

## ETÀ K-Ar DELLE IGNIMBRITI PERMIANE DI GALTPELLI' (OROSEI - SARDEGNA ORIENTALE)

DOMENICO COZZUPOLI, GIOVANNI GERBASI

Istituto di Mineralogia e Petrografia dell'Università, Piazza Aldo Moro, 00185 Roma

MASSIMO NICOLETTI, CLAUDIO PETRUCCIANI

Centro di studi per la Geocronologia e la Geochimica delle Formazioni Recenti del C.N.R.,  
Istituto di Geochimica dell'Università, Piazza Aldo Moro, 00185 Roma

**RIASSUNTO.** — Vengono riportati i primi dati petrografici e di geocronologia K-Ar relativi alle vulcaniti permiane affioranti lungo la Valle del Cedrino, nelle immediate vicinanze di Galtelli. La locale serie vulcanica è prevalentemente costituita da ignimbriti riolitiche e ripropone caratteri di composizione mineralogica e chimica molto vicini a quelli riscontrabili nelle ignimbriti tardopaleozoiche affioranti nell'Ogliastra ed in altri settori dell'isola.

I dati ottenuti sulle R.T. di vari campioni di ignimbriti raccolti secondo il criterio «*Mellor-Mussett*» ed interpretati secondo il metodo di HUNZIKER dell'isocrona totale danno un'età di 284 M.A. che pone la messa in posto delle vulcaniti di Galtelli al confine carbonifero-permiano.

**ABSTRACT.** — For the first time petrochemical data and K-Ar ages of Permian volcanites, located in Cedrino Valley near Galtelli, are presented. These volcanic outcrops are mostly represented by rhyolitic ignimbrites with mineralogical composition and petrochemical characteristics very similar to those of late Paleozoic ignimbrites of Ogliastra and other areas of Sardinia.

W.R. K-Ar analyses were carried out on various samples of ignimbrites which were sampled with the «*Mellor-Mussett*» criterion; these data are construed following HUNZIKER'S total isochrona method obtaining an age of 284 m.y. which locates these volcanites between the end of Carboniferous and the beginning of Permian.

### Premessa

In questi ultimi anni è in atto una revisione di taluni aspetti della stratigrafia del postercinico sardo (GASPERI e GELMINI, 1977; GASPERI e GELMINI, 1979; CASINIS et al., 1979; FONTANA et al., 1982) in relazione anche all'acquisizione di nuovi

dati micropaleontologici (PITTAU e FLAVIANI, 1982). Tali dati, unitamente a quelli recenti di geocronologia K-Ar sulle vulcaniti tardopaleozoiche sarde presentati da EDEL et al. (1981) in buona parte contrastanti con quelli già esistenti in letteratura (COZZUPOLI et al., 1969; COZZUPOLI et al., 1971; LOMBARDI, COZZUPOLI e NICOLETTI, 1974) rendono necessaria una riconsiderazione ed un ulteriore approfondimento del quadro regionale del vulcanismo tardopaleozoico sardo a suo tempo delineato. Si è quindi ritenuto opportuno procedere allo studio delle vulcaniti permiane di Galtelli, rimaste fuori dalla precedente indagine (LOMBARDI, COZZUPOLI e NICOLETTI, 1974), le quali malgrado la loro limitata estensione in affioramento, risultano interessanti anche per la loro posizione geografica.

### Generalità e caratteristiche degli affioramenti

Lungo la valle del Cedrino, nei pressi del paese di Galtelli, è presente una serie di affioramenti di piroclastiti acide costituenti le propaggini più settentrionali delle manifestazioni vulcaniche tardopaleozoiche della Sardegna orientale. Tali affioramenti, seppure modesti rispetto a quelli corrispettivi presenti in altri settori dell'isola, risultano cartografati nel F°195 - Orosei della Carta Geologica d'Italia. Segnalati dal VARDABASSO (1959), non sono stati prima d'ora

