

L'ESTINZIONE DI MASSA AL PASSAGGIO TRIASSICO- GIURASSICO

*nella piattaforma
carbonatica tetidea
del Monte Sparagio
(Sicilia nord-occidentale)*

a cura di Pietro Di Stefano, Manuel Rigo e Simona Todaro

L'estinzione di massa della fine del Triassico (ETE), avvenuta circa 201 milioni di anni fa, è tra le più importanti del Fanerozoico, con impatti profondi sugli ecosistemi marini e terrestri. Le piattaforme carbonatiche furono particolarmente colpite da questo evento, come testimoniato dal crollo della produzione carbonatica e da un significativo cambio di microfacies. La sezione di Monte Sparagio (Sicilia nord-occidentale) è costituita da una successione continua di sedimenti di ambiente peritidale depositatisi sul margine meridionale della Tetide durante il Triassico Superiore ed il Giurassico Inferiore. In questa sezione l'ETE è segnata dal passaggio da carbonati bioclastici ricchi in bivalvi e coralli a calcari micritici con *Thaumatoporella*, indicativo del collasso della *carbonate factory* triassica e della successiva proliferazione microbialitica. Le escursioni isotopiche di carbonio, zolfo e ossigeno registrate nella sezione sono correlate all'estinzione di massa e dovute alla messa in posto della provincia magmatica CAMP. La sezione di Monte Sparagio rappresenta così un archivio chiave per lo studio dell'ETE nelle piattaforme carbonatiche della Tetide meridionale (Fig. 1).



Fig. 1 - Uno scorcio della penisola di San Vito Lo Capo che mostra il Monte Cofano, che è una Riserva Naturale Orientata e, sullo sfondo a destra, la dorsale di Monte Sparagio.



Keywords

- Estinzione di massa
- Limite Triassico/Giurassico
- Piattaforma carbonatica
- Sicilia

Manuel Rigo

Dipartimento di Geoscienze, Università degli Studi di Padova.

Simona Todaro

Scienze della Terra e del Mare, Università degli Studi di Palermo.

INTRODUZIONE

Tra le 5 più grandi estinzioni di massa del Fanerozoico si annovera quella avvenuta circa 201 milioni di anni fa che ha segnato la fine del periodo Triassico. Questa estinzione, ora definita *End-Triassic mass Extinction (ETE)*, segnalata già nel 1834 dallo stratigrafo e paleontologo Friedrich August von Alberti, ebbe un impatto profondo sugli ecosistemi marini e terrestri e sembra essere legata ad un susseguirsi di variazioni climatiche ed ambientali che impattarono significativamente sulla biosfera a partire dal Retico superiore. La causa principale di questi cambiamenti paleoclimatici e paleoambientali e dell'estinzione di fine Triassico è sostanzialmente riconducibile all'intensa attività associata alla Provincia Magmatica dell'Atlantico Centrale (CAMP), all'inizio della frammentazione del supercontinente Pangea (Marzoli et al., 2018) (**Fig. 2**).

Tra gli effetti dell'intenso vulcanismo, desunti dallo studio di successioni sedimentarie, si annoverano un riscaldamento globale stimato in 3°-4 °C (McElwain et al., 1999), l'attenuazione della circolazione oceanica (Huynh & Poulsen, 2005), la perturbazione nel ciclo del carbonio indotta da un aumento della $p\text{CO}_2$ atmosferica (Capriolo et al., 2021; Rigo et al., 2024), l'abbassamento del livello del mare (Hallam & Wignall, 1999), il declino della produttività carbonatica (Greene et al., 2012; Todaro et al., 2018) e l'espansione di condizioni anossiche nelle acque profonde e superficiali di oceani e mari epicontinentali (He et al., 2020).

Nonostante i cambiamenti climatici abbiano avuto ripercussioni su tutto il Pianeta, le piattaforme carbonatiche tropicali furono particolarmente influenzate dagli effetti legati all'attività vulcanica della CAMP. Infatti, i maggiori tassi di estinzione sono stati registrati proprio negli organismi marini biocalcificatori come bivalvi, foraminiferi, coralli e spugne (Greene et al., 2012). Questi dati derivano da numerosi studi condotti sulle successioni carbonatiche di mare poco profondo riconducibili ad ambienti tropicali dell'Oceano Tetide. All'interno di queste successioni, gli orizzonti del Triassico Superiore sono caratterizzati da una elevata abbondanza e biodiversità della comunità bentonica rappresentata da diversi individui che, in alcuni casi, raggiungevano anche notevoli dimensioni (megalodontidi grandi più di 40 cm). Questa elevata biodiversità si riduce poi rapidamente, fino all'estinzione totale di intere famiglie, lasciando il posto ad associazioni oligotipiche che caratterizzano orizzonti stratigrafici riferibili all'Hettangiano (base del Giurassico Inferiore, circa 200 milioni di anni fa). La causa principale della crisi di biocalcificazione è stata identificata nella massiccia iniezione di CO_2 di origine vulcanica che fu progressivamente assorbita dagli oceani, determinandone così l'acidificazione (Van De Schootbrugge et al., 2008; Todaro et al., 2018).

