

## I LAGHI EFFIMERI POSTGLACIALI DEL MASSICCIO DE LA META (PARCO NAZIONALE D'ABRUZZO, ITALIA CENTRALE): SEGNALAZIONE E SIGNIFICATO PALEOCLIMATICO

C. Giraudi

ENEA - C.R. Casaccia, Roma

**ABSTRACT** - *The post-glacial ephemeral lakes of La Meta Massif (National Park of Abruzzo, Central Italy): description and palaeoclimatic significance* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 10(1), 1997, 93-100 - Closed basins, which contained ephemeral lakes have been identified on La Meta massif (National Park of Abruzzo) in central Italy. These basins are delimited by morainic ridges and arches dating to the phases of glaciers retreat during the Upper Pleistocene Last Glacial Maximum. Study and dating of the post-glacial ephemeral lakes' sediments allowed for the reconstruction of hydrological balance variations, and in turn, of the effects of the principal climatic phases of the Late Glacial and Holocene on the environment. The sediments of the basins were correlated through lithostratigraphic evidence, two  $^{14}\text{C}$  dates and two tephra levels. It was concluded that the time following the retreat of the principal glaciers can be divided into at least three periods. i) The first, oldest period corresponds to the Late Glacial and includes probably the first part of the Holocene. It is characterized by the deposition of sediments of primarily detritic origin, because of the limited morphological stability caused also by scarcity of vegetation. The precipitations-evaporation difference (P-E) in the catchment area was positive given that low temperature limited evaporation. ii) The intermediate period coincides with the first part of the Holocene, or, more likely, with the period between ca. 7000 and 5000 years B.P., and is characterized by the sedimentation of deposits of primarily chemical origin favoured by the high evaporation caused by high temperatures, morphological stability and abundance of vegetation. P-E difference in the catchment area was barely positive. iii) The third, youngest period coincides with the second part of the Holocene, and lasted until historic times. It is characterized by the deposition of sediments of primarily detritic origin, because of the decreased morphological stability as caused by the vegetation cover reduction. P-E difference in the catchment area was positive. At present the mean annual precipitation equals 1600-1700 mm and the ephemeral lakes are dry. Soils cover their bottom areas, and the basins are characterized by morphological stability. P-E difference in the catchment area is negative. Independently of the cause of the present P-E difference negative value, we can say that such an environmental situation was not documented for other periods of the Holocene. The negative P-E may simply depend upon the recent increase of the vegetation cover, which reduces percolation towards the basins, but may also be indicative of a temperature increase or modification in rainfall regime.

**RIASSUNTO** - *I laghi effimeri postglaciali del Massiccio de La Meta (Parco Nazionale d'Abruzzo, Italia Centrale): segnalazione e significato paleoclimatico* - Il Quaternario Italian Journal of Quaternary Sciences, 10(1), 1997, 93-100 - Sul Massiccio de La Meta sono state individuate alcune conche chiuse che hanno ospitato laghi effimeri; le conche sono limitate da cordoni e archi morenici databili alle fasi di ritiro dell'ultimo massimo glaciale del Pleistocene superiore. Lo studio e la datazione dei sedimenti dei laghi effimeri post-glaciali hanno permesso di ricostruire le variazioni del bilancio idrologico, e quindi di riconoscere gli effetti sull'ambiente prodotti dalle principali fasi climatiche tardiglaciali e oloceniche. E' stato possibile, in base alle evidenze litostratigrafiche, all'uso di due datazioni  $^{14}\text{C}$  e di due livelli di tephra, correlare i sedimenti dei diversi bacini. Risulta evidente che il periodo successivo al ritiro delle principali lingue glaciali può essere diviso in almeno tre periodi, coincidenti all'incirca col Tardiglaciale, con la prima e con la seconda parte dell'Olocene. In corrispondenza di tali periodi il clima ha diversamente influenzato la sedimentazione e prodotto oscillazioni di livello lacustre.

**Parole chiave:** Tardiglaciale-Olocene, laghi effimeri, paleoclima, Massiccio de La Meta, Italia Centrale  
**Key-words:** Lateglacial-Holocene, ephemeral lakes, paleoclimate, La Meta Massif, Central Italy

### 1. INTRODUZIONE

Il massiccio Meta-Mainarde, ubicato nel settore sud-orientale del Parco Nazionale d'Abruzzo, raggiunge la sua massima quota al Monte La Meta (2242 m). Geologicamente appare costituito prevalentemente da successioni cenozoiche di piattaforma subsidente, l'età delle quali va dal Trias superiore al Lias medio, seguite da complessi organogeni di margine databili dal Dogger al Cretacico inferiore, nonché da settori di piattaforma annegati, databili dal Dogger al Cretaceo inferiore, ricoperti da successioni di piede di scarpata (Accordi *et al.*, 1986).

Sul massiccio sono stati segnalati depositi morenici e forme prodotti dal glacialismo tardopleistocenico (Cinque *et al.*, 1990; Jaurand, 1994).

L'esecuzione di una serie di sondaggi a mano, profondi fino a circa 2,5 m, sui sedimenti di riempimento di depressioni retromoreniche, o intermoreniche, ha permesso di individuare la presenza di sedimenti legati a pic-

colissimi laghetti, ora asciutti. I sedimenti campionati tramite sondaggi o in affioramento sono stati testati con HCl al fine di determinare la presenza di carbonato di calcio.

La datazione dei sedimenti è stata ottenuta sia grazie ai loro rapporti con le morene stadiali, sia utilizzando due tephra presenti tra i sedimenti, sia con datazioni  $^{14}\text{C}$ .

Le zone indagate sono state tre (Fig. 1): la zona de Le Forme, ad Est del M. La Meta (Fig. 1a), posta a circa 1400-1450 m di quota, la zona di Biscuri (Fig. 1b), appena ad Est della cima de La Meta, a quota 1850-1900 m, e l'alta Valle Venafrana (Fig. 1c), ad Est del M. Cavallo, a circa 1700-1750 m di quota.

Nelle aree interessate dal presente studio la piovosità media annuale si aggira attorno a 1600-1700 mm secondo Boni *et al.* (1986).

Scopo del presente lavoro è di delineare l'evoluzione climatica post-glaciale attraverso la ricostruzione delle variazioni idrologiche nei bacini di alimentazione dei laghetti effimeri.

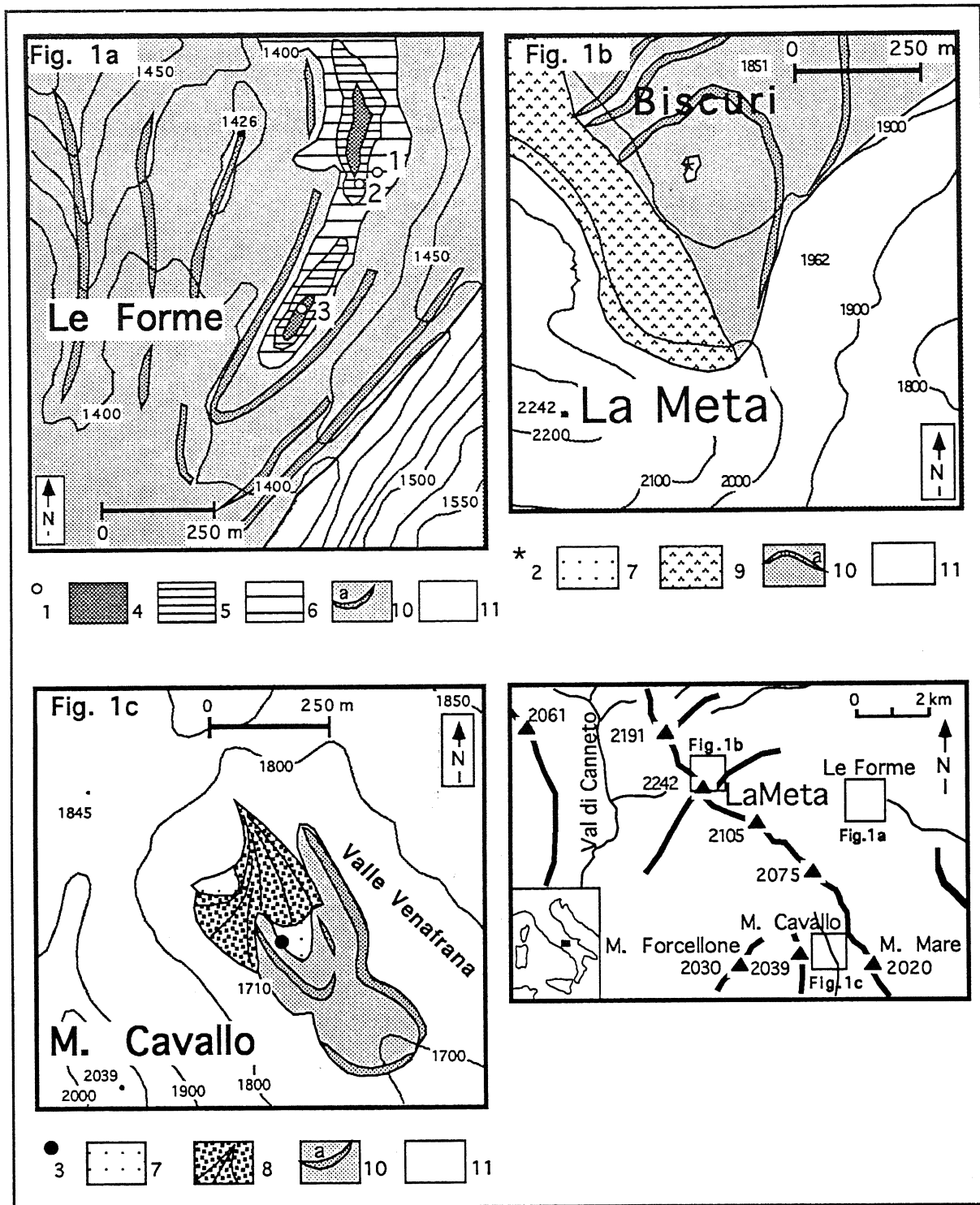


Fig. 1 - Ubicazione dei laghi effimeri studiati e carte geologiche schematiche dei siti. Legenda: 1) Ubicazione dei sondaggi di Le Forme; 2) Ubicazione dei sondaggi di località Biscuri; 3) Ubicazione della sezione studiata nella Valle Venafrana; 4) Superfici più depresse della conca de Le Forme; 5) Superficie intermedia della conca de Le Forme; 6) Superficie più elevata della conca de Le Forme; 7) Fondo delle conche di Biscuri e della Valle Venafrana; 8) Conoide alluvionale della Valle Venafrana; 9) Detrito di falda; 10) depositi morenici stadiali; 10a) cordoni morenici; 11) substrato meso-cenozoico.

Location of the studied ephemeral lakes and geological sketch maps of the sites. Legend: 1) Location of the test cores at Le Forme; 2) Location of the test cores at Biscuri; 3) Location of the Valle Venafrana profile; 4) Lower surface of the Le Forme basin; 5) Intermediate surface of Le Forme basin; 6) Higher surface of Le Forme basin; 7) Bottom of the Biscuri and Valle Venafrana basins; 8) Alluvial fan of Valle Venafrana; 9) Scree; 10) Stadial morainic deposits; 10a) Morainic ridges; 11) Meso-Cenozoic bedrock.

## 2. ZONA DE LE FORME

La zona de Le Forme, posta ad Est del M. La Meta (Fig. 1a) a circa 1400 m di quota, appare costituita da depositi morenici, sia strutturati in archi e cordoni, sia sparsi, attribuibili alle prime fasi di ritiro di uno dei ghiacciai che nel corso dell'ultimo massimo glaciale scendevano dal versante NE de La Meta (Cinque *et al.*, 1990; Jaurand, 1994).

Il bacino di alimentazione posto alle spalle delle morene è costituito prevalentemente da dolomie bianche e grigie, massive o mal stratificate, saccaroidi, del Lias, calcari granulari, conglomerati e breccie biancastri, mal stratificati, saccaroidi, del Lias, e in piccola parte da diaspri con rari livelli calcarei del Turoniano-Aptiano.

In una lunga depressione intermorenica, costituita da sedimenti lacustri e, parzialmente, da morena di fondo, è stata rilevata la presenza di tre superfici distinte:

- la prima superficie, la più elevata, appare costituita da depositi morenici di fondo coperti da un sottile livello di sedimenti lacustri, ed è sospesa di circa 1-1,2 m sulla seguente;
- la seconda superficie, conservata in due lembi separati, appare costituita da depositi lacustri, e risulta sospesa di poco più di 50 cm rispetto alla successiva;
- la terza superficie, in due lembi ristretti inscritti nei precedenti, rappresenta il fondo di due piccole conche chiuse; attualmente entro tali conche possono formarsi laghetti temporanei solo durante eventi piovosi di elevata intensità.

In base all'andamento concentrico delle superfici sembra logico attribuire la formazione di queste esclusivamente a oscillazioni di livello del lago. E' improbabile che a produrre le oscillazioni di livello siano stati piccoli inghiottitoi, sia perché non sono stati rinvenuti al margine della conca, sia perché le superfici più basse si sviluppano solo su materiali fini a bassa permeabilità.

Sono stati eseguiti tre sondaggi a mano, uno per ogni superficie.

Nel sondaggio 1, profondo circa 1,2 m, eseguito sulla superficie più elevata (Fig. 2), al di sotto del suolo ricco di materiali vulcanici, è stato rinvenuto un livello di *tephra*. L'esame mineralogico del livello vulcanico ha indicato che esso è costituito prevalentemente da vetro, K-feldspati, plagioclasti e anfiboli.

Il *tephra* copre un deposito costituito da limi argillosi grigi, acalcarei, di origine lacustre. Sotto al limo argilloso lacustre sono presenti sedimenti molto grossolani, probabilmente i depositi morenici che affiorano a breve distanza.

Nel sondaggio 2, eseguito sulla superficie intermedia (Fig. 2), profondo circa 2,5 m, è stata incontrata la seguente serie (dall'alto verso il basso):

- limi acalcarei pedogenizzati nella parte sommitale;
- limi argillosi grigi acalcarei, del tutto simili a quelli campionati nel sondaggio precedente, un pò più sabbiosi verso il tetto; nella parte medio-bassa del deposito limoso argilloso è stato rinvenuto un livello di *tephra* analogo a quello descritto in precedenza; nella porzione sommitale è stato rinvenuto un secondo *tephra* composto prevalentemente di pomici;
- sedimenti molto grossolani, probabilmente more-

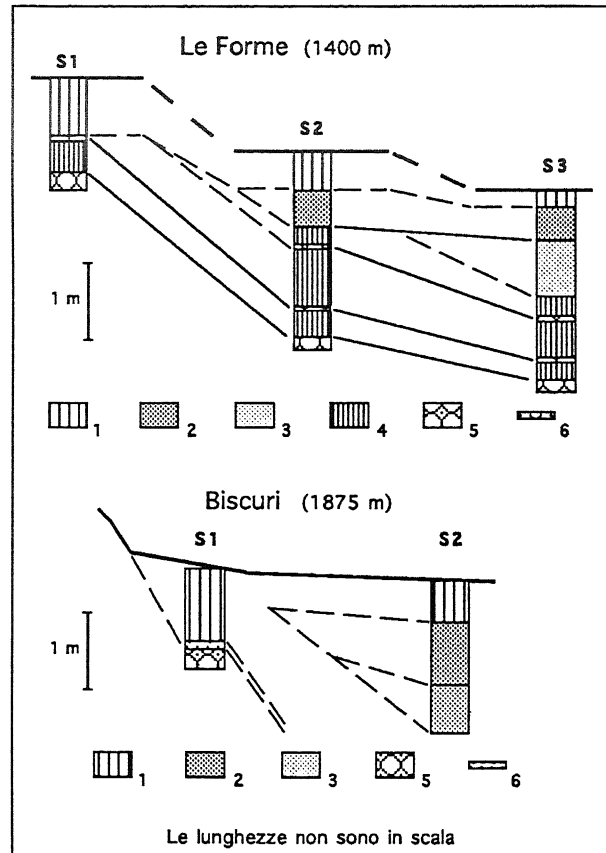


Fig. 2 - Stratigrafia dei sedimenti individuati mediante sondaggi, a Le Forme e a Biscuri. Legenda: 1) Suoli; 2) Limi lacustri acalcarei superiori; 3) Limi calcarei; 4) Limi argillosi acalcarei; 5) depositi morenici; 6) livelli di *tephra*.

*Stratigraphy of the sediments identified by test cores at Le Forme and Biscuri. Legend: 1) Soils; 2) Non-calcareous upper lacustrine silt; 3) Calcareous silt; 4) Non-calcareous clayey silt; 5) Morainic deposits; 6) Tephra levels.*

nico di fondo.

Nel sondaggio 3, eseguito sulla superficie più bassa (Fig. 2), sono stati rinvenuti (dall'alto verso il basso):

- limi grigi acalcarei analoghi a quelli rilevati nel sondaggio 2, pedogenizzati al tetto.
- limi chiari contenenti carbonati;
- limi argillosi acalcarei di origine lacustre; nella parte basale e sommitale di tale deposito sono stati rinvenuti i due livelli di *tephra* già descritti in precedenza; il *tephra* più recente, formato per lo più da pomici, è stato analizzato alla microsonda e, in base alla sua composizione chimica, è stato possibile stabilire che si tratta del Tufo Giallo Napoletano (B. Narcisi, com. pers.); l'età media del Tufo Giallo Napoletano è stata calcolata da Alessio *et al.* (1973) a  $12.300 \pm 300$  anni B.P.;
- sedimenti grossolani, probabilmente di origine morenica.

In base ai dati esposti appare possibile la correlazione tra i sedimenti campionati nei tre sondaggi (Fig. 2).

Relativamente alla presenza dei due *tephra*, occorre notare che questi sono correlabili, in base alla loro composizione, con quelli segnalati al Piano di Aremogna, circa 16 km più a Nord, da Frezzotti & Giraudi