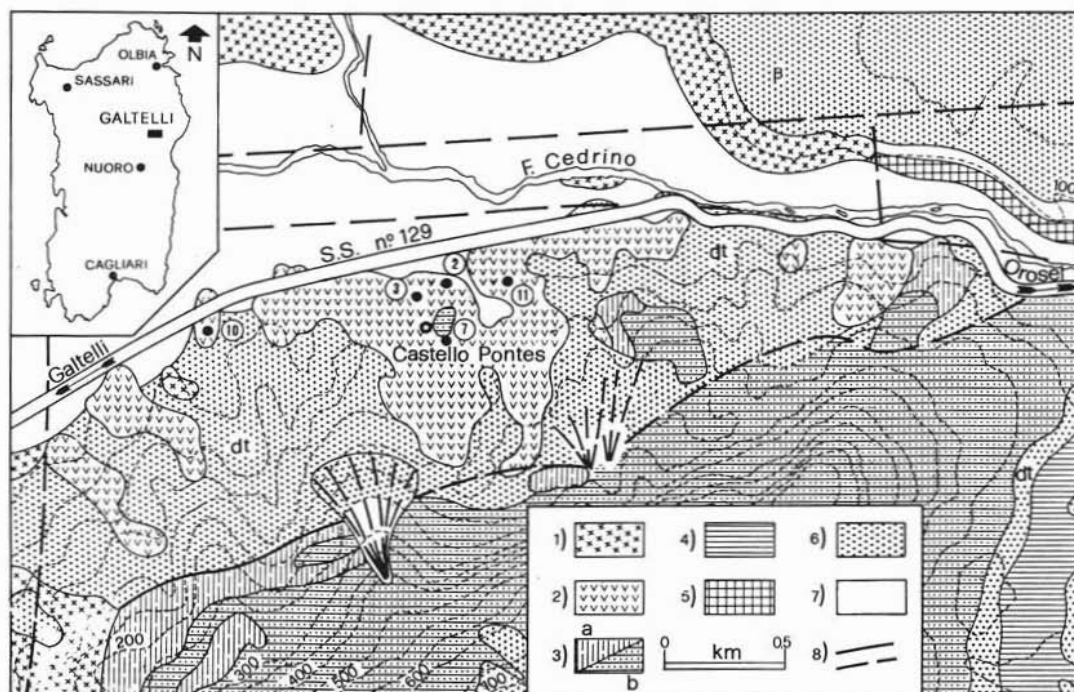


Fig. 1. — Schema degli affioramenti e posizione dei campioni. 1) Basamento cristallino (scisti e rocce granitoidi) del Paleozoico. 2) Ignimbriti riolitiche e clastiti permiane. 3) a) Dolomie brune (Giura medio) e b) calcari bianchi stratificati (Giura superiore). 4) Calcari e marne del Cretacico. 5) Calcari, marne e puddinghe nummulitici (Eocene inf.). 6) dt = detrito di falda e  $\beta$  = basalti (Quaternario). 7) Alluvioni recenti. 8) Dislocazioni tettoniche. (Dal F. 195 - « Orosei » della Carta Geologica d'Italia, semplificato).

studiati dal punto di vista petrografico e vulcanologico, nè dati con metodi isotopici di geocronologia assoluta.

I termini della locale serie vulcanica sono rappresentati da vulcaniti acide, prevalentemente ignimbriti riolitiche.

Questi prodotti vulcanici si presentano in affioramenti di varia estensione spesso circoscritti dall'abbondante detrito di falda che si rinviene sul versante settentrionale del rilievo carbonatico del M.te Tuttavista e risultano stratigraficamente sovrastanti al basamento paleozoico cristallino, a luoghi con l'interposizione di modesti livelli di sedimenti clastici (permiano?), e sottostanti alle assise carbonatiche giurassiche (fig. 1).

La serie è molto monotona e presenta caratteristiche giaciture abbastanza uniformi nei vari affioramenti ed una potenza massima di una cinquantina di metri.

