

Fabrizio Ferrucci Fabrizio Innocenti

Progetto-Etna 1993-1995

Stato di avanzamento delle ricerche
C.N.R. Roma, 11-12 Gennaio 1995



GIARDINI

IL VULCANISMO PLIO-PLEISTOCENICO DEI MONTI IBLEI: CARATTERIZZAZIONE GEOCHIMICA E CRONOLOGICA DEI MAGMI EMESSI.

S. ESPERANCA (1), M.A. LAURENZI (2), R. MAZZUOLI (3),
T. TRUA (3), M. ODDONE (4)

- 1) *Dep. Earth Science, Monash University, Australia*
2) *Ist. Geocronologia e Geochimica Isotopica, C.N.R., Pisa*
3) *Dip. Scienze della Terra, Università di Pisa*
4) *Dip. Chimica gen., Università di Pavia*

Introduzione

Il vulcanismo plio-pleistocenico del Plateau ibleo si è sviluppato sul bordo della placca africana, in un'area di avampaese delimitata da due importanti strutture rappresentate ad Est dalla Scarpata di Malta e ad Ovest dal sistema di faglie trascorrente destro Scicli-Giarratana (Ben-Avraham e Grasso, 1990). Nel settore orientale del Plateau, obliquamente al sistema di faglie trascorrente, sono associati dei bacini pull-apart orientati NE-SW (Graben di Scordia e del Simeto) in corrispondenza dei quali si rinvencono estesi espandimenti lavici subaerei. Nel settore occidentale la tettonica verticale è meno evidente e la maggior parte delle vulcaniti, rappresentate da colate di lave a pillow associate a ialoclastiti, si ritrova in corrispondenza del sistema di faglie Scicli-Giarratana.

I prodotti vulcanici emessi mostrano un marcato dualismo (De Rosa et al., 1992): insieme a prodotti francamente alcalini, affioranti prevalentemente nel settore orientale ibleo, si rinvencono anche prodotti ad affinità tholeiitica o intercalati ai prodotti lavici alcalini o affioranti, in modo molto esteso, nel settore occidentale del Plateau ibleo. Uno studio geochimico e cronologico è in corso sulle vulcaniti plio-pleistoceniche iblee. Gli obiettivi di questa ricerca sono: - riconoscere le caratteristiche geochimiche delle sorgenti coinvolte nel magmatismo ibleo; - definire un quadro geocronologico completo del vulcanismo plio-pleistocenico per verificare se l'emissione dei magmi alcalini e tholeiitici è stata o no contemporanea; - elaborare un modello che possa essere inserito nel quadro geodinamico del Mediterraneo centrale.

Dati geochimici e geocronologici

In base alle caratteristiche petrografiche ed alle composizioni chimiche e normative è possibile distinguere i prodotti alcalini in termini: melanafelinitici, basanitici (o ankaramitici, se il contenuto in olivina+clinopirosseno modale è superiore al 65%), basaltici e scarsi termini hawaiiitici. I prodotti tholeiitici mostrano una variazione composizionale più ristretta andando da termini basaltici a basaltico-andesitici. L' Mg_v dei prodotti campionati è medio-alto ($75 < Mg_v < 55$ per i magmi ad affinità alcalina; $65 < Mg_v < 55$ per i magmi tholeiitici) evidenziandone il carattere relativamente primitivo.

Dalla normalizzazione dei contenuti in elementi in tracce, relativi a vulcaniti alcaline e tholeiitiche, rispetto ad un mantello primordiale si osserva:

una forte affinità dei basalti alcalini con magmi di tipo OIB (Ocean Island Basalt; Sun e McDonough, 1989); un impoverimento in Rb, Ta, K, Hf e Ti per i prodotti ankaramitici, che mostrano però per i restanti elementi caratteristiche sempre di tipo OIB; contenuti in elementi in tracce molto più simili a magmi di tipo P-MORB (Plume-Mid Ocean Ridge Basalt; Sun e McDonough, 1989) per i prodotti tholeiitici, eccetto che per un arricchimento in Ba ed un impoverimento in K (Fig.1).

