

## SEGNALAZIONE DI UN LIVELLO PIROCLASTICO DI PROVENIENZA ETNEA NELL'AREA DEL FUCINO (ITALIA CENTRALE)

**B. Narcisi**

ENEA - C.R.E. Casaccia, C.P. 2400, A.D. Roma.

**RIASSUNTO** - *Segnalazione di un livello piroclastico di provenienza etnea nell'area del Fucino (Italia centrale)* - *Il Quaternario*, 6(1), 1993, 87-92 - Vengono riportati i risultati di uno studio di caratterizzazione di un prodotto piroclastico di caduta intercalato in depositi di versante di età tardo-pleistocenica affioranti nell'area del Bacino del Fucino (Italia centrale). Le analisi effettuate indicano che la piroclastite è costituita prevalentemente da frammenti pomicei di colore marrone, contiene plagioclasio e presenta una composizione chimica benmoreitica, caratteristica delle vulcaniti dell'Etna. I caratteri mineralogici, microscopici e geochimici coincidono con quelli del livello denominato Y-1 presente nei sedimenti del Mediterraneo, correlato con l'evento esplosivo che ha prodotto l'ignimbrite di Biancavilla-Montalto (14.000 anni circa dal presente). In virtù della sua peculiarità composizionale e della probabile notevole diffusione areale sulla terraferma oltreché in mare, la piroclastite rappresenta un ottimo livello guida nella stratigrafia del tardo Pleistocene dell'Appennino centrale e meridionale. Il rinvenimento nell'area del Fucino consente di ampliare notevolmente l'areale di diffusione dei prodotti di caduta della suddetta esplosione etnea.

**ABSTRACT** - *An air-fall tephra layer from Etna volcano in the Fucino Basin area (central Italy)* - *Il Quaternario*, 6(1), 1993, 87-92 - The paper refers on a characterization study carried out on a late Pleistocene tephra layer from slope deposits in the Fucino Basin area in central Italy. Results indicate that the tephra layer, of air-fall origin, is mainly composed of brown pumice particles; the mineral fraction shows predominant plagioclase. Glass shards of studied tephra have the benmoreitic chemical composition peculiar of Mt. Etna products. Mineralogical, microscopic and chemical characters, and the chronological context coincide with those of the so-called Y-1 layer identified in Mediterranean deep-sea sediments stratigraphy, related to the explosive event of Etna volcano which produced the Biancavilla-Montalto ignimbrite ~14,000 yr B.P. Because of its peculiar composition and probable dispersion over a wide area, the tephra layer represents a useful stratigraphic marker for late Pleistocene sediments of central and southern Apennines. The presence of this tephra layer originating from Mt Etna, in the Fucino area allows to enlarge northwards the areal distribution of air-fall products related to the this explosive event.

**Parole chiave** : Piroclastiti, livello Y-1, ignimbrite di Biancavilla-Montalto (Etna), tefrocronologia, Pleistocene superiore, Fucino, Italia centrale  
**Key word** : Air-fall tephra, Y-1 layer, Biancavilla-Montalto ignimbrite (Mt Etna), tephrochronology, Upper Pleistocene, Fucino Basin, central Italy

### 1. INTRODUZIONE

L'utilizzo di prodotti piroclastici di caduta attraverso la correlazione con eventi esplosivi datati ai fini dell'inquadramento cronologico e stratigrafico di sequenze sedimentarie rappresenta uno strumento di lavoro prezioso particolarmente per il territorio italiano, sede sin dal Pleistocene inferiore di intensa attività vulcanica a carattere esplosivo.

Per quanto riguarda l'Italia centrale, lo studio di dettaglio dei depositi continentali quaternari sta in effetti mettendo in luce la notevole quantità di prodotti piroclastici intercalati nelle sequenze (si vedano per esempio i lavori di Berti *et al.*, 1991, Bertini *et al.* in S.G.I., 1989; Chiesa *et al.*, 1990; Frezzotti & Giraudi, 1989; Giraudi, 1988; Zarlenga, 1987). L'utilizzo di detti prodotti a scopo cronologico ha fornito alcuni risultati significativi (Frezzotti & Narcisi, 1989), ma risulta allo stato attuale ancora in fase embrionale a causa di numerose difficoltà oggettive. Innanzitutto lo stato di alterazione e spesso di rimaneggiamento dei prodotti, determinato dalla deposizione in ambiente continentale, ne limita o addirittura ne impedisce la corretta caratterizzazione composizionale. Inoltre, mentre appare relativamente agile in taluni casi l'attribuzione al distretto vulcanico di provenienza (Narcisi,