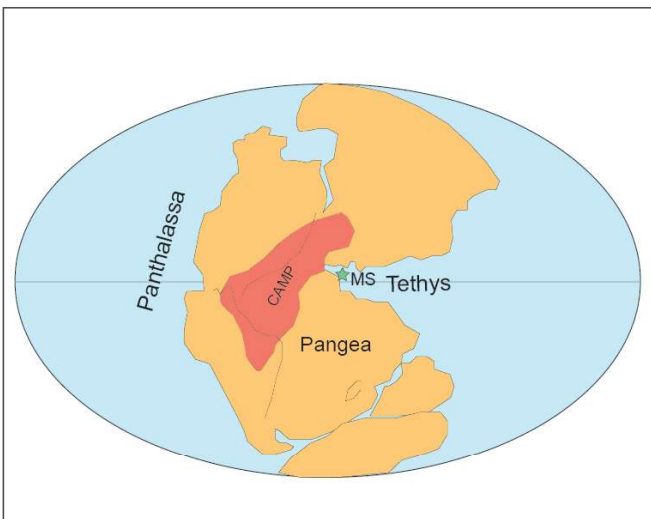


Fig. 2 - La provincia del CAMP durante il *breakup* del Pangea (da Todaro et al., 2023).

LE RICERCHE IN SICILIA: LA PIATTAFORMA CARBONATICA DI MONTE SPARAGIO

Le estese piattaforme carbonatiche del Triassico Superiore della Sicilia sono oggi frammentate nella catena Maghrebide e si estendono nel sottosuolo dell'avampese Ibleo. Affioramenti ben esposti sono presenti nei Monti di Palermo, nelle Madonie, nel trapanese e nella zona di Sciacca. In molti casi, i carbonati triassici di piattaforma risultano dolomitizzati, ostacolando l'identificazione del limite Triassico-Giurassico. Nei monti di Palermo e nelle Madonie, i depositi di piattaforma al limite Triassico-Giurassico presentano invece una dolomitizzazione debole e questo consente di osservare le ricchissime associazioni

L'ESTINZIONE DI MASSA AL PASSAGGIO TRIASSICO-GIURASSICO nella piattaforma carbonatica tetidea del Monte Sparagio (Sicilia nord-occidentale)

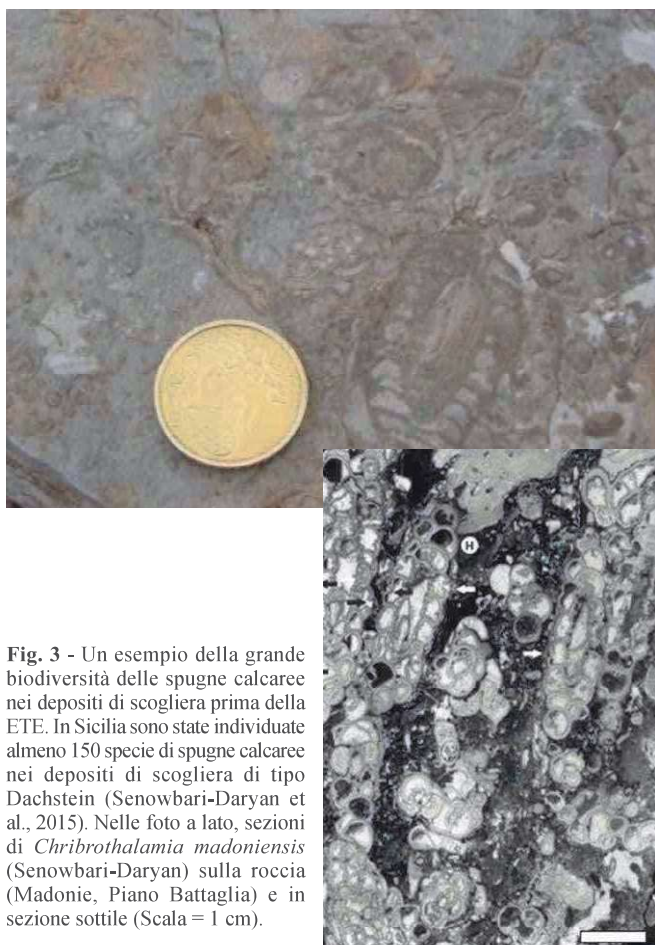


Fig. 3 - Un esempio della grande biodiversità delle spugne calcaree nei depositi di scogliera prima della ETE. In Sicilia sono state individuate almeno 150 specie di spugne calcaree nei depositi di scogliera di tipo Dachstein (Senowbari-Daryan et al., 2015). Nelle foto a lato, sezioni di *Chribrothalamia madoniensis* (Senowbari-Daryan) sulla roccia (Madonie, Piano Battaglia) e in sezione sottile (Scala = 1 cm).

