

## LINEAMENTI EVOLUTIVI DEL CLIMA NELL'AREA DEL BACINO DEL FUCINO (ITALIA CENTRALE) NEGLI ULTIMI 100.000 ANNI

B. Narcisi

ENEA, C.R.E. Casaccia - Roma

**RIASSUNTO** - *Lineamenti evolutivi del clima nell'area del bacino del Fucino (Italia Centrale) negli ultimi 100.000 anni* - Il Quaternario, 3(2), pp. 159-166 - Attraverso uno studio sedimentologico e geochimico sui depositi perforati da un sondaggio profondo 40 m effettuato al centro dell'alveo lacustre bonificato, è stata tentata una ricostruzione dell'evoluzione del clima nell'area del bacino del Fucino nell'ultimo centinaio di migliaia di anni. In particolare, nella sequenza sedimentaria sono state individuati tre intervalli principali: due risultano caratterizzati da maggiori contenuti in sostanza organica e carbonato di calcio e si ritiene corrispondano ad altrettante fasi paleoclimatiche contraddistinte da relativamente maggiore umidità e temperatura; il terzo, interposto ai precedenti, è caratterizzato da una riduzione dei contenuti in sostanza organica e carbonato di calcio e dalla frazione argillosa nettamente prevalente su quella limosa ed è interpretato come una fase con caratteristiche aride e probabilmente con temperature medie inferiori a quelle attuali. In mancanza di riferimenti cronologici di dettaglio risulta certa, su base stratigrafica, solo l'età dell'ultima fase climatica che può essere attribuita all'Olocene, e quella dei sedimenti immediatamente sottostanti, riferibili all'ultimo Pleniglaciale.

Il confronto con studi analoghi effettuati su bacini lacustri con differenti caratteristiche ambientali (geologiche, morfologiche, idrogeologiche, ecc.) ha consentito di puntualizzare il significato paleoclimatico via via assunto dei vari indicatori utilizzati.

**SUMMARY** - *Lineaments of the climatic evolution in the area of the Fucino basin (Central Italy) in the last hundred thousands years* - Il Quaternario, 3(2), pp. 159-166 - A reconstruction of the evolution of the climate in the area of the Fucino basin for the last hundred thousands years has been attempted, by means of sedimentological and geochemical studies performed on the deposits drilled by a 40 m borehole in the middle of the drained lake bed. Three main intervals have been singled out in the sedimentary sequence: two are characterized by higher organic matter and calcium carbonate contents and can be referred to palaeoclimatic phases with relatively higher moisture and temperature; the third, interlayered between the two, shows a decrease of organic matter and calcium carbonate contents and the clayey fraction largely prevailing over the silty one and can be interpreted as an arid phase with average temperature probably lower than the present. In the absence of detailed chronological data, only the age of the last climatic phase and that of the directly underlying sediments, referred respectively to the Holocene and to the Pleniglacial, can be inferred by the stratigraphy.

The palaeoclimatic meaning of the indicators herein used has been pointed out through the comparison with similar studies performed on lacustrine basins with different environmental (geological, morphological, idrogeological, etc.) characteristics.

Parole chiave: Pleistocene superiore-Olocene, sedimenti lacustri, paleodima, Fucino, Italia  
Key-words: Upper Pleistocene - Holocene, lacustrine sediments, palaeoclimate, Fucino, Italy

### 1. INTRODUZIONE

La Piana del Fucino (Fig. 1) è ubicata nella parte mediana dell'Appennino laziale-abruzzese, circa 90 km ad Est di Roma, a quote intorno a 660 m sul l.m.; ha preso origine dal colmamento di un bacino lacustre situato una conca tettonica il quale, al momento della definitiva bonifica avvenuta nel 1875, occupava una superficie di circa 150 km<sup>2</sup>. Il bacino imbrifero comprendente la piana si estende per circa 800 km<sup>2</sup> ed è delimitato da una serie di rilievi montuosi che superano la quota di 2000 m, tra i quali i Monti della Magnola (m 2220) ed il Monte Sirente (m 2348); è impostato per la massima parte in formazioni carbonatiche meso-cenozoiche; limitati affioramenti di formazioni terrigene, rappresentate da sedimenti torbiditici tardomiocenici, sono presenti nella porzione settentrionale e sudorientale del bacino imbrifero; vi sono inoltre estesamente distribuiti depositi superficiali (alluvionali, fluvio-lacustri, fluvio-glaciali, ecc.) formati a spese delle formazioni carbonatiche. Esigui lembi di prodotti vulcanici, di probabile origine di caduta, sono stati recentemente segnalati nelle aree circostanti la piana da Zarlenga (1987) e da Giraudi

(1988). Il bacino idrogeologico che alimenta la piana è stato valutato in circa 500 km<sup>2</sup> (Aquater, 1981).

È stato condotto uno studio sedimentologico e geochimico dei depositi lacustri della piana perforati da un sondaggio a carotaggio continuo della profondità di 40 m denominato "Telespazio S1", effettuato al margine del Bacinetto, in prossimità della Stazione Radar (653 m s.l.m. Lat. 41°58'30"N, Long. 13°36'08"E Greenwich)<sup>(1)</sup>, allo scopo di ottenere informazioni utili per ricostruzioni paleoclimatiche. Studi precedenti che hanno fornito indicazioni paleoclimatiche per l'area in esame sono stati effettuati da Radmilli (1977), Raffy (1979; 1981-82), Follieri et al. (1986), Giraudi (1988, 1989) e Magri e Follieri (1990 a e b, in stampa).