1986), la correlazione con l'evento vulcanico "padre" risulta difficile a causa sia della carenza, a tutt'oggi, di dati relativi ai caratteri dei prodotti di singoli eventi esplosivi (morfoscopia, caratteristiche fisiche e chimiche della frazione vetrosa), indispensabili per un confronto con le piroclastiti di caduta, sia della relativa contemporaneità delle fasi esplosive dei vulcani dell'area laziale (nel Pleistocene medio) e di quella campana (nella parte alta del Pleistocene superiore e Olocene) dai quali verosimilmente proviene gran parte del materiale piroclastico segnalato in Italia centrale (Narcisi & Sposato in S.G.I., 1989). Infine, ma non ultimo, non va dimenticato il vulcanismo intrappenninico (Bosi & Locardi, 1991; Stoppa & Lavecchia, 1992), ancora poco conosciuto per molti aspetti soprattutto per ciò che riguarda l'ubicazione dei vari centri esplosivi, che certamente ha contribuito a produrre materiale piroclastico inserito nelle sequenze sedimentarie dell'Appennino.

Lo scopo di questo lavoro consiste nella caratterizzazione dei prodotti piroclastici di un livello contenuto in depositi di versante dell'area del Bacino del Fucino, con l'intento di definirne l'origine e la provenienza. Data la precisa definizione cronologica (parte alta del Pleistocene superiore) tale livello potrebbe rappresentare un utile

strumento di datazione per la stratigrafia tardiglaciale dell'Appennino centrale e meridionale.

## 2. DESCRIZIONE E CRONOLOGIA DEL SITO

Il livello vulcanico considerato nel presente studio affiora in località Riparo di Venere in prossimità di Venere

Tabella 1: Analisi degli elementi maggiori dei frammenti vetrosi del livello di Riparo di Venere (i contenuti sono espressi in percentuale in peso); FeO esprime Fe totale come  $Fe_2O_3$ .

Major element analyses of the glassy particles from the Riparo di Venere layer (contents as weight percent); FeO represents total Fe as  $Fe_2O_3$ .

n.	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	MnO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	Tot.
1	58,13	1,34	16,73	4,51	1,87	0,16	3,75	2,98	5,26	94,91
2	58,11	1,28	16,62	4,53	1,80	0,21	3,80	3,06	5,22	94,36
3	57,24	1,18	16,49	4,72	1,88	0,12	3,77	3,04	4,88	93,30
4	56,98	1,35	16,67	4,65	2,05	0,23	4,14	2,88	4,97	93,91
5	57,77	1,21	16,37	4,28	1,52	0,22	3,21	3,47	5,39	93,43
6	57,18	1,31	16,65	4,94	2,05	0,20	3,98	3,07	4,82	94,20
7	57,01	1,21	17,65	4,10	1,31	0,14	4,37	2,80	5,48	94,07
8	57,19	1,36	16,58	5,05	2,14	0,14	4,15	2,95	4,99	94,54
9	57,66	1,33	16,78	4,78	2,03	0,20	4,04	2,95	5,04	94,82
10	57,28	1,57	16,25	5,76	1,78	0,28	3,86	3,51	5,59	95,88
11	57,95	1,19	16,34	4,35	1,28	0,17	3,23	3,07	5,48	93,06
12	56,45	1,33	16,70	5,09	1,97	0,15	4,57	2,56	5,77	94,58
13	58,45	1,38	16,49	4,50	1,52	0,17	2,97	3,97	5,49	94,93
mean	57,51	1,31	16,64	4,71	1,78	0,18	3,83	3,10	5,26	94,33
dev.	0,59	0,10	0,34	0,43	0,29	0,04	0,47	0,36	0,30	0,78

