

MINISTERO DELL'ISTRUZIONE, DELL'UNIVERSITÀ E DELLA RICERCA  
PROGRAMMI DI RICERCA - ANNO 2008

COMPITI E SUDDIVISIONE FONDI TRA LE UNITÀ DI RICERCA  
prot. 2008BEF5Z7

<b>Coordinatore Scientifico</b>	Marco BALINI
<b>Ateneo</b>	Università degli Studi di MILANO
<b>Titolo della Ricerca</b>	Stratigrafia integrata del Triassico superiore: GSSP e sezioni ausiliarie in Italia
<b>Finanziamento assegnato</b>	€ 88.000
<b>Durata</b>	24 Mesi

**Obiettivo della Ricerca  
(come da progetto presentato)**

Il progetto che si propone consiste in indagini multidisciplinari ed integrate di alcune successioni del Triassico superiore depositatesi in diversi contesti geologici delle Alpi Orientali, Appennini settentrionali, centrali e meridionali, della Sicilia occidentale e delle loro correlazioni con la Tetide occidentale ed il Nord America. Questo progetto PRIN comprende il primo studio integrato di Radiolari, Conodonti, Bivalvi pelagici, Ammonoidi e Palinomorfi per il Triassico superiore. Lo studio integrato di questi gruppi è basato su campionamenti strato-per-strato di sezioni stratigrafiche studiate anche con una gamma completa di analisi di facies, stratigrafia sequenziale, ciclostrostratigrafia, magnetostratigrafia, variazione di isotopi stabili e geocronologia. Questo approccio multidisciplinare integrato fornisce eccellenti opportunità per migliorare la conoscenza in diversi settori chiave. Gli scopi principali sono il supporto per la definizione dei Piani Norico e Retico e la ricalibrazione della Scala Tempo (Time Scale) del Triassico superiore. La ricerca in queste due direzioni permette anche un significativo miglioramento della conoscenza in quattro campi aggiuntivi.

I. Presentazione di proposte per la definizione in Italia dei GSSP (Global Stratotype Section and Point) e di sezioni ausiliarie dei piani Norico e Retico. Uno dei due scopi principali del progetto è la presentazione formale di proposte per la definizione dei GSSP dei piani Norico e Retico. Si intendono analizzare alcune sezioni interessanti in termini di completezza, uniformità di facies e contenuto fossilifero, con tutti gli strumenti stratigrafici a disposizione. La sezione candidata per il GSSP del Piano Norico è senza dubbio Pizzo Mondello (Monti Sicani, Sicilia occidentale), che è una delle migliori sezioni al mondo per il limite Carnico/Norico. La sezione candidata per il Piano Retico deve invece essere individuata durante lo svolgimento del progetto. Saranno prese in considerazione Pizzo Mondello e altre sezioni nel bacino di Lagonegro (Basilicata). Le proposte di GSSP non saranno basate esclusivamente su indagini condotte sulle sezioni candidate, ma verranno sostenute e supportate con sezioni ausiliarie e da un quadro stratigrafico integrato da correlazioni intrabacinali e regionali con Sicilia, Appennini ed Alpi meridionali. Questo quadro di correlazioni è assolutamente indispensabile per dimostrare la completezza e significatività delle sezioni candidate per i GSSP.

II. Geocronologia e taratura di Scale Tempo (Time Scales)  
La Scala Tempo del Triassico superiore è poco definita in quanto le datazioni isotopiche sono molto scarse. Un esame delle datazioni più recenti mostra una forte mancanza di omogeneità tra le durate delle Età triassiche. Il Carnico durerebbe 10-12 Ma, il Norico più di 20 Ma ed il Retico non più di 5 Ma. La lunghissima durata del Triassico superiore risulterebbe ancora più clamorosa in confronto con quella del Triassico inferiore (4 Ma) e del Triassico medio (10 Ma). Tuttavia il Triassico inferiore e medio sono definiti per mezzo di un numero piuttosto ampio di datazioni precise, mentre la Scala Tempo del Triassico superiore è tarata solo da una datazione del Carnico superiore e poche datazioni per il Retico superiore. Attualmente per il Norico non è disponibile nessuna datazione accurata. Uno degli scopi scientifici principali di questo progetto è migliorare la conoscenza cronologica del Triassico superiore attraverso l'esecuzione di un numero significativo di datazioni radioisotopiche precise U-Pb su zirconi campionati in un quadro bio- e cronostatigrafico preciso e definito.

III. Miglioramento della conoscenza sui sistemi pelagici durante il Triassico superiore.  
Il Triassico superiore è un momento fondamentale per l'evoluzione del plancton, tuttavia le conoscenze disponibili sui sistemi oceanici sono ancora limitate. Il progetto di ricerca proposto non è finalizzato specificamente alla paleoceanografia/geochimica oceanografica ed alle variazioni climatiche, tuttavia alcune indagini su Conodonti, Radiolari e Bivalvi pelagici forniranno anche informazioni utili in questi campi. Ad esempio la geochimica (18O) dell'apatite biogenica dei Conodonti permette di stimare la paleotemperatura delle acque superficiali e le sue variazioni collegate a variazioni paleoceanografiche/climatiche. Anche i confronti faunistici basati su Radiolari o Bivalvi pelagici (con stadio larvale planctotrofico) possono fornire informazioni utili sulle paleocorrenti oceaniche.

IV. Miglioramento della conoscenza sull'evoluzione delle aree del Mediterraneo centrale e Alpi Meridionali durante il Triassico superiore.  
Sicilia, Appennino meridionale, Dinaridi, Albanidi, Ellenidi e Tauridi furono caratterizzate da una distribuzione molto ampia di facies pelagiche. L'Appennino centrale e settentrionale furono caratterizzati da sviluppo di facies euxiniche e da bacini di acque basse. Anche nelle Alpi meridionali era diffusa una sedimentazione di acque basse, ma condizioni euxiniche erano sviluppate più ad Ovest, mentre verso Est erano sviluppate facies di acque profonde. I modelli paleogeografici e paleogeodinamici in grandi linee spiegano questo tipo di sviluppo di bacini, con una tettonica distensiva collegata con il rifting dell'Atlantico Centrale, e/o con l'apertura da Est verso Ovest di un braccio della Neotetide. Un quadro così complesso di bacini si riflette in sezioni stratigrafiche depositatesi in condizioni bacinali diverse, la cui correlazione facilita il riconoscimento dei bioeventi con significato cronologico rispetto a quelli con significato ambientale. Peraltro le correlazioni bio- cronostatigrafiche correttamente interpretate risultano essere una chiave fondamentale per il confronto tra diversi bacini e le ricostruzioni paleoceanografiche di dettaglio.

V. Miglioramento della conoscenza sugli eventi di estinzione che hanno interessato i biota marini nel Triassico superiore, prima dell'estinzione finale del Triassico.  
Gli studi effettuati negli ultimi 20 anni dimostrano come non esista alla fine del Triassico un unico evento di estinzione di massa, bensì si abbia una successione di eventi di estinzione separati e distinti. La maggior parte degli articoli pubblicati negli ultimi 10 anni si concentrano sull'ultimo di questi eventi, ovvero l'evento di estinzione Triassico/Giurassico, e non prendono in particolare considerazione la storia norico-retica delle estinzioni. I pochi articoli che si occupano di questo intervallo sono basati su campionamenti a risoluzione abbastanza bassa, su solo un gruppo o su pochi gruppi di fossili, e non considerano un approccio multidisciplinare. Le nuove indagini multidisciplinari previste in questo progetto permettono un confronto diretto della distribuzione degli Ammonoidi, Bivalvi pelagici, Conodonti, Radiolari e Palinomorfi basato su sezioni stratigrafiche campionate strato-per-strato. Questo approccio permetterà di individuare e confrontare le radiazioni e le estinzioni nei diversi gruppi studiati, migliorando la comprensione dell'evoluzione dei biota dal Carnico superiore al Retico.

VI. Miglioramento delle conoscenze sull'evoluzione dinamica dei bacini sedimentari e relative piattaforme carbonatiche del Triassico superiore della Sicilia occidentale.  
La disponibilità di dati bio-cronostatigrafici ad alta risoluzione per successioni pelagiche unita a correlazioni fisiche basate sull'analisi di facies permetteranno una migliore datazione della facies neritiche ed un significativo aggiornamento delle correlazioni tra le diverse unità stratigrafiche strutturali della catena siciliana.

## **Stato dell'arte nel campo (come da progetto presentato)**

L'istituzione della "Standard and Global Geologic Time Scale" è lo scopo principale della Commissione Internazionale di Stratigrafia (IUGS). Questo prodotto richiede la definizione delle unità cronostratigrafiche della "Standard Global Chronostratigraphic Scale" (SGCS) e prosegue con l'assegnazione, alle unità, di una durata in termini di milioni di anni. Per il Fanerozoico (e recentemente anche per il Proterozoico), si effettua la definizione formale di un'unità cronostratigrafica della SGCS quando si sceglie un evento specifico (marker event) che si verifica in un livello specifico di una specifica sezione stratigrafica. Il punto della sezione in cui si ritrova l'evento è il GSSP (Global Stratotype Section and Point) dell'unità cronostratigrafica. La sezione ideale per il GSSP è caratterizzata da facies uniformi con abbondante contenuto paleontologico, riscontro di un segnale magnetico primario e possibilità di utilizzare una stratigrafia fisica. Di solito, i GSSP sono definiti in successioni di mare aperto ed i "marker events" sono basati sui fossili.

La definizione di un GSSP è una procedura sviluppata da uno specifico Gruppo di Lavoro organizzato all'interno della Sottocommissione gerarchicamente competente. Il Gruppo di Lavoro è incaricato della ricerca e dello studio di sezioni candidate e pone particolare attenzione al potenziale di correlazione dei possibili eventi individuati.

La definizione di un GSSP è sempre complessa e lunga. In primo luogo, la maggior parte delle unità cronostratigrafiche è stata definita nel XIX secolo come suddivisioni di successioni sedimentarie con un contenuto fossilifero e spesso con limiti definiti in base a cambiamenti litologici. Ciò implica che la ricerca di sezioni continue ed indisturbate contenenti un limite "storico" è difficile "per definizione". Inoltre, lo studio di sezioni contenenti limiti richiede un gruppo multidisciplinare di specialisti e questo gruppo non è facile da comporre soprattutto per tempi e costi. In terzo luogo, talvolta i Gruppi di Lavoro durante la loro attività si possono suddividere in due o più sottogruppi che hanno punti di vista ed approcci diversi. Le discussioni sono quindi focalizzate per anni su due o più candidati GSSP totalmente opposti tanto che nessun candidato può raggiungere la maggioranza del 60% dei voti dei membri del Gruppo di Lavoro, maggioranza necessaria per la scelta di una proposta di GSSP.

Praticamente chiunque può sottoporre una proposta di GSSP al Gruppo di Lavoro, ma la possibilità che il GSSP sia formalmente accettato non dipende solo dalle qualità della successione del GSSP. Questa è solo la prima condizione. La sezione del GSSP deve essere studiata in dettaglio con il maggior numero possibile di strumenti stratigrafici. Inoltre è importantissimo supportare lo studio della sezione candidata per il GSSP con uno studio molto dettagliato su altre sezioni a scala bacinale e regionale per dimostrarne la significatività.

