

Titolo: IL VULCANISMO TARDO-CRETACEO IN MADAGASCAR: ETA', GENESI, EVOLUZIONE DEI MAGMI ED IMPLICAZIONI TETTONICHE

Tutor: Ciro Cucciniello

Co-tutor: Leone Melluso

Programma di ricerca

Il Madagascar è un'area chiave per ricostruire la paleogeografia del supercontinente Gondwana, per la sua posizione tra India, Africa e Antartide. Il Madagascar ha una lunga storia geologica e un singolare insieme di forme di vita diverse da quelle degli altri continenti. Le rocce metamorfiche del basamento hanno somiglianze tettoniche, stratigrafiche e litologiche con quelle dei territori vicini. I bacini sedimentari del Madagascar occidentale hanno la stessa evoluzione stratigrafica di quelli dell'Africa orientale, almeno fino al Giurassico, essendo entrambi parte del sistema Karoo, attivo fino al Paleozoico.

La Grande Provincia Ignea (LIP) del Madagascar rappresenta uno dei più grandi eventi magmatici del Cretaceo Superiore. I superstiti di questa provincia ignea affiorano principalmente lungo la costa orientale, nei bacini occidentali di Mahajanga e Morondava e direttamente sul basamento Precambriano (a sud, complesso dell'Androy) e comprendono colate di lava, dicchi, sills e complessi intrusivi. L'estensione originale della provincia probabilmente superava 1×10^6 km². L'origine della provincia ignea del Madagascar è collegata al *rifting* tra il Madagascar e la Grande India e al Marion *plume*. Le poche datazioni radiometriche disponibili indicano un intervallo di circa 8 Ma per la messa in posto della provincia (92-84 Ma) con i prodotti più giovani situati a sud.

Ciò implica quanto segue: a) la maggior parte della LIP è leggermente più antica della prima crosta oceanica del bacino del Mascarene (83,6 Ma); b) questo intervallo di età è molto vicino all'evento anossico oceanico (OAE-2; 93 Ma) registrato nei sedimenti pelagici e vetri vulcanici, suggerendo quindi un collegamento tra i due eventi. Infine, le rocce ignee dell'India meridionale hanno età di ~90-85 Ma, il che suggerisce un collegamento tra le due aree vulcaniche.

Studi sulle rocce vulcaniche del Madagascar hanno evidenziato le peculiari composizioni chimiche e isotopiche di queste rocce. Si tratta principalmente di rocce tholeiitiche mafiche e quantità minori di prodotti evoluti (daciti e rioliti). Questi ultimi si sono formati per cristallizzazione frazionata a sistema aperto partendo da un magma basaltico. Le rocce alcaline sono subordinate, e affiorano per lo più sotto forma di dicchi o complessi intrusivi (filoni di Ejeda-Bekily, e complesso di Antampombato-Ambatovy). Rocce più evolute peralcaline sono presenti nei complessi dell'Androy e Antampombato.

Le variazioni geochemiche e isotopiche delle rocce mafiche evidenziano un'estrema eterogeneità dei sistemi di alimentazione dalla tipica composizione MORB trovata nei dicchi della costa occidentale, a composizioni che sono chiaramente il risultato di importanti interazioni con la crosta continentale o il mantello litosferico (basalti affioranti nel settore NW del Madagascar, Androy, dicchi Ejeda-Bekily).

La conseguenza di questa eterogeneità geochemica ed isotopica è la mancanza di indicazioni affidabili di sorgenti di mantello diverse da quelle dei MORB. È risaputo che una delle ipotesi più importanti per la genesi delle LIP è la risalita e la fusione di un mantello diverso da quello astenosferico, probabilmente proveniente da regioni più profonde del mantello. La prova dell'esistenza di un *hotspot* dovrebbe essere vista seguendo la traccia delle isole vulcaniche, di cui la più recente è l'arcipelago Marion-Prince Edward nell'Oceano Indiano meridionale. Il mantello profondo dovrebbe avere rapporti isotopici caratteristici, che si possono osservare nei magmi, ma nessuno di questi è stato osservato nei prodotti meno evoluti del Madagascar. Perfino le rocce più primitive eruttate vicino alla presunta posizione del Marion *hotspot* a 88 Ma mostrano caratteristiche geochemiche tipiche del mantello litosferico o addirittura del basamento continentale.