Una sequenza ben evidente di queste vulcaniti è esposta nell'affioramento di Castello Pontes ove le bancate ignimbritiche, disposte

a monoclinale e modestamente vergenti ad E si succedono in continuità lungo le pendici del rilievo, sino quasi alla sua vetta dove la serie è interrotta dalla comparsa delle facies sedimentarie giurassiche. L'uniformità e continuità della locale serie vulcanica e la mancanza in essa di intercalati episodi vulcanici differenziati indica che si tratta verosimilmente di prodotti appartenenti ad uno stesso ciclo vulcanico.

### Caratteri petrografici

Le caratteristiche strutturali e tessiturali dei campioni esaminati sono quelle consuete dei prodotti di nube ardente, come già riscontrato in analoghi affioramenti presenti in altri settori dell'isola; la struttura è vitroclastica e le parti basse della coltre sono più ricche in fenoclasti e frammenti litici, mentre quelle sommitali presentano una più marcata pseudofluidità.

La composizione di queste ignimbriti ri-

mane abbastanza uniforme. Fra i fenoclasti gli abituali componenti mineralogici risultano essere quarzo, plagioclasti (albite 4 % An, ed oligoclasio 27 % An), K-feldspato (sanidino 87 % Or), clinopirosseno cloritizzato, biotite e rara muscovite; possono essere presenti pochi frammenti litici del basamento (filladi, micascisti e quarziti) i quali comunque rimangono di dimensioni ridotte anche nei livelli più bassi della coltre ignimbratica. La massa di fondo, microcristallina per devetrificazione, risulta quarzoso-feldspatica con abbondante K-feldspato. Come minerali accessori sono riconoscibili apatite, zircone, magnetite ed ilmenite. Possono inoltre essere presenti in quantità variabili a seconda dello stato di conservazione e degli apporti subiti dal campione: sericite, in laminette disperse nella pasta di fondo; clorite, di neo-formazione sui minerali femici o in plache ed aggregati lamellari nella massa di fondo; quarzo, in piccole venule anastomizzate. Processi più o meno parziali di albitizzazione sono spesso evidenti sui plagioclasti.

Talune differenze si riscontrano in alcuni campioni in cui si ha maggiore incidenza del quarzo e del plagioclasio (albite 4 % An) ed è inoltre presente l'ematite.

Le composizioni chimiche <sup>(1)</sup> rappresentative delle ignimbriti esaminate e le relative norme CIPW sono riportate nella tabella 1. Esse presentano caratteri abbastanza uniformi. Sono tutte caratterizzate da elevati valori di SiO<sub>2</sub>, sempre superiori al 70 %; da piccole oscillazioni nella percentuale di Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> che in genere si mantiene tra il 14 % ed il 15 %; da tenori relativamente bassi in CaO; da valori di K<sub>2</sub>O tra il 4 % e il 5 % circa, sempre superiori a quelli di Na<sub>2</sub>O.

Queste caratteristiche si riflettono negli alti valori di Q, Or ed Ab nella norma CIPW; in particolare l'elevata incidenza di Or è legata alla componente K-feldspatica presente nella pasta di fondo, mentre gli alti valori di Ab accompagnati da basse percentuali in An sono riferibili a fenomeni

TABELLA 1  
Composizione chimica dei campioni  
analizzati e norma C.I.P.W.

Ossidi	2/2	3/1	7/2	10/2	11/1
SiO <sub>2</sub>	72.00	72.17	70.48	75.62	70.17
TiO <sub>2</sub>	0.24	0.23	0.34	0.10	0.35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14.69	14.67	14.75	13.25	14.99
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.12	1.02	1.34	1.08	1.30
FeO	1.16	1.12	1.58	0.19	1.59
MnO	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04
MgO	0.79	0.68	0.99	0.09	1.28
CaO	0.44	0.69	1.23	0.24	0.61
Na <sub>2</sub> O	3.03	3.05	3.25	3.16	2.80
K <sub>2</sub> O	5.26	5.14	4.23	4.91	4.60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.05	0.04	0.08	0.02	0.10
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	1.62	1.37	1.91	0.96	1.94
Tot.	100.43	100.22	100.22	99.66	99.77
<hr/>					
Norma C. I. P. W.					
Q	32.25	32.33	31.43	38.45	33.46
C	3.37	2.96	2.83	2.45	4.64
Or	31.46	30.73	25.43	29.41	27.79
Ab	25.95	26.11	27.97	27.10	24.22
An	1.88	3.20	5.68	0.87	2.43
Wo	-	-	-	-	-
En/Ey	1.99	1.71	2.51	0.23	3.26
Fs/Ey	0.87	0.92	1.33	-	1.37
Mt	1.64	1.50	1.98	0.46	1.93
Il	0.46	0.44	0.66	0.19	0.68
Em	-	-	-	0.78	-
Rt	-	-	-	-	-
Ap	0.12	0.10	0.19	0.05	0.24