Delle importanti differenze fra prodotti alcalini e tholeiitici iblei si osservano anche da un punto di vista isotopico. Le variazioni nei rapporti isotopici $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ (0,70309-0,70347) e $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (0,51296-0,51309) riscontrate nelle vulcaniti alcaline indicano il coinvolgimento nella genesi di questi prodotti di una sorgente relativamente arricchita, mentre i bassi rapporti in $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ($\leq 0,70305$) e gli alti rapporti $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ (0,51306-0,51318) delle vulcaniti tholeiitiche sono più compatibili con una sorgente impoverita di tipo DMM (Depleted Morb Mantle; da Zindler e Hart, 1986). Significative sono le variazioni nei rapporti isotopici del Pb che indicano chiaramente composizioni più radiogeniche per i prodotti alcalini rispetto ai tholeiitici. In particolare nel diagramma $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ (Fig. 2) il confronto dei dati relativi alle vulcaniti iblee con le composizioni isotopiche degli end-member mantellici note in letteratura

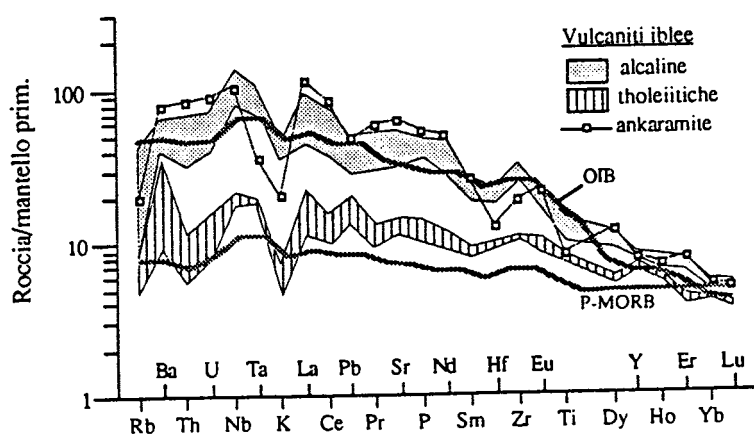


Figura 1: Andamenti degli elementi in tracce normalizzati ad un mantello primordiale (Sun e McDonough, 1989) relativi a rocce iblee alcaline, tholeiitiche e ad un campione ankaramitico. Per confronto sono riportati gli andamenti di un basalto di tipo OIB e di tipo P-MORB (Sun e McDonough, 1989).

(HIMU, DMM, EMI ed EMII, da Zindler e Hart, 1986) sembra suggerire il coinvolgimento nel magmatismo plio-pleistocenico ibleo di almeno due sorgenti isotopicamente distinte: una arricchita, con caratteristiche tipo HIMU (alto U/Pb), da cui deriverebbero i prodotti alcalini; la seconda più impoverita, molto più simile ad una sorgente tipo DMM, da cui si sarebbero generati i prodotti tholeiitici. Sempre nello stesso diagramma è riportato il campo della crosta calabra (dati da Caggianelli et al., 1991) come possibile contaminante.

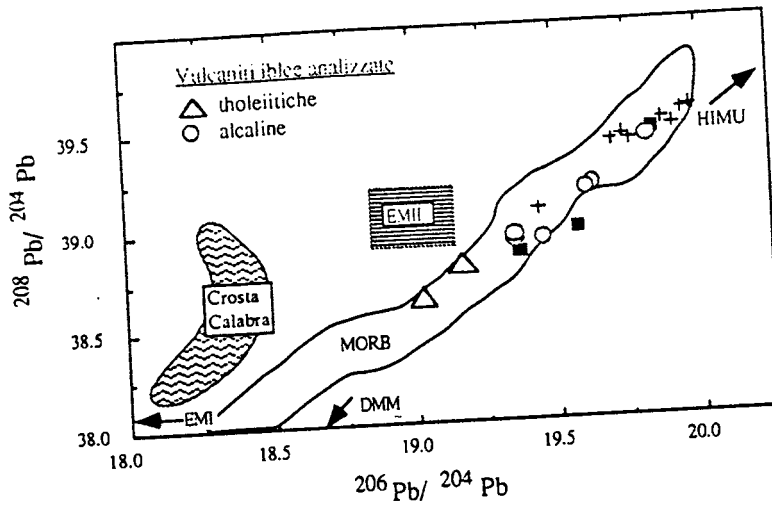


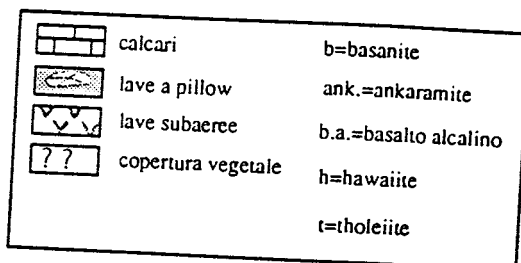
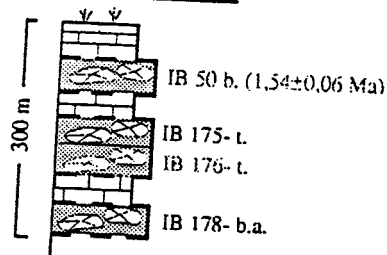
Figura 2: Diagramma di variazione dei rapporti isotopici $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ vs. $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ relativi a vulcaniti iblee tholeiitiche ed alcaline. Nel diagramma sono anche riportati dati di bibliografia relativi a: vulcaniti iblee (quadrati) ed etnee (croci) (da Carter e Civetta, 1977; Carter et al., 1978); end-member mantellici (DMM, HIMU, EM I, EM II) definiti da Zindler e Hart (1986); campi dei MORB (Dosso et al., 1991) e della Crosta calabra (Caggianelli et al., 1991).