dei Marsi (Pescina, L'Aquila), nel settore nordorientale del Bacino del Fucino (vedi Fig. 3). Il sito, descritto da Radi (1982) dal punto di vista stratigrafico e del contenuto archeologico, è ubicato alle pendici nordoccidentali del Colle Cerese, a quota 700 m sul l.m. L'affioramento, determinato dai lavori di cava, ha uno spessore totale di circa 4,5 m. E' essenzialmente costituito da detrito calcareo di versante poco cementato con giacitura a franapoggio (Giraudi, 1988). Il livello vulcanico, affiorante a circa 1 m dalla base dello scavo, e' ben individuabile in quanto si presenta di colore grigio-beige. Ha andamento discontinuo con spessori variabili da 0 a 6 cm, giacitura concordante con il detrito, limiti inferiore e superiore netti, assenza di gradazione. Il materiale piroclastico, che risulta confinato al livello in oggetto in quanto il detrito non contiene elementi vulcanici, ha dimensioni granulometriche della sabbia fine, è generalmente incoerente e solo localmente si presenta cementato, a causa probabilmente di fenomeni di filtrazione di acqua dalle breccie sovrastanti. Il complesso dei caratteri giacaturali suggeriscono una deposizione del materiale piroclastico per caduta balistica a seguito di un evento vulcanico esplosivo.

Segnalazioni del medesimo livello vulcanico, intercalato in depositi detritici, sono state effettuate da Radmilli (1981) in alcune grotte dell'area perifucense e da Giraudi (1988) al margine meridionale della Piana del Fucino.

Radi (1982) fornisce l'inquadramento cronologico della sequenza del Riparo di Venere sulla base del tipo di industria litica contenuta nei depositi di versante, riferibile alla cultura bertoniana e soprattutto per la correlazione effettuata in base alla presenza del livello di ceneri vulcaniche

con "serie stratigrafiche di altre grotte, fra le quali è ovviamente più significativa la Grotta la Punta per la datazione del focolare contenuto nello strato sottostante la cenere a  $14.488 \pm 800$  anni da oggi". In precedenza, Radmilli (1981) aveva fornito altre due datazioni con il metodo del radiocarbonio ( $12.619 \pm 410$  anni dal presente e  $10.518 \pm 100$  anni dal presente) effettuate su reperti ossei e lignei rinvenuti in grotte del settore occidentale della Piana del Fucino;

entrambe le datazioni riguardano sequenze di detrito, contenenti il livello piroclastico in oggetto, che sono correlabili in base alla *facies* dei manufatti con la parte alta della serie del Riparo di Venere; pertanto rappresentano il termine "post quem" di deposizione delle ceneri vulcaniche.

Allo scopo di caratterizzare il materiale piroclastico, sono state condotte: l'analisi granulometrica, previo attacco con HCl diluito (5%) per eliminare i carbonati; l'analisi diffrattometrica sul *tout venant*; osservazioni al microscopio a luce riflessa sulla frazione sabbiosa; analisi chimiche degli elementi maggiori su sezioni lucide di particelle vetrose della frazione sabbiosa non trattata con HCl, mediante l'uso di microsonda (mod. JEOL JRCA 733).

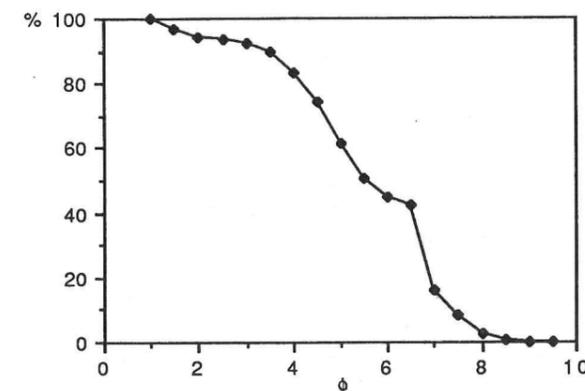


Fig. 1 - Curva granulometrica cumulata della piroclastite del Riparo di Venere.

Cumulative grain size curve of Riparo di Venere tephra.

