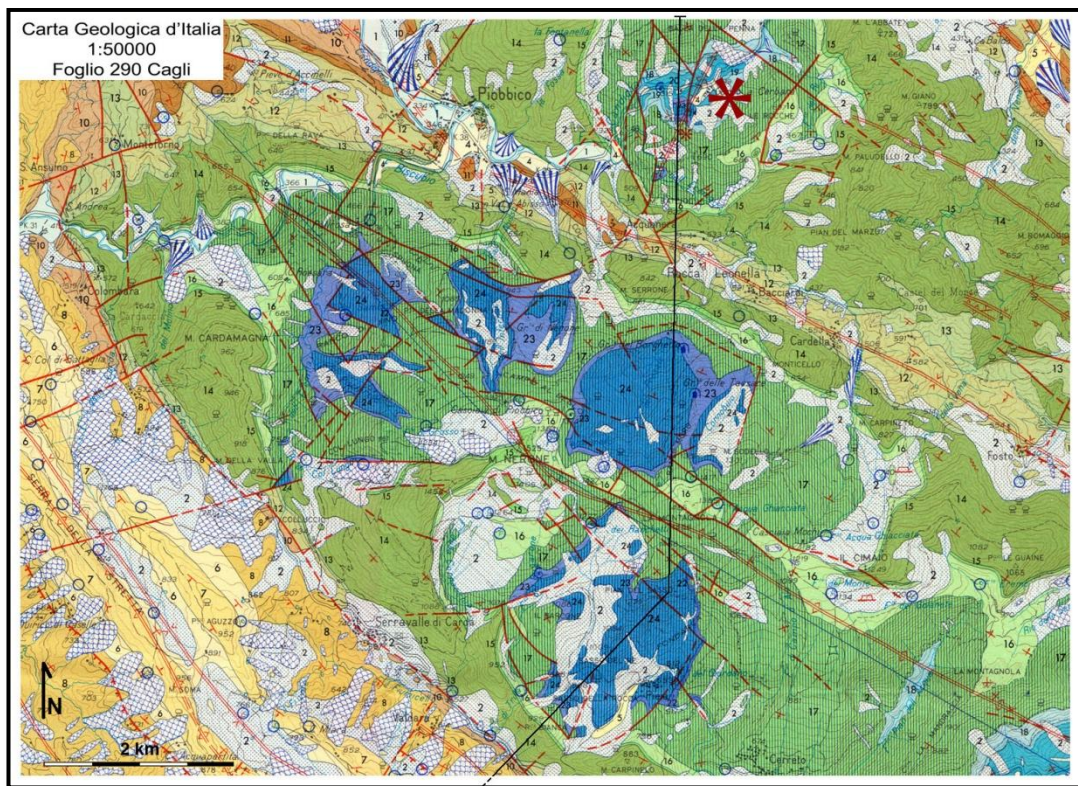


Fig.1 - Carta Geologica dell'area in studio. La linea indica il profilo geologico riportato nella figura sottostante. L'asterisco corrisponde all'area investigata

I terreni giurassici oggetto della tesi sono stati sollevati al nucleo delle pieghe anticlinali dalle deformazioni orogenetiche, per essere poi portati in affioramento grazie ai successivi eventi di erosione.

Le successioni sedimentarie del Mesozoico costituiscono un importante elemento della struttura dell'Appennino Umbro-Marchigiano, e furono deposte su crosta di tipo continentale appartenente alla cosiddetta "Microplacca di Adria". Questa

probabilmente rappresenta un frammento del margine settentrionale della zolla africana che, durante il Giurassico, fu interessata da notevoli fenomeni di tettonica distensiva causata dall'apertura della Tetide occidentale.

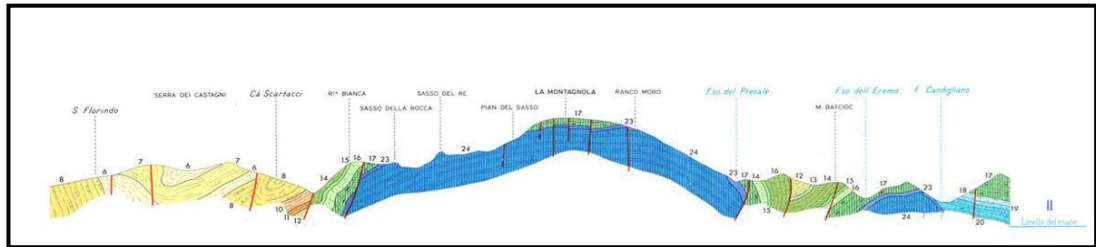


Fig.2 - Profilo geologico SSO-NNE attraverso il Monte Nerone e l'area di Gorgo a Cerbara

All'inizio del Giurassico inferiore, l'area umbro-marchigiana costituiva parte di un'ampia piattaforma carbonatica, rappresentata oggi dalla Formazione del Calcere Massiccio che probabilmente si estendeva dalla Toscana marittima fino alla Campania. Con la successiva apertura della Tetide la tettonica di tipo estensionale associata provocò il break-up di questa piattaforma carbonatica lungo numerose faglie normali (Centamore et alii, 1971; Farinacci et alii, 1981).

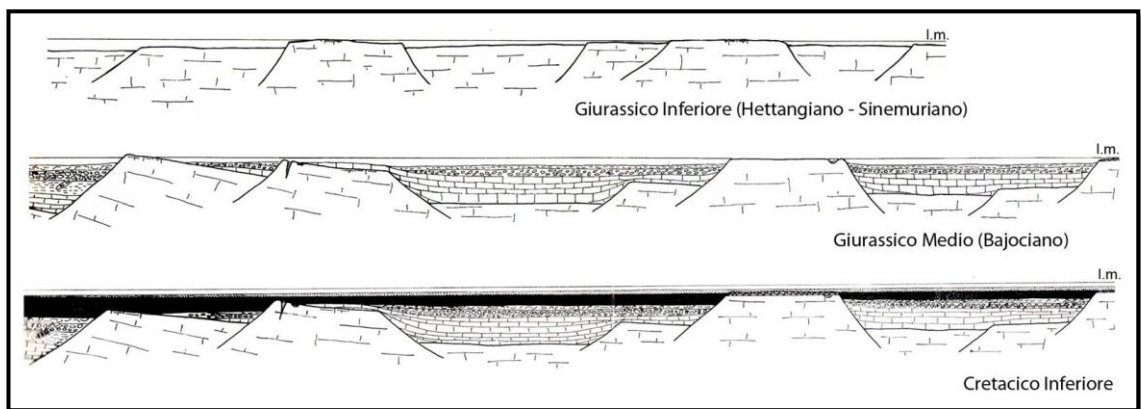


Fig.3 - Evoluzione paleostrutturale della regione Umbro-Marchigiana nel Giurassico inferiore - Cretacico inferiore (Farinacci et alii, 1981).

Nella regione umbro-marchigiana la piattaforma carbonatica fu disarticolata in una serie di blocchi sollevati, ribassati e variabilmente ruotati. Dal Pliensbachiano al Titonico inferiore le aree topograficamente più rilevate furono successivamente soggette a una sedimentazione condensata e lacunosa (Piattaforme Carbonatiche Pelagiche, PCP; Santantonio 1994), oggi rappresentata dalla Formazione del Fosso Bugarone direttamente sovrapposta alla Formazione del Calcere Massiccio. Nelle aree ribassate, invece, si deponevano successioni più potenti e meno lacunose.

Queste successioni, tendevano a colmare gradualmente i bacini tra le PCP appianando le differenze topografiche.

La Formazione della Maiolica si è successivamente depositata al di sopra delle due successioni colmando definitivamente il divario dovuto all'abbassamento tettonico. E' inoltre la formazione che mostra una maggiore continuità sull'intera area in esame (*Fig.3*).

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E DESCRIZIONE AFFIORAMENTO

La sezione è localizzata pochi chilometri ad Est rispetto all'abitato di Piobbico (PU) all'interno della valle del torrente Candigliano, più precisamente in corrispondenza della località Caprareccia.

Sulla destra idrografica è esposta un'estesa scarpata di origine giurassica, che raccordava la PCP del Monte Nerone con il bacino di Gorgo a Cerbara.

In quest'area è possibile riconoscere i rapporti geometrici tra la successione completa e la successione condensata che, in quest'area, non sono stati alterati dalla tettonica appenninica.

La successione condensata corrisponde alla Formazione del Fosso Bugarone, direttamente sovrapposta alla Formazione del Calcere Massiccio. Come già detto, questa successione si formò in una zona di alto strutturale (PCP) e mantenne spessori relativamente contenuti (*Fig.4*) (40-50 metri nell'area del Monte Nerone).

Dal basso verso l'alto la Formazione del Fosso Bugarone può essere distinta nelle seguenti unità:

- Calcari stratificati grigi (Domeriano superiore - Toarciano inferiore);
- Calcari nodulari con marne verdi (Toarciano superiore);
- Calcari nodulari nocciola (Aaleniano - Bajociano);
- Calcari diasprigni e calcari nodulari (Kimmeridgiano - Titonico inferiore).