E' interessante notare come nè i prodotti alcalini nè i prodotti tholeiitici, pur essendo stati emessi in un ambiente continentale caratterizzato da uno spessore crustale di circa 30Km (Suhadolc e Panza, 1988), sembrano avere interagito con la crosta.

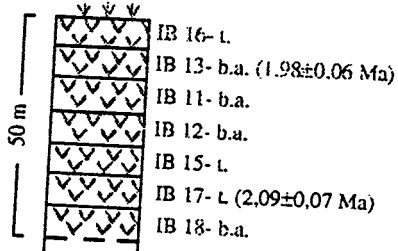
Su una serie di successioni vulcaniche plio-pleistoceniche è in corso uno studio cronologico basato sulla metodologia $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$. In Figura 3 sono riportati valori di età di isocrona $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ relativi ad alcune vulcaniti appartenenti a tre distinte successioni vulcaniche plio-pleistoceniche iblee: T. Risicone (Nord-Ovest di Francofonte); T. Ossena (Sud di Scordia); V.ne del L'Oddiero (Sud-Ovest di Scordia). I dati finora disponibili hanno età comprese tra 2,3 e 1,5 Ma. L'età più vecchia si riferisce ad una colata lavica subaerea (IB55=2,31±0,03 Ma), a composizione ankaramitica, affiorante nella porzione medio-bassa della successione del T. Risicone, mentre l'età più giovane è relativa ad una colata subacnea a pillow (IB50=1,54±0,06 Ma), intercalata a sedimenti carbonatici, affiorante nella porzione medio-alta della successione del V.ne del L'Oddiero. Non si osservano inoltre differenze di età fra colate di lava composizionalmente diverse. Infatti l'età ottenuta su di un campione tholeiitico (IB17=2,09±0,07 Ma), relativo ad una colata lavica subaerea affiorante quasi alla base della successione del T. Ossena, è molto simile all'età ottenuta per un campione alcalino (IB144=2,01±0,06 Ma), a composizione hawaiiitica, appartenente alla colata lavica affiorante al tetto della successione del T. Risicone. Questo è in accordo con le osservazioni di campagna che non segnalano la presenza nelle successioni campionate di elementi indicatori di

lunghe stasi nell'attività vulcanica (es: superfici di erosione o paleosuoli) così da poter considerare contemporanee le attività alcalina e tholeiitica.

V.ne del L'Oddiero



T. Ossena



T. Risicone

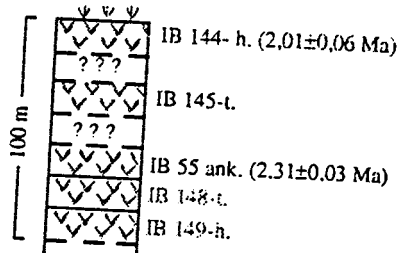


Figura 3: Valori di età $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ relativi ad alcune vulcaniti appartenenti a tre distinte successioni vulcaniche plio-pleistoceniche iblee: T. Risicone (Nord-Ovest di Francofonte); T. Ossena (Sud di Scordia); V.ne del L'Oddiero (Sud-Ovest di Scordia).

Informazioni sui valori di T e P di geni dei magmi alcalini e tholeiitici sono state ottenute mediante equilibri di fase olivina-liquido (Leeman e Scheidegger, 1977) ed olivina-spinello (Fabries, 1979), per quanto riguarda i valori di temperatura, ed utilizzando diagrammi isostrutturali olivina-diopside-nefelina ed olivina-diopside-silice (Sack et al., 1987; Walker et al., 1979) per avere informazioni indicative sui valori della pressione. Sono stati ottenuti valori di T e P rispettivamente più alti per i prodotti alcalini (T=1258°C e P=30 Kbar) e più bassi per i prodotti tholeiitici (T=1100°C e P<10Kbar).