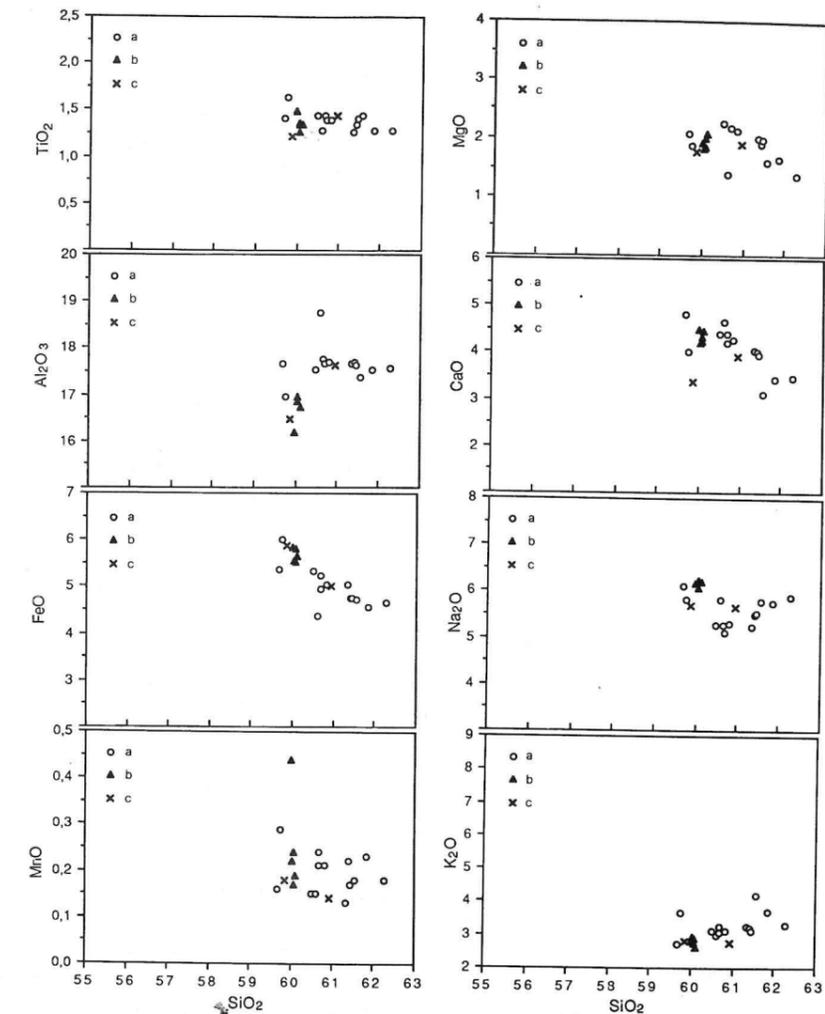


Fig. 2 - Diagrammi degli elementi maggiori in funzione della silice (i contenuti sono espressi in percentuale in peso); FeO esprime Fe totale come  $Fe_2O_3$ : a) risultati del presente studio normalizzati su base anidra, b) contenuti medi del livello Y-1 nel Bacino di Bannock (Vezzoli, 1991), c) analisi di frammenti della formazione piroclastica etnea (Duncan, 1976).

Major elements vs. silica diagrams (contents as weight percent); FeO represents total Fe as  $Fe_2O_3$ : a) data from this study normalized to 100%; b) average contents of the Y-1 layer from the Bannock Basin (Vezzoli, 1991); c) analyses of fragments from Etna pyroclastic formation (Duncan, 1976).

## 3. RISULTATI E DISCUSSIONE

L'analisi granulometrica (Fig.1) indica che il campione presenta una dimensione media ( $Md_{\phi}$ ) di 4,5 (0,044 mm); la deviazione standard ( $\sigma_{\phi}$ ) (pari a 1,6) indica scarsa classazione. In accordo con le caratteristiche rilevabili alla scala dell'affioramento, i parametri granulometrici sono congruenti con una origine per caduta (Fisher & Schmincke, 1984).

La composizione mineralogica, determinata per via diffrattometrica, risulta costituita principalmente da plagioclasti; scarsa la presenza di minerali pesanti.

Dal punto di vista microscopico il materiale presenta un contenuto minerale nettamente subordinato alla frazione vetrosa; questa risulta costituita prevalentemente da pomice e subordinatamente da frammenti scoriacei

scarsamente vescicolati di colore marrone e nero.

I risultati delle analisi chimiche sono riportati in Tabella 1. La piroclastite si presenta omogenea dal punto di vista composizionale e con un chimismo peculiare, caratterizzato da contenuti di alcali ( $Na_2O + K_2O$ ) compresi tra 8 e 9% e con  $Na_2O \gg K_2O$ . Secondo lo schema di Le Bas *et al.* (1986), risulta classificabile come benmoreite. Prodotti con questa composizione chimica sono peculiari dell'attività recente del vulcanismo etneo (Cristofolini & Romano, 1982) mentre non sono noti nel vulcanismo dell'area romana e campana (Conticelli *et al.*, 1986; Serri *et al.*, 1991).