di albitizzazione tardiva molto diffusi nei prodotti di questo vulcanismo (TRAVERSA, 1966; COZZUPOLI et al., 1969; LOMBARDI, COZZUPOLI e NICOLETTI, 1974). Questo tipo di trasformazione tardiva, più avanzata nel campione 10, ha in parte contribuito alle differenze composizionali in esso riscontrate.

Nei diagrammi di LE MAITRE (LE MAITRE et al., 1982) sono riportati i punti rappresentativi dei campioni analizzati unitamente a quelli di alcune ignimbriti dell'Ogliastra (LOMBARDI, COZZUPOLI e NICOLETTI, 1974), geograficamente le più prossime a queste di Galtellì.

Nel diagramma alcali-silice i due gruppi di vulcaniti cadono nel campo delle rioliti (fig. 2); il diagramma Na<sub>2</sub>O-K<sub>2</sub>O ne evidenzia il carattere « potassico » (fig. 3).

<sup>(1)</sup> Le analisi chimiche sono state condotte per fluorescenza ai raggi X su perle di fusione ottenute dalla roccia in toto (HARVEY et al., 1973), eccetto K<sub>2</sub>O ed Na<sub>2</sub>O dosati per spettrofotometria di assorbimento atomico ed FeO determinato per via volumetrica.

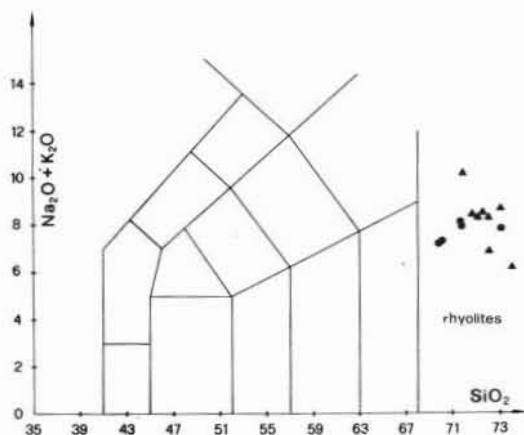


Fig. 2. — Diagramma  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}-\text{SiO}_2$  di LE MAITRE (LE MAITRE et al., 1982). ● = ignimbriti di Galtelli (presente lavoro); ▲ = ignimbriti dell'Oglastra (LOMBARDI, COZZUPOLI e NICOLETTI, 1974).

### Metodologie sperimentali

L'età delle vulcaniti è stata determinata su campioni prelevati seguendo il criterio proposto da MELLOR e MUSSETT (1975); per ogni zona di prelievo sono stati scelti serie di tre campioni, distanti ca. 10 m l'uno dall'altro, ponendo particolare attenzione al loro stato di conservazione ed alla eventuale presenza di frammenti litici. Ciascun campione è stato sottoposto agli usuali processi di frantumazione e setacciatura e le misure cronologiche sono state condotte secondo il metodo messo a punto da NICOLETTI et al. (1978) e da NICOLETTI (1980); le determinazioni del  $^{40}\text{Ar}$  sono state effettuate mediante lo spettrometro di massa Vg 1200 della Micromass con computer HP 9825; le determinazioni del K si sono ottenute per fotometria di assorbimento con apparecchiatura Perkin-Elmer.