Nell'area bacinale, sopra la Formazione del Calcere Massiccio, si depose invece una successione, chiamata successione completa, con spessori molto maggiori rispetto a quelli della successione condensata perché lo spazio disponibile per la sedimentazione era notevolmente maggiore.

Dal basso verso l'alto si possono distinguere le seguenti unità formazionali:

- Formazione della Corniola (Sinemuriano superiore - Pliensbachiano superiore);
- Formazione del Rosso Ammonitico (Toarciano);
- Formazione dei Calcari a Posidonia (Toarciano superiore - Bathoniano);
- Formazione dei Calcari Diasprigni (Aaleniano - Titonico inferiore).

Nella sezione analizzata affiora la Formazione della Corniola che fa parte della successione completa del bacino di Gorgo a Cerbara antistante la PCP del Monte Nerone. Questa formazione, depositata direttamente sopra il Calcere Massiccio, è costituita principalmente da mudstone debolmente marnosi di colore da grigio chiaro a nocciola, ben stratificati con spessori variabili da 20 a 50 cm intercalati a

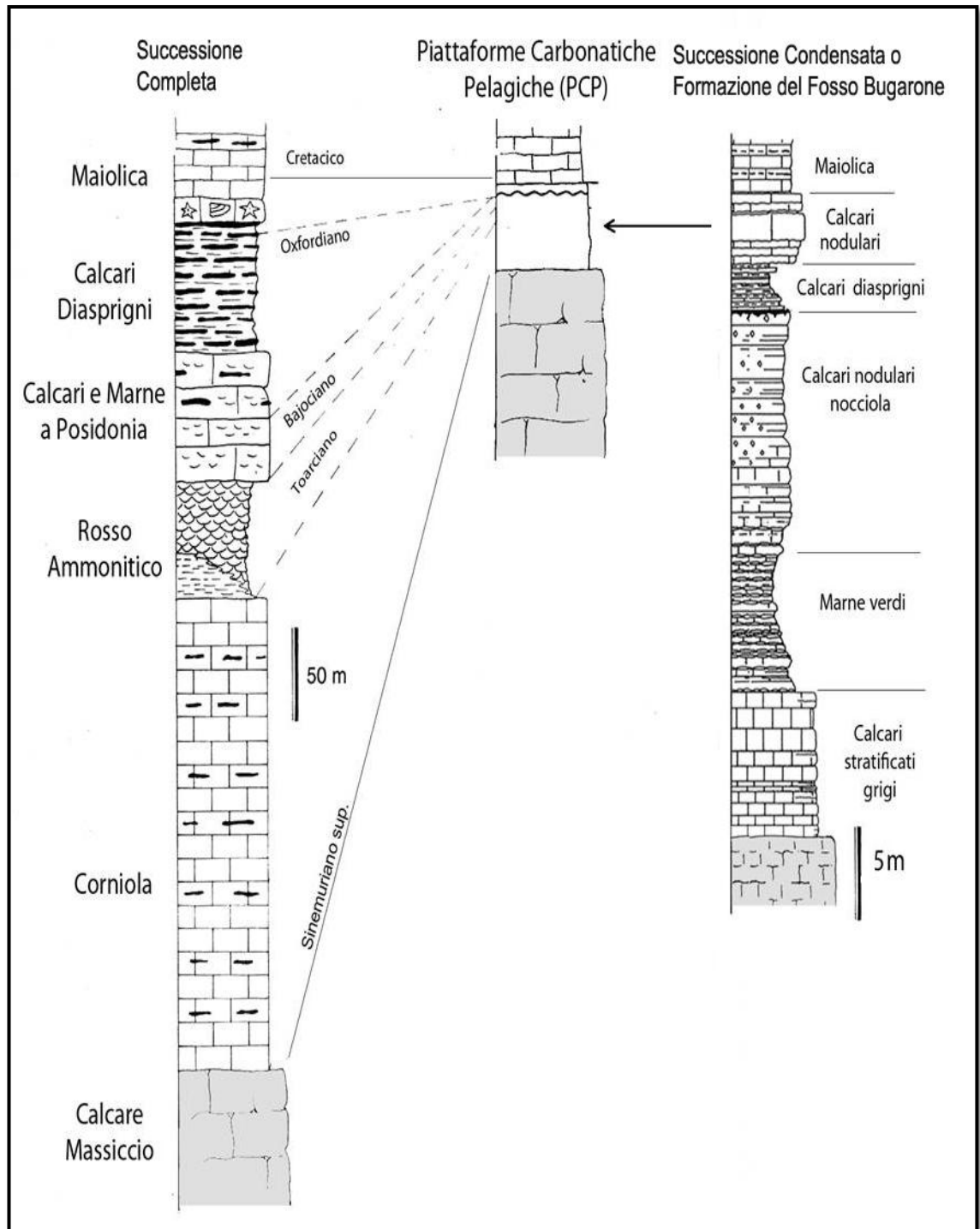


Fig.4 - Correlazione tra successione completa e successione del Fosso Bugarone.

sottili livelli di argille marnose. In superficie la roccia ha un aspetto compatto ed omogeneo e contiene liste, noduli e lenticelle di selce cornea bruna o nerastra. Nella zona di Gorgo a Cerbara la Formazione della Corniola arriva a 50m di spessore e l'intera unità è interessata da numerosi e ben riconoscibili slumps (Fig.5).

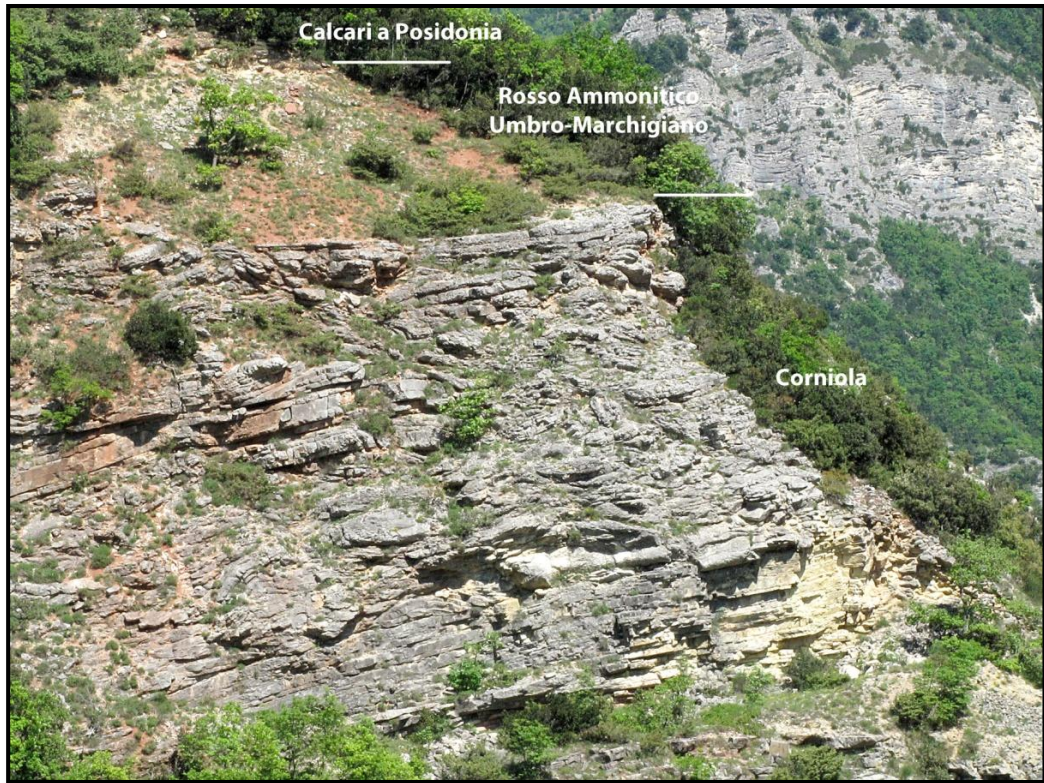


Fig.5 - Panoramica della Formazione della Corniola con slumps.



dell'affioramento interessato da slump (a sinistra), e parte basale dell'affioramento con strati piano-parallelari (a destra).

I macrofossili sono rappresentati soprattutto da ammoniti, e più raramente da brachiopodi, molluschi bivalvi ed echinodermi. I macrofossili campionati durante il lavoro di terreno sono completamente costituiti da ammoniti.

La sezione in esame è composta da due parti, una parte basale formata da strati piano-paralleli affioranti a bordo strada, ed una parte immediatamente superiore che ha subito un processo di slumping (*Fig.6*).

4. ATTIVITÀ DI CAMPAGNA

L'attività di campagna si è sviluppata in 3 fasi: 1) individuazione della sezione più adatta; 2) descrizione, misurazione e analisi degli strati; 3) raccolta dei campioni fossiliferi effettuata strato per strato.