L'istituzione della SGCS del Triassico è lontana dall'essere completa. Il Sistema è suddiviso in 7 Piani, ma solo 3 sono stati formalizzati con un GSSP. L'Induano (base del Triassico Inferiore) è stato definito a Meishan (Cina) nel 2000, il Ladinico (Triassico medio) è stato definito a Bagolino (Italia) nel 2004 e il Carnico (base del Triassico superiore) è stato definito nel 2008 a Prati di Stuares (Italia). Il GSSP dell'Olenekiano è praticamente alla fine della procedura di selezione ed il Gruppo di Lavoro sta votando per la scelta dei candidati anche se la soluzione è difficile perché la discussione all'interno del Gruppo di Lavoro è polarizzata su due opposti candidati (Himalaya e Cina).

Gli studi sull'Anisico, Norico e Retico sono lontani dalla conclusione. Le successioni triassiche affioranti in Italia non possono contribuire alla definizione del piano Anisico. Generalmente in Italia il limite Olenekiano/Anisico è in successioni prive di fossili e con limite litologico discordante. Molto migliore è il potenziale delle successioni italiane per la definizione dei piani Norico e Retico. Le successioni del Triassico superiore sono molto potenti e comuni in Alpi meridionali, Appennini e Sicilia dove sono state deposte in ambienti molto diversificati (acque basse, euxiniche, profonde). Alcune di esse sono storicamente note fin dal secolo XIX come molto ricche in fossili (Bivalvi pelagici, Ammonoidi), come quelle del Lagonegro (Basilicata) e Sicilia Occidentale, descritte da G.G. Gemellaro (1882 e 1904) e De Lorenzo (1896). Il potenziale per la scala cronostratigrafica del Triassico superiore è stato confermato negli ultimi 10 anni da studi sulla sezione di Pizzo Mondello in Sicilia Occidentale (Monti Sicani). Questa sezione, potente 450m ed è diventata un riferimento mondiale per la combinazione di dati di magnetostratigrafia, isotopi stabili e biostratigrafia a Conodonti nell'intervallo Carnico superiore-Retico inferiore.

La sezione di Pizzo Mondello offre l'esposizione più completa e continua fra tutte quelle proposte come sezioni per il limite Carnico/Norico allo studio da parte del Gruppo di Lavoro, pertanto è ritenuta un'ottima candidata per il GSSP. Altre sezioni importanti sono presenti in Slovacchia, Turchia, Austria e Canada. Le sezioni della Turchia ed Austria (Bolöcektasi Tepe, Kavaalari, Kavur Tepe, Mayerling e Scheibkogel) sono caratterizzate da un basso tasso di sedimentazione e probabilmente hanno lacune. Silická Brezová (Slovacchia) non è particolarmente ben affiorante e consiste di sette affioramenti naturali ed artificiali che si sovrappongono solo parzialmente. L'unica sezione che è ben affiorante continua e con un buon contenuto in fossili è quella di Black Bear Ridge in British Columbia (Canada) che appare quindi come l'unica altra candidata significativa. Questa sezione ha dato una ricca fauna a Conodonti calibrata su Halobia, con un segnale chomostatigrafico, ma con pochi Ammonoidi ed è rimagnetizzata. Nonostante ciò, la sezione di Black Bear Ridge è allo studio da parte di un gruppo di specialisti molto competenti, finanziato dal Servizio Geologico Canadese. Inoltre il lavoro su questa sezione stratigrafica beneficia di notevoli conoscenze sulla stratigrafia regionale legate alle attività del Servizio Geologico Canadese e di Compagnie petrolifere.

Le successioni stratigrafiche italiane potrebbero avere un buon potenziale anche per la definizione del GSSP del Piano Retico, ma necessitano di studio. Questo limite è infatti registrato nella successione di Pizzo Mondello come indicato da studi preliminari su magnetostratigrafia e Conodonti, ma è anche documentato a Conodonti e Radiolari in Lagonegro (sezioni Pignola-Abriola, M. Volturino e Sasso di Castalda). Al momento c'è solo una sezione formalmente candidata per il GSSP del Retico a Steinbergkogel nelle Alpi settentrionali (Austria). Questa sezione, ubicata nella regione di Hallstatt, è molto interessante per la presenza di vari gruppi di fossili, per la magnetostratigrafia e le variazioni degli isotopi stabili, però è spessa solo 4m ed è probabilmente condensata, per cui sarebbe necessario avere almeno una sezione ausiliaria.

Si ritiene pertanto che le successioni italiane abbiano un notevole potenziale per la definizione dei GSSP del Norico e Retico, non solo ai fini della candidatura di sezioni per i GSSP, ma anche per proposte di sezioni ausiliarie/di riferimento utili per correlazioni stratigrafiche regionali. Il complesso lavoro necessario può essere ragionevolmente svolto dai proponenti di questa proposta PRIN, grazie alla notevole esperienza maturata in diversi Gruppi di Lavoro della Subcommission on Triassic Stratigraphy. In particolare hanno coordinato e svolto le indagini che hanno alla definizione in Italia dei GSSP per il Ladinico ed il Carnico.

## **Criteri di verificabilità (come da progetto presentato)**

Il progetto fornirà un gran numero di nuovi dati. E' prevista la raccolta di nuove collezioni di fossili, lo studio integrato di sezioni stratigrafiche con tabelle di distribuzione di fossili, scale integrate bio-cronostratigrafiche, magnetostratigrafiche, ciclostratigrafiche e stratigrafico sequenziali, inoltre curve delle variazioni degli isotopi stabili 18O e 13C e datazioni radioisotopiche. Un risultato importante è costituito da correlazioni stratigrafiche a varia scala intra- e interbacinali. E' prevista anche una revisione di parte delle collezioni paleontologiche depositate presso il Museo "G.G. Gemellaro" di Palermo. Le nuove collezioni macropaleontologiche saranno depositate presso il Museo "G.G. Gemellaro", il Museo di Paleontologia dell'Università di Milano e il Museo di Geologia e Paleontologia dell'Università di Padova.

Data l'ampia gamma delle indagini e dei risultati previsti, risultano pure diversificati i criteri di verifica dei risultati di questo Progetto PRIN. Si suggeriscono i seguenti criteri:

- 1) Il contributo di questo PRIN alla discussione sulla cronostratigrafia del Triassico superiore ed alla stesura della Scala Tempo per il Triassico può essere verificata:
  - su Albertiana, che è la rivista della Sottocommissione di Stratigrafia del Triassico ed esce due volte l'anno. Questa rivista riporta gli atti degli incontri ufficiali della STS e dei relativi IGCP, nonché lavori nuovi, discussioni su argomenti di pertinenza della STS ed informazioni sulle nuove riunioni. Ogni singolo volume di Albertiana è disponibile senza costi come file PDF sul sito web: <http://www.bio.uu.nl/~paleo/Albertiana/Albertiana01.htm>
  - verificando i rapporti annuali della STS, che sono inclusi nel rapporto annuale della International Commission on Stratigraphy. Questi rapporti annuali vengono presentati ogni anno in Novembre-Dicembre, e sono disponibili in PDF nel sito della ICS: <http://www.stratigraphy.org/>.
- 2) I risultati finali del progetto saranno presentati ad almeno due convegni internazionali e nazionali:
  - al Workshop Internazionale sulla cronostratigrafia e Scala Tempo del Triassico superiore, che si terrà a Palermo nel secondo anno di questo progetto,
  - a FIST Geitalia 2011. Verrà proposta una sessione ad hoc, che sarà importante per una discussione dei risultati aperta alla partecipazione di tutti gli specialisti italiani, quindi per verificare i confronti a scala regionale,
  - sono previste presentazioni ad altri convegni internazionali dell'EGU, della IAS, della STS ed ICOS.
- 3) I risultati finali verranno pubblicati su riviste internazionali con impact factor. Le riviste che meglio possono accogliere per la stampa articoli basati sui temi trattati nel presente PRIN sono ad esempio Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology, Geology, Newsletter on Stratigraphy, Facies, Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, Episodes.
- 4) Scelta della/e sezione/i candidata/e per il/i GSSP. La procedura della scelta richiede un voto del Gruppo di Lavoro, quindi in ordine gerarchico crescente, dai membri votanti della STS, da quelli della ICS ed alla fine, la ratificazione dall'IUGS nel primo Congresso Geologico Internazionale. Se verrà realizzato l'obiettivo fondamentale del progetto, il GSSP del Piano Norico verrà definito a Pizzo Mondello e la decisione sarà ratificata al 34° Congresso Geologico Internazionale di Sidney nel 2012. Dopo la ratifica, il nuovo GSSP verrà presentato su EPISODES, la rivista ufficiale dell'IUGS.

## Elenco delle Unità di Ricerca

**Sede dell'Unità** Università degli Studi di MILANO

**Responsabile Scientifico** Marco BALINI

**Finanziamento assegnato** Â EuroÂ 17.600

## Compito dell'Unità (come da progetto presentato)

Si propone lo studio bio-cronostratigrafico integrato della successione Carnico-Retico di Pizzo Mondello (Bacino Sicano) sulla base di Conodonti, Bivalvi pelagici e Ammonoidi. Lo studio comprende anche un nuovo campionamento magnetostratigrafico degli intervalli dei limiti Carnico/Norico e Norico/Retico e sarà integrato con analisi di facies, chemostratigrafia, bio- cronostratigrafia a Radiolari e Palinomorfi e datazioni radioisotopiche di livelli tuffitici, effettuati dalle altre unità di ricerca. Le indagini sono concentrate su entrambi gli intervalli dei limiti C/N e N/R, ma il programma di lavoro sarà diverso in quanto per il limite C/N sono già disponibili campionamenti per Ammonoidi, Bivalvi e Conodonti, mentre per il limite N/R è stato fatto solo un campionamento preliminare per Conodonti. Il limite C/N sarà studiato anche in una seconda sezione scelta in collaborazione con l'unità locale di Palermo probabilmente tra M.Triona o M.Cammarata.

### Sezioni e campionamento

La maggior parte della ricerca sarà focalizzata su Pizzo Mondello (Monti Sicani). La sezione sarà campionata strato-per-strato da tutti i ricercatori coinvolti nella presente proposta. Verrà posta particolare attenzione alla taratura precisa della posizione relativa di tutti i campioni, in quanto tutti i dati di Ammonoidi, Bivalvi pelagici, Conodonti, Palinomorfi, magnetostratigrafia e isotopi stabili dovranno venire integrati in una sola tabella di distribuzione ad alta risoluzione. Questo schema sintetico costituirà la base per la scelta del marker event e degli additional marker events e per verificare la loro possibilità di correlazione. A Pizzo Mondello saranno studiati sia il limite Carnico/Norico che Norico/Retico.

L'intervallo del limite Carnico/Norico è ubicato nei 200 m inferiori dei "Calcari con selce" e gli studi biostratigrafici sono già in corso. Dopo i lavori iniziali di Muttoni et al. (2001, 2004), nel 2007 e 2008 sono stati effettuati nuovi campionamenti biostratigrafici (Guaiumi et al. 2007; Nicora et al. 2007; Balini et al. 2008; Levera & McRoberts 2008; Mazza & Rigo 2008).