Lo studio è stato condotto a partire dall'osservazione macroscopica delle carote, al fine di ricostruire dettagliatamente la sequenza litostratigrafica. I campioni di sedimento (n. 23) sono stati sottoposti ad analisi granulometriche (la frazione superiore a 63 micron è stata classificata mediante

(1) Il sondaggio è stato effettuato per conto dell'ENEA - DISP per studi di carattere geotecnico.

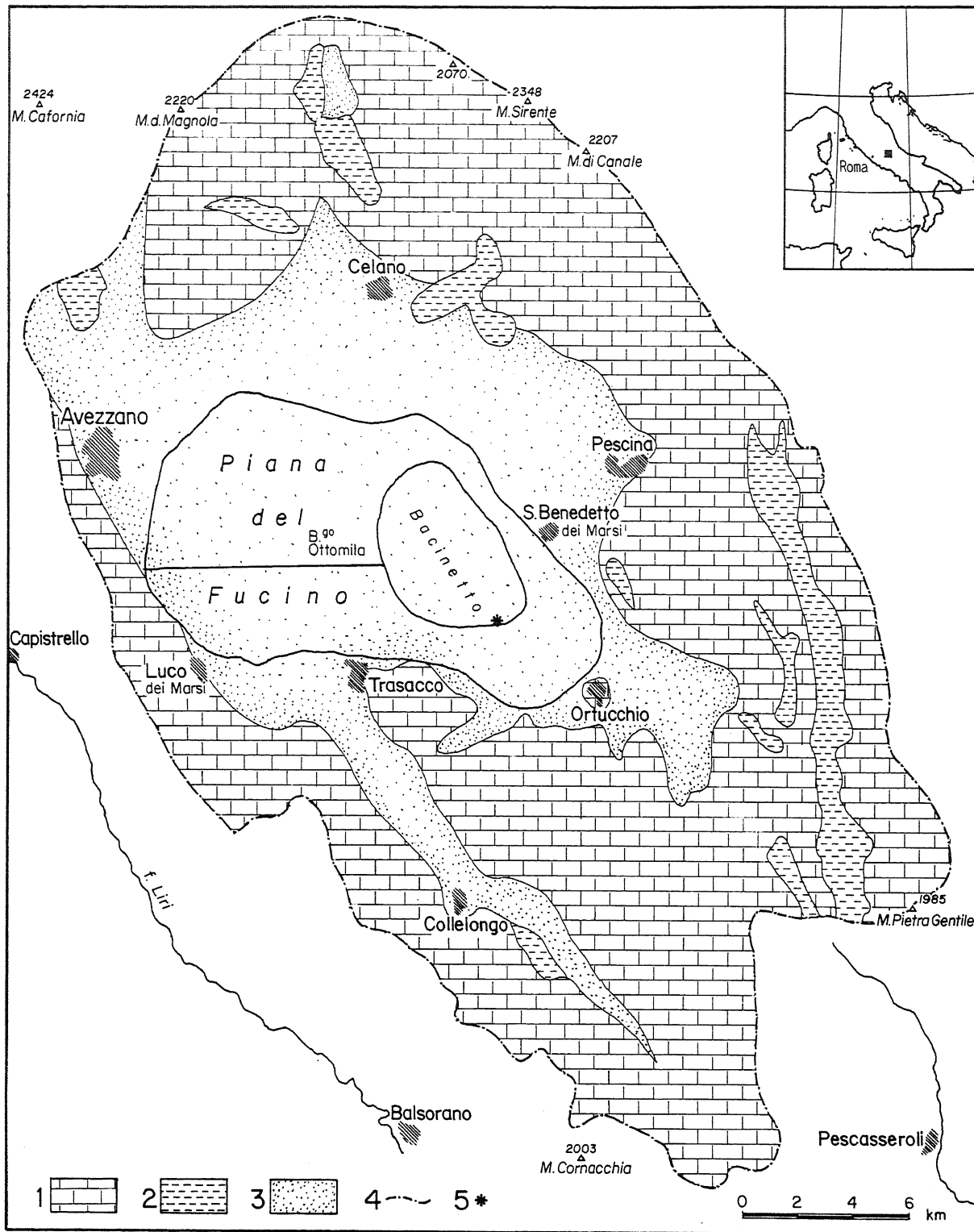


Fig. 1 - Schema geologico dell'area del Fucino (dati geologici da Servizio Geologico d'Italia, 1934, 1939, 1942, 1967): 1) Formazioni carbonatiche (Giurassico-Miocene); 2) Formazioni terrigene (Miocene superiore); 3) Depositi lacustri, fluvio-lacustri, fluvio-glaciali, alluvionali, breccie e detrito di falda, prevalentemente di natura carbonatica (Pliocene-Olocene); 4) Limite del bacino imbriferio; 5) Ubicazione del sondaggio "Telespazio S1"