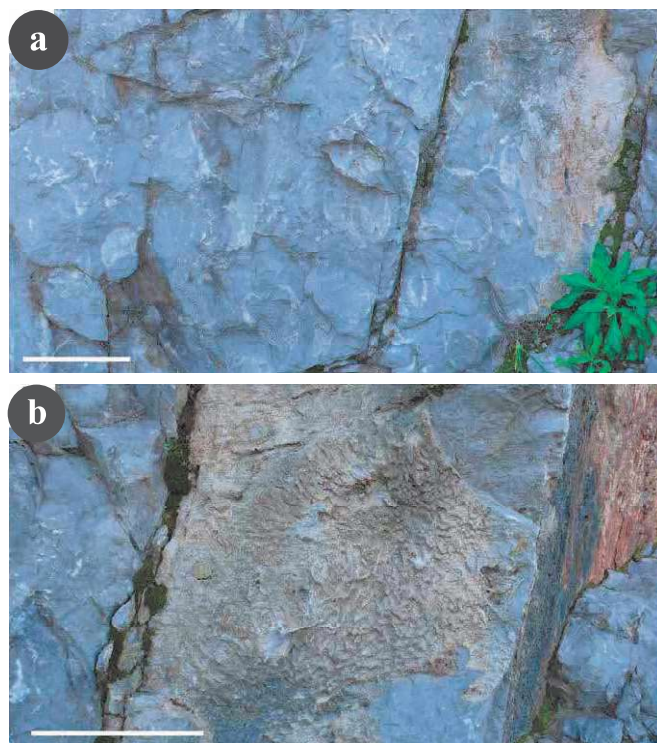


Fig. 4 - a) Megalodontidi e cespi di coralli (b) nei livelli lagunari della piattaforma norica di Cozzo di Lupo, nei pressi di Palermo (Scala 30 cm).



Fig. 5 - Una veduta della Penisola di San Vito Lo Capo dal Mar Tirreno. La freccia indica l'ubicazione della sezione studiata (mod. da Google Earth).

fossilifere che rappresentano sia depositi di scogliera (**Fig. 3**) che ambienti lagunari-peritidali (**Fig. 4**). Tuttavia, al tetto di questi depositi, è spesso presente una profonda troncatura erosiva, in molti casi drappeggiata da calcari a brachiopodi del Pliensbachiano (parte centrale del Giurassico Inferiore) e, quindi, anche in questo caso non è possibile reperire sezioni continue del limite Triassico-Giurassico.

Invece, grazie alla sua continuità stratigrafica, lo studio multidisciplinare della successione di piattaforma carbonatica del Monte Sparagio, affiorante nel settore meridionale della penisola di San Vito lo Capo, ha consentito di ricostruire in dettaglio i cambiamenti climatico-ambientali e descrivere il *turnover* biologico avvenuto nell'ambiente marino poco profondo durante l'estinzione di massa documentata al limite Triassico-Giurassico (**Fig. 5**).

Monte Sparagio è una dorsale che si estende da est ad ovest per circa 15 km ed è costituita da una potente successione carbonatica che immerge complessivamente a sud, con inclinazioni variabili dai 60 ai 25 gradi. Nella porzione inferiore sono presenti i calcari del Triassico Superiore-Giurassico Inferiore sui quali poggiano lembi discontinui di calcilutiti pelagiche ad ammoniti del Giurassico. La successione continua verso l'alto con depositi di margine di piattaforma-scarpata (calcareniti e breccie ad *Ellipsactinia*) del Giurassico Superiore-

Cretacico Inferiore e prosegue con calcari a rudiste fino al Cretacico Superiore. Al tetto della successione è presente una profonda troncatura erosiva sulla quale poggiano calcareniti a rodoliti del Miocene Inferiore. La dorsale è parte di una unità tettonica sud-vergente della catena Maghrebide, la cui parte affiorante corrisponde al fronte di una grande anticlinale di rampa sovrascorsa sulle coperture argillose del Miocene Medio e Superiore.

La successione di Monte Sparagio è stata oggetto di numerose escursioni geologiche che hanno coniugato lo studio scientifico della splendida serie mesozoica con il contesto paesaggistico della penisola di San Vito Lo Capo che comprende la riserva dello Zingaro, la prima Riserva Naturale Orientata istituita in Sicilia nel 1981.