Il limite Norico/Retico è presente nella Formazione di Portella Gebbia, sovrastante ai "Calcari con selce", dove sono stati ritrovati Conodonti retici (Gullo 1996) e dove recentemente è stato ritrovato un Ammonoide appartenente a Gnomohalorites, indice del Norico superiore. I dati relativi a questo intervallo sono molto pochi ed è necessario campionare in dettaglio per tutti i gruppi paleontologici (Ammonoidi, Bivalvi, Conodonti e Radiolari). Questo campionamento nella porzione Norico medio-Retico della sezione richiederà lo scavo di 6-7 trincee in quanto alcune parti dei "Calcari con selce" sono coperte da vegetazione. Gli scavi delle trincee saranno effettuati dalle guardie forestali del Comune di Bivona ed il costo sarà coperto con i fondi di questo progetto PRIN.

Per quello che riguarda il limite Carnico/Norico, la ricerca includerà lo studio di un'altra sezione ubicata nei Monti Sicani, per verificare la possibilità di correlazione dei più importanti eventi riscontrati a Pizzo Mondello a scala di bacino. La sezione verrà selezionata dall'unità di Palermo tra le migliori descritte in letteratura, ovvero M.Triona e M.Cammarata. A M.Triona c'è una ottima esposizione dei "Calcari con selce", mentre a M.Cammarata la successione è un pò disturbata tettonicamente. Il ritrovamento nel Bacino Sicano di una seconda sezione in cui sia presente il limite Norico/Retico è più difficile e sarà compito dell'unità di Palermo. Per questo intervallo i dati di Pizzo Mondello saranno confrontati e correlati con i nuovi dati provenienti sia dall'Appennino Centrale e Meridionale che delle Alpi Meridionali, forniti dalle Unità di ricerca di Padova, Ferrara e Perugia.

L'Unità di Milano parteciperà anche alle ricerche che verranno effettuate dal New Mexico Museum of Natural History nelle Montagne Shoshone (Nevada centrale), che sono considerate la località migliore nel Nord America per lo studio dell'intervallo del limite Carnico/Norico.

### Ammonoidi

Lo studio degli Ammonoidi a Pizzo Mondello ed in altre sezioni è fondamentale per la proposta formale di GSSP. Gli Ammonoidi sono lo strumento con il maggiore potere di risoluzione bio- cronostratigrafica nel Triassico e sono usati come riferimento per la taratura degli altri gruppi, anche se spesso si ricorre ai Conodonti per la scelta dei marker events dei GSSP.

Nel Bacino Sicano il record di Ammonoidi per l'intervallo del limite Carnico/Norico è molto importante. Gemmellaro (1904) descrisse dai "Calcari con selce" di varie località della Sicilia occidentale una grossa collezione di circa 800 Ammonoidi, attribuiti a 250 specie, corrispondenti all'intervallo Carnico superiore-Norico inferiore. Dopo Gemmellaro non sono più stati descritti Ammonoidi dai "Calcari con selce" della Scilia, tuttavia nel 2007-2008 sono stati raccolti alcuni esemplari nei primi 80 metri dell'intervallo. Tra questi esemplari spiccano *Discotropites plinii*, *Gonionotites maurolicoi*, ed un esemplare di *Dimorphites*, raccolto in detrito. Dato che *D. plinii* è indice della penultima zona del Carnico e *Dimorphites* è esclusivo della prima zona del Norico, questi rinvenimenti dimostrano la possibilità di riconoscere anche con gli Ammonoidi il limite Carnico/Norico a Pizzo Mondello. Ulteriori studi sono indispensabili per documentare le zone successive alla Zona a *D. plinii*, vale a dire le zone a *G. italicus* e a *Guembelites jandianus*. E' particolarmente importante ritrovare in posto il livello a *Dimorphites*, per poter documentare il Norico basale. Gli ultimi 100 m dell'intervallo del limite C/N verranno campionati strato-per-strato con questo scopo.

Nonostante in letteratura non siano mai stati riportati in Sicilia Ammonoidi del Norico sommitale, questi sono presenti a Pizzo Mondello. Nel 2007 un *Gnomohalorites* è stato ritrovato nella Formazione di Portella Gebbia. E' assolutamente necessario un nuovo campionamento, da cui dipenderà in gran parte la possibilità di una proposta di un GSSP per il Retico a Pizzo Mondello.

### Bivalvi pelagici

Halobiidi e Monotiidi sono particolarmente importanti per la biostratigrafia e le correlazioni del Triassico superiore. Le Halobie sono già conosciute nel Bacino Sicano, mentre la fauna a Monotiidi, particolarmente importante per l'intervallo Norico superiore-Retico, non è mai stata ritrovata in questa area.

La prima descrizione di Halobie in Sicilia è stata effettuata da Gemmellaro (1882) che descrisse 12 specie di Halobie. Negli ultimi 20 anni, sono stati pubblicati diversi lavori sulla sistematica e biostratigrafia ad Halobie del Bacino Sicano (Montanari & Renda 1976; Cafiero & De Capoa Bonardi 1982; De Capoa Bonardi 1984). Questi dati però non possono essere usati a supporto della bio-cronostratigrafia ad Halobie a Pizzo Mondello per i seguenti problemi:

- 1) In letteratura la distribuzione stratigrafica di alcune specie di Halobie non è coerente, probabilmente per problemi di tassonomia;
- 2) la biostratigrafia ad Halobie nel Bacino Sicano è stata definita al M. Triona e al M. Cammarata e non a Pizzo Mondello;
- 3) attualmente la successione di Pizzo Mondello non è correlata strato-per-strato con le altre sezioni del Bacino Sicano;
- 4) la biostratigrafia ad Halobie presentata venti anni fa, è stata tarata con i Conodonti, ma da allora la tassonomia dei Conodonti è molto cambiata.

Nel 2007 e 2008 sono stati effettuati campionamenti strato-per-strato per Halobie dell'intervallo del limite C/N (Nicora et al. 2007; Balini et al. 2008; Levera & McRoberts 2008). Questi dimostrano che il record a Pizzo Mondello è molto buono e che le Halobie possono essere utili anche per la definizione di questo limite. Sono state identificate 9 specie di Halobie, fra queste 5 hanno una distribuzione dal Carnico superiore al Norico inferiore (*H. carnica*, *H. lenticularis*, *H. superba*, *H. simplex* and *H. radiata*) e 4 sono limitate al Norico inferiore (*H. austriaca*, *H. areata*, *H. styriaca* e *H. mediterranea*). Lo studio sistematico della nuova collezione è parte fondamentale di questo progetto. Una proposta di GSSP che sia sostenuta anche con le Halobie, richiede una revisione sistematica delle specie riconosciute. La revisione è fondamentale per definire in modo preciso la variabilità delle specie e quindi la posizione delle loro FO e LO, che sono il primo passo per la calibrazione e correlazione dei bioeventi. La revisione richiede il confronto diretto con collezioni storiche molto importanti conservate a Palermo (Gemmellaro), Vienna (Austria: Mojsisovics e Kittl), Nord America (Smithsonian, Washington: Hyatt e Smith), Napoli (De Capoa) e più recenti a New York (McRoberts) e Vienna (Krystyn). Questo progetto comprende anche lo studio a Bivalvi di una seconda sezione (M. Triona o M. Cammarata), in collaborazione con l'unità di Palermo, e lo studio dell'intervallo del limite N/R. A M.Triona/M.Cammarata ci si aspetta una successione di Halobie simile a Pizzo Mondello. L'eventuale rinvenimento di Monotiidi intorno al limite N/R sarebbe di grande interesse.

### Conodonti

I Conodonti sono uno degli strumenti più importanti per la definizione sia del limite C/N che del limite N/R. La sezione di Pizzo Mondello, è stata in passato campionata in diversi momenti da diversi specialisti (Gullo 1996; Muttoni et al., 2001; Krystyn et al., 2002; Guaiumi et al., 2007; Nicora et al., 2007). Nel 2007-2008 è stata effettuata da questo gruppo di lavoro una campionatura di dettaglio nell'intervallo del limite C/N e nella F. di Portella Gebbia, ove è stato trovato un esemplare di *Gnomohalorites*, Ammonoide indicativo del Norico superiore, ed in cui Gullo (1996) descrisse Conodonti del Retico. Il numero di Conodonti per campione è generalmente alto ed il CAI (Color Alteration Index) è di 1-1.5.

Limite Carnico/Norico. Il Working Group che si occupa del limite Carnico/Norico non ha ancora stabilito quale sia il marker event per il limite, ma fondamentale

il dibattito è focalizzato sui Conodonti (Muttoni et al. 2001; 2004; Channel et al. 2003; Krystyn & Gallet 2002; Kozur 2007; Orchard 2007a, b). Per questo motivo abbiamo cercato di individuare tutti gli eventi a Conodonti potenzialmente utili per la scelta del marker event del GSSP (Nicora et al. 2007; Balini et al. 2008; Mazza & Rigo 2008).

Vari eventi a Conodonti sono stati proposti per la base del Norico, ma spesso vi sono problemi di tassonomia nel riconoscimento delle specie da parte dei vari autori e mancano correlazioni altri gruppi fossili. In base ai dati preliminari sui Conodonti di Pizzo Mondello, tarati sui ritrovamenti ad Ammonoidi ed Halobie, la maggior parte delle distribuzioni stratigrafiche delle specie di Conodonti sono coerenti con quanto proposto in letteratura per la Tetide, ma non coincidono bene con il Nord America. Per questi motivi, è in via di definizione una revisione sistematica delle specie di Conodonti, con un nuovo schema filogenetico (Mazza & Rigo 2008). In base ai dati preliminari, tarati con Ammonoidi a Halobiidi, la distribuzione della maggior parte delle specie di Conodonti è coerente con la letteratura sulla Tetide, ma non è ben coincidente con il Nord America. Due eventi a Conodonti sono stati proposti per la base del Norico: 1) il FAD di Epigondolella quadrata al livello FNP88A; e 2) il FAD di Metapolygnathus communis nel campione NA35.

Scopo del progetto è la verifica della taratura dei bioeventi a Conodonti con gli altri bioeventi ad Ammonoidi, Bivalvi e Radiolari, mediante un ulteriore campionamento di intervalli specifici, e la soluzione del problema di correlazione con il Nord America.

Limite Norico/Retico. Il Working Group sul limite N/R ha proposto il FAD di Misikella posthersteini la base del Retico (Gallet et al. 2007; Krystyn et al. 2002a,b). Al momento è stato effettuato un campionamento nella F. di Portella Gebbia, ma non è stata rinvenuta M. posthersteini. E' indispensabile campionare nuovamente la successione.

Le relazioni tra i diversi gruppi fossili (Ammonoidi, Bivalvi pelagici, Conodonti e Radiolari) verranno discusse con tutte le unità del PRIN. In particolare le faune a Conodonti del limite C/N di Pizzo Mondello verranno confrontate con le faune del bacino di Lagonegro studiate dall'Unità di Padova. Confronti con la fauna a Conodonti nordamericane verranno esaminate insieme a M.J. Orchard (GSC Vancouver) alla fine del primo anno.