Geological sketch map of the Fucino area (geological data from Servizio Geologico d'Italia, 1934, 1939, 1942, 1967): 1) Calcareous formations (Jurassic - Miocene); 2) Terrigenous formations (Upper Miocene); 3) Mainly calcareous lacustrine, fluvio-lacustrine, fluvio-glacial and alluvial deposits, slope breccias and debris (Pliocene - Holocene); 4) Limit of the catchment area; 5) Location of "Telespazio S1" borehole

setacciatura, quella inferiore mediante densimetro, previa asportazione della frazione ossidabile della sostanza organica) e a determinazioni del contenuto percentuale in peso del Carbonio organico (titolazione con bicromato) e del carbonato di calcio (calcimetrica)<sup>(2)</sup>. Le frazioni granulometriche grossolane sono state osservate al microscopio.

## 2. RISULTATI

Le osservazioni svolte sulle carote assieme ai risultati delle analisi sono riportate in Fig. 2.

La sequenza litostratigrafica attraversata dal sondaggio è piuttosto monotona essendo costituita da limi più o meno calcarei di colore biancastro o grigio, ai quali si intercalano livelli di materiale vulcanico, ora nerastri ora biancastri, di spessore centimetrico. Resti vegetali e di gusci di molluschi sono stati osservati nella parte bassa della colonna, tra fondo foro e m 23 circa, e nella parte alta a partire da m 6 verso l'alto. Non sono state osservate strutture sedimentarie significative.

Le analisi granulometriche indicano che nella gran parte dei campioni considerati la frazione sabbiosa è praticamente assente; assumendo la classificazione di Shepard (1954), questi sedimenti possono essere definiti come argille limose e, subordinatamente, limi argillosi. I campioni della serie al di sotto di m 19 mostrano il contenuto in frazione argillosa inferiore, mediamente del 15%, a quello dei sedimenti della porzione di sondaggio sovrastante.

I tenori in sostanza organica variano complessivamente tra lo 0,5 e il 10% circa. In accordo con le osservazioni macroscopiche, il contenuto organico in funzione della profondità può essere suddiviso in tre porzioni: parte inferiore della sequenza, fino a m 23 circa, dove assume valori discreti, compresi tra 3 e 10%, parte centrale fino a m 6 circa, con valori prossimi all'unità %, e parte sommitale dove mostra nuovamente valori apprezzabili attorno al 5% circa.

I contenuti in carbonato di calcio oscillano tra il 15 e l'80% circa. La sua distribuzione in funzione della profondità mostra andamento analogo a quello della sostanza organica: nelle grandi linee valori consistenti, compresi tra 35 e 80% circa, si osservano infatti nella parte inferiore e sommitale della sequenza, mentre nella parte centrale, tra m 23 e m 6 circa, questi oscillano tra il 15 e il 30%.

Riassumendo, i contenuti in frazione limosa, sostanza organica e carbonato di calcio variano complessivamente in maniera congruente nell'ambito della successione, mentre la frazione argillosa varia quantitativamente in senso opposto (Fig. 2).

Le osservazioni microscopiche effettuate sulla

frazione sabbiosa (è da ricordare che rappresenta una minima percentuale del sedimento) hanno indicato che questa è costituita da: granuli calcarei, frammenti e resti di Molluschi e di Ostracodi, resti organici (frustuli vegetali, oogoni di *Characeae* e granuli di polline del genere *Abies*), Diatomee (colonie di *Melosira arenaria* Moore ed individui di *Campylodiscus* sp. (D. Magri, com. pers.), minerali pesanti (pirosseni e magnetite), biotite, feldspati, quarzo, ossidi di ferro, *shards* vetrosi e piccole scorie alterate.

Tra i granuli calcarei è possibile riconoscere concrezioni di precipitazione chimica, frammenti di incrostazioni di origine biochimica variamente rielaborati e clasti di rocce calcaree; la notevole somiglianza tra i vari tipi di granulo rende problematica la stima della proporzione tra i diversi componenti nei singoli campioni. I resti di Molluschi e di Ostracodi sono distribuiti lungo tutta l'estensione verticale del sondaggio, mentre quelli di Diatomee sono presenti nei campioni di m 16,50 e 19,00; i granuli di polline appaiono abbondanti a m 27,50 e m 37,90. Pirosseni, magnetite, biotite, feldspati e quarzo sono presenti un po' dovunque al di fuori dei livelli vulcanici ma particolarmente attorno a m 6,00, 9,00, 12,00, 13,50 e 16,50, ove si accompagnano a *shards* vetrosi e a piccole scorie. Questi minerali, di evidente origine detritica, possono derivare sia dalla rielaborazione dei prodotti vulcanici quaternari regionali che dalla disgregazione delle formazioni terrigene presenti nel bacino imbrifero.

Al fine di stabilire la composizione mineralogica degli orizzonti poveri in carbonato di calcio, è stata effettuata l'analisi diffrattometrica sul campione di m 15,00 (contenuto in  $\text{CaCO}_3$  pari al 15%); questa ha rivelato la presenza di minerali argillosi (clorite, caolinite, ecc.) in quantità preponderante, oltreché di calcite, dolomite, miche, minerali pesanti, feldspati e, subordinatamente, di quarzo.