La dorsale è oggetto di intensa attività estrattiva di materiali lapidei di pregio ed è nota come Bacino Marmifero di Custonaci, dal principale centro abitato che occupa il settore occidentale della dorsale. Quest'area ha attratto l'interesse per le sue rocce fin dal 1500, per la presenza di un calcare policromo di origine carsica particolarmente apprezzato in epoca barocca, noto come Libeccio Antico. Questo "marmo" ha ornato palazzi e chiese siciliane ma è stato anche impiegato in diversi monumenti italiani fra i quali la Basilica di San Pietro a Roma. Nel '900, con il progredire dell'industrializzazione, l'attività estrattiva di Custonaci ha cominciato ad espandersi. Le cave di Libeccio Antico sono state progressivamente abbandonate per lasciare il posto alle cave di Perlato di Sicilia, il calcare bianco con frammenti di rudiste (perle) del Cretaceo.

Dal dopoguerra in poi l'industria estrattiva ha raggiunto il suo massimo sviluppo grazie alle ricostruzioni post-belliche e, negli anni '60 e '70 dello scorso secolo, all'espansione dei centri urbani. Nell'area quindi insistono sia cave attive che abbandonate e, fra queste ultime, la "Cava del Paradiso", così informalmente denominata da un compianto perito minerario molto noto nell'area. La cava si trova sul versante settentrionale della dorsale e interessa i calcari triassici. Il nome si deve alla ricchezza di fossili, soprattutto di bivalvi megalodontidi esposti lungo le pareti tagliate con il filo elicoidale. In questa cava, dal 2010, sono stati effettuati gli studi della sezione di Monte Sparagio che hanno coinvolto



Fig. 6 - Una foto aerea della successione peritidale di Monte Sparagio al limite Triassico-Giurassico. Alla base (Unità A) la Cava del Paradiso (da Todaro et al., 2017).

sia ricercatori nazionali che internazionali (**Fig. 6**). Più di recente, la ripresa dell'attività estrattiva ha profondamente alterato la base della sezione precedentemente analizzata e campionata che, tuttavia, è documentata in modo dettagliato grazie ad un'ampia raccolta fotografica. La parte superiore della sezione, che include il limite Triassico-Giurassico, è ancora ben conservata.

LA SEZIONE ED IL RECORD BIOLOGICO

Le *facies* lagunari presenti nei cicli peritidali della Cava del Paradiso sono rappresentate da *grainstone/packstone* con ricche associazioni di bivalvi dei generi *Neomegalodon* e *Dicerocardium* che raggiungono dimensioni ragguardevoli. In alcuni livelli compaiono anche *boundstone* a coralli appartenenti al genere *Retiophyllia*. Le *microfacies* sono caratterizzate da foraminiferi bentonici (tra i quali *Triasina hantkeni* Majzon, *Auloconus permodiscoides* (Oberhauser), *Duotaxis birmanica* Zaninetti & Bronnimann, *Tetrataxis inflata* Kristan, *Aulotortus sinuosus* (Weynschenk), *Aulotortus* sp., *Glomospira* sp., *Glomospirella* sp., *Trochammina* sp., *Fronicularia* sp., *Nodosaria* sp., *Textularia* sp.) ed alghe calcaree (*Cayeuxia* sp., *Orthonella* sp., *Griphoporella* sp.), oltre a peloidi ed oncoidi (Todaro et al., 2017).