#### Magnetostratigrafia

La magnetostratigrafia dei "Calcarei con selce" di Pizzo Mondello è stata pubblicata da Muttoni et al. (2001; 2004), ma l'intervallo del limite Carnico/Norico (magnetozone PM3n-PM6r) sarà ricampionato in grande dettaglio. La spaziatura tra i campioni verrà ridotta dagli attuali 1-2 m a 30-50 cm. La parte superiore dei "Calcarei con selce" con il limite N/R, sarà campionata dopo lo scavo delle trincee.

#### Bio- cronostratigrafia integrata

La distribuzione di Ammonoidi, Bivalvi pelagici e Conodonti ottenuti dall'Unità di Milano saranno tarati con la magnetostratigrafia. L'Unità di Padova fornirà l'analisi di facies, la chemostratigrafia e, se possibile, i Palinomorfi. L'Unità di Perugia fornirà la biostratigrafia a Radiolari, mentre l'Unità di Ferrara produrrà le datazioni radioisotopiche delle tuffi del Norico inferiore. Tutti questi dati integrati permetteranno di identificare i più importanti cambiamenti biologici e i più importanti bioeventi utili per selezionare gli eventi marker per la base del Norico e possibilmente per la base del Retico. Probabilmente i due bioeventi saranno scelti nel gruppo dei Conodonti. La magnetostratigrafia e le curve isotopiche forniranno additional marker events o proxies per gli intervalli dei limiti.

Le correlazioni multistratigrafiche di Pizzo Mondello con Sicilia occidentale, Lagonegro e Alpi meridionali saranno discusse con tutte le altre unità di questo PRIN.

#### Competenze

L'Unità di Milano fornirà competenze su tassonomia e biostratigrafia ad Ammonoidi, Bivalvi pelagici e Conodonti. Gli Ammonoidi saranno studiati da M. Balini e M. Levera. I Bivalvi pelagici da M. Levera in collaborazione con C. McRoberts (SUNY Cortland). A. Nicora e M. Mazza studieranno i Conodonti in stretta collaborazione con M. Rigo (Padova) e M.J. Orchard (GSC Vancouver). Le analisi magnetostratigrafiche saranno effettuate presso il laboratorio ALP di Peveragno (CN) con la supervisione di G. Muttoni (Milano). F.S. Aghib (CNR IDPA Milano) studierà gli effetti della diagenesi sulla conservazione delle Halobie.

#### Programma

Il primo anno sarà dedicato al campionamento. La maggior parte del lavoro verrà svolta a Pizzo Mondello sul limite N/R. Il limite C/N verrà studiato nella sezione di riferimento selezionata dall'unità di Palermo. In questa sezione il campionamento sarà focalizzato su Halobie e Conodonti e, se possibile, sugli Ammonoidi. Se i risultati su Bivalvi ed i Conodonti saranno validi, la sezione sarà campionata anche per magnetostratigrafia. Le correlazioni tra Pizzo Mondello e la seconda sezione saranno verificate utilizzando anche i livelli tuffiti. Durante il primo anno alcuni ricercatori dell'Unità di Milano parteciperanno al campionamento organizzato nei Monti Shoshone (Nevada) dal New Mexico Museum. Alla fine del primo anno la correlabilità dei bioeventi a Conodonti e Bivalvi del limite C/N saranno discussi da M. Levera e M. Mazza con C. McRoberts (Cortland) e M. Orchard (GSC, Vancouver).

Il secondo anno sarà dedicato all'analisi dei dati raccolti sul terreno, alla discussione dei risultati delle Unità di ricerca afferenti a questo PRIN e alla organizzazione di un workshop internazionale a Palermo sulla cronostratigrafia del Triassico superiore. Questo evento comprenderà un'escursione alla sezione di Pizzo Mondello. La correlabilità dei bioeventi del limite N/R saranno discussi alla fine del secondo anno.

---

#### Sede dell'Unità

Università degli Studi di PALERMO (CESSATO DAL SERVIZIO)

#### Responsabile Scientifico

Pietro DI STEFANO

#### Finanziamento assegnato

€ Euro 15.600

### Compito dell'Unità (come da progetto presentato)

Il gruppo proponente si pone come obiettivo, grazie all'acquisizione di dati bio-cronostratigrafici di alta risoluzione, di stabilire correlazioni fra successioni affioranti in unità tettoniche diverse della catena siciliana e, grazie all'analisi delle sequenze ed associazioni di facies ed al controllo strutturale, di studiare l'evoluzione dinamica dei bacini sedimentari di questo settore tetideo ed i loro rapporti pre-deformativi. La collaborazione con le altre unità operative permetterà inoltre di valutare l'estensione regionale e/o globale dei geoeventi che hanno controllato le variazioni di facies registrate dalle successioni studiate.

I proponenti intendono cooperare in stretta collaborazione con le altre unità operative al fine di pervenire, in una prima fase, all'acquisizione di un dataset bio-cronostratigrafico e sedimentologico (in particolare sequenze ed associazioni di facies), su sezioni selezionate sia di mare profondo che neritiche del Triassico Superiore, mettendo a disposizione la conoscenza regionale delle successioni siciliane, competenze sull'analisi delle facies carbonatiche e biostratigrafiche sulle associazioni bentoniche neritiche e ad ammoniti. In tal senso di particolare interesse è la temporizzazione delle variazioni osservate, in termini composizionali, fra successioni del Norico e del Retico sia neritiche che di mare profondo. In quest'ultime le difficoltà finora incontrate sono quelle del reperimento di sezioni continue, a causa dell'intensa frammentazione tettonica. Successivamente, l'articolazione del programma di ricerca prevede l'integrazione dei nuovi dati con quelli già disponibili sia da poter effettuare, grazie a correlazioni attendibili sia alla scala del bacino sedimentario che a scale più ampie, la ricostruzione dell'evoluzione dei bacini sedimentari e la valutazione dei rapporti paleogeografici fra i diversi paleodomini del Triassico Superiore della Sicilia, oggi frammentati nella catena Maghrebide. Risulta inoltre basilare per la ricostruzione dell'evoluzione dei vari compartimenti paleogeografici, l'acquisizione di dati sulla subsidenza. Grazie ai dati ricavati, attraverso le procedure della geohistory analysis, si intende pervenire alla modellizzazione dell'evoluzione dei bacini sedimentari, ottenuta con specifici software. Come già mostrato nei risultati del precedente PRIN, è stato ricavato un possibile modello geodinamico per l'area centro Mediterranea durante il Mesozoico, dalla storia della subsidenza delle Piattaforme Carbonatiche siciliane (Zarcone & Di Stefano, 2008). Obiettivo di questa unità, sarà quello di verificare l'evoluzione della subsidenza delle aree bacinali, ponendole a confronto con le aree di piattaforma e con i differenti contesti geodinamici e paleogeografici proposti (Catalano et al., 2001, Stampfli & Borel, 2002; Rosenbaum et al. 2004; Finetti Ed., 2005, Turco et al., 2007). Nel quadro della paleogeografia Triassica, appare infatti molto importante la caratterizzazione dei domini bacinali interpretati come bacini ereditati da rift di età permiana o come bacini di neoformazione.

Operando in zone di catena intensamente deformate, è indispensabile la valutazione dei rapporti strutturali fra le diverse unità tettoniche affioranti, sia da poter pervenire a valide ricostruzioni dei rapporti predeformativi fra le successioni studiate. In tal senso il gruppo proponente comprende ricercatori che da anni si occupano dell'assetto strutturale della catena siciliana (Nigro & Renda, 1999, 2001, 2002a, 2002b) e che hanno proposto modelli di strutturazione del thrust e fold belt siciliano che risultano compatibili con i dati stratigrafici più aggiornati (si veda Cacciatore & Di Stefano, 2008; Di Stefano et al., 2008).

Gli obiettivi principali delle ricerche che ci si propone di svolgere sono raggiungibili mediante una serie di tappe che, a grandi linee, possono essere così schematizzate:

attività sul terreno:

- a) Rilevamento geologico e studio dettagliato di sezioni stratigrafiche (misurazione, campionatura, analisi fisico-stratigrafiche, analisi sedimentologiche, analisi biostratigrafiche) in aree della Sicilia occidentale ritenute significative per gli obiettivi proposti. In particolare:
  - Per la Piattaforma Panormide si intendono studiare sezioni nei Monti di San Vito Lo Capo ed effettuare correlazioni con le sezioni già studiate nell'ambito di precedenti PRIN nei Monti di Palermo e nelle Madonie.
  - Per il Bacino Imerese, si intendono studiare alcune sezioni nei Monti di Trabia e nei Monti di Palermo.
  - Per il Bacino Sicano le sezioni individuate sono, oltre a quella di Pizzo Mondello, Monte Triona e Monte Cammarata (su queste sezioni l'attività di terreno verrà svolta in stretta cooperazione con le altre unità impegnate nel progetto). Si intende anche coinvolgere le unità collaboranti nella definizione biostratigrafica e correlazione di sezioni già precedentemente campionate in settori più prossimali del bacino sicano quali Campofiorito e Monte Lucerto).
  - Le attività di terreno comporteranno anche verifiche e controlli specifici su sezioni precedentemente studiate nel settore di Sciacca.
- b) Analisi comparative e correlazione di successioni affioranti nelle differenti unità strutturali;
- c) Acquisizione di dati strutturali e paleostrutturali per l'interpretazione dei rapporti pre-deformativi fra le diverse successioni;
- d) Preparazione dei campioni in laboratorio (sezioni sottili, tagli lucidati, peels);
- e) Restituzione su log delle successioni studiate, spessori e geometrie stratali, sequenze di facies);
- f) Analisi biostratigrafiche ad ammoniti (successioni pelagiche triassiche) e a foraminiferi bentonici ed alghe (successioni neritiche del Triassico Superiore);
- g) Integrazione dei dati stratigrafici e strutturali;
- h) Definizione dei principali eventi deposizionali e analisi della subsidenza;
- i) Elaborazione e sintesi dei dati prodotti dall'unità operativa;
- l) Elaborazione del modello di evoluzione dei bacini studiati nel quadro geodinamico e paleogeografico.
- m) Discussione e confronti con tutte le unità di ricerca afferenti al programma per la correlazione dei diversi bacini studiati e la sintesi dei nuovi dati nel quadro della stratigrafia del Triassico Superiore.
- n) Organizzazione di un workshop internazionale sulla stratigrafia del Triassico

Competenze dell'unità proponente

L'unità di ricerca mette a disposizione del progetto le seguenti competenze:

- 1) Approfondita conoscenza della geologia regionale e della paleogeografia dell'area centro-mediterranea;
- 2) Competenze nel campo della geologia strutturale e della geodinamica dell'area centro-mediterranea;
- 3) Conoscenza dei modelli di facies dei sistemi piattaforma-bacino del Triassico Superiore sia neritici che pelagici;
- 4) Analisi delle microfaccies dei carbonati tardo paleozoici e mesozoici;
- 5) studi sulla diagenesi dei carbonati;
- 6) Biostratigrafia ad ammonoidi;
- 7) Analisi di bacino con modellizzazione tramite software.