## 3. DISCUSSIONE

Dall'esame comparato dei diagrammi riportati in Fig. 2 è possibile suddividere la sequenza in oggetto in tre intervalli relativamente omogenei: *parte inferiore*, da fondo foro fino a m 23 circa, e *parte sommitale*, al di sopra di m 6 (fino a m 1,50, quota del campione più superficiale), caratterizzate da consistenti contenuti in sostanza organica ed in carbonato di calcio; *parte centrale*, da m 23 a m 6 circa, caratterizzata da bassi contenuti in sostanza organica, carbonato di calcio e dalla frazione granulometrica argillosa nettamente prevalente su quella limosa.

Studi sui sedimenti lacustri hanno dimostrato una buona correlabilità tra consistenti contenuti in sostanza organica e condizioni climatiche umide e calde, durante le quali si ha un maggiore sviluppo di vegetazione

(2) Le analisi sono state effettuate presso il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università di Milano.

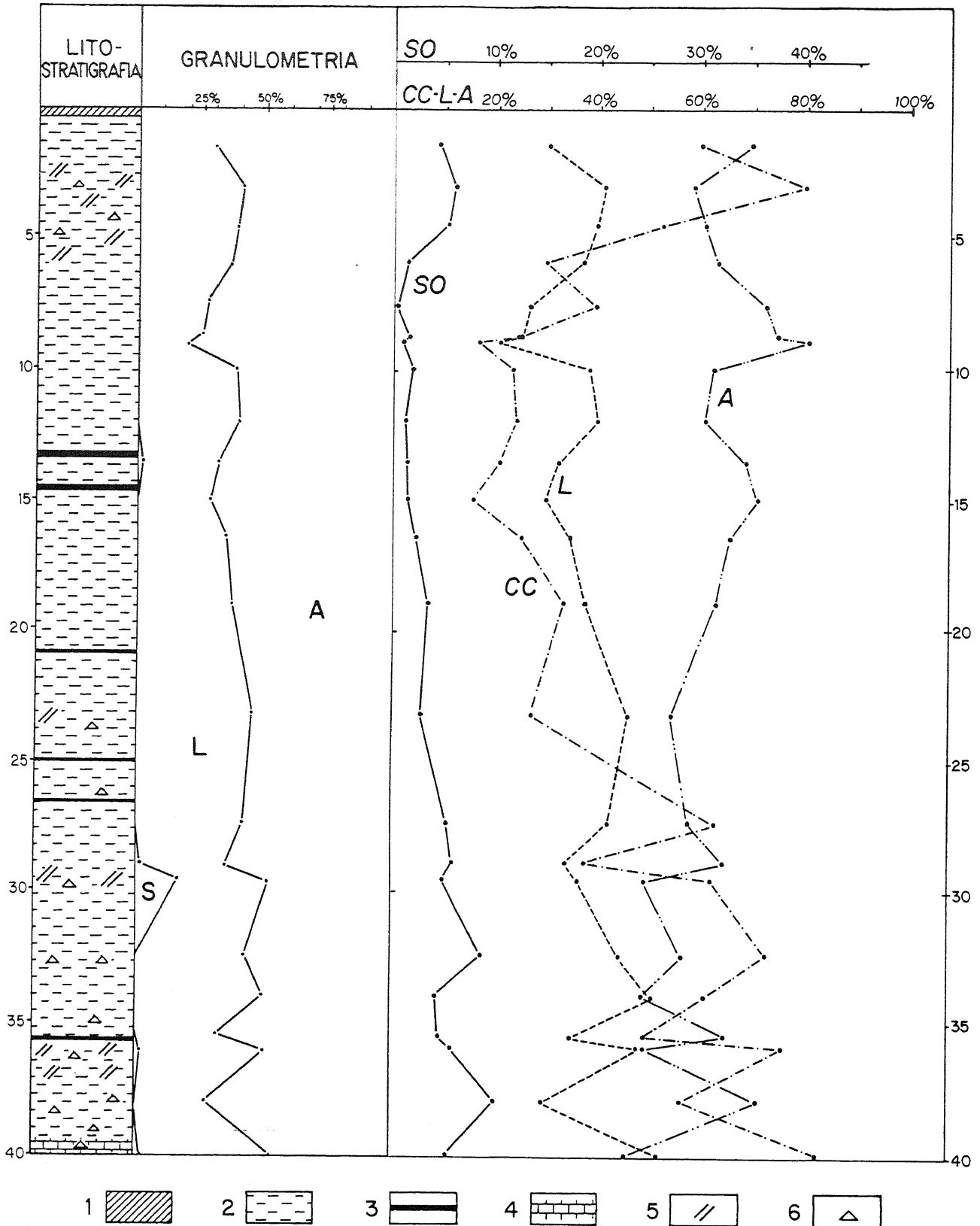


Fig.2 - Colonna litostratigrafica del sondaggio "Telespazio S1" (1 Terreni di riporto; 2 Limi; 3 Livello vulcanico sabbioso; 4 Limi calcarei porosi; 5 Resti vegetali; 6 Frammenti e resti di molluschi). Granulometria e contenuti percentuali in peso in sostanza organica (SO), carbonato di calcio (CC), frazione limosa (L) e frazione argillosa (A) in funzione della profondità  
 Lithostratigraphic sequence of "Telespazio S1" borehole (1 Artificial filling; 2 Silt; 3 Sandy tephra layer; 4 Calcareous tufa; 5 Plant remains; 6 Mollusc remains). Grain size distribution, contents of organic matter in percent weight (SO), calcium carbonate (CC), silt (L) and clay (A) fractions vs. depth