Sulla base della ricca associazione fossilifera, questa porzione di successione

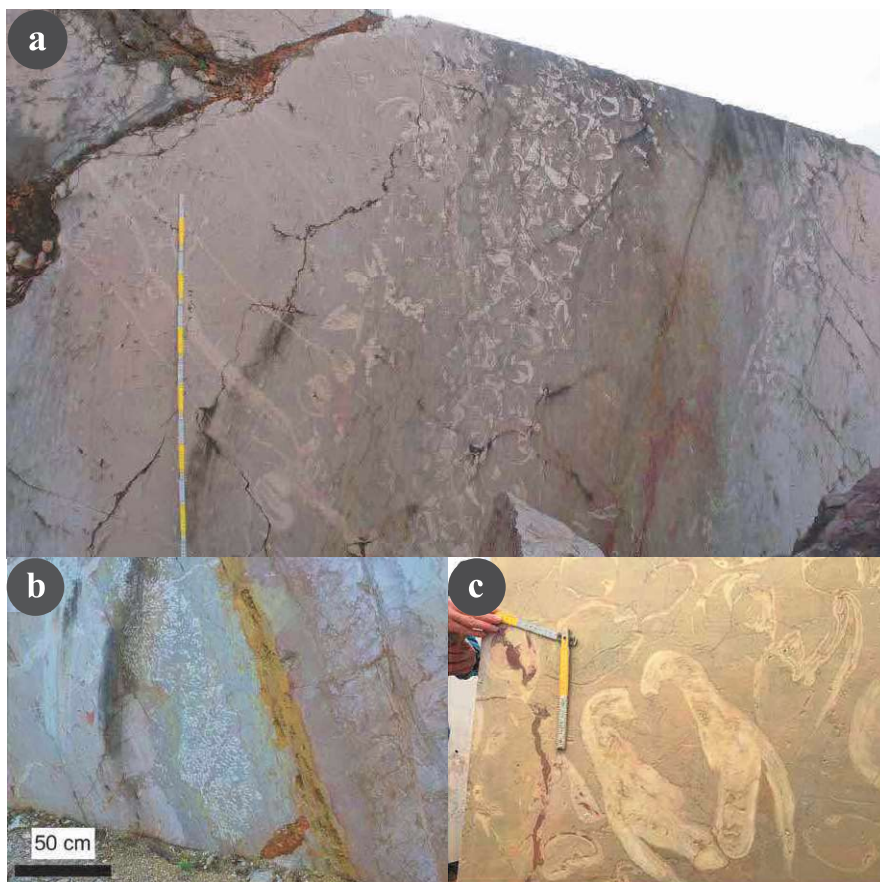


Fig. 7 - a) La grande abbondanza di bivalvi Megalodontidi osservabile nei livelli lagunari dell'Unità A. In alcuni casi questi livelli si alternano a tappeti di coralli (b); c) un esempio delle straordinarie dimensioni raggiunte dai Megalodontidi nell'Unità A.

L'ESTINZIONE DI MASSA AL PASSAGGIO TRIASSICO-GIURASSICO nella piattaforma carbonatica tetidea del Monte Sparagio (Sicilia nord-occidentale)

è stata indicata come Unità A (Figg. 6 e 7). Salendo nella successione stratigrafica, nei livelli non più soggetti all'attività estrattiva, si osserva chiaramente una marcata diminuzione dell'abbondanza dei bivalvi megalodontidi e dei coralli all'interno dei depositi lagunari (Unità B in Fig. 6). Queste facies contengono soltanto sporadici megalodontidi di piccola taglia (Fig. 8a) che successivamente scompaiono del tutto, mentre le associazioni di microfossili rimangono sostanzialmente invariate. Il foraminifero *Triasina hantkeni* Majzon, un importante biomarcatore del Triassico Superiore, è presente lungo tutta questa porzione della sezione. Tuttavia, anche l'intera associazione a foraminiferi triassici scompare in coincidenza con

l'estinzione dei bivalvi. A seguire si sviluppa uno strato sterile di circa 10 metri di spessore, al di sopra del quale ricompaiono cicli peritidali le cui facies lagunari ospitano esclusivamente esemplari di *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri) (Fig. 8b) – di problematica collocazione sistematica – e rari individui di *Aeolisaccus* sp. (Unità C). Infine, si rinvenivano nuovi taxa di foraminiferi del Giurassico, tra cui *Siphovalvulina* sp. Un'evoluzione simile delle tanatocenosi in successioni peritidali coeve della Tetide è documentata anche in altre successioni, come quelle affioranti in Grecia (Monte Messapion, Romano et al., 2008) e in Turchia (Penisola di Karaburun, Tunaboylu et al., 2014).

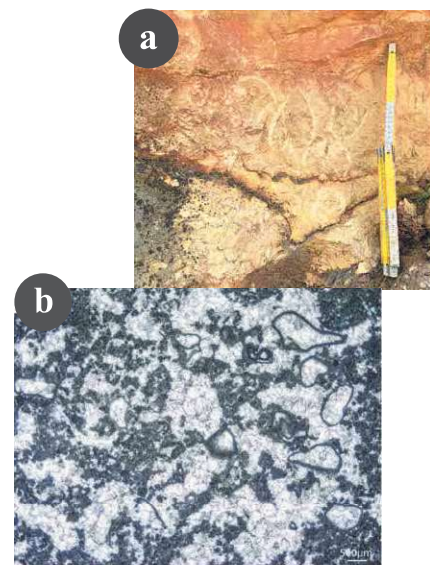


Fig. 8 - a) Megalodontidi di piccola taglia nell'Unità B; b) Sezione sottile di un campione dell'Unità C che mostra le associazioni oligotipiche a *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri).