**Sede dell'Unità**

Università degli Studi di FERRARA

**Responsabile Scientifico**

Piero GIANOLLA

**Finanziamento assegnato**

Â EuroÂ 15.900

## **Compito dell'Unità (come da progetto presentato)**

Il gruppo di lavoro di Ferrara ha una lunga esperienza di ricerca sul Triassico, in particolare nel Sudalpino orientale e soprattutto nelle Dolomiti e nell'Appennino meridionale. Il gruppo ha inoltre acquisito una buona conoscenza delle sequenze triassiche affioranti in Austria, Slovenia, Ungheria e Germania. Negli ultimi anni, in collaborazione con ricercatori di altre Università, ha sviluppato ricerche sulla stratigrafia del margine occidentale della Tetide triassica, indagando il contesto stratigrafico sequenziale, paleogeografico e paleoclimatico di piattaforme carbonatiche e bacini adiacenti. Particolare attenzione è stata dedicata agli aspetti cronostratigrafici legati alla revisione della Scala dei Tempi geologici del Triassico ed alla definizione di GSSP, come quello del limite Anisico-Ladinico e Ladinico-Carnico [25, 26, 27]. Durante queste ricerche, sono state individuate aree ed affioramenti ove è possibile indagare congiuntamente l'architettura deposizionale dei corpi sedimentari e la loro taratura biostratigrafica e geocronometrica.

### **STRATIGRAFIA SEQUENZIALE E FISICA**

Il riconoscimento dell'architettura stratigrafico-sequenziale è facilitato dal riconoscimento delle geometrie dei corpi sedimentari e dalla ricostruzione degli spostamenti della linea di costa. Le Dolomiti italiane, le Alpi Giulie e le Alpi Calcaree Settentrionali permettono queste ricostruzioni, nell'intervallo stratigrafico Julico-Tuvalico, fornendo anche una soddisfacente taratura bio-crono-stratigrafica. La frammentarietà delle informazioni stratigrafiche e cronologiche oggi disponibili per larga parte del Triassico Superiore può invece essere mitigata dallo studio dei sistemi di margine delle piattaforme norico/retiche (Dolomia Principale/Dachstein Kalk) e dalla ricostruzione dell'esportazione di carbonati in vicine successioni bacinali. Sulla base delle conoscenze pregresse, sono state qui selezionate alcune aree chiave, in parte coincidenti con sezioni candidate ad ospitare i GSSP, o ad esse ben correlabili. L'intervallo Carnico Superiore-Retico è ben rappresentato in unità della Sicilia, del Lagonegrese, del Dachsteingebirge austriaco e delle Alpi Giulie. Queste ultime presentano le migliori condizioni per riconoscere le geometrie deposizionali e l'assetto stratigrafico sequenziale, dato che registrano più fasi d'indentazione fra corpi di piattaforma carbonatica e di bacino. Sulla base di questa selezione, si propone pertanto di indagare la stratigrafia di dettaglio di sezioni affioranti in varie aree, di cui sono già state controllate le condizioni di affioramento e l'effettiva disponibilità allo studio. Lo studio di queste successioni includerà, in funzione delle litologie in esame, l'analisi di facies e microfaccies, il campionamento per analisi sugli isotopi stabili del carbonio e dell'ossigeno, la caratterizzazione del rapporto Mg/Ca dei carbonati, la petrografia delle arenite terrigene e vulcanogeniche. In particolare, ci si propone di indagare le seguenti aree:

- a) Privat, Portella (Törl), Passo di Sompdogna; Alpi Giulie, Tuvalico-Laciano [11;12;13;14];
- b) Area di Kamnik-Savinja [15; 16], Triglav e valli della Vrta e di Kot; Alpi Giulie, Tuvalico-Sevatico [24];
- c) Sezione di Frauenkogel nella zona di Hahnkogel [17; 18; 19, 20], ove è documentata una successione bacinale che copre buona parte del Triassico Superiore; Karawanken meridionali, intervallo Carnico-Hettangiano;
- d) Sezioni della Formazione Mufara, Monte Mufara e Monte Triona (Sicilia occidentale); Carnico Norico

Le sezioni ai punti a e b saranno indagate in sinergia operativa con l'unità di Padova, quelle slovene in collaborazione con ricercatori del Servizio Geologico Sloveno (Geoloski zavod Slovenije), con cui sono già stati stretti contatti operativi. Lo studio delle sezioni siciliane vedranno l'apporto determinante dell'unità di Palermo in sinergia con le unità padovana e milanese.

Lo studio stratigrafico includerà, in funzione delle litologie in esame, l'analisi di facies e microfaccies, il campionamento per analisi sugli isotopi stabili del Carbonio e dell'Ossigeno, lo studio del contenuto in carbonio organico e inorganico, la caratterizzazione del contenuto in Mg e Ca dei carbonati, la petrografia delle arenite terrigene e vulcano geniche.

### **GEOCRONOMETRIA E CRONOSTRATIGRAFIA**

Per migliorare la definizione del contesto cronostratigrafico, l'unità di Ferrara ha allo studio numerosi orizzonti stratigrafici potenzialmente databili in Dolomiti (Ladinico superiore-Carnico inferiore), nel Lagonegrese (Carnico superiore-Norico superiore; Hettangiano inferiore-Sinemuriano basale) ed in Sicilia (Carnico superiore-Norico superiore). Lo studio stratigrafico di questi orizzonti è ancora ad uno stadio preliminare e richiederà una stretta sinergia operativa con le altre unità di ricerca, per potere alle datazioni esotiche un preciso contesto biostratigrafico (ammonoidi, conodonti, palinomorfi, radiolari). Le successioni siciliane avranno la priorità per la loro centralità nella futura definizione del GSSP della base del Norico. In particolare il recente ritrovamento, da parte dell'unità milanese, di livelli potenzialmente databili nella sezione stratigrafica di Pizzo Mondello potrebbe consentire una o più datazioni direttamente nella sezione candidata. Le sezioni del Bacino Lagonegrese richiedono studi sia di stratigrafia fisica che di biostratigrafia, questi ultimi svolti in collaborazione con le Università di Padova e di Perugia. Un contributo significativo potrà venire anche da altre successioni, già ben conosciute dal punto di vista biostratigrafico, ma che potrebbero rivelare livelli cineritici

suscettibili di datazione isotopica, come nelle successioni slovene e turche. Il quadro paleo-ambientale e stratigrafico-sequenziale delle successioni slovene verrà analizzato in collaborazione con ricercatori dell'Ateneo di Padova. Le successioni turche permetteranno probabilmente di integrare la zonazione biostratigrafica di dettaglio a radiolari, elaborata dal gruppo di Perugia, con il possibile ritrovamento di cineriti primarie, legate al vulcanismo subduzionale in atto, in questo intervallo cronologico, fra il blocco crostale cimmerico e quello iraniano [21;22]. Importante appare l'utilizzo di una metodologia omogenea per le datazioni dei singoli cristalli campionati. Per il Mesozoico, il metodo che garantisce la maggior accuratezza e precisione è la geocronometria U-Pb su singoli cristalli di zirconio, secondo la metodologia di Mattinson [1], denominata CA-ID-TIMS (Chemical Abrasion - Isotope Dilution - Thermal Ionization Mass Spectrometry). Anche se esistono metodiche analitiche con precisione paragonabile ai metodi basati sui rapporti U-Pb, come quello Ar-Ar, non è però possibile confrontare con precisione le datazioni ottenute con metodi disomogenei, date le incertezze introdotte dall'intercalibrazione fra tecniche e laboratori diversi (es. [23]). L'utilizzo di isotopi diversi introduce, infatti, incertezze legate alla valutazione delle costanti di decadimento; metodiche strumentali dissimili sono difficilmente confrontabili nel dettaglio e incertezze sono introdotte dal tipo di tracers adottato. Tali incertezze sono superiori all'1%, quasi due ordini di grandezza maggiori della precisione ottenibile eseguendo tutte le analisi con la tecnica CA-ID-TIMS all'interno di uno stesso laboratorio. Da un punto di vista metodologico, i cristalli, separati dalle cineriti, verranno pretrattati attraverso annealing termico seguito da attacco acido, per rimuovere le regioni del cristallo con maggiori danni da radiazione, corrispondenti ai volumi a maggior contenuto originario in uranio. I cristalli verranno quindi analizzati attraverso Spettrometria di Massa a Ionizzazione Termica e con la metodica analitica della "diluizione isotopica", che riduce gli effetti di interferenza all'interno dello spettrometro, ottenendo così elevati rapporti segnale/rumore. Questa tecnica consente l'analisi di campioni anche inferiori ai 30 microgrammi, permettendo quindi di indagare anche i piccoli cristalli aciculari, formati nelle fasi immediatamente precedenti l'eruzione. In questo modo, si riduce al minimo la differenza di età tra chiusura del sistema geochimico e l'effettiva deposizione del livello cineritico. L'unità di Ferrara ha sviluppato in questi anni competenze specialistiche e collaborazioni internazionali nel campo delle analisi geocronologiche U-Pb ad alta risoluzione. L'attiva collaborazione con il Massachusetts Institute of Technology (MIT) di Cambridge, MA, USA, in particolare con i laboratori dell'Earth, Atmospheric and Planetary Sciences Department, coordinati dal Prof. Samuel A. Bowring, consente di utilizzare protocolli e strumentazioni che garantiscono alcuni tra i più elevati livelli di accuratezza e precisione al mondo.

#### FASI DI AVANZAMENTO PREVISTE:

Il primo anno prevede numerose campagne di campionamento nelle aree di studio selezionate. Si prevede una collaborazione sinergica con le altre unità operative, per sviluppare una stratigrafia integrata delle sezioni chiave. Ci si propone di analizzare la stratigrafia fisica, le geometrie deposizionali e le associazioni di facies sedimentarie. Particolare attenzione verrà posta alle facies carbonatiche, che potenzialmente forniscono una migliore registrazione delle oscillazioni climatiche e paleoecologiche. Tutti i livelli con origine vulcanica/piroclastica verranno campionati nel dettaglio e caratterizzati dal punto di vista petrografico. Il contenuto in zirconio verrà separato e analizzato presso i laboratori statunitensi del M.I.T. I livelli piroclastici verranno inquadrati all'interno della zonazione biostratigrafica ad alta risoluzione, sviluppata all'interno del progetto. Si prevede di fornire, entro la fine del primo anno, un primo quadro di correlazione tra le successioni marine del Triassico Superiore della Tetide occidentale. Il secondo anno vedrà la prosecuzione delle indagini descritte per il primo anno, con una seconda fase di controlli sul terreno ed il completamento delle datazioni presso i laboratori del MIT. Sulla base di questi dati, sarà sviluppato un inquadramento sequenziale e una curva paleoclimatica, come fasi di sintesi del progetto. Il lavoro di ricerca sarà focalizzato alla miglior interpretazione delle sezioni candidate a divenire GSSP e a migliorare la loro correlabilità laterale, elemento chiave per la loro approvazione formale da parte della commissione stratigrafica internazionale.