Per svolgere il lavoro di terreno sono stati impiegati i seguenti strumenti e materiali: bussola da geologo, metro rigido, lente d'ingrandimento 10x, macchina fotografica, quaderno di campagna e materiale di cancelleria per la descrizione e misurazione della sezione. Martello da geologo, mazzette e scalpelli, sacchetti di plastica, gancetti, carta da imballaggio e pennarello indelebile sono gli strumenti utilizzati per la raccolta, protezione e siglatura del materiale campionato.

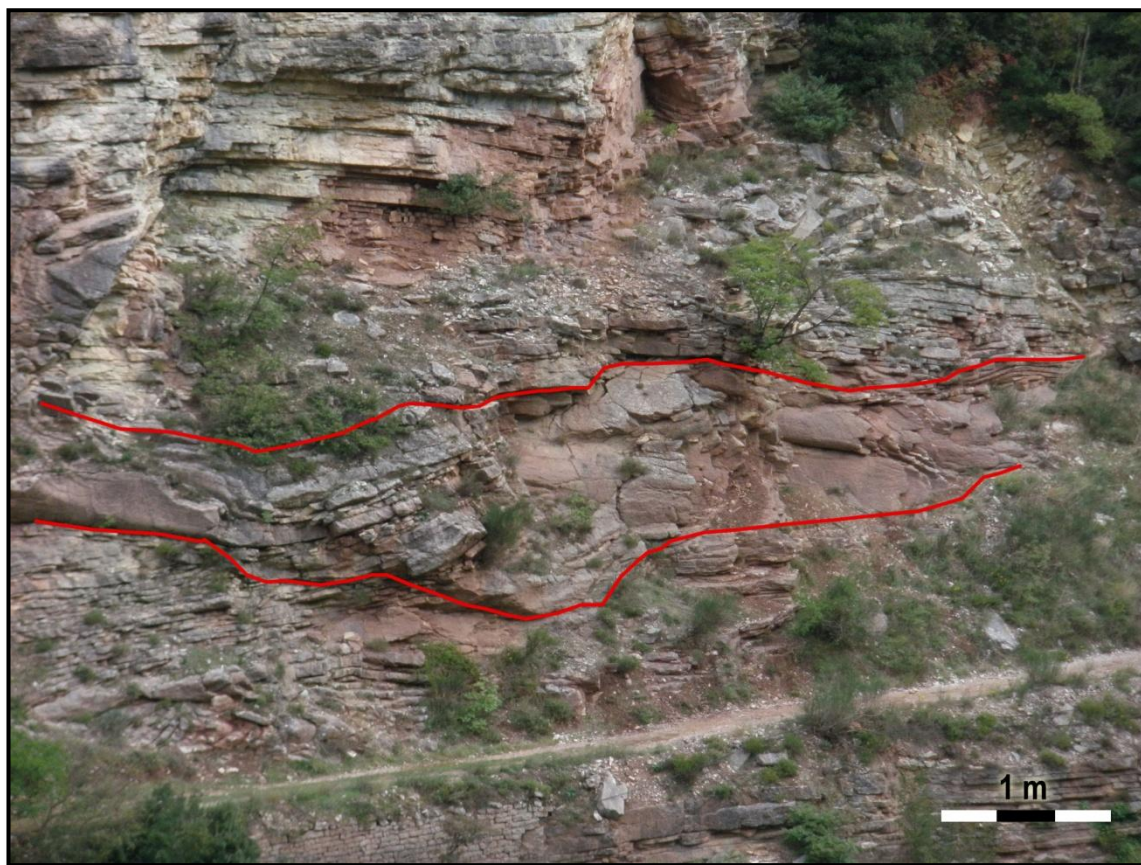


Fig.7 - Panoramica dell'affioramento vista dalla paleoscarpata giurassica.

4.1 Individuazione della sezione

La prima parte dell'attività di terreno è stata dedicata alla scelta della sezione più adatta allo studio. L'accessibilità, la sicurezza e l'estensione dell'esposizione sono tra le caratteristiche più importanti. L'affioramento deve essere infatti facilmente

accessibile così da agevolare il lavoro. La sicurezza riguarda soprattutto la stabilità degli strati che permette di escludere eventuali rischi dovuti alla morfologia della zona. Un altro fattore importante è l'estensione dell'esposizione che consente un'analisi stratigrafica lungo uno spessore significativo della successione. Una volta individuata la sezione, si procede alla pulitura da detrito di copertura (*Fig.9A*) per poter effettuare l'analisi dei singoli strati in successione continua.



Fig.8 - Dettaglio della sezione analizzata.

4.2 Analisi strati e slump

Le operazioni di misurazione e descrizione sono state effettuate strato per strato a partire dal primo strato inferiore individuabile. Gli strati sono stati inoltre numerati e identificati con la sigla GC (Gorgo a Cerbara) per la parte di sezione a stratificazione piano-parallela, e con la sigla GCS (Gorgo a Cerbara "Slump") per la parte disturbata da slumping. Lo spessore degli strati è stato misurato ponendo il metro rigido perpendicolarmente alla superficie di strato (*Fig.9B*), mentre con la lente d'ingrandimento sono state analizzate superfici fresche per identificare la litologia, alcuni dettagli della granulometria ed il contenuto microfossilifero. Per ogni strato sono state identificate alcune caratteristiche come il colore della matrice, l'intensità della bioturbazione e la presenza di eventuali elementi come ad esempio noduli formati da matrice o selce. I dati sono stati annotati sul quaderno di campagna, sul quale è stata tracciata una prima sezione stratigrafica.

La parte superiore della sezione, disturbata da slumping, ha conservato una stratificazione ben definita (*Fig.10*). Sono state quindi seguite le stesse procedure utilizzate per la parte non intaccata dallo slump, sebbene con alcune difficoltà

dovute alla pendenza del terreno. Gli strati sono stati misurati partendo dal più interno verso quello più esterno dello slump, che in questo caso corrispondono rispettivamente al più antico e al più recente. Inoltre sul quaderno di campagna è stato riprodotto il più fedelmente possibile lo slump, con i rispettivi strati.



Fig.9 - A) Operazioni di pulizia della sezione; B) Misurazione di uno strato.

In totale sono stati riconosciuti venti strati piano paralleli, identificati dalle sigle da GC0 a GC19, nella parte indisturbata della sezione, sui quali poggia uno slump composto da dodici strati identificati dalle sigle da GCS0 a CGS11. In entrambe le



Fig.10 - Strati interessati dallo slump.

sezioni gli strati sono quasi sempre intercalati a livelli argillosi di pochi centimetri di spessore.

4.3 Ricerca e raccolta dei fossili

Poiché la Formazione della Corniola è composta da calcari piuttosto compatti, la raccolta dei fossili necessita di procedure di ricerca ed estrazione adeguate. Agendo su linee di discontinuità, con il martello da geologo, mazzette scalpelli e picchetti, gli strati sono stati disgregati e sono stati poi selezionati campioni di roccia contenenti fossili. Questi campioni sono stati in seguito ridotti per eliminare il più possibile la matrice in eccesso.

Successivamente i campioni raccolti e ridotti sono stati riposti in appositi sacchetti in plastica sui quali è stata riportata la sigla di riferimento dello strato da cui provengono. Non tutti gli strati si sono rivelati fossiliferi.

L'intera raccolta di fossili è costituita esclusivamente da ammoniti (*Fig.11*). Gli esemplari estratti sono numerosi, ma pochi si sono sufficientemente conservati in modo da dare indicazioni stratigrafiche utili. La maggior parte dei campioni risulta composta da piccoli frammenti difficili da classificare.

Sono stati raccolti anche fossili in detrito che, nonostante la provenienza ignota, sono stati utilizzati per verificare la compatibilità con i risultati ottenuti dallo studio dei fossili ritrovati in posto.



Fig.11 - Esempio di ammonite nella Formazione della Corniola.

5. ATTIVITÀ DI LABORATORIO

Le operazioni di laboratorio riguardano la preparazione dei fossili per lo studio, ovvero l'uso di trattamenti poco invasivi che permettono di rilevare o agevolare il riconoscimento dei caratteri necessari alla loro classificazione.

Il lavoro in laboratorio è costituito da quattro operazioni: 1) separazione dei fossili raccolti; 2) lavaggio e selezione dei fossili; 3) pulizia con detergenti specifici; 4) pulizia meccanica e ricostruzione di esemplari frammentati.

5.1 Separazione dei fossili raccolti

La prima operazione svolta in laboratorio è stata quella di stilare una lista di tutti i campioni raccolti durante l'attività di campagna (*Fig.12*).