IL CONTRIBUTO DELLA CHEMOSTRATIGRAFIA

Una delle caratteristiche principali dell'estinzione di massa alla fine del Triassico (ETE) è la presenza di significative escursioni negative lungo le curve degli isotopi stabili del carbonio (CIE - Carbon Isotope Excursion) ricostruite dallo studio di numerose successioni stratigrafiche in tutto il mondo. Queste escursioni rappresentano dunque la firma di importanti eventi globali registrati dai sedimenti. Anche nei depositi peritidali del Monte Sparagio, al limite tra Triassico e Giurassico, sono state individuate tre importanti escursioni negative degli isotopi del carbonio su materia

organica ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$; Rigo et al., 2024), denominate, in ordine stratigrafico, *Precursor*, *Initial* e *Main CIE* (Fig. 9). Queste escursioni isotopiche, riconducibili all'attività della CAMP, sono la testimonianza di significativi sconvolgimenti nel ciclo globale del carbonio e sono associate a fattori di stress ambientale, verosimilmente innescati da massicce emissioni vulcaniche e dal rilascio di metano derivante dalla destabilizzazione di clatrati (Bachan & Payne, 2016; Yager et al., 2017).

L'estinzione di massa alla fine del Triassico documentata

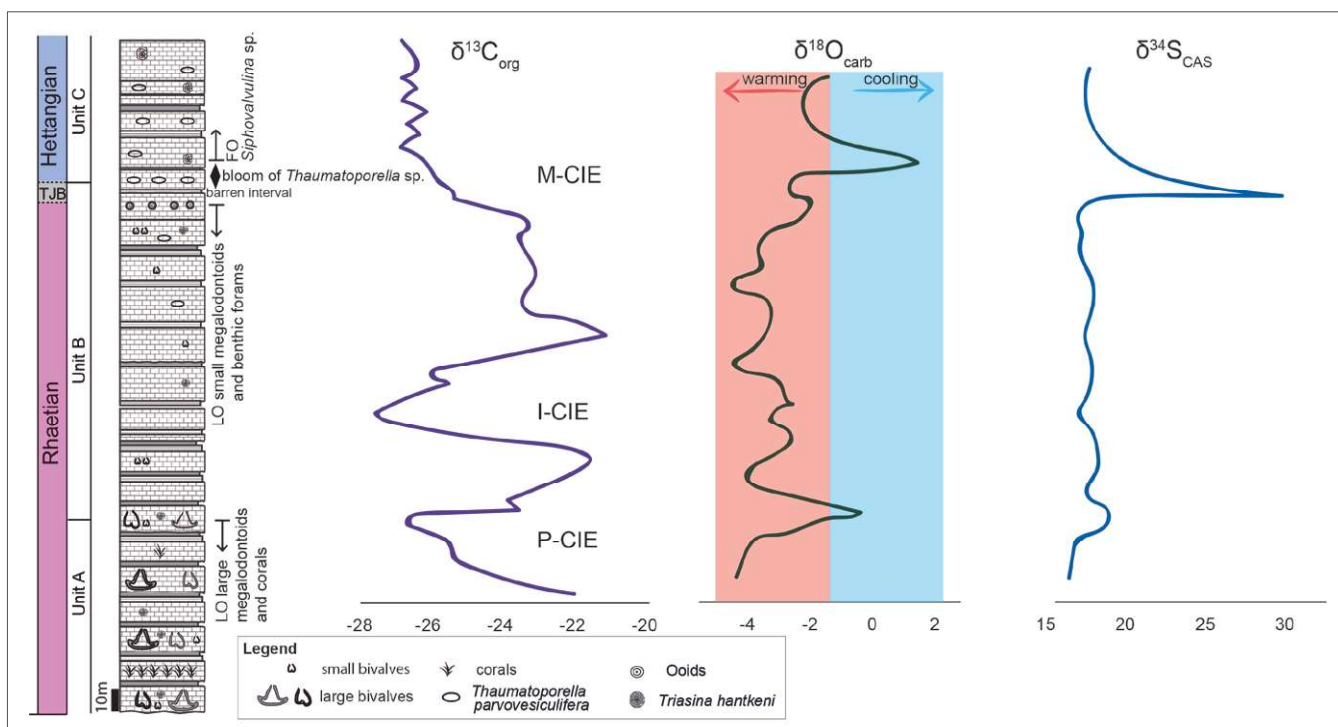


Fig. 9 - Variazioni delle curve isotopiche semplificate lungo la sezione di Monte Sparagio (modificate da He et al., 2020; Todaro et al., 2023; Rigo et al., 2024).