I dati, ricalcolati su base anidra per consentire il confronto (Froggatt, 1992), sono graficati in Figura 2 dove è anche riportata la composizione della frazione vetrosa del livello Y-1 rinvenuto da Vezzoli (1991) nei

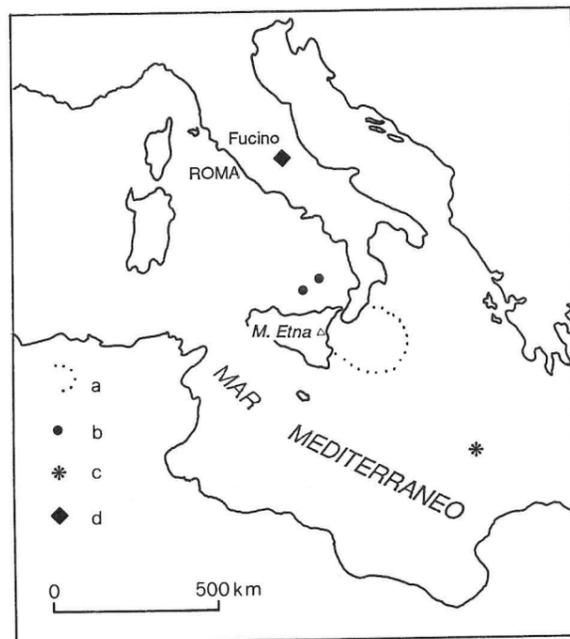


Fig.3 - Distribuzione dei prodotti di caduta secondo: a) McCoy, 1981 (Y-1); b) Paterne *et al.*, 1988 (Et-1); c) Vezzoli, 1991 (Y-1); d) presente studio.

Areal distribution of air-fall tephra according to a) McCoy, 1981 (Y-1); b) Paterne *et al.*, 1988 (Et-1); c) Vezzoli, 1991 (Y-1); d) this paper.

sedimenti del Bacino di Bannock, Mediterraneo orientale. Questo livello, identificato per la prima volta da Keller *et al.* (1978) nei sedimenti del Mar Ionio, ha un'età di circa 14.000 anni. Secondo Vezzoli (1991) è composto da quattro tipi di frammenti vetrosi, con pomici vescicolate di colore marrone scuro preponderanti; contiene augite, orneblenda e plagioclasti ed è attribuibile all'evento vulcanico esplosivo dell'Etna che ha dato luogo all'ignimbrite di Biancavilla-Montalto<sup>(1)</sup>. Si può osservare la notevole similitudine composizionale, anche a confronto con i dati delle analisi sui prodotti piroclastici della formazione etnea (Duncan, 1976).

La perfetta concordanza dei dati geochimici assieme alla congruenza delle caratteristiche microscopiche e mineralogiche e dell'inquadramento cronologico, permettono di attribuire il materiale vulcanico del Riparo di

<sup>(1)</sup> I prodotti piroclastici di Biancavilla-Montalto sono stati caratterizzati da De Rita *et al.*, 1991. Per l'inquadramento cronologico di questo evento esplosivo sono disponibili numerose datazioni assolute. Il materiale lavico sottostante l'ignimbrite, analizzato con il metodo del K/Ar, ha fornito un valore medio di  $14.500 \pm 4.200$  anni (Gillot & Romano, 1982). Tronchi carbonizzati rinvenuti in posizione vitale alla base del deposito piroclastico mostrano una età radiocarbonio di  $14.180 \pm 260$  anni (Kieffer, 1979), probabilmente rappresentativa dell'inizio della messa in posto del flusso piroclastico. Reperti lignei inclusi nel livello più alto della colata hanno fornito un'età media di  $15.273 \pm 118$  anni (Cortesi *et al.*, 1988).

Venere al suddetto evento esplosivo.

La notevole peculiarità chimica, assieme alla sua probabile notevole diffusione nell'Appennino centrale e meridionale e alla precisa definizione cronologica rendono pertanto il livello in oggetto un ottimo *marker* nella stratigrafia del tardo Pleistocene.