Lo scopo di questo progetto è di proporre un modello verosimile per l'origine della grande provincia ignea Cretacica del Madagascar.

Sarà condotto uno studio dettagliato della composizione chimica ed isotopica delle rocce ignee e una caratterizzazione chimica dei minerali al fine di identificare

variazioni composizionali, assemblaggi di equilibrio, caratteristiche della sorgente di mantello e potenziali contaminanti.

Dettagliati studi geochimici sulla partizione degli elementi in traccia tra i minerali e il liquido saranno effettuati utilizzando LA-ICP-MS (in collaborazione con il prof. Alberto Zanetti del CNR di Pavia) al fine di identificare le caratteristiche geochimiche dei magmi parentali. Le variabili termodinamiche che regolano l'evoluzione magmatica nelle diverse aree vulcaniche (es. temperatura, pressione) saranno determinate mediante studi di equilibrio di fase su minerali e rocce totale.

Datazioni radiometriche (Ar-Ar e U-Pb in collaborazione con il prof. Fred Jourdan della Curtin University) precise e accurate permetteranno di comprendere le cause e gli effetti della grande provincia ignea del Madagascar. Un prerequisito per stabilire se c'è una relazione tra vulcanismo e cambiamento climatico è la contemporaneità dei due eventi. Inoltre, il sincronismo tra la messa in posto dei prodotti della LIP del Madagascar, il *rifting* e il successivo processo di oceanizzazione sono cruciali per la ricostruzione paleogeografica del Gondwana. Con i progressi nella geocronologia, sta emergendo un quadro molto più preciso dell'età e della durata del magmatismo delle grandi province ignee. Età e durata dell'attività magmatica sono fondamentali per valutare le possibili relazioni tra una LIP ed un evento climatico a scala globale.

Proposta per una posizione di dottorato

Una posizione per un dottorato di ricerca sarà richiesta per un candidato che possa effettuare ricerche sul progetto Madagascar LIP. In particolare, il progetto di dottorato si concentrerà sulla petrogenesi dei complessi intrusivi del Cretaceo Superiore (Ambohiby e Bevato, Madagascar centrale) e delle lave e dicchi nel settore centrale e meridionale dell'isola. Il programma di lavoro comprenderà lo studio della letteratura disponibile e una selezione di campioni raccolti durante diversi viaggi sul campo in Madagascar. Il progetto di dottorato è articolato in tre fasi di lavoro che includono studio delle sezioni sottili, analisi chimiche (XRF, ICP-MS e isotopi Nd-Sr-Pb) su roccia totale, uno studio geochimico dettagliato *in-situ* utilizzando EDS/WDS e LA-ICP-MS; e infine Ar-Ar e U-Pb su fasi mineralogiche separate

mediante separatore magnetico e binoculare. Il programma analitico verrà eseguito utilizzando le strumentazioni del DiSTAR dell'Università di Napoli Federico II, dove lo studente di dottorato avrà la possibilità di acquisire competenze tecniche in metodi mineralogici e petrografici, quali analisi chimica (XRF), osservazione al microscopio in luce polarizzata e microscopia elettronica a scansione con microanalisi (EDS/WDS) e analisi isotopica Sr-Nd-Pb. I corsi di formazione della "Scuola di Dottorato" saranno disponibili anche per lo studente presso l'Università ospitante per migliorare le sue conoscenze su diversi argomenti.

Un periodo di circa 3 mesi per una borsa di studio all'estero è anche incluso nel programma di lavoro per lo studente di dottorato per apprendere diversi metodi analitici (LA-ICP-MS, Ar-Ar e U-Pb) e per collaborare con i ricercatori locali nello sviluppo di aspetti specifici del programma di ricerca.

Il progetto di dottorato sarà supportato economicamente dal Progetto PRIN 2017 (Micro to Macro - How to unravel the nature of the Large Magmatic Events; Prot. 20178LPCPW; CUP E68D19001060001; P.I. Massimo Coltorti, Responsabile dell'unità di ricerca di Napoli Ciro Cucciniello).

Durata del progetto 36 mesi (03/11/2019-03/05/2023)

MUR