nella successione del Monte Sparagio è stata inoltre associata all'espansione di condizioni di anossia oceanica, ovvero alla riduzione o assenza di ossigeno disciolto nelle acque marine. Le analisi degli isotopi dello zolfo ($\delta^{34}\text{S}$) nei solfati associati ai carbonati (CAS) di Monte Sparagio mostrano una marcata escursione positiva di $\delta^{34}\text{S}$ al limite Triassico-Giurassico, sviluppata in un intervallo temporale di circa 50 mila anni (**Fig. 9**). Questa variazione isotopica è stata interpretata come il risultato di un sostanziale aumento della precipitazione di pirite (FeS_2) a scala globale che è indicativo di condizioni di anossia marina diffusa, estese anche ad ambienti peritidali. I modelli biogeochimici suggeriscono che, prima dell'evento, la concentrazione di solfato nell'oceano fosse molto bassa ($<1 \text{ mM}$), una caratteristica comune a diversi episodi di deossigenazione nel Fanerozoico. Questa condizione avrebbe reso l'oceano particolarmente suscettibile all'anossia durante il rapido riscaldamento climatico associato all'ETE, favorendo l'estinzione di numerosi *taxa* triassici e suggerendo un legame diretto tra deossigenazione oceanica e crisi biologica. La relazione tra deossigenazione oceanica ed estinzione è ulteriormente supportata da una crisi di biodiversità nel Triassico Superiore, in particolare delle comunità macro- e micro-bentoniche della piattaforma carbonatica del Monte Sparagio. Le condizioni ambientali che hanno facilitato la sopravvivenza della vita marina durante questo periodo possono essere paragonate a quelle delle moderne piattaforme marine tropicali poco profonde, o "*T-factories*". In particolare, l'intervallo di temperatura della superficie del mare (SST), compreso tra circa 18 e 30°C nelle moderne *T-factories*, rappresenta, rispettivamente, il valore minimo e massimo tollerabile per l'attività degli organismi biocostruttori di piattaforme carbonatiche, con valori ottimali intorno a 24°C. Le fluttuazioni di temperatura, dedotte dalla variazione degli isotopi dell'ossigeno sui carbonati micritici ($\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$) della successione di Monte Sparagio, suggeriscono invece il superamento di questi limiti, con temperature più elevate (superiori a 36°C) nel Retico sommitale ed un drastico raffreddamento (sotto i 10°C) al limite Triassico/Giurassico, condizioni che hanno verosimilmente contribuito all'evento di estinzione.

CONCLUSIONI

L'estinzione di massa alla fine del Triassico rappresenta un evento complesso ed articolato, causato da una combinazione di intensa attività vulcanica, perturbazioni del ciclo del carbonio e deossigenazione oceanica. Lo studio multidisciplinare della successione peritidale del Monte Sparagio offre nuove prospettive per una migliore comprensione delle dinamiche spazio-temporali di questi processi, grazie a una dettagliata ricostruzione delle variazioni isotopiche, geochimiche e della biodiversità che hanno caratterizzato questo importante episodio di crisi biologica. L'integrazione tra i dati degli

isotopi stabili e l'analisi dell'evoluzione delle associazioni fossilifere, sia macro- che microfaunistiche, permette di ricostruire con elevata risoluzione i cambiamenti climatici e ambientali che hanno condotto all'estinzione di massa al limite Triassico-Giurassico. Questo approccio sottolinea inoltre il ruolo chiave delle piattaforme carbonatiche di mare basso come archivi sensibili e fondamentali per comprendere gli impatti globali dell'evento di estinzione di fine Triassico (ETE).

BIBLIOGRAFIA

von Alberti F.A. (1834). *Monographie des Bunt Sandsteins, Muschelkalks und Keupers, und die Verbindung dieser Gebilde zu einer Formation* (Stuttgart-Tübingen: Cotta). 399pp.

Bachan A. & Payne J.L. (2016). Modeling the impact of pulsed CAMP volcanism on $p\text{CO}_2$ and $\delta^{13}\text{C}$ across the Triassic-Jurassic transition. *Geological Magazine*, 153, 252-270.

Capriolo M., Marzoli A., Aradi, L.E., Ackerson, M.R., Bartoli O., Callegaro S., Dal Corso J., Ernesto M., Gouvêa Vasconcellos, E.M., De Min A. & Newton R.J., (2021). Massive methane fluxing from magma-sediment interaction in the end-Triassic Central Atlantic Magmatic Province. *Nature Communications*, 12(1), p.5534.
<https://doi.org/10.1038/s41467-021-25510-w>

Greene S.E., Martindale R.C., Ritterbush K.A., Bottjer D.J., Corsetti F.A., & Berelson W.M. (2012). Recognising ocean acidification in deep time: An evaluation of the evidence for acidification across the Triassic-Jurassic boundary. *Earth-Science Reviews*, 113(1-2), 72-93.
<https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2012.03.009>