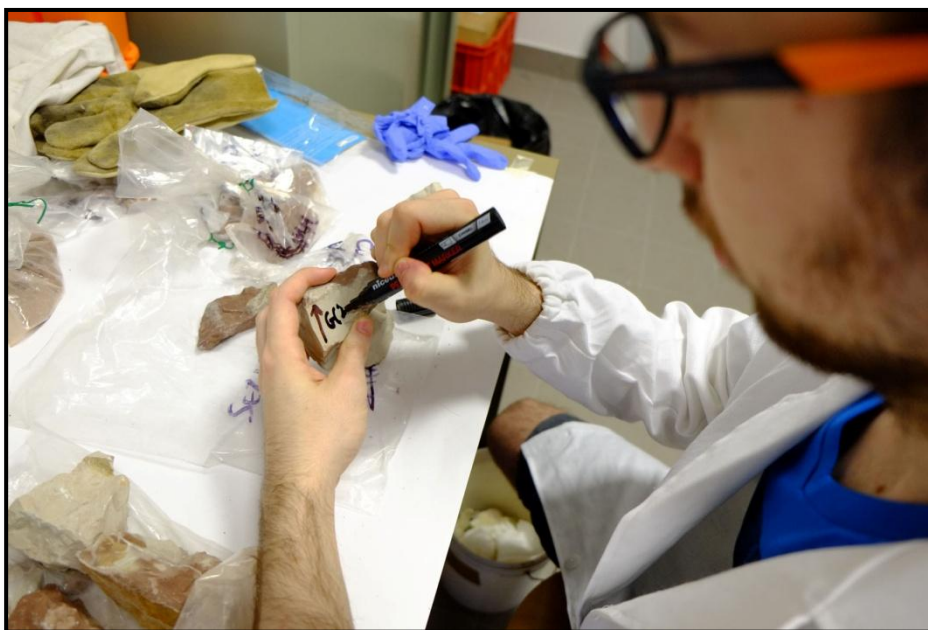


Fig.12 - Numerazione dei campioni.

Nell'elenco sono stati indicati il numero dei sacchetti corrispondenti a ciascun livello campionato e una breve descrizione del contenuto fossilifero, al fine di evitare mescolamenti e contaminazioni durante lo svolgimento del lavoro. Il numero complessivo di sacchetti raccolti risulta essere di tredici, dei quali:

- cinque contengono campioni provenienti dallo slump;
- cinque contengono campioni provenienti dagli strati sottostanti lo slump;
- tre contengono campioni raccolti in detrito alla base dell'affioramento.

Dopo essere stati estratti dai sacchetti, i fossili sono stati collocati su un tavolo nel laboratorio di macropaleontologia e posti su fogli marcati con la sigla del livello di provenienza (Fig.13).



Fig.13 - Separazione dei campioni in base al livello di provenienza.

5.2 Lavaggio preliminare e selezione dei fossili

I campioni sono stati sottoposti a pulizia iniziale per rimuovere eventuali pellicole organiche ed argilla di copertura. La pulizia è stata effettuata con acqua corrente,

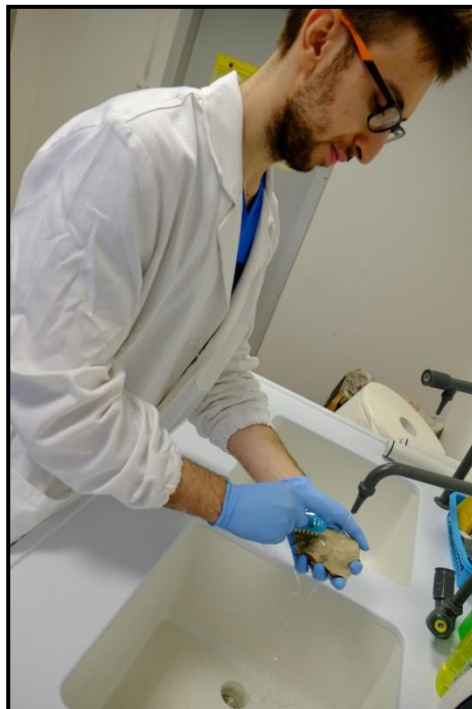


Fig.14 - Operazioni di lavaggio con acqua corrente.

detersivo, set di spazzole, punteruolo e spugne.

Prima di questa operazione sono state valutate le condizioni di conservazione del fossile e se l'utilizzo di acqua può danneggiarne l'integrità. Questo avviene generalmente quando un fossile contiene argilla nelle fratture o internamente che, entrando a contatto con acqua, può espandersi. In questa evenienza è preferibile operare a secco. Nel nostro caso è stato osservato che tutti i campioni sono costituiti da modelli interni di natura carbonatica privi di matrice argillosa, quindi non sono state necessarie particolari accortezze (*Fig.14*).

I fossili sono stati dunque sottoposti a getti d'acqua più o meno forti e a contemporanea pulitura con una spugna per rimuovere il materiale di copertura. Successivamente sono stati lavati anche con detersivo utilizzando delle spazzole a setole dure per asportare il materiale più resistente.

Una volta asciugati, i campioni sono stati ridisposti sul tavolo da lavoro e sono state selezionate le ammoniti con uno stato di conservazione sufficiente a permetterne lo studio.

5.3 Pulizia con detergenti specifici

Questa tecnica viene utilizzata per rimuovere la componente argillosa cementata presente sul fossile che non è stato possibile rimuovere con il semplice utilizzo di acqua. Il detergente utilizzato è il Neo-Desogen. La sua composizione è data da 90% da acqua e 10% di Benzalconio Cloruro. Si tratta di un tensioattivo cationico che agisce sulla carica negativa delle argille asportando i radicali liberi e portando alla disgregazione dei minerali.

I campioni sono stati posti in becker contenenti circa 100 ml di soluzione, e sono stati lasciati in immersione per alcuni minuti. Durante il processo è stato osservato il distacco di piccole particelle rossicce dai campioni. La quantità di residuo è molto bassa perché la roccia è essenzialmente composta da carbonato resistente all'azione del detergente. Una roccia più marnosa avrebbe prodotto un residuo più abbondante sottoforma di pastella.

I campioni sono stati tolti dai becker e sono stati lavati con acqua corrente per rimuovere la pellicola di residuo prodotto dal lavaggio in Neo-Desogen. E' stato osservato che l'azione del detergente ha ammorbidito l'argilla cementata consentendo la sua successiva rimozione con punteruoli specifici.

Un'azione più prolungata della soluzione avrebbe velocizzato il lavoro, ma avrebbe anche potuto intaccare irrimediabilmente l'ornamentazione delle ammoniti.

Il procedimento può essere ripetuto più volte fino al raggiungimento del risultato desiderato.

5.4 Pulizia meccanica e ricostruzione degli esemplari frammentati

I campioni più grandi sono stati ridotti meccanicamente con l'uso di martelli e di scalpelli di dimensioni adeguate. Questa tecnica è stata utilizzata anche per estrarre esemplari parzialmente inglobati in matrice (*Fig.15*).



Fig.15 - Estrazione di un'ammonite inglobata in roccia.

Gli esemplari composti da più frammenti isolati sono stati ricostruiti con tecniche basate sull'uso del Paraloid, una resina con un forte potere adesivo.

Durante il procedimento in laboratorio è stata utilizzata una soluzione al 15% di Paraloid diluita in acetone. La densità della soluzione varia in funzione della percentuale di Paraloid e viene scelta in relazione alle dimensioni dell'oggetto da ricostruire. Oggetti grandi, come le ammoniti, sono generalmente trattati con soluzioni dense.

Le superfici d'incollaggio sono state prima pulite e trattate con acetone. Successivamente è stata applicata la resina per mezzo di un pennellino. Le due parti sono state poi mantenute in pressione per uno o due minuti per permettere al collante di fare effetto. Infine il campione incollato è stato posto in un contenitore per una giornata e mantenuto in posizione ortostatica per favorire il processo d'incollaggio. Il Paraloid ha il vantaggio che può essere rimosso completamente con l'acetone, per cui se l'incollaggio finale presenta delle imperfezioni, la procedura può essere ripetuta dopo l'eliminazione del collante con l'acetone. Una volta terminato il lavoro l'acetone è stato utilizzato per eliminare la resina in eccesso presente lungo le linee d'incollaggio.

6. ANALISI PALEONTOLOGICA

Come già accennato non tutti gli strati della successione hanno fornito fossili. In questa parte saranno trattati quegli strati risultati fossiliferi e sarà descritta la loro struttura ed il loro contenuto.

La classificazione delle ammoniti è stata eseguita sotto la guida del professor Stefano Monari.

6.1 Analisi della parte inferiore della sezione: strati piano paralleli GC0 - GC19

Questa parte della Formazione della Corniola è composta da venti strati per uno spessore totale di 3,11 m. La successione inizia dal piano stradale e termina dove gli strati piano paralleli si raccordano con lo slump. Sono state ritrovate esclusivamente ammoniti più o meno frammentate.

I fossili provenienti da questo settore sono stati raccolti prevalentemente dai primi cinque strati della successione in parte perché si tratta della parte della sezione meglio accessibile. Da questi strati provengono circa venti esemplari di ammoniti. Inoltre sono state osservate e fotografate numerose impronte esterne sulle superfici di strato.