Per quanto attiene all'aspetto vulcanologico, questo studio costituisce la prima segnalazione dei prodotti di caduta connessi con l'ignimbrite etnea di Biancavilla-Montalto sul territorio peninsulare e getta una nuova luce sul loro *pattern* di diffusione. La presenza nella zona del Fucino infatti, circa 500 km a Nord del punto di emissione, consente di allargare notevolmente l'area di dispersione di detti prodotti confermando, come già ipotizzava McCoy (1981), la loro notevole diffusione nell'area mediterranea (Fig.3). Inoltre la segnalazione qui discussa, assieme a quella di Paterne *et al.*, (1988) per il Tirreno meridionale, risulta in contrasto con una distribuzione del prodotto etneo in direzione del Bacino di Bannock, ipotizzata da Vezzoli (1991) in accordo con la traiettoria attuale dei *plumes* di diffusione etnei. Traiettorie diverse da quelle attuali sarebbero giustificate del fatto che l'esplosione è avvenuta nel tardi-glaciale, in condizioni meteo-climatiche significativamente differenti da quelle attuali.

## CONCLUSIONI

Le indagini volte alla caratterizzazione del livello piroclastico del Riparo di Venere hanno evidenziato che il materiale, depositatosi per caduta in occasione di una eruzione esplosiva, presenta una composizione peculiare che non trova riscontro nelle vulcaniti dei distretti dell'Italia centrale. La piroclastite risulta piuttosto attribuibile all'attività dell'Etna; in particolare, tenuto conto dell'età del deposito entro cui è contenuta (parte alta del Pleistocene superiore), è associabile con i prodotti della formazione di Biancavilla-Montalto, di età circa 14.000 anni, con i quali presenta similitudine dei caratteri microscopici, mineralogici e chimici.

In considerazione della peculiarità composizionale e della precisa collocazione cronologica, tale piroclastite costituisce un ottimo livello guida nella stratigrafia tardo-pleistocenica dell'Appennino centrale e meridionale. Infatti, malgrado non siano mai stati segnalati prima d'ora in sequenze continentali, è presumibile che i prodotti di caduta connessi con l'eruzione etnea risultino ampiamente diffusi sulla terraferma, oltretutto in mare.

La presenza nella zona del Fucino, mentre consente di ampliare notevolmente verso Nord l'areale di dispersione dei prodotti connessi con la messa in posto dell'ignimbrite etnea, non ne conferma la distribuzione in direzione del Mediterraneo orientale ipotizzata in studi precedenti.

## RINGRAZIAMENTI

Le analisi chimiche sono state svolte nell'ambito delle attività effettuate presso il Geological Survey of Japan di Tsukuba (AIST Foreign Researcher Invitation Program FY 1989). Desidero ringraziare T. Soda e particolarmente K. Okumura per l'assistenza fornitami durante lo svolgimento delle analisi.