Hallam A. & Wignall P.B. (1999). Mass extinctions and sea-level changes. *Earth Sciences Reviews*, 48, 217-250.
[https://doi.org/10.1016/S0012-8252\(99\)00055-0](https://doi.org/10.1016/S0012-8252(99)00055-0)

He T., Dal Corso J., Newton R.J., Wignall P.B., Mills B.J.W., Todaro S., Di Stefano P., Turner E.C., Jamieson R.A., & Randazzo V. (2020). An enormous sulfur isotope excursion indicates marine anoxia during the end-Triassic mass extinction. *Science Advances*, 6(37), eabb6704.
<https://doi.org/10.1126/sciadv.abb6704>

Huynh T.T. & Poulsen C.J. (2005). Rising atmospheric CO_2 as a possible trigger for the end-Triassic mass extinction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 217, 223-242.
<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2004.12.004>

Marzoli A., Callegaro S., Dal Corso J., Davies J.H.F.L., Chiaradia M., Youbi N., Bertrand H., Reisberg L., Merle, R. & Jourdan F. (2018). The Central Atlantic magmatic province (CAMP): A review. *The Late Triassic World*, 91-125.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-68009-5_4

McElwain J.C., Beerling D.J. & Woodward F.I. (1999). Fossil plants and global warming at the Triassic-Jurassic boundary. *Science*, 285(5432), 1386-1390.
<https://doi.org/10.1126/science.285.5432.1386>

Morris S.C. & Caron J.B. (2012). *Pikaia gracilens* Walcott, a stem-group chordate from the Middle Cambrian of British Columbia. *Biological Reviews*, 87(2), 480-512.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-185X.2012.00220.x>

Rigo M., Favero M., Di Stefano P. & Todaro S. (2024). Organic carbon isotope ($\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$) curve and extinction trends across the Triassic/Jurassic boundary at Mt. Sparagio (Italy): A tool for global correlations between peritidal and pelagic successions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 654, 112440.
<https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2024.112440>

Romano R., Masetti D., Carras N., Barattolo F. & Roghi G. (2008). The Triassic/Jurassic boundary in a peritidal carbonate platform of the Pelagonian Domain: the Mount Messapion section (Chalkida, Greece). *Rivista Italiana Di Paleontologia e Stratigrafia*, 114(3), 431-452.
<https://doi.org/10.13130/2039-4942/5910>

Van de Schootbrugge B., Payne J.L., Tomasovych A., Pross J., Fiebig J., Benbrahim M., Föllmi K.B. & Quan T.M. (2008). Carbon cycle perturbation and stabilization in the wake of the Triassic-Jurassic boundary mass-extinction event. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 9(4).
<https://doi.org/10.1029/2007GC001914>

Senowbari Daryan, B., Di Stefano P. & Abate, B. (2015). Hypercalcified Sponges from the Upper Triassic (Norian-Rhaetian) Reefs of Sicily. *Quaderni del Museo Geologico Gemmellaro*, 10, 1-300.

Todaro S., Di Stefano P., Zarcone G. & Randazzo V. (2017). Facies stacking and extinctions across the Triassic-Jurassic boundary in a peritidal succession from western Sicily. *Facies*, 63(3), 20.
<https://doi.org/10.1007/s10347-017-0500-5>

Todaro S., Rigo M., Randazzo V., & Di Stefano P. (2018). The end-Triassic mass extinction: a new correlation between extinction events and $\delta^{13}\text{C}$ fluctuations from a Triassic-Jurassic peritidal succession in western Sicily. *Sedimentary Geology*, 368, 105-113.
<https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2018.03.008>

Todaro S., Rigo M., Tackett L. & Di Stefano P. (2023). Evidence of a biodiversity crisis documented on a peritidal carbonate succession from western Tethys (Sicily): new data on the End Triassic Mass Extinction. *Italian Journal of Geosciences*, 142(1), 122-130.
<https://doi.org/10.3301/IJG.2023.04>

Tunaboylu B.C., Altiner D., Isintek I. & Demirci D. (2014). Foraminiferal biostratigraphy and sequence stratigraphy of peritidal carbonates at the Triassic-Jurassic boundary (Karaburun Peninsula, Western Turkey). *Journal of Asian Earth Sciences*, 90, 61-76.
<https://doi.org/10.1016/j.jseas.2014.04.015>

Yager J.A., West A.J., Corsetti F.A., Berelson W.M., Rollins N.E., Rosas S. & Bottjer D.J. (2017). Duration of and decoupling between carbon isotope excursions during the end-Triassic mass extinction and Central Atlantic Magmatic Province emplacement. *Earth and Planetary Science Letters*, 473, 227-236.

Panoramica della penisola di San Vito Lo Capo dalla Cava alla base della sezione di Monte Sparagio. In primo piano la Riserva Naturale Orientata di Monte Cofano.