Di seguito sono riportate le informazioni riguardanti gli strati ed i fossili più significativi:

- GC1. Si tratta di uno strato con uno spessore di circa 10 cm, interessato dalla presenza di bioturbazione. Sulla superficie di strato sono state rinvenute due impronte esterne planari di ammoniti, mentre all'interno è stato ritrovato un esemplare di ammonite ben conservato appartenente al genere *Fuciniceras*, come mostrano la forma della sezione e l'andamento delle coste (*Fig.16*). Inoltre sono stati raccolti altri frammenti di ammoniti che per le loro ridotte dimensioni non è stato possibile classificare.

- GC3. Lo strato è caratterizzato da uno spessore di 20 cm ed è di colore rossiccio. La bioturbazione ha interessato tutto lo spessore e sono presenti noduli di matrice sia sulla superficie che all'interno dello strato.

Le ammoniti comprendono esemplari disposti sia planarmente che obliquamente. La disposizione obliqua indica un aumento della mobilizzazione per bioturbazione del sedimento a mano a mano che si procede verso l'alto. Gli esemplari di ammoniti più significativi appartengono al genere *Fuciniceras*. Uno di questi esemplari è stato ritrovato in posizione planare mentre l'altro era disposto in posizione verticale (*Fig.17*).

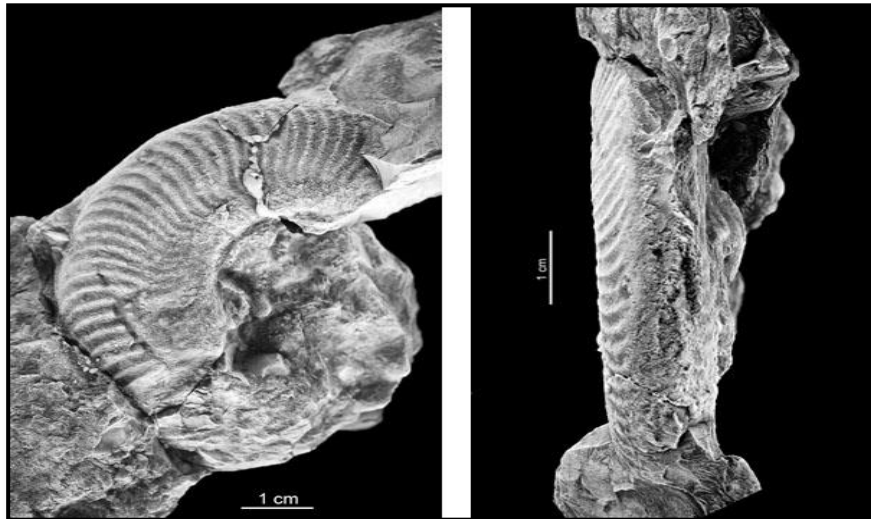


Figura 16 - Esempio di *Fucinieras* appartenente al livello GC1.

- GC4. Lo strato ha uno spessore di 18 cm. Le sue caratteristiche sono del tutto simili a quelle dello strato sottostante (GC3). Sono state ritrovate cinque ammoniti frammentarie. Tre di esse appartengono al genere *Fucinieras*.

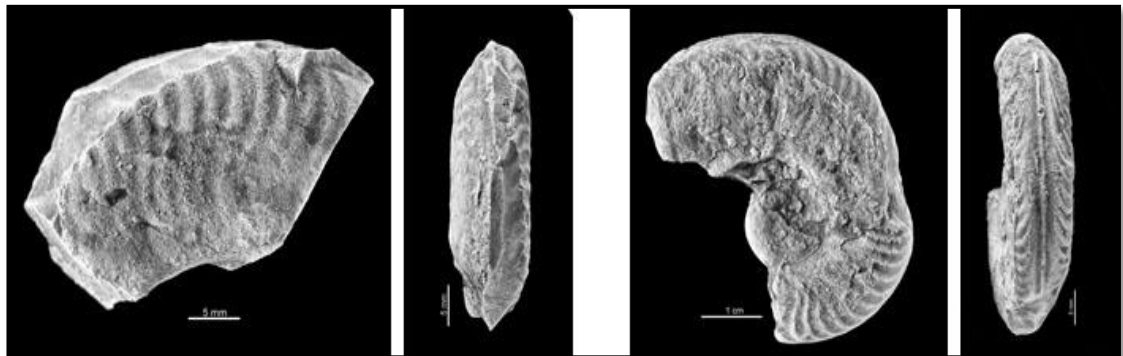


Figura 17 - Esempi di *Fucinieras planare* (a sinistra) e *verticale* (a destra) appartenenti al livello GC3.

6.2 Analisi strati dello slump GCS0 - GCS11

La parte della sezione deformata da slumping si raccorda all'ultimo strato piano parallelo (GC19), ed ha uno spessore totale di circa 2,53 m. Questo spessore si riferisce alla linea perpendicolare alle superfici di strato lungo la quale è ricostruita la colonna stratigrafica. Lateralmente lo spessore cambia per effetto della deformazione subita dagli strati durante lo slumping. Anche in questa successione è frequente la bioturbazione associata alla presenza di strutture nodulari.

Sono stati raccolti in totale venticinque esemplari di ammoniti, prevalentemente in frammenti. Negli ultimi strati sono stati rinvenuti inoltre alcuni esemplari disposti planarmente rispetto alla superficie di strato.

Anche in questo caso non tutti i livelli sono risultati fossiliferi, ma le ammoniti raccolte sono state sufficienti per l'analisi biostratigrafica.

Di seguito sono descritti gli strati e le ammoniti più significative:

- GCS0. Lo strato ha uno spessore di circa 15 cm, e si tratta senza dubbio del livello più prolifico per quanto riguarda il contenuto fossilifero. In buona parte ciò è dovuto all'ottima esposizione a causa dell'erosione che ha permesso una ricerca e una raccolta di dettaglio dei campioni. Sono state trovate ammoniti riconducibili a tre generi: *Fuciniceras* (Fig.18A), *Protogrammoceras* (Fig.18B) e *Phylloceras* (Fig.18C).

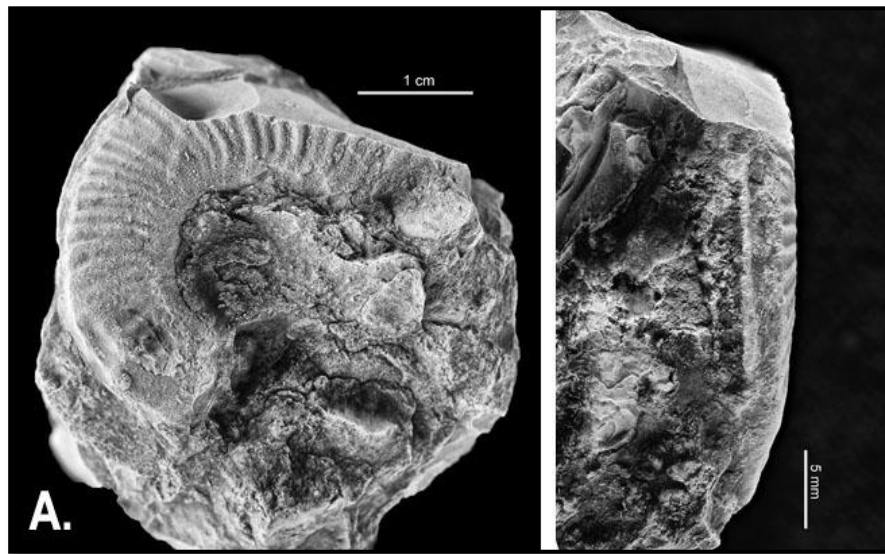


Fig.18A - Esempio di *Fuciniceras* appartenente al livello GCS0.

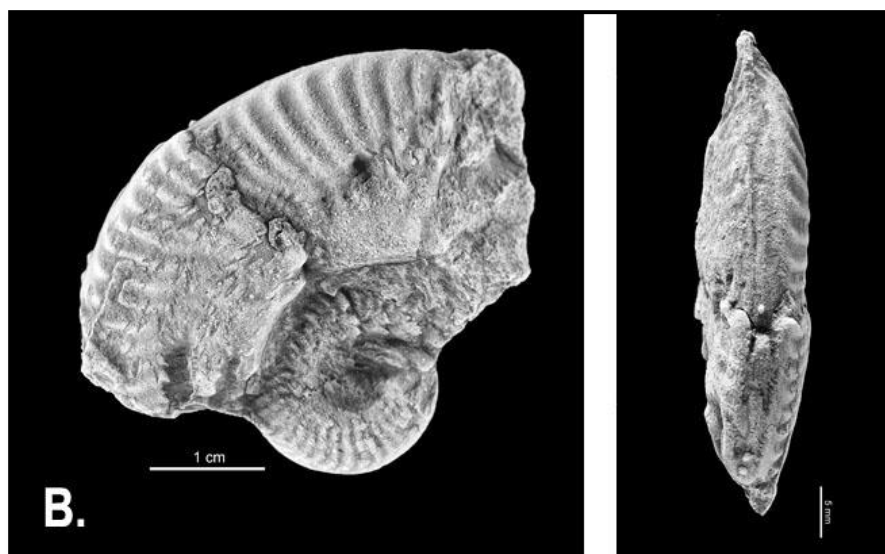


Fig.18B - Esempio di *Protogrammoceras* appartenente al livello GCS0.