arborea e di attività biogenica in genere (Molfino et al. 1984, Ferry e De Beaulieu, 1986, Bonifay et al., 1987, Narcisi et al., in stampa). Il contenuto in *sostanza organica* è perciò legato alle condizioni di umidità e temperatura, le quali determinano il grado di attività biogenica nel suolo, sul suolo e nel lago. Pertanto, in assenza di migrazioni significative della componente

organica nel sedimento, si può assumere che nell'area del Fucino condizioni umide e calde si siano verificate nel periodo di tempo corrispondente alla deposizione dei sedimenti compresi negli intervalli inferiore e sommitale, come in precedenza definiti, e quindi aride e fredde in quello intermedio.

Riguardo al *carbonato di calcio*, si è detto che l'osservazione microscopica non consente di separare il contributo clastico, proveniente dalla rielaborazione e deposizione delle rocce affioranti nel bacino imbrifero, da quello chimico di precipitazione da acque saturate in ioni carbonato e bicarbonato. Tuttavia, se si considera l'intervallo intermedio della sequenza (tra m 23 e m 6), il prevalere della frazione granulometrica argillosa, le informazioni del dato diffrattometrico, che mostrano la preponderanza di minerali argillosi, ed i bassi contenuti in  $\text{CaCO}_3$  indicano che, in condizioni climatiche aride e fredde, la sedimentazione è rappresentata prevalentemente dall'accumulo dei componenti argillosi; questi derivano principalmente dall'alterazione e dalla disgregazione delle formazioni terrigene presenti nel bacino imbrifero, trasportati al lago sia durante estemporanei processi di ruscellamento diffuso che, in qualche misura, dal vento. Ne consegue che alti contenuti in carbonato di calcio sono da ascrivere principalmente al processo di precipitazione chimica il quale, dato l'accordo tra la distribuzione del carbonato e quella della sostanza organica, sembra essersi verificato maggiormente in condizioni climatiche umide e calde.

In sintesi, è ipotizzabile che la deposizione detritica nel lago del Fucino si sia verificata, sia pure di entità e con modalità differenti, sia durante le fasi caldo-umide che in quella freddo-arida interposta anche se, a causa della riduzione della deposizione chimica dei carbonati, l'accumulo clastico risulta proporzionalmente più alto durante il periodo arido e freddo.

Per contro, come si è detto, la deposizione chimica risulta prevalente durante le fasi umide e calde a causa probabilmente sia di maggiori afflussi idrici ricchi in bicarbonati, sia per evaporazione dalla estesa superficie del lago, sia per sottrazione di anidride carbonica durante l'attività fotosintetica della vegetazione lacustre.

Per quanto riguarda il significato paleoclimatico del carbonato di calcio e dell'apporto clastico, consistenti differenze si rilevano tra quanto finora esposto per il bacino del Fucino e quanto osservato nella sequenza lacustre del bacino craterico di Valle di Castiglione (70 km circa ad Ovest del Fucino, 44 m sul l.m.); in questa località, a causa del prevalere dei fenomeni di trasporto degli ioni bicarbonato da parte delle acque sotterranee piuttosto che da quelle superficiali, la deposizione del carbonato di calcio per via chimica si è verificata solo durante le fasi aride, in assenza di apprezzabili