Per le costanti di decadimento si sono usati nei calcoli i seguenti valori:

$$\lambda_e = 0,581 \cdot 10^{-10} \text{A}^{-1}$$

$$\lambda_\beta = 4,962 \cdot 10^{-10} \text{A}^{-1}$$

L'errore è stato calcolato applicando la formula di COX-DALRYMPLE (DALRYMPLE et al., 1969).

Per l'interpretazione dei risultati si è seguito il metodo «dell'isocrona degli isotopi» (MELLOR et al., 1975; NICOLETTI et al., 1978).

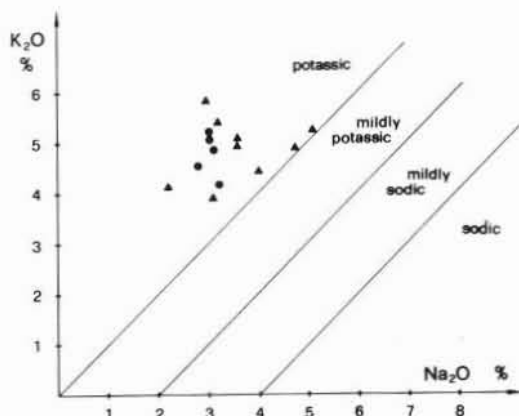


Fig. 3. — Diagramma  $\text{K}_2\text{O}-\text{Na}_2\text{O}$  di LE MAITRE (LE MAITRE et al., 1982). (Stessa simbologia di fig. 2).

Nel corso della sperimentazione si sono effettuate misure su standard internazionali sui quali sono stati ottenuti i seguenti valori:

muscovite	P207	80,5 ± 1,5 ( 81 ± 1 )	M.A.
muscovite	Berna 4M	18,3 ± 0,6 ( 18,7 ± 0,5 )	M.A.
biotite	LP6	122 ± 4 ( 125 ± 2 )	M.A.
fonolite	MZ	7,5 ± 0,7 ( 7,4 ± 0,2 )	M.A.

### Interpretazione analitica dei risultati geocronologici

Le vulcaniti esaminate appartengono ad un unico ciclo vulcanico svoltosi verosimilmente nel tardo paleozoico in un intervallo di tempo molto ristretto rispetto all'età del ciclo stesso, quindi ad esse può essere applicato il criterio suggerito da HUNZIKER

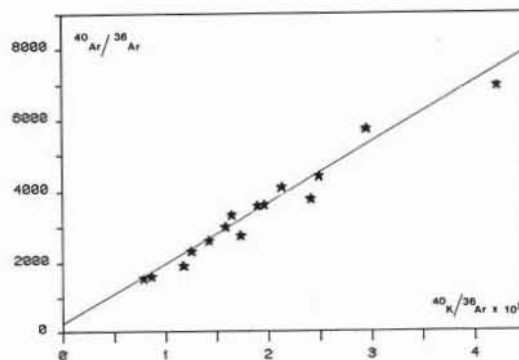


Fig. 4. — Isocrona dei rapporti isotopici dei campioni esaminati.

TABELLA 2  
Risultati analitici dei campioni

Campione	$^{40}\text{Ar rad/g}$ $\times 10^{-5}$	$^{40}\text{Ar rad } \%$	K%	$^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$	$^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$ $\times 10^5$	$t^{\pm}$ (MA)	$t_m$ (MA)
2/1	4.702	88.5	4.33	2612	1.42	263 $^{\pm}8$	
2/2	5.056	92.6	4.26	4086	2.13	286 $^{\pm}9$	268 $^{\pm}10$
2/3	4.657	95.4	4.47	6909	4.22	254 $^{\pm}8$	
3/1	4.614	93.1	4.21	4385	2.49	265 $^{\pm}8$	
3/2	4.449	81.1	4.45	1585	.86	244 $^{\pm}8$	248 $^{\pm}9$
3/3	4.267	91.8	4.13	3768	2.41	234 $^{\pm}8$	
7/1	3.876	80.3	3.69	1528	.78	255 $^{\pm}8$	
7/2	4.263	94.5	3.49	5710	2.95	293 $^{\pm}9$	275 $^{\pm}11$
7/3	4.002	89.7	3.51	2994	1.58	275 $^{\pm}8$	
10/1	3.539	84.2	3.88	1901	1.17	223 $^{\pm}7$	
10/2	4.350	86.8	4.08	2298	1.25	259 $^{\pm}8$	238 $^{\pm}11$
10/3	3.577	88.8	3.79	2749	1.73	231 $^{\pm}7$	
11/1	4.503	90.8	3.69	3308	1.64	293 $^{\pm}9$	
11/2	4.580	91.6	4.09	3595	1.96	270 $^{\pm}8$	280 $^{\pm}7$
11/3	4.202	91.3	3.64	3571	1.89	278 $^{\pm}8$	