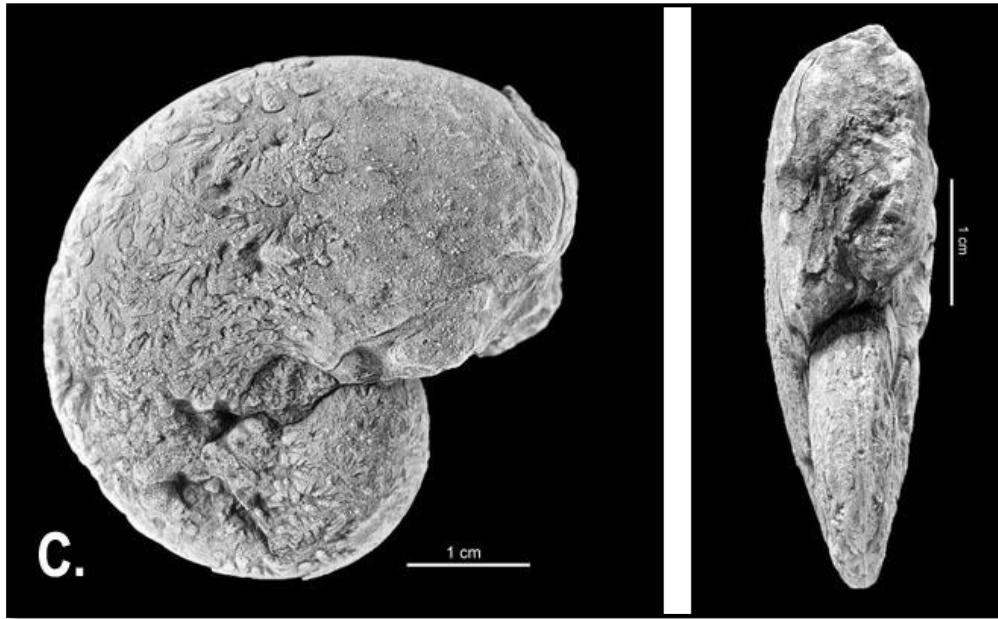


Fig.18C - Esempio di *Phylloceras* appartenente al livello GCS0.

- GCS3. Il livello ha uno spessore di circa 15 cm. Le condizioni di esposizione non hanno permesso un'analisi di dettaglio. Ad ogni modo è stato rinvenuto un frammento di ammonite appartenente al genere *Protogrammoceras*.

- GCS8. Il livello è caratterizzato da uno spessore di 20 cm. Le ammoniti sono molto frammentarie e mal conservate. Malgrado ciò un'attenta analisi ha permesso di identificare esemplari dei generi *Protogrammoceras* (Fig.19), *Fuciniceras* e *Phylloceras*.

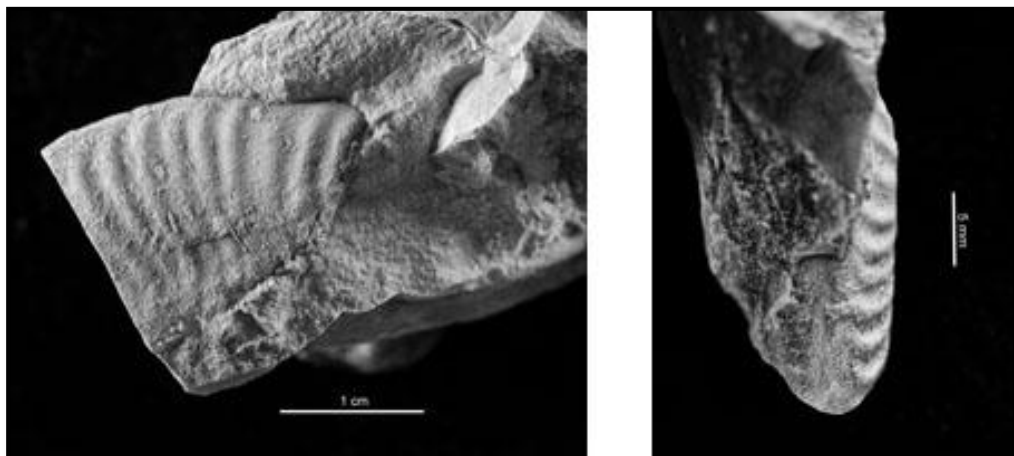


Fig.19 - Esempio di *Protogrammoceras* appartenente al livello GCS8.

7. ANALISI BIOSTRATIGRAFICA

L'analisi biostratigrafica è basata sullo studio sistematico delle ammoniti più significative ritrovate nella successione appartenente alla Formazione della Corniola di Gorgo a Cerbara. Nella figura sottostante sono sinteticamente riportati i risultati dell'analisi stratigrafica (Fig.20), (Fig.21).

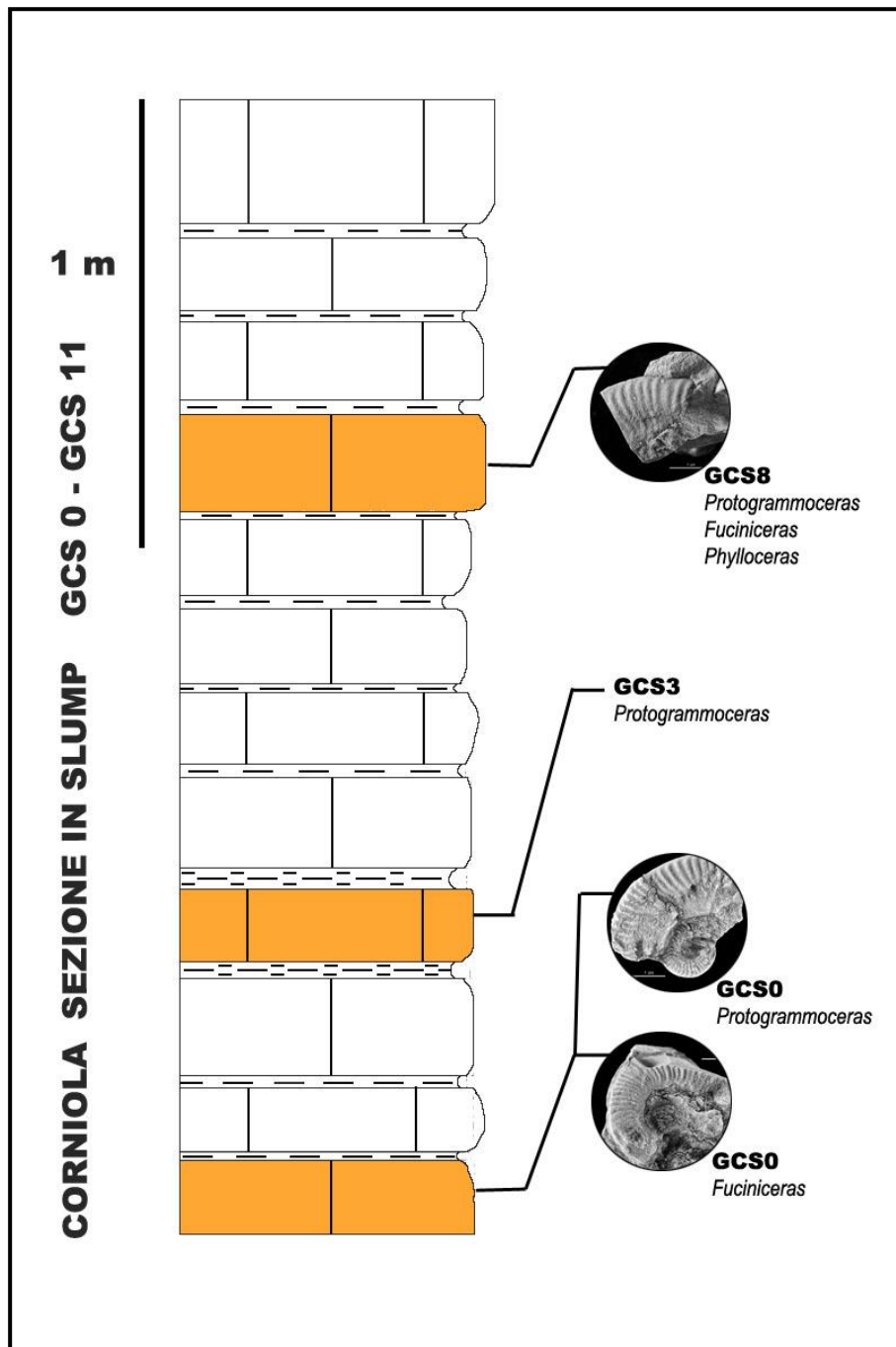


Fig.20 - Sezione stratigrafica GCS0-GCS11.