---

<b>Sede dell'Unità</b>	Università degli Studi di PERUGIA ( <b>CESSATO DAL SERVIZIO</b> )
<b>Responsabile Scientifico</b>	Gloria CIARAPICA
<b>Finanziamento assegnato</b>	Â EuroÂ 18.800

### **Compito dell'Unità (come da progetto presentato)**

L'Unità di ricerca di Perugia ha una lunga tradizione di studi sul Triassico superiore dell'intero Appennino (settentrionale, centrale e meridionale) e, nell'ambito di questo programma, intende sfruttare le proprie conoscenze proponendo di concentrare le ricerche esclusivamente sulle successioni bacinali della Spezia, del Gran Sasso (M. Camicia) e dell'area Lagonegrese. Queste successioni furono deposte in bacini con caratteristiche paleoecologiche molto diverse: un bacino poco profondo e male ossigenato per la successione della Spezia; un bacino chiuso ed euxinico per la successione del M. Camicia e un bacino profondo, perioceanico, per la successione lagonegrese. Le analisi di tipo sedimentologico e biostratigrafico, precedentemente condotte, erano state utilizzate per realizzare ricostruzioni paleogeografiche e per definire gli eventi globali o regionali che accompagnarono il break-up del Pangea nell'area mediterranea. Grazie agli studi già effettuati e ai risultati, sia pur parziali, ottenuti dall'integrazione tra litostratigrafia e scale biostratigrafiche ad ammonoidi, conodonti, radiolari, foraminiferi e palinomorfi, si dispone di un'ottima base di partenza per l'individuazione di sezioni di supporto alla definizione dei GSSP in Italia per i piani Norico e Retico. Negli anni precedenti l'Unità di Perugia ha anche sviluppato una linea di ricerca sulla biostratigrafia a radiolari. Questi fossili sono molto comuni nelle rocce sedimentarie deposte in ambiente pelagico e si stanno rivelando come un elemento biostratigrafico pienamente affidabile. Nel caso delle successioni lagonegresi, visto che c'è la possibilità di integrare la biostratigrafia a radiolari con quella a conodonti essendo le successioni sia radiolaritiche che carbonatiche, le sezioni studiate potranno essere di riferimento, non solo per la Tetide, per le biozonazioni a radiolari del Triassico superiore.

Il programma intende raggiungere obiettivi che hanno lo scopo di:

a) fornire sezioni di supporto alla definizione dei GSSP dei piani Norico e Retico in Italia; la sezione di Pizzo Mondello (candidata per il GSSP per la base del Norico), principale oggetto di studio dell'Unità di Milano, potrebbe essere supportata da sezioni scelte nell'area lagonegrese, così come la definizione del GSSP del Retico, che resta ancora aperta a livello internazionale, potrebbe essere ben supportata dall'integrazione di dati stratigrafici ottenuti dalle diverse successioni dell'Appennino qui selezionate;

b) contribuire allo studio della sezione stratigrafica di Pizzo Mondello (Sicilia) con l'analisi delle associazioni a radiolari in questa contenute;

c) predisporre una solida base stratigrafica per confronti e correlazioni con altre successioni in Italia, nei Tauridi e nelle aree circumpacifiche.

Il primo obiettivo prevede l'analisi stratigrafica, sedimentologica e icnologica delle successioni norico-retiche appenniniche e la loro correlazione allo scopo di marcare tutte le possibili differenze o similitudini esistenti tra successioni legate ad ambienti bacinali poco profondi (La Spezia), euxinici (M. Camicia), o profondi, direttamente connessi ad un bacino oceanico (Lagonegro -Oceano Ionico).

Il secondo obiettivo consiste nella ricerca e nello studio delle associazioni a radiolari presenti nella sezione di Pizzo Mondello, sotto la guida e con la collaborazione delle UO di Milano, Padova e Palermo.

Il terzo obiettivo è rivolto allo studio della biostratigrafia a radiolari del Norico-Retico, integrando le scale biostratigrafiche basate su vari taxa (ammonoidi, conodonti, radiolari, bivalvi, tracce fossili). In questo obiettivo è compresa l'integrazione tra le scale biostratigrafiche ad Halobia che hanno permesso le prime datazioni delle successioni del Trias superiore lagonegrese (con l'UO di Milano). L'intercalibrazione delle scale biostratigrafiche costituisce un risultato rilevante a livello internazionale. Le unità Lagonegresi offrono l'opportunità di ottenere importanti risultati per il perfezionamento della biostratigrafia a radiolari nel Norico-Retico in quanto contengono depositi radiolaritici dal Ladinico al Titonico. Lo studio (già iniziato) delle associazioni a radiolari contenute in queste successioni sarà fondamentale per la predisposizione di una biozonazione relativa alle unità lagonegresi, tarata con conodonti, che sia utilizzabile in tutta l'area mediterranea e che sia correlabile e confrontabile con le altre biozonazioni già esistenti per il

Nord America (Pessagno et al., 1979; Blome, 1984; Carter, 1993; Carter et al., 1998), le Filippine (Yeh, 1991, 1992; Yeh & Cheng, 1996), l'Europa (Kozur & Mostler, 1990, 1994), la Russia orientale (Bragin, 1991) e il Giappone (Sato et al., 1986; Yoshida, 1986; Sugiyama, 1997). L'aspetto significativo di questo punto è in relazione alla biozonazione nordamericana: la più importante sezione di riferimento per il Triassico superiore (per il Retico, in particolare) è quella di Queen Charlotte Islands, in British Columbia, dove è stata realizzata una biozonazione ad ammoniti e radiolari. Purtroppo questa sezione è estremamente povera di conodonti e gli ammonoidi sono in larga parte diversi da quelli europei generando notevoli difficoltà di correlazione con le scale europee. Le sezioni già in parte studiate del bacino Lagonegrese contengono radiolari e conodonti, ma non contengono ammoniti. I radiolari, essendo tarati in Europa con conodonti ed ammonoidi, rappresentano l'unico mezzo per correlare le scale biostratigrafiche ad ammoniti americana ed europea.

In Appennino Settentrionale la successione più significativa ai fini del progetto è quella di Portovenere (La Spezia), con le sezioni di Portovenere, del Muzzerone, di Coregia e dell'isola Palmaria. Questa successione, che contiene facies bacinali a partire dal Norico basale, fu deposta in un bacino di debole profondità, considerato come prolungamento del braccio settentrionale della Neotetide; è già stata ampiamente analizzata (Ciarapica & Passeri, 2005b), ma risulta particolarmente importante perché presenta buone esposizioni dell'intervallo Norico-Retico. Le precedenti analisi effettuate su questa successione hanno finora restituito rare faune a radiolari scarsamente conservate, ma si spera in quelle a conodonti, che dalle prime indagini risultano presenti e significativi (Ciarapica et al., 2005). La successione verrà anche analizzata per studiarne le icnofacies, che sono relativamente comuni.

In Appennino Centrale, la successione del M. Camicia (Gran Sasso) inizia con dolomie bituminose deposte in un bacino poco profondo e, almeno inizialmente, euxinico; queste facies, attualmente mal datate, vengono riferite al Triassico superiore-Giurassico inferiore per la presenza, nella parte alta, di due livelli a bivalvi ed ammoniti, dove sono

presenti anche dei Choristoceras, seguiti da strati con ammoniti e radiolari dell'Hettangiano. Questa successione offre buone esposizioni del Triassico superiore e giurassico inferiore, di cui si devono ancora cercare faune a conodonti.

In Appennino Meridionale, le unità bacinali di Lagonegro affiorano in diverse successioni, differenziate nel dettaglio, ma tutte riferibili ad un ambiente bacinale profondo, direttamente connesso con il braccio meridionale della Neotetide. Le principali differenze tra le varie sezioni sono legate alla minore o maggiore quantità di materiale calcareo-clastico esportato dalle piattaforme carbonatiche adiacenti al bacino e permettono la distinzione di facies prossimali, intermedie e distali. Le successioni che risultano più interessanti ai fini del progetto sono quelle di: M. Volturino, Acqua Sulfurea, Sasso di Castalda e Madonna del Sirino, fra le successioni distali; M. S. Enoc e Pignola fra le successioni intermedie. Le successioni più prossimali, come quella di S. Fele, è meno idonea a studi stratigrafici di dettaglio nella porzione triassica per l'eccessiva quantità di calciruditi e di calcareniti esportate dalla piattaforma. Le sezioni lagonegresi, già in parte studiate dalle Università di Perugia e Padova, contengono radiolari e conodonti. L'abbondanza e il buono stato di conservazione delle faune a radiolari e la presenza d'intervalli calcarei contenenti conodonti, rendono l'area lagonegrese particolarmente interessante per studi di biostratigrafia integrata. Le successioni lagonegresi si prestano particolarmente anche per studi di carattere ciclostrostratigrafico, con cui si potrebbero integrare dati sulla biostratigrafia a conodonti e radiolari. Le successioni lagonegresi saranno confrontate con le successioni nordamericane di Queen Charlotte Islands (British Columbia) dove sono state tarate le scale biostratigrafiche a radiolari, ammoniti e conodonti (Carter, 1993; Carter et al., 1998), attraverso la collaborazione con la Dr. E.S. Carter, della Università di Portland, Oregon, U.S.A. con la quale sono in corso scambi scientifici. Le stesse successioni verranno anche confrontate con quelle di Antalya (Turchia), in collaborazione con il Prof. U.K. Tekin dell'Università di Ankara, Turchia. Collaborazioni sono inoltre in atto con il Dr. P. Dumitrica dell'Università di Losanna e con la Prof. ssa M. Marcucci dell'Università di Firenze.

Lo studio delle tracce fossili si concentrerà principalmente nelle aree di La Spezia e del Lagonegrese, in quanto le dolomie bituminose del M. Camicia non forniscono che tracce fossili sporadiche e mal conservate. Saranno prese in esame anche le icnofacies contenute nelle sezioni stratigrafiche analizzate dalle altre unità. Si procederà a valutare il grado di bioturbazione e l'organizzazione degli icnia (icnofabric), determinando le icnofacies di bacino che si riescono a preservare alla base (hypichnia), all'interno (endichnia) o al tetto (epichnia) delle facies risedimentate e non. Questo permetterà di determinare molti parametri deposizionali e paleoecologici indicativi di diverse condizioni di sedimentazione (anche silicea) su fondali marini a diversa profondità e ossigenazione. Infine si cercherà di analizzare se la ciclicità sedimentaria di tipo Croll-Milankovitch, che in genere si registra in successioni ritmiche di coppie marna-calcare (silice), si possa riscontrare anche nell'andamento della bioturbazione, e come tali variazioni cicliche delle tracce fossili interagiscano con le altre variazioni cicliche delle associazioni faunistiche (radiolari e conodonti).