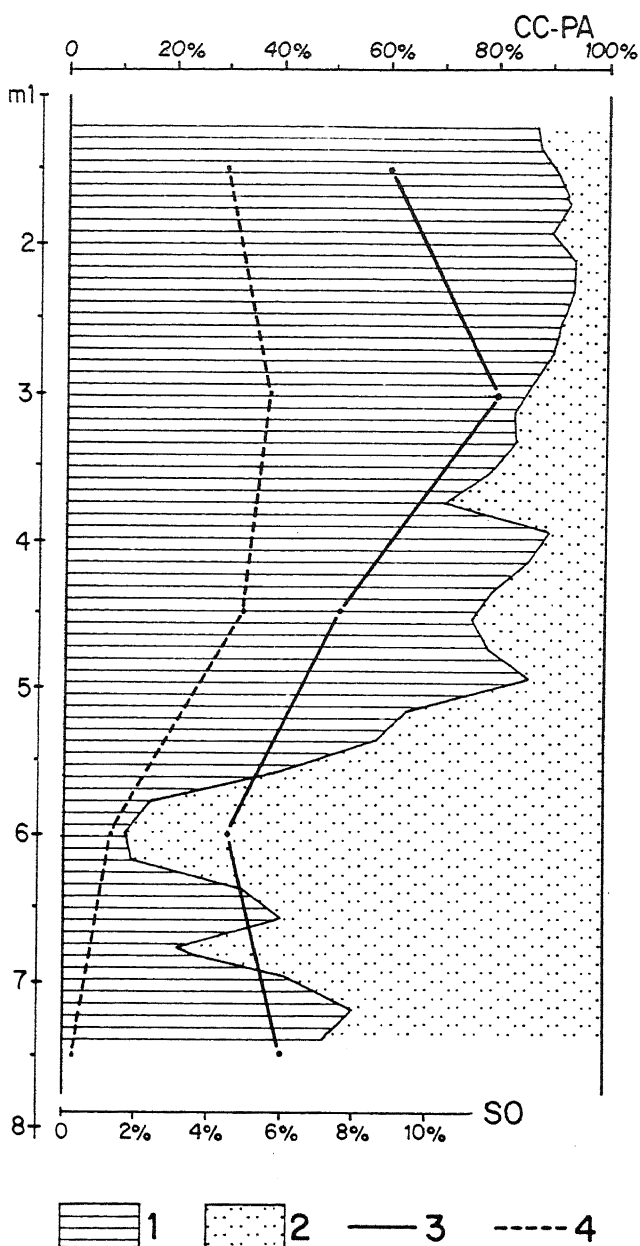


Fig.3 - Diagramma pollinico percentuale delle piante arboree (PA) (da Magri e Follieri, in corso di stampa a, ridisegnato), contenuto percentuale in carbonato di calcio (CC) e sostanza organica (SO) in funzione della profondità: 1) Piante arboree; 2) Piante non arboree; 3) Carbonato di calcio; 4) Sostanza organica

*Arboreal pollen percentage diagram (PA) (from Magri e Follieri in press a, redrawn), calcium carbonate (CC) and organic matter (SO) (percent weight) contents vs. depth: 1) Arboreal plants; 2) Non arboreal plants; 3) Calcium carbonate; 4) Organic matter*

contenuti organici, mentre gli incrementi di frazione detritica, accompagnati da alti contenuti in sostanza organica, risultano preponderanti durante le fasi umide (Narcisi et al., in stampa).

Come hanno osservato Follieri et al. (1990) e Follieri et al. (1990, in stampa), il significato paleoclimatico del polline contenuto in successioni lacustri mostra apprezzabili coerenze con le indicazioni desunte dall'esame litostratigrafico. Per il Fucino si dispone di un dettagliato *record* palinologico relativo ad una sequenza di circa 8 m, ottenuto da sondaggi ubicati nella stessa piana, poco ad Ovest del limite del Bacinetto, ad una distanza di circa 6 km dal sito del sondaggio oggetto del presente studio (Magri e Follieri, in stampa a). In questa successione la progressiva diffusione di piante arboree a partire da m 5,70 verso l'alto, che viene posta in relazione con un deciso cambiamento climatico in senso umido, si mostra congruente con l'aumento della sostanza organica e del carbonato di calcio (Fig. 3), confermando che l'aumento dei parametri geochimici suddetti è connesso con un incremento dell'umidità.

#### 4. CRONOLOGIA

In linea generale la determinazione dell'età delle serie lacustri può essere effettuata utilizzando numerosi metodi; tra questi la tefrocronologia ed il radiocarbonio sembrano essere i più adatti per i sedimenti del Fucino.

Riguardo alla utilizzazione dei livelli di tefra, sono stati tentativamente analizzati i frammenti vetrosi dei livelli vulcanici superficiali (campioni di m 13,10 circa e m 14,45 circa), mediante l'uso di microsonda<sup>(3)</sup>. A causa della natura scoriacea della frazione vetrosa che presenta numerosi microliti, le analisi hanno fornito risultati di incerta interpretazione, e pertanto non utilizzabili ai fini di una correlazione con eventi vulcanici a composizione ed età note, e quindi per la datazione della sequenza.

Due datazioni con il metodo <sup>14</sup>C sono state effettuate in campioni di sostanza organica contenuta nei livelli di m 2,80+2,85 e di m 4,40+4,50<sup>(4)</sup>. Le due determinazioni hanno fornito i valori di 9980±150 anni BP e 15960±160 anni BP.

Secondo Magri e Follieri (1990a, in stampa) la sequenza pollinica del Fucino, ricavata da altri sondaggi, presenta caratteri vegetazionali analoghi a quella di altri siti dell'Italia Centrale. Sulla base di tale similitudine la sottozona pollinica compresa tra m 2,70 e m 1,50, sarebbe correlabile con quella di Valle di Castiglione, datata, con il metodo <sup>14</sup>C, tra 5400 e 3200 anni circa dal Presente; al contrario non è possibile stabilire l'età della

reforestazione olocenica rappresentata al Fucino a partire da m 5,70 verso l'alto, anche se si suppone che sia più tardiva che a Valle di Castiglione, ove l'introduzione delle piante arboree è avvenuta circa 14000 anni BP. Se si considerano validi questi elementi, le datazioni radiocarbonio ottenute in questa sede risultano troppo antiche, particolarmente quella relativa al campione inferiore; se questa fosse valida infatti, l'evento climatico scelto convenzionalmente per rappresentare il limite Pleistocene - Olocene risulterebbe molto più antico di quanto è attualmente noto e comunemente accettato. In attesa di ulteriori dati che chiariscano quanto sopra, è da ricordare che secondo Branca et al., 1989, dati anomali ottenuti con il metodo <sup>14</sup>C possono essere imputati all'attività fotosintetica delle alghe che provocherebbe un frazionamento isotopico anormale del Carbonio. Processi analoghi potrebbero essersi verificati anche al Fucino.