L'isocrona dei rapporti isotopici fornisce un valore di  $(^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_0 = 266 \pm 176$  con  $(r)_{15} = 0,981$  da cui si ricava un valore di  $t = 284 \pm 15$  M.A. (v. fig. 4).

(JÄGER et al., 1979), cioè quello dell'« isocrona totale » secondo il quale tutte le coppie di valori  $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ — $^{40}\text{K}/^{36}\text{Ar}$  ottenuti nei singoli campioni vengono introdotti nel piano dell'isocrona degli isotopi (fig. 4).

Per i campioni oggetto del presente studio si ottiene con ottima correlazione lineare un'isocrona i cui valori sono:

$$\begin{aligned} (^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar})_0 &= 266 \pm 176 \text{ M.A.} \\ (r)_{15} &= 0,981 \text{ (} P < 0,01 \text{)} \\ t &= 284 \pm 15 \text{ M.A.} \end{aligned}$$

Poichè le vulcaniti esaminate appartengono ad uno stesso ciclo vulcanico, l'età di inizio del ciclo si approssima — pur essendo in genere più bassa — a quella vera nei campioni che presentano più alti valori del-

l'età radiometrica assoluta (DALRYMPLE et al., 1960).

Osservando la tabella dei risultati analitici (tab. 2), si può vedere che il valore medio della tripletta più antica è di  $280 \pm 7$  M.A. in accordo con il valore ricavato dall'isocrona.

Pertanto la messa in posto delle vulcaniti da Galtelli è da collocare al confine carbonifero-permiano.

### Considerazioni conclusive

Le riscontrate affinità chimico-petrografiche delle ignimbriti di Galtelli con quelle dell'Ogliastra sembrerebbero ricondurre entrambi i gruppi di vulcaniti all'attività di uno stesso magma; tuttavia l'età ottenuta

sulle ignimbriti di Galtelli appare essere più antica rispetto a quella espressa in precedenti lavori su analoghi affioramenti di vulcaniti tardopaleozoiche sarde, ivi comprese quelle dell'Ogliastra (COZZUPOLI et al., 1971; LOMBARDI, COZZUPOLI e NICOLETTI, 1974). Si deve però tenere conto che i risultati del presente lavoro sono derivati da un'elaborazione dei dati sperimentali secondo un modello grafico-matematico prima non conosciuto o non applicato.

Tale considerazione va pure tenuta pre-

sente per quanto riguarda i dati di geocronologia K-Ar sulle vulcaniti tardo-paleozoiche sarde e di recente presentati da EDEL et al. (1981) anch'essi non raffrontabili, in quanto privi di una moderna elaborazione analitica, con quelli ottenuti nel presente lavoro.

*Ringraziamenti.* — Gli autori ringraziano il Prof. D. FARAONE del Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Perugia per aver reso disponibile il programma dei calcoli petrochimici. Lavoro eseguito con il contributo finanziario del C.N.R.