Nel dettaglio questa unità di ricerca intende svolgere il seguente programma: a) campionare per conodonti la successione della Spezia (Sezioni di Portovenere, del Muzzerone, dell'isola Palmaria e di Coregna) con lo scopo di identificare i passaggi Norico-Retico e Carnico-Norico e descriverne le caratteristiche; b) campionare per conodonti la successione del M. Camicia (sezione del Vallone di Vradra) la cui potente successione pre-Hettangiano risulta ancora priva di affidabili datazioni; c) estendere e completare campionature e studi sulla successione lagonegrese (sezioni di M. Volturino, Sasso di Castalda, Madonna del Sirino, Acqua Sulfurea, M. Sant'Enoc, Pignola); d) estendere dal Norico al Retico la campionatura per radiolari nella successione di Pizzo Mondello in Sicilia, e) analizzare gli elementi in tracce e le terre rare intorno al passaggio Norico-Retico in alcune sezioni lagonegresi.

a) Le sezioni della successione della Spezia sono già state attentamente studiate soprattutto per quanto riguarda il limite T/J, utilizzando foraminiferi, radiolari, conodonti, bivalvi e isotopi del carbonio. I limiti Norico/Retico e Carnico/Norico restano invece individuati in modo ancora approssimativo ed esclusivamente in base al ritrovamento di foraminiferi, attualmente non ancora affidabili per l'individuazione o la caratterizzazione dei limiti.

b) La sezione del Vallone di Vradra (M. Camicia, Gean Sasso) contiene sicuramente il passaggio Norico-Retico oltre che quello Retico-Hettangiano, ma non si esclude la possibile presenza del passaggio Carnico-Norico. Foraminiferi e palinomorfi non hanno dato, almeno per il momento, alcuna certezza. Il rinvenimento di ricche associazioni a conodonti nelle Dolomie bituminose di Forni, in Friuli, stimola la ricerca di questi fossili nelle analoghe facies del M. Camicia. Il loro rinvenimento consentirebbe un notevole avanzamento nelle conoscenze di questa importante quanto singolare successione.

c) La successione lagonegrese, per il suo carattere perioceanico, è quella che richiede il maggiore impegno. Il limite Norico-Retico è già stato individuato nelle sezioni di Pignola e di Sasso di Castalda dove sono emersi problemi d'integrazione tra la scala a conodonti e quella a radiolari per discrepanze con le biozone individuate in Nord America. Questo limite cade nel cosiddetto Intervallo di Transizione tra gli Scisti Silicei e i Calcari con Selce e sarà indagato anche nelle sezioni di M.

Volturino, Madonna del Sirino, Acqua Sulfurea e M. S. Enoc, utilizzando conodonti (in collaborazione con l'Unità di Padova) e radiolari. Per quanto riguarda il limite Carnico-Norico, questo cade entro la formazione dei Calcari con Selce ed è già stato individuato dai Colleghi dell'Unità di Padova nella sezione di Pignola. Ulteriori ricerche possono essere condotte nella parte inferiore (Norica) delle sezioni del M. Volturino e del M. S. Enoc utilizzando conodonti, halobie e radiolari.

d) La successione di Pizzo Mondello ha già fornito esemplari di radiolari perfettamente preservati e provenienti dagli stessi lavati fatti per l'estrazione di conodonti intorno al limite Carnico-Norico. Siamo fiduciosi di poter trovare buone associazioni a conodonti e radiolari che permettano di eseguire studi di biostratigrafia integrata anche nell'intervallo Norico-Retico.

e) Lo studio degli elementi in tracce e delle terre rare permette di definire se l'ambiente di sedimentazione era influenzato da idrotermalismo (dorsali vulcaniche sottomarine), da apporti terrigeni continentali o se era invece pienamente pelagico privo di apporti continentali e lontano dalle dorsali mediooceaniche (Murray, 1994). Questo tipo di analisi può essere usato come supporto alle indagini stratigrafiche condotte intorno al limite Norico-Retico nell'area Lagonegrese in quanto i cambiamenti di facies al passaggio dai Calcari con Selce agli Scisti Silicei marcano un evento non ancora chiaramente definito.

#### COMPETENZE DELL'UNITÀ DI PERUGIA

In questo programma l'Unità di Perugia mette a disposizione del progetto le proprie competenze:

1) approfondita conoscenza della geologia appenninica e dell'evoluzione paleogeografica dell'area mediterranea durante il frazionamento della Pangea; 2) prolungata esperienza in sedimentologia dei carbonati, in analisi di facies e in analisi di bacino; 3) esperienza in biostratigrafia a foraminiferi e a radiolari per il Triassico superiore; 4) collaborazione per la campionatura, picking e studio delle associazioni a conodonti sotto la guida del Dr. M. Rigo (Università di Padova); 5) esperienza in icnologia e ciclostrostratigrafia. Queste competenze sono al servizio di tutte le unità afferenti al progetto in particolare per quanto riguarda lo studio delle sezioni stratigrafiche eventualmente proposte come GSSP.

#### FASI DI ATTUAZIONE DEL PROGRAMMA

Durante la 1ª fase di attuazione del progetto (nove mesi) dovrà essere svolta la maggior parte del lavoro di acquisizione dei dati sul terreno, con le relative campionature, e dovranno essere già iniziate la lavorazione in laboratorio dei campioni di roccia e le relative analisi; durante la 2ª fase (due semestri) dovrà essere completata la lavorazione dei campioni (che per l'estrazione di radiolari e di conodonti richiede tempi abbastanza lunghi) e dovrà essere ultimato il loro studio; in questa fase potranno anche essere preparati per la stampa i risultati parziali delle ricerche di dettaglio. La 3ª fase (tre mesi) sarà dedicata alla completa elaborazione dei dati, alla discussione e ai confronti finali con le altre Unità di ricerca.

---

#### Sede dell'Unità

Università degli Studi di PADOVA (CESSATO DAL SERVIZIO)

#### Responsabile Scientifico

Paolo MIETTO

#### Finanziamento assegnato

Â EuroÂ 20.100

### Compito dell'Unità (come da progetto presentato)

Il progetto prevede di fornire dati stratigrafici integrati su successioni del Triassico Sup. allo scopo di:

a) produrre sezioni ausiliarie per il GSSP della base del Norico proposto nella sezione di Pizzo Mondello (Palermo)

b) individuare una o più sezioni stratigrafiche utili per la definizione del GSSP per la base del Retico. L'area privilegiata per tali ricerche sarà il Sudalpino ma si conta di estendere le indagini anche all'Appennino meridionale (Bacino di Lagonegro) e in Sicilia, dove sono già in corso ricerche in collaborazione con le Univ. di Milano, Palermo, Perugia e di Losanna.

Il gruppo di ricerca proponente ha già sviluppato una significativa attività nello studio del Triassico Sup. del Sudalpino, Appennino settentrionale e meridionale e Sicilia dal punto di vista bio- e cronostrostratigrafico e della stratigrafia fisica e conta, con la presente proposta, di approfondire questa tematica.

Come noto, nella definizione dei GSSP è necessario fornire una serie di dati sia di biostratigrafia che di stratigrafia fisica e questa esigenza giustifica l'ampio spettro di argomenti e competenze necessario per raggiungere gli obiettivi del presente progetto di ricerca.

#### Bio- e Cronostratigrafia

Per quanto riguarda le indagini bio-cronostratigrafiche, il risultato più significativo finora raggiunto è la definizione formale del GSSP per la base del Carnico (Broglia Loriga et al., 1998, 1999; Mietto et al., 2007a, b) nella sezione di Prati di Stuares in Dolomiti. Malgrado il Sudalpino nell'intervallo Tuvalico-Retico non si presti particolarmente ad indagini biostratigrafiche, in quanto caratterizzato da unità di shallow water o facies anossiche di bacini intrapiattaforma, alcuni elementi utili per delineare l'evoluzione di quest'area sono stati già raccolti.

Le indagini biostratigrafiche sul Tuvalico hanno finora permesso di individuare faune ad ammonoidi dalla Zona a dilleri alla Zona a plinii nelle Fms. di Heiligkreuz e Travenanzes in sezioni dolomitiche dell'area Lagazuoi, Heiligkreuz e Lozzo di Cadore (De Zanche et al., 2000; Neri et al., 2007). E' stata inoltre campionata con successo la sezione di Santo Stefano di Cadore, segnalata da Geyer (1900), con ammonoidi, conodonti e palinomorfi riferibili alle Zone a subbullatus e a plinii. Faune a conodonti sono state isolate anche nelle Dolomie selcifere (sensu Assereto et al., 1968) della sezione di Fusine nel Tarvisiano. Per quanto riguarda i palinomorfi, sono state campionate le Fms. delle Dolomie Cariate e di Monticello in Val Dogna e Val D'Aupa, (Roghi & Dalla Vecchia, 1997), e le Fm. di Tor e Carnizza nell'area di Cave di Predil (Roghi, 2004), dove è stato possibile individuare anche il cambiamento climatico riferibile al Carnian Pluvial Event (Simms & Ruffell, 1989). Un ulteriore contributo riguarda il ritrovamento di ammonoidi nella Fm. di Chiampomano, di età retica, nell'area di Plan Vidal e a Verzegnis in Carnia. Significativi i dati a conodonti e a palinomorfi nelle sequenze noriche della Dolomia di Forni e delle Laminita di Rio Resartico in Carnia (Roghi et al., 1995; Rigo et al., 2007a), mentre faune a conodonti verosimilmente di età già Hettangiana sono state isolate nella parte inferiore della Fm di Soverzene (Sonplago, Prealpi Carniche). In collaborazioni con l'Unità di Perugia è in corso una ricerca sulle faune retiche a conodonti nei pressi di La Spezia (Fm dei Calcarei di Portovenere).

Date queste premesse, l'obiettivo dell'unità proponente è di realizzare delle precise datazioni biostratigrafiche delle sezioni candidate GSSP. Questo fornirebbe delle scale biostratigrafiche integrate ad ammonoidi, conodonti, palinomorfi e radiolari in collaborazione con le Unità di Milano e Perugia. Un ulteriore confronto tra le associazioni ad ammonoidi del Sudalpino e di Pizzo Mondello, contribuiranno a definire una dettagliata scala ad ammonoidi per l'intervallo Carnico superiore- Norico inferiore.

Inoltre si intende fornire il substrato essenziale per le datazioni cronologiche e per le interpretazioni stratigrafico sequenziali sviluppate dall'Unità di Ferrara.

Fra gli obiettivi puntuali ci sono:

- 1) studio delle faune ad ammonoidi tuvaliche delle Dolomiti e della Carnia e in particolare della sezione di Santo Stefano di Cadore, e confronto con conodonti e palinomorfi;
- 2) ulteriore campionatura ad ammonoidi, conodonti e palinomorfi (e radiolari con l'Unità di Perugia) delle sezioni stratigrafiche al passaggio tra la Dolomia di Forni e i Calcarei di Chiampomano nelle Prealpi Carniche (Plan Vidal, Verzegnis) e nelle Dolomiti di Sesto, Monte Rudo (Val Pusteria) con lo scopo di identificare il passaggio Norico-Retico.
- 3) ricerca nuovi icnositi e studio delle icnofaune a tetrapodi delle Dolomiti e della Carnia;

La biostratigrafia dei Calcarei con Selce-Scisti Silicei del lagonegrese è stata studiata sostanzialmente tramite i conodonti. Alcune sezioni particolarmente significative già pubblicate permettono di documentare in maniera più che soddisfacente (anche in funzione di possibili GSSP per il Norico e il Retico) l'intervallo che va dal Ladinico sommitale all'Hettangiano basale. (Bazzuchi et al., 2005; Bertinelli et al., 2005; Reggiani et al., 2005; Rigo et al., 2005; Rigo et al., 2007c). Per quanto sparse, sono state trovate nei Calcarei con Selce faune ad ammoniti di età tuvalica nella sezione Giglio del Cavaliere (Moliterno) e di età laciana nella sezione di M.te Lama (Marsico). La congiunta presenza di conodonti e palinomorfi ha permesso di individuare in facies bacinale nella sezione di Pignola 2 una successione carnica riferibile al Carnian Pluvial Event (Rigo et al., 2007c, Guaiumi et al., 2007a) nonché un livello di tephra datato con il metodo U/Pb (Furin et al., 2006), un contributo essenziale per la raffinazione della cronologia del Triassico Sup.