Se si tiene conto che, dal punto di vista geotecnico, i sedimenti sono normalmente consolidati (P. Paoliani, com. pers.), è lecito supporre che la sequenza non ha subito significative elisioni a causa di prolungate emersioni; al contrario non è possibile escludere lacune di sedimentazione; tuttavia, si può ritenere valida in prima approssimazione la correlazione proposta da Follieri et al. (1986) tra il *record* palinologico e la curva dell'isotopo dell'ossigeno secondo Shackleton e Opdyke (1973). Utilizzando questa correlazione si ottiene una stima cronologica grossolana e preliminare dei sedimenti interessati dal sondaggio in oggetto, che avrebbero coperto un intervallo di tempo di circa 100.000 anni.

#### 5. CONCLUSIONI

L'esame dei dati litostratigrafici ha consentito di individuare nella sequenza considerata tre intervalli con caratteristiche climatiche differenti. Di questi, due, identificabili da tenori consistenti in sostanza organica e carbonato di calcio, sono riferibili a fasi di maggiore umidità e temperatura e sono separati da un periodo con caratteristiche aride e fredde. In mancanza di riferimenti cronologici di dettaglio, la posizione stratigrafica, assieme alle indicazioni di carattere palinologico, consentono di individuare con ragionevole certezza solo l'età dell'ultima fase umida e calda che può essere attribuita all'Olocene, e quella dei sedimenti immediatamente sottostanti che possono essere riferiti all'ultimo Pleniglaciale.

Riguardo alla distribuzione delle paleotemperature, Giraudi (1988) osserva che nel periodo corrispondente all'ultimo Pleniglaciale il progressivo aumento del livello del lago, testimoniato da osservazioni sulle variazioni di facies nei sedimenti al bordo della piana, doveva corrispondere ad un bilancio positivo tra precipitazione

(3) Le analisi sono state effettuate presso i laboratori del Geological Survey of Japan di Tsukuba.

(4) Le datazioni sono state effettuate presso il CRAD di Udine.

ed evapotraspirazione. Pertanto le condizioni di aridità desunte dai bassi tenori in sostanza organica nella porzione di sequenza al di sotto di m 6, potevano essere accompagnate, almeno in parte, da temperature medie inferiori a quelle attuali. Al contrario nulla si può aggiungere a proposito della temperatura durante i periodi umidi e caldi anche se si suppone che, data la posizione geografica, le variazioni di questo parametro siano state più significative di quanto ipotizzato per le aree prossime alla costa tirrenica (Narcisi et al., in stampa).

Nel complesso, la congruenza con i dati palinologici rappresenta una conferma della validità delle considerazioni paleoclimatiche svolte.

Le ricostruzioni paleoclimatiche su base litostratigrafica dipendono da indicatori il significato dei quali può variare a seconda delle condizioni ambientali (geologiche, idrologiche, idrogeologiche, ecc.) dei bacini lacustri investigati, come appare evidente da quanto segue.

Il lago del Fucino è stato alimentato nel corso della sua storia da un bacino idrogeologico relativamente piccolo, se paragonato alla superficie dello specchio liquido. Ne deriva pertanto che in condizioni climatiche aride e fredde, gli afflussi idrici profondi sono stati, al contrario di quanto osservato nel lago craterico di Valle di Castiglione caratterizzato da un bacino idrogeologico relativamente esteso (Narcisi et al., in stampa), praticamente ininfluenti ai fini della sedimentazione di tipo chimico, e di conseguenza il sedimento corrispondente alla stessa fase risulta di tipo prevalentemente clastico. Inoltre, poiché le litologie affioranti nel bacino imbrifero non sono completamente omogenee, gli apporti al lago, sia di natura detritica che di sostanze in soluzione nelle acque affluenti, non sono stati uniformi; tale disomogeneità ha comportato una differenziazione nella composizione del sedimento a seconda delle condizioni climatiche. Infine, considerando le dimensioni del bacino lacustre, risulta evidente che le facies sedimentologiche e geochemiche possono variare grandemente a seconda che si consideri la porzione prossimale o quella distale dell'areale di sedimentazione. I dati in possesso pertanto non contrastano con quanto osservato da Giraudi (1988), secondo il quale imponenti depositi di conoidi ad elementi carbonatici rinvenuti ai margini della piana sarebbero attribuibili alle ultime fasi del Pleniglaciale, contemporaneamente cioè alla deposizione, nelle aree centrali del bacino lacustre, di sedimenti a scarso contenuto carbonatico e a prevalente componente argillosa.

## RINGRAZIAMENTI

L'autore desidera ringraziare il Dott. P. Paoliani

dell'ENEA-Disp per aver messo a disposizione le carote di sedimento e per utili informazioni. Proficue discussioni sono state svolte con B. Anselmi, F. Carraro, M. Follieri, C. Giraudi, D. Magri e G. Magri. I disegni sono di F. Cevolani.