Come descritto sopra, sono stati riconosciuti tre generi di ammoniti distinti in base alle loro caratteristiche: *Fucinieras*, *Phylloceras* e *Protogrammoceras*. Per il loro riconoscimento è stata di fondamentale aiuto la monografia di Venturi & Ferri (2001) alla quale si rimanda per ulteriori informazioni.

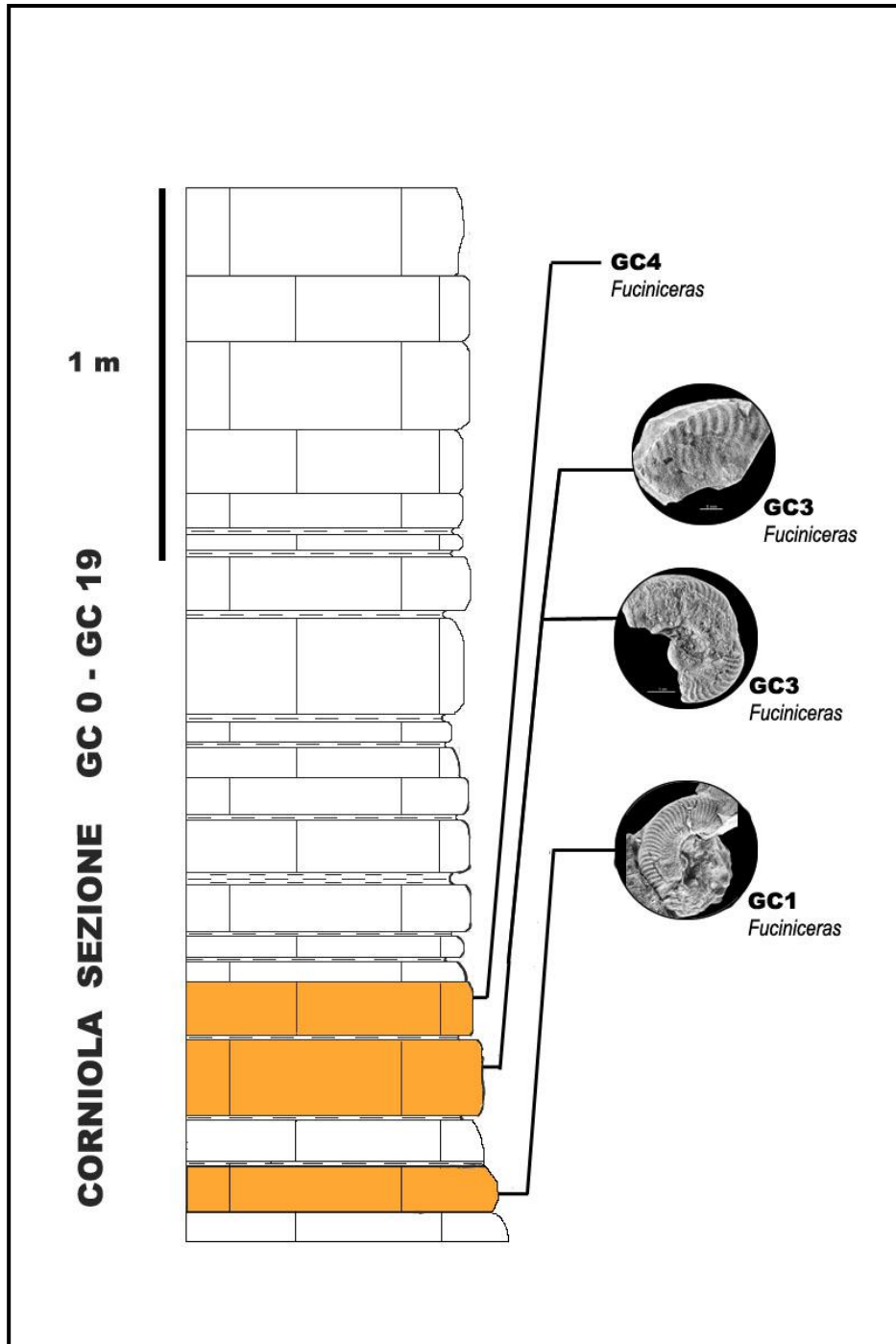


Fig.21 - Sezione stratigrafica GC0-GC19.

Il genere *Fucinieras* risulta dominante in tutti gli strati fossiliferi della successione. Le ammoniti di questo genere sono caratterizzate da un avvolgimento mediamente evoluto, con spira crescente rapidamente in altezza e con grado di

ricoprimento dei giri medio-alto. La sezione ha una forma subtrapezoidale decisamente più alta che larga. L'area ventrale risulta tabulata o comunque arrotondata, munita di una carena più o meno rilevata ai cui lati si possono notare, se presenti, i solchi sifonali. Le coste sono più o meno fitte ed hanno il tipico andamento falcoide.

La distribuzione temporale del genere *Fuciniceras* si estende dal Carixiano superiore al Domeriano inferiore.

Il genere *Phylloceras* è stato trovato esclusivamente negli strati interessanti dallo slump, ma questo genere di ammoniti risulta essere di scarso interesse biostratigrafico. Infatti la sua distribuzione stratigrafica va dal Giurassico inferiore fino al Cretaceo inferiore, senza dubbio un intervallo temporale troppo ampio per la determinazione dell'età della successione in studio.

Le ammoniti del genere *Protogrammoceras* hanno un avvolgimento mediamente evoluto o involuto con spira crescente rapidamente in altezza e con giri a ricoprimento variabile. La sezione si presenta subtriangolare ed è generalmente molto alta. L'area ventrale è carenata, anche se la carena difficilmente si conserva, e generalmente stretta e subacuta.

Le coste hanno un andamento più o meno falcoide ed appaiono fini e fitte talvolta cancellate nella regione ombelicale, inizialmente hanno un andamento rettilineo per poi flettersi dolcemente proiettandosi in modo accentuato a ridosso della carena.

La loro distribuzione stratigrafica va dal Carixiano medio al Toarciano inferiore.

Considerando dunque l'intervallo cronostatigrafico indicato da questi tre generi di ammoniti si può stabilire che la sezione in esame si è deposta tra Carixiano superiore e Domeriano inferiore, ovvero l'intervallo di tempo indicato dalla presenza del genere *Fuciniceras*.

8. ANALISI TAFONOMICA

L'analisi tafonomica, e in particolare lo studio dei rapporti geometrici tra fossili, sedimento inglobante e facies associate, è stata compiuta per individuare aspetti utili all'interpretazione paleoambientale.

Tutti gli strati della successione analizzata presentano più o meno le stesse variazioni di colorazione e di composizione.

Più in dettaglio, essi sono formati da un sedimento prevalentemente carbonatico fine ed omogeneo, indisturbato o scarsamente bioturbato, di colore grigio/nocciola. La parte superficiale degli strati, con uno spessore da pochi millimetri a qualche centimetro, è invece di un colore rosso cupo e ha una composizione più argillosa (*Fig.22*).



Fig.22 - Dettaglio della bioturbazione su un campione di roccia proveniente dallo strato GC2.

La superficie di tetto è generalmente netta ed è seguita da un sottile livello di argille marnose laminate.

Frequentemente la pellicola superficiale degli strati ha un aspetto nodulare, con noduli di colore chiaro, grigio-nocciola, dispersi in una matrice rossastra. I noduli hanno la stessa composizione del sedimento indisturbato (*Fig.23*).



Fig.23 - Superficie di uno strato costituita da noduli grigio-nocciola immersi in matrice rossastra.

Le ammoniti presenti sulla superficie degli strati sono spesso disposte con orientazione piano-parallela. Invece, gli esemplari ritrovati all'interno degli strati hanno frequentemente orientazione obliqua (*Fig.24*).



Fig.24 - Esempio di ammonite disposto verticalmente all'interno dello strato.

Gli elementi appena descritti, che caratterizzano la successione analizzata, possono essere ricondotti all'effetto della bioturbazione e del tasso di sedimentazione. La bioturbazione ha agito sulla superficie di un deposito di fanghi fini prevalentemente carbonatici che costituivano l'originario fondale di un ambiente a tasso di sedimentazione estremamente basso. La parte superficiale, continuamente

rielaborata dai bioturbanti, ha assunto una colorazione scura, in parte per l'aumento di ossigenazione dovuto all'aumento di permeabilità, in parte per l'elevata presenza di materia organica rilasciata dagli organismi bioturbatori.

I noduli rappresentano parti dello strato che non sono state interessate dal fenomeno della bioturbazione, e quindi appaiono sulla superficie di quest'ultimo come delle piccole porzioni isolate che mantengono la composizione ed il colore del sedimento indisturbato.