Discussione

L'insieme dei dati presentati evidenzia dei vincoli importanti che vanno tenuti in considerazione nella elaborazione di un modello genetico del magmatismo ibleo:

- 1) il coinvolgimento nel magmatismo plio-pleistocenico di almeno due sorgenti mantelliche, aventi caratteristiche geochimiche ed isotopiche diverse. I prodotti alcalini derivano da un mantello arricchito di tipo HIMU mentre i magmi tholeiitici hanno caratteristiche di una sorgente relativamente impoverita, di tipo DMM;
- 2) la contemporanea emissione di prodotti ad affinità alcalina e tholeiitica;

3) geni dei prodotti alcalini a profondit  e temperature maggiori rispetto ai prodotti tholeiitici.

Dalle informazioni termobarometriche ottenute e considerando anche i dati geofisici, secondo i quali il limite litosfera-astenosfera   posto nell'area iblea ad una profondit  di circa 90 km (Suhadolc e Panza, 1988), sembrerebbe essere la litosfera la possibile sorgente sia del magmatismo alcalino che tholeiitico. Questo   in contrasto con le caratteristiche isotopiche riscontrate nelle vulcaniti tholeiitiche. I prodotti tholeiitici infatti, pur essendo stati eruttati in un ambiente caratterizzato da un importante spessore litosferico, non sembrano avere interagito con la litosfera mostrando piuttosto rapporti isotopici Sr-Nd-Pb molto simili a magmi di tipo MORB, che si rinvengono in ambienti oceanici in cui la litosfera   mancante o ha uno spessore molto basso. Questi dati preliminari sarebbero quindi pi  in accordo con la genesi dei magmi iblei da un mantello astenosferico disomogeneo.

Riferimenti bibliografici

- BEN-AVRAHAM Z. e GRASSO M. (1990) - Collisional zone segmentation in Sicily and surrounding areas in the Central Mediterranean. *Annales Tectonicae*, vol. IV: pp. 131-139
- CAGGIANELLI A., DEL MORO A., PAGLIONICO A., PICCARETTA G., PINARELLI L. e ROTTURA A. (1991) - Lower crustal granite genesis connected with chemical fractionation in the continental crust of Calabria (Southern Italy). *Eur. Jour. Mineral.*, 3: pp. 159-180
- CARTER S.R. e CIVETTA L. (1977) - Genetic implications of the isotope and trace element variations in the eastern Sicilian volcanics. *Earth Plan. Sc. Let.*, 36: pp. 168-180
- CARTER S.R., EVENSON N.M., HAMILTON P.J. e O'NION'S R.K. (1978) - Continental volcanics derived from the enriched and depleted source regions: Nd- and Sr- isotope evidence. *Earth Plan. Sc. Let.*, 37: pp. 401-408
- DE ROSA R., MAZZUOLI R. e TRUA T. (1992) - A petrogenetic model for the coexistence of alkali basalts and tholeiites in the Plio-Pleistocene volcanism of Iblean plateau (South-East Sicily, Italy). *Acta Vulcanologica*, vol. 2: pp. 199-207
- DOSSO L., HANAN B.B., BOUGAULT H., SCHILLING J.G. e JORON J.L. (1991) - Sr-Nd-Pb geochemical morphology between 10° and 17°N on the Mid-Atlantic Ridge: a new MORB isotope signature. *Earth Plan. Sc. Let.*, 106: pp. 29-43
- FABRIES J. (1979) - Spinel-olivine geothermometry in peridotite from ultramafic complexes. *Contr. Min. Petrol.*, 69: pp. 329-336
- LEEMAN W.P. e SCHEIDEGGER K.F. (1977) - Olivine-liquid distribution coefficient and a test for crystal-liquid equilibrium. *Earth Plan. Sc. Let.*, 35: pp. 247-257
- SACK R.O., WALKER D. e CARMICHAEL I.S.E. (1987) - Experimental petrology of alkalic lavas: constraints on cotectics of multiple saturation in natural basic liquids. *Contr. Min. Petrol.*, 96: pp. 1-23
- SUHADOLC P. e PANZA G.F. (1988) - The European-African collision and its effects on the lithosphere-asthenosphere system. *Tectonophysics*, 146: pp. 59-66
- SUN S.S. e McDONOUGH W.F. (1989) - Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and process. In: *Magmatism in the Ocean Basins*. SAUNDERS e NORRY (eds), *Geol. Soc. London Spec. Pub. No. 42*, pp. 313-345
- WALKER D., SHIBATA T., DE LONG S.E. (1979) - Abyssal tholeiites from the oceanographer fracture zone: II. phase equilibria and mixing. *Contr. Min. Petrol.*, 70: pp. 111-125
- ZINDLER A. e HART S.R. (1986) - Chemical geodynamics. *Ann. Rev. Earth Plan. Sci.* 14, pp. 493-571.