## BIBLIOGRAFIA

- Aquater (1981) - *Progetto speciale per la utilizzazione delle acque degli schemi idrici intersettoriali dell'Appennino centro-meridionale. Sistema idrico 6 Sottosistema Fucino*. Rapporto generale per la Cassa del Mezzogiorno.
- Bonifay E., Creer K.M., De Beaulieu J.L., Casta L., Delibrias G., Perinet G., Pons A., Reille M., Servant S., Smith G., Thouveny N., Truze E. & Tucholka P. (1987) - *Study of the Holocene and Late Würmian sediments of Lac du Bouchet (Haute-Loire, France): first results*. In: Rampino M.R., Sanders J.E., Newman W.S. and Königsson L.K. (Eds.): *Climate, history, periodicity and predictability*, 90-116, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Branca M.E., Calderoni G. & Petrone V. (1989) - *Geochemical and palaeoenvironmental significance of dating reversal in radiocarbon chronostratigraphy of lacustrine sediments: a case study from Castiglione valley (Latium, Italy)*. Abstracts, Volume 3 of 3, 28th Int. Geol. Congr., July 9-19, Washington D.C. USA.
- Ferry S. & De Beaulieu J. (1986) - *L'enregistrement sédimentaire des fluctuations climatiques pluri-millénaires. Examen d'un cas et perspectives d'avenir*. Bulletin de l'Association Française pour l'étude du Quaternaire, 1/2, 26-27.
- Follieri M., Magri D., & Sadori L. (1986) - *Late Pleistocene Zelkova extinction in Central Italy*. New Phytol., 103, 269-273.
- Follieri M., Magri D., & Narcisi B. (1990) - *Evoluzione del clima e dell'ambiente negli ultimi 250.000 anni: litostratigrafia e palinologia della sequenza lacustre di Valle di Castiglione (Roma)*. Riassunti "Posters", 75° Congr. Soc. Geol. It., 10-12 settembre, Milano.
- Follieri M., Magri D., & Narcisi B. (1990) (in stampa) - *A comparison between lithostratigraphy and palynology from the lacustrine sediments of Valle di Castiglione (Roma) over the last 0.25 MA*. Mem. Soc. Geol. It.
- Giraudi C. (1988) - *Evoluzione geologica della Piana del Fucino (Abruzzo) negli ultimi 30.000 anni*. Il Quaternario, 1(2), 131-159.
- Giraudi C. (1989) - *Lake levels and climate for the last 30,000 years in the Fucino area (Abruzzo - Central Italy)*. A review. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 70, 249-260.
- Magri D. & Follieri M. (1990a) (in stampa) - *Primi risultati delle analisi polliniche dei sedimenti lacustri*

- olocenici nella Piana del Fucino*. Atti del Convegno "Il Fucino e le aree limitrofe nell'antichità", novembre 1989, Avezzano.
- Magri D. & Follieri M. (1990b) (in stampa) - *Caratteri della biostratigrafia pollinica dell'Olocene in Italia centrale*. Mem. Soc. Geol. It.
- Molfino B., Heusser L.H., & Woillard G.M. (1984) - *Frequency components of a Grande Pile pollen record: Evidence of precessional orbital forcing*. In: Berger A., Imbrie J., Hays J., Kukla G., Sltzman B. (Eds.): *Milankovitch and climate*, Part 1, 391-404, D. Reidel Publishing Company, Dordrecht.
- Narcisi B., Anselmi B., Catalano F., Dai Pra G., & Magri G. (in stampa) - *Lithostratigraphy of the 250,000 Year Record of the Lacustrine Sediments from the Valle di Castiglione Crater, Roma*. Quaternary Science Reviews.
- Radmilli A.M. (1977) - *Storia dell'Abruzzo dalle origini all'Età del Bronzo*. 455 pp., Giardini Ed., Pisa.
- Raffy J. (1979) - *Le versant tyrrhénien de l'Apennin central: étude géomorphologique*. Thèse inédite, 705 pp.
- Raffy J. (1981-82) - *Orogenèse et dislocations quaternaires du versant tyrrhénien des Abruzzes (Italie Centrale)*. Rev. Géol. Dyn. et Géogr. Phis., 23, 371-387.
- Servizio Geologico D'Italia - *Carte Geologiche d'Italia a scala 1:100.000: F.145 Avezzano (1934), F.146 Sulmona (1942), F. 151 Alatri (1939), F. 152 Sora (1967)*.
- Shackleton N.J. & Opdyke N.D. (1973) - *Oxygen isotope and palaeomagnetic stratigraphy of Equatorial pacific core V28-238: oxygen isotope temperatures and ice volumes on a  $10^5$  year and  $10^6$  year scale*. Quaternary Research, 3, 39-55.
- Shepard F.P. (1954) - *Nomenclature based on sand-silt-clay ratios*. Journ. Sedim. Petrol., 24, 151-158.
- Zarlenga F. (1987) - *I depositi continentali del bacino del Fucino (L'Aquila, Italia Centrale)*. Geologica Romana, 26, 223-253.

Accettato per la stampa il 4.12.1990