## BIBLIOGRAFIA

- Berti D., Bigi S., Centamore E., Dramis F., Farabollini P. & Mazzei A., 1991 - *Segnalazione di livelli vulcanoclastici nel Pescarese*. Studi Geol. Cam., vol. sp. 1991/2, CROP 11, 307-311.
- Bosi C. & Locardi E., 1991 - *Vulcanismo mesopleistocenico nell'Appennino laziale-abruzzese*. Studi Geol. Cam., vol. sp. 1991/2, CROP 11, 319-325.
- Chiesa S., Coltorti M., Cremaschi M., Ferraris M., Floris B. & Prospero L., 1990 - *Loess sedimentation and quaternary deposits in the Marche province*. In: Cremaschi M. (Ed.) - *The loess in Northern and Central Italy: a loess basin between the Alps and the mediterranean region*. Quad. Geodinam. Alp. Quatern., 1, 103 - 130.
- Corticelli S., Manetti P., Peccerillo A. & Santo A., 1986 - *Caratteri petrologici delle vulcaniti potassiche: considerazioni genetiche e geodinamiche*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 775-783 (1988).
- Cortesi C., Fornaseri M., Romano R., Alessio M., Allegri L., Azzi C., Bella F., Calderoni G., Follieri M., Improta S., Magri D., Preite Martinez M., Sadori L., Petrone V. & Turi B., 1988 - *Cronologia <sup>14</sup>C di piroclastiti recenti del Monte Etna. Identificazione e distribuzione dei fossili vegetali*. Boll. Soc. Geol. It., 107, 531-545.
- Cristofolini R. & Romano R., 1982 - *Petrologic features of the Etnean volcanic rocks*. Mem. Soc. Geol. It., 23, 99-115.
- De Rita D., Frazzetta G. & Romano R., 1991 - *The Biancavilla-Montalto ignimbrite (Etna, Sicily)*. Bull. Volcanol., 53, 121-131.
- Duncan A.M., 1976 - *Pyroclastic flow deposits in the Adrano area of Mount Etna, Sicily*. Geol. Mag., 113(4), 357-363.
- Fisher R.V. & Schmincke H.-U., 1984 - *Pyroclastic rocks*. Springer-Verlag, 472 pp., Berlin Heidelberg.
- Frezzotti M. & Giraudi C., 1989 - *Evoluzione geologica tardo-pleistocenica ed olocenica del Piano di Armogna (Roccaraso - Abruzzo): implicazioni climatiche e tettoniche*. Mem. Soc. Geol. It., 42, 5-19 (1992).
- Frezzotti M. & Narcisi B., 1989 - *Identificazione di un andosuolo, possibile livello guida nella cronostratigrafia olocenica dell'Appennino centrale*. Mem. Soc. Geol. It., 42, 351-358 (1992).
- Froggatt P.C., 1992 - *Standardization of the chemical analysis of tephra deposits: Report of the ICCT working group*. Quat. Intern. 13/14, 93-96.
- Gillot P.Y. & Romano R., 1987 - *Potassium-argon dating of Mount Etna volcano*. IAVCEI Symp. Volcanol. (Hilo, Japan), Abstract.
- Giraudi C., 1988 - *Evoluzione geologica della Piana del Fucino (Abruzzo) negli ultimi 30.000 anni*. Il Quaternario, 1, 131-159.
- Keller J., Ryan W.B.F., Ninkovich D. & Altherr R., 1978 - *Explosive volcanic activity in the Mediterranean over the past 200,000 yr as recorded in deep-sea sediments*. Geol. Soc. Amer. Bull., 89, 591-604.
- Kieffer G., 1979 - *L'activité de l'Etna pendant les derniers 20.000 ans*. C.R. Acad. Sc. Paris., 288, D, 1023-1026.
- Le Bas M. J., Le Maitre R.W., Streckeisen A. & Zanettin B., 1986 - *A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram*. J. Petrol., 27, 745-750.
- McCoy F.W., 1981 - *Areal distribution, redeposition and mixing of tephra within deep-sea sediments of the eastern Mediterranean sea*. In: Self S. & Sparks R.S.J. (Eds.), 1981, *Tephra studies*. D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht, 245-254.
- Narcisi B., 1986 - *Ricerche di tefracronologia nella media e bassa Valle Latina*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 909-912.
- Paterne M., Guichard F. & Labeyrie J., 1988 - *Explosive activity of the south Italian volcanoes during the past 80,000 years as determined by marine tephrochronology*. J. Volc. Geotherm. Res., 34, 153-172.
- Radi G., 1982 - *L'industria bertoniana del Riparo di Venere*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A, 89, 189-207.
- Radmilli A.M., 1981 - *Storia dell'Abruzzo dalle origini all'età del bronzo*. Giardini ed., 464 pp., Pisa.
- Serri G., Innocenti F., Manetti P., Tonarini S. & Ferrara G., 1991 - *Il magmatismo neogenico-quatenario dell'area tosco-laziale-umbra: implicazioni sui modelli di evoluzione geodinamica dell'Appennino settentrionale*. Studi Geol. Cam., v.sp. 1991/1, 429-463.
- S.G.I., 1989 - *Guida all'escursione CNR-ENEA "Elementi di tettonica pliocenico-quateneria ed indizi di sismicità olocenica nell'Appennino laziale-abruzzese"*, 31 maggio-2 giugno, 129 pp., Roma.
- Stoppa F. & Lavecchia G., 1992 - *Late Pleistocene ultra-alkaline magmatic activity in the Umbria-Latium region (Italy): An overview*. J. Volc. Geotherm. Res., 52, 277-293.
- Vezzoli L., 1991 - *Tephra layers in Bannock Basin (Eastern Mediterranean)*. Mar. Geol., 100, 21-34.
- Zarlenga F., 1987 - *I depositi continentali del Bacino del Fucino (L'Aquila, Italia centrale)*. Geologica Rom., 26, 223-253.

Manoscritto ricevuto il 17.11.1992  
Inviato all'Autore per la revisione il 15.1.1993  
Testo definitivo ricevuto il 25.2.1993