## BIBLIOGRAFIA

- CALVINO F., DIENI I., FERASIN F., PICCOLI G. (1972) - *Carta Geologica d'Italia - Foglio 195 - « Orosei »*.
- CASSINIS G., ELTER G., RAU A. & TONGIORGI M. (1979) - *Verrucano: a tectofacies of the alpine-mediterranean Southern Europe*. Mem. Soc. Geol. It., 20, 135-149.
- COZZUPOLI D., LOMBARDI G. (1969) - *Le facies eruttive della Barbagia di Seulo (Nuoro). La serie del M.te Perdedu*. Univ. degli Studi di Roma, Ist. di Petrografia, Quaderno n. 6, 116 pp.
- COZZUPOLI D., DISCENDENTI A., LOMBARDI G., NICOLETTI M. (1971) - *Cronologia K-Ar delle manifestazioni eruttive del settore di Seui-Seulo (Barbagia - Sardegna)*. Period. Mineral., 40, 113-124.
- DALRYMPLE G.B., LAMPERE M.A. (1969) - *Potassium Argon dating*. W.H. Freeman and Company, S. Francisco, 100-108.
- EDEL J.B., MONTIGNY R. & THUZAT R. (1981) - *Late Paleozoic rotations of Corsica and Sardinia: New evidence from paleomagnetic and K-Ar studies*. Tectonophysics, 79, 201-223.
- FONTANA D., GELMINI R. & LOMBARDI G. (1982) - *Le successioni sedimentarie e vulcaniche carbonifere e permo-triassiche della Sardegna*. Guida alla Geologia del Paleozoico Sardo. Guide Geologiche Regionali. Soc. Geol. It., 183-192.
- GASPERI G. & GELMINI R. (1977) - *I bacini permo-carboniferi della Sardegna*. Boll. Gruppo di lavoro sul paleozoico, 2, 39-40.
- GASPERI G. & GELMINI R. (1979) - *Ricerche sul Verrucano. 4. Il Verrucano della Murra (Sardegna nord-occidentale)*. Mem. Soc. Geol. It., 20, 215-231.
- HARVEY P.K., TAYLOR D.M., HENDRY R.D. & BRAN-CROFT F. (1973) - *An accurate fusion method for the analysis of rocks and chemically related material by X-ray fluorescence spectrometry*. X-Ray Spectrometry, 2, 33-44.
- JÄGER E. & HUNZIKER J.C. (1979) - *Lectures in isotope geology*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 329 pp.
- LE MAITRE R.W., BELLINI G., LE BAS M.J., SCHMID R., STRECKEISEN A., ZANETTIN B., PIC-CIRILLO E.M. & JUSTIN-VISITIN E. (1982) - *A definitive chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica*. IUGS Subcommission, Circular N. 36, Contribution N. 100, 20 pp.
- LOMBARDI G., COZZUPOLI D. & NICOLETTI M. (1974) - *Notizie geopetrografiche e dati sulla cronologia K-Ar del vulcanismo tardopaleozoico sardo*. Period. Mineral., 43, 221-312.
- MELLOR D.W., MUSSETT A.E. (1975) - *Evidence of initial <sup>40</sup>Ar in volcanic rocks*. Earth Plan. Sci. Lett., 26, 312-318.
- NICOLETTI M., PETRUCCIANI C. (1978) - *Contributo all'analisi critica dei metodi dell'isocrona nella cronologia assoluta con il metodo K-Ar*. Rend. Simp., 34/2, 549-557.
- NICOLETTI M. (1980) - *Costruzione e messa a punto di un sistema lineare completo per l'analisi di gas nobili occlusi nei solidi*. Vuoto Scienza e Tecnologia, Anno X, n. 1.
- PITTAU DEMELIA P. & FLAVIANI A. (1982) - *Aspects of the palynostratigraphy of the triassic Sardinian sequences*. R. Paleob. Palynol., 37, 329-343.
- TRAVERSA G. (1965) - *Contributo alla conoscenza delle vulcaniti acide permiane della Sardegna: le facies ignimbritiche prospicienti la foce del Coghinas*. Rend. Soc. Mineral. It., 34, 291-298.
- TRAVERSA G. (1966) - *Studio geopetrografico del complesso vulcanico permiano della Gallura (Sardegna settentrionale). Nota I: Le vulcaniti ignimbritiche del settore settentrionale*. Period. Mineral., 35, 503-600.
- VARDABASSO S. (1959) - *Der permische Vulkanismus in Sardinien*. Geol. Rundschau, 48, 159-172.