In quest'area sarà pertanto intensificata la ricerca di ammonoidi nei Calcarei con Selce per l'intervallo che corrisponde al limite Carnico-Retico e si completerà lo studio sulla distribuzione dei conodonti nelle sezioni già campionate.

Il recente ritrovamento di una superficie con impronte di tetrapodi in situ, all'interno delle Dolomie Principale, ha stimolato il tentativo di eseguire una campionatura per conodonti che è risultata sorprendentemente proficua, permettendo quindi di datare l'icnocenosi rilevata all'Alaunaiano sup. -Savatico inf. (Belvedere et al., 2008). Questo ritrovamento ha aperto l'importante prospettiva di datazioni bioconostratigrafiche della Dolomia Principale ed ha permesso una prima integrazione tra le scale biostratigrafiche terrestri ad impronte con quelle marine a conodonti per il Triassico Sup. del Sudalpino. Verrà pertanto condotto in modo sistematico un campionamento a conodonti su icnositi noti in letteratura e su eventuali nuovi siti.

#### Chemostratigrafia

I Calcarei con Selce sono stati studiati da un punto di vista geochimico attraverso analisi degli isotopi stabili del carbonio e dell'ossigeno dal totale della roccia nella sezione di Pignola 2 (Preto et al., 2007; Mazza et al., 2009).

Inoltre sono state effettuate analisi sull'apatite biogenica dei conodonti allo scopo di ottenere la curva delle variazioni isotopiche dell'ossigeno. I risultati preliminari di questo studio hanno permesso 1) di individuare l'habitat dell'animale-conodonte entro la zona superficiale della colonna d'acqua marina (Rigo et al., 2008); 2) di ricostruire la curva isotopica dell'ossigeno, e quindi una curva delle paleotemperature nel Bacino di Lagonegro, per il Tuvalico sup.

In collaborazione con le Univ. di Palermo, Milano e Perugia, è stata studiata la sezione di Pizzo Mondello per quanto concerne l'intervallo di tempo compreso tra il Tuvalico e il Retico. In particolare il contributo del gruppo di Padova ha riguardato i conodonti e lo studio sulla produttività carbonatica nei Calcarei con Selce, che è risultato in parte controllato dalla presenza di nanofossili (Guaiumi et al., 2007; Nicora et al., 2007).

Lo studio geochimico dell'apatite biogenica (conodonti) nella sezione di Pizzo Mondello, in collaborazione con l'Unità di Milano, permetterebbe la ricostruzione di una curva isotopica dell'ossigeno del Bacino Sicano, caratterizzato da un ambiente sostanzialmente costante per circa 20 milioni di anni. Le analisi isotopiche verrebbero effettuate presso la Research School of Earth Science, ANU (Canberra) in collaborazione con la Dr. Julie Trotter attraverso l'utilizzo di uno SHRIMP SI (Sensitive High Resolution MicroProbe Stable Isotopes) connesso ad uno spettrometro di massa che utilizza un fascio di ioni collimati con diametro inferiore fino a 10-20 µm. Lo SHRIMP SI permette di ricavare valori isotopici già dall'analisi da un singolo conodonte e quindi ripetere numerose analisi per campione con la teorica possibilità di studiare il comportamento di ogni singola specie durante la precipitazione dell'apatite. La curva isotopica dell'ossigeno così ottenuta dalla sezione di Pizzo Mondello verrebbe successivamente comparata con le curve isotopiche note in letteratura.

#### Ciclostratigrafia

L'individuazione di periodicità milankoviane nelle alternanze calcari-marne che costituiscono la sezione di Pizzo Mondello potrebbe fornire dati cronostratigrafici di estrema precisione e potrebbe rappresentare uno strumento da affiancare alla magnetostratigrafia nello studio della correlazione con le successioni continentali del Supergruppo di Newark (Muttoni et al., 2004). Sino ad oggi lo studio ciclostratigrafico dei Calcarei con Selce triassici è stato scoraggiato dalla necessità di effettuare campionamenti e misure stratigrafiche con risoluzione centimetrica su una sezione lunga circa 400 m, operazioni estremamente dispendiose in termini di tempo se compiute con i metodi tradizionali. L'utilizzo del LIDAR terrestre potrebbe consentire di superare questo problema.

Il LIDAR terrestre è uno strumento topografico che, misurando il tempo trascorso tra l'emissione di un impulso laser e il suo ritorno al sensore ricevitore, è in grado di determinare la posizione spaziale tridimensionale del punto in cui il raggio ha colpito una superficie ed è stato riflesso. Il processo di emissione e ricezione è svolto in maniera iterativa, migliaia di volte al secondo, ed è quindi possibile ottenere una "nuvola di punti" che descrive tridimensionalmente la superficie dell'oggetto ripreso. Al dato geometrico di ciascun punto è associato un valore di intensità che è anche proporzionale alla riflettanza del bersaglio ed è dunque legato alle sue caratteristiche litologiche. Lo studio delle intensità registrate dal laser scanner è già stato utilizzato per distinguere marne e calcari in successioni stratigrafiche dimostrando che questa tecnologia è utile nel riconoscere alternanze marne-calcare (Franceschi et al., submitted).

Le alternanze calcareo-marnose dei Calcarei con Selce (Triassico Sup.) costituiscono un interessante oggetto di studio da un punto di vista ciclostratigrafico. È stato infatti dimostrato che strati appartenenti alla parte Carnico sup. e Norico sup. dei Calcarei con Selce del Lagonegro sono correlabili alla scala dell'intero bacino e quindi possono essere collegati a dinamiche esterne a quest'ultimo (Guaiumi et al., 2007). Questi processi esterni all'ambiente sedimentario potrebbero essere mutamenti climatici od oscillazioni del livello marino legate a cicli di Milankovitch, come dimostrato dallo studio effettuato su facies identiche di età medio-triassica (Maurer et al., 2004).

La sezione di Pizzo Mondello, che include il GSSP proposto per la base del Norico, sarà ripresa tramite LIDAR terrestre alla massima risoluzione possibile (alcuni centimetri). Log numerici sintetici della sezione saranno ricavati dalla nuvola di punti identificando i giunti di strato e ricavando dalla scansione delle serie di riflettanza che possono registrare le variazioni del contenuto argilloso lungo la sezione (Franceschi et al., submitted). I log saranno quindi studiati con i metodi statistici dell'analisi tempo-frequenza, compresa l'analisi spettrale, al fine di identificare segnali periodici significativi. L'attribuzione di una eventuale ciclicità a moti milankoviani potrà essere immediatamente verificata avvalendosi della esistente correlazione con la scala delle polarità magnetiche calibrata su base astronomica (APTS) del Newark e raffrontata con la durata assoluta delle magnetozone documentate nella sezione di Pizzo Mondello (Muttoni et al., 2004). Questo fornirà una datazione assoluta del limite Carnico/Norico.

#### COMPETENZE DELL'UNITA' DI PADOVA

Come già esposto in precedenza, l'Unità di Padova può offrire al progetto un apporto di carattere biostratigrafico, sedimentologico, ciclostratigrafico e stratigrafico sequenziale. In particolare i componenti hanno provata competenza sulla biostratigrafia ad ammonoidi, icniti, conodonti e palinomorfi. Le ricerche isotopiche e geochimiche richiedono una conoscenza pregressa della sedimentologia e della stratigrafia delle successioni in esame, che deriva dalla lunga esperienza maturata dal gruppo soprattutto nelle Dolomiti, Sicilia e nell'Appennino meridionale. La necessaria competenza nel campo della geochimica è garantita dalla collaborazioni la Dott. Julie Trotter di ANU, Canberra.

In ogni caso le competenze di cui dispone l'Unità di Padova vengono messe a disposizione delle altre unità che partecipano al progetto. Le ricerche nel Sudalpino saranno condotte in collaborazione con le Unità di Ferrara e Perugia, in Lagonegro con l'Unità di Perugia, in Sicilia con quelle di Milano, Palermo, Ferrara e Perugia.



#### FASI DI AVANZAMENTO E OBIETTIVI VERIFICABILI

Il primo anno verrà dedicato al completamento della raccolta dei dati di campagna (stratigrafia, sedimentologia, biostratigrafia, isotopi etc.) attraverso l'analisi di dettaglio delle seguenti sezioni stratigrafiche, unità litostratigrafiche o aree geografiche ed alla preparazione dei campioni in laboratorio.

##### Sudalpino

Tuvalico: revisione delle campionature effettuate nella sezione di Santo Stefano di Cadore ed eventuale ricampionatura di dettaglio;

Tuvalico-Laciano: campionatura e misura della sezione di Monte Privat presso Fusine nel Tarvisiano dove, nelle Dolomie Selcifere è stato solamente effettuato un saggio di studio per conodonti e palinomorfi (campagna di ricerca del 2007)

Norico superiore (Sevatico)-Retico: misura e campionatura della sezione di Plan Vidal e limitrofo Monte Verzegnis (Prealpi Carniche) e della sezione di Monte Rudo nelle Dolomiti di Sesto.

##### Bacino di Lagonegro

Ricerca di ammonoidi nelle sezioni di Giglio del Cavaliere (Tuvalico) e M.te Lama (Laciano) per idi successioni precedentemente studiate (es. Sasso di Castalda) e rifinitura della campionatura a conodonti nelle sezioni precedentemente studiate (Sasso di Castalda, Pignola-Abriola, M.te Volturino).

##### Sicilia

Rilievo tridimensionale della successione di Pizzo Mondello con Laser Scanner per analisi di tipo ciclostratigrafico.

Nel secondo anno si prevede di elaborare i dati raccolti, completare e valutare i risultati delle analisi isotopiche, geochimiche e ciclostratigrafiche. Le faune ad ammonoidi, conodonti e i palinomorfi già raccolti nel Sudalpino, in Liguria, nell'Appennino meridionale e in Sicilia, nell'intervallo Carnico Superiore-Retico saranno classificate e/o revisionate. Se necessario, verranno infittite le campionature negli intervalli cruciali allo scopo di affinare e verificare le conclusioni. Alla fine del progetto sarà organizzato un congresso internazionale in collaborazione con le altre Unità.

##### COSTI

Una cifra consistente del finanziamento della Unità di ricerca di Padova è quella relativa ai servizi esterni che sono in gran parte previsti per effettuare analisi isotopiche sull'apatite biogenica dei conodonti. In previsione di presentare sezioni candidate o in supporto ai GSSP, tale richiesta è giustificata dalla necessità di integrare i dati stratigrafici e biostratigrafici con curve isotopiche del carbonio e dell'ossigeno.

---