La disposizione non planare delle ammoniti rispetto alle superfici di strato può anch'essa essere ricondotta all'azione destabilizzante dei bioturbanti che, rimescolando continuamente e lentamente il sedimento, producono cambiamenti dell'originaria orientazione piano-parallela.

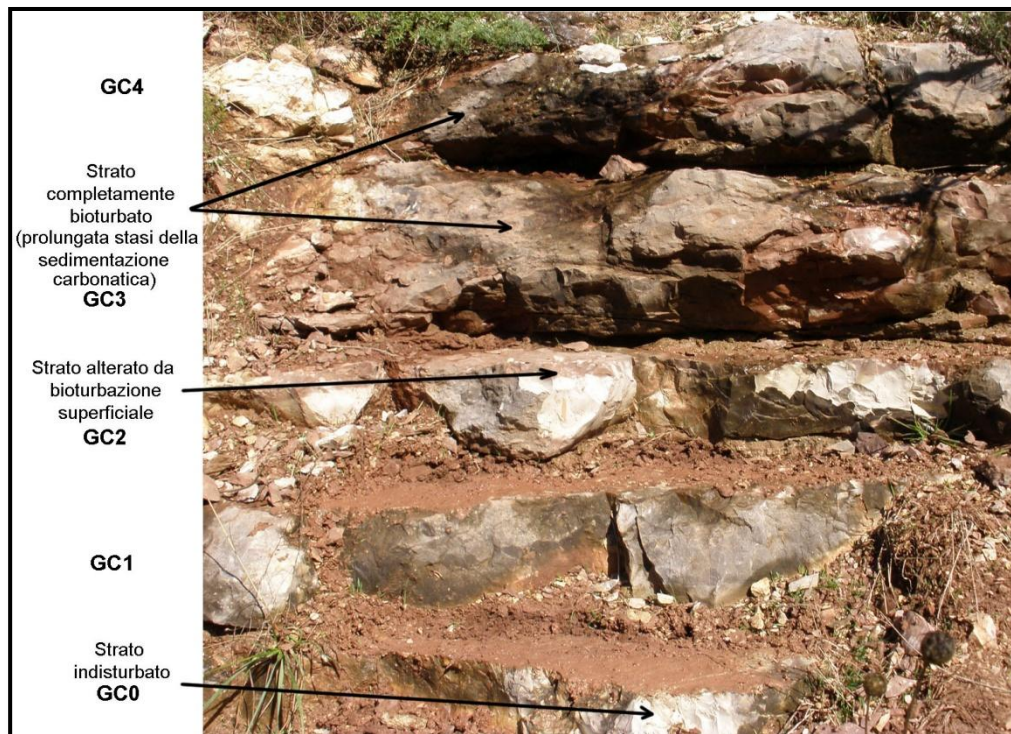


Fig.25 - Successione di strati a diversa intensità della bioturbazione.

Come mostrato nella figura 25 la bioturbazione agisce con intensità diversa a seconda della durata dei periodi di stasi della sedimentazione. Durante questi periodi i bioturbanti elaborano il sedimento in maniera più o meno profonda in relazione alla durata di arresto della sedimentazione carbonatica, mentre continua la deposizione per decantazione del sedimento di natura argillosa, il quale andrà a formare i livelli di argille intercalati tra gli strati della Corniola.

Il processo di bioturbazione viene interrotto successivamente con la ripresa della sedimentazione carbonatica.

9. CONCLUSIONI

La campionatura mirata e la classificazione degli esemplari raccolti sul terreno hanno consentito l'analisi biostratigrafica delle sezioni studiate. Quest'analisi colloca la successione nell'intervallo tra il Carixiano superiore e il Domeriano inferiore (Giurassico inferiore) che rappresenta anche l'intervallo in cui sono avvenuti gli eventi che hanno portato alla formazione degli slump.

L'analisi tafonomica ha dato alcune importanti indicazioni che contribuiscono alla ricostruzione paleoambientale dell'area e a chiarire la natura degli eventi di slumping.

La presenza di bioturbazione indica generalmente un ambiente di sedimentazione a bassa energia con un fondale ossigenato prevalentemente fangoso. Il tasso di sedimentazione era relativamente basso ed il sedimento fine era costituito da carbonati pelagici con bassissimo tenore della componente detritica silicoclastica.

I frequenti arresti della sedimentazione carbonatica hanno favorito l'intensificazione della bioturbazione e l'alterazione dei fanghi preesistenti.

Tutti questi elementi sono caratteristici di un firmground. Un firmground è un fango plastico non completamente consolidato, come mostrano alcune macchie a fiamma rossicce presenti nel sedimento indisturbato. La consistenza plastica del sedimento ha permesso la formazione di un corpo di slump, ovvero la mobilizzazione del sedimento con conservazione della stratificazione originaria. Inoltre la presenza di slumps nella successione indica che questi fanghi si sono depositi su un fondale inclinato quanto basta a permettere la mobilizzazione di fango plastico e contemporaneamente la conservazione della struttura stratificata.

10. RINGRAZIAMENTI

Molte sono le persone che dovrei ringraziare per avermi aiutato a raggiungere questo obiettivo, tantoché queste poche righe non potranno mai descrivere l'intera gratitudine che provo nei loro confronti.

Ringrazio il mio relatore, prof. Stefano Monari, sempre molto disponibile e paziente nell'ascoltarmi e nel ripetermi più e più volte i vari argomenti trattati.

Un ringraziamento particolare va anche ai dott. Roberto Gatto e dott. Luca Giusberti che ci hanno accompagnato durante il campo di rilevamento, i miei colleghi ed amici Federico Baldan e Stefano Visentin con cui ho condiviso questa esperienza, al dott. Lorenzo Franceschin e alla dott. Carlotta Betto per la loro disponibilità e aiuto durante l'attività di laboratorio, e al sig. Stefano Castelli per il lavoro fotografico.

Ringrazio i miei genitori, Armando e Vilma, che mi hanno sempre supportato durante il percorso scolastico, anche nei momenti più difficili. Ringrazio mio fratello Samuel e tutti i miei parenti sempre pronti a darmi una mano nel momento del bisogno.

Ringrazio inoltre tutti i miei coinquilini passati e presenti che hanno portato quell'aria di casa accogliente nella frenetica vita universitaria, tutti gli amici incontrati durante la mia permanenza a Padova con cui ho condiviso nuove esperienze, gli amici della Valle di Non che mi accompagnano praticamente da quando sono nato, gli amici della compagnia di TS che rallegrano le mie serate passate in rete, gli amici incontrati tra i compagni di corso della facoltà con cui ho affrontato questi anni, e tutte quelle persone che contribuiscono, seppur con piccoli gesti, a riempire le mie giornate con momenti di felicità.

11. BIBLIOGRAFIA

Cecca F., Cresta S., Pallini G., Santantonio M. (1990) – Il Giurassico del Monte Nerone (Appennino Marchigiano, Italia Centrale): biostratigrafia, litostratigrafia e evoluzione paleogeografica. Atti II Conv. Int. F.E.A Pergola, 63-139 pp.

Cecca F., Cresta S., Pallini G., Santantonio M. (1987) - Le Lotharingien- Carixien de Gorgo a Cerbara (M.Nerone, Apennin des Marches), un exemple de passage d'un milieu de plate-forme carbonatée à un milieu pélagique. Cahiers Inst. Catho. Lyon, sèr. Sci. , 57-66 pp

Cecca F., Dommergues J.L., Renè M., Pallini G., (1987) – Ammonites mediterraneeennes du Lotharingien de Gorgo a Cerbara (M.Nerone, Apennin des Marches, Italie). Cahiers Inst .Catho. Lyon, sèr. Sci. 67-82 pp

Centamore E., Chiocchini M., Deiana G., Nicarelli A., Pieruccini U. (1971) – Contributo alla conoscenza del giurassico dell'Appennino Umbro-Marchigiano. Studi geologici Camerti, 1, 7-89 pp.

Farinacci A., Mariotti N., Nicosia U., Pallini G., Schiavinotto F. (1981) – Jurassic sediments f Umbro-Marchean Apennines: an alternative model. In Rosso Ammonitico symposium proceedings. Edizioni Tecnoscienza, 335-398 pp., Roma.

Jacobacci A., Centamore E., Chiocchini M., Malferrari N., Martelli G., Micarelli A. (1974) – Note esplicative della Carta Geologica d'Italia, Foglio 290 Cagli, scala 1:50000, Servizio Geologico d'Italia, Roma, 41 pp.

Santantonio M. (1994) – Pelagic Carbonate Platforms in the geological record: their classification, and sedimentary and paleotectonic evolution. AAPG Buletin, 87, 122-141 pp.

Venturi F., Ferri R. (2001) – Ammoniti Liassici dell'Appennino Centrale. 3° Edizione, ampliata e corretta. Tibergraph, Città di Castello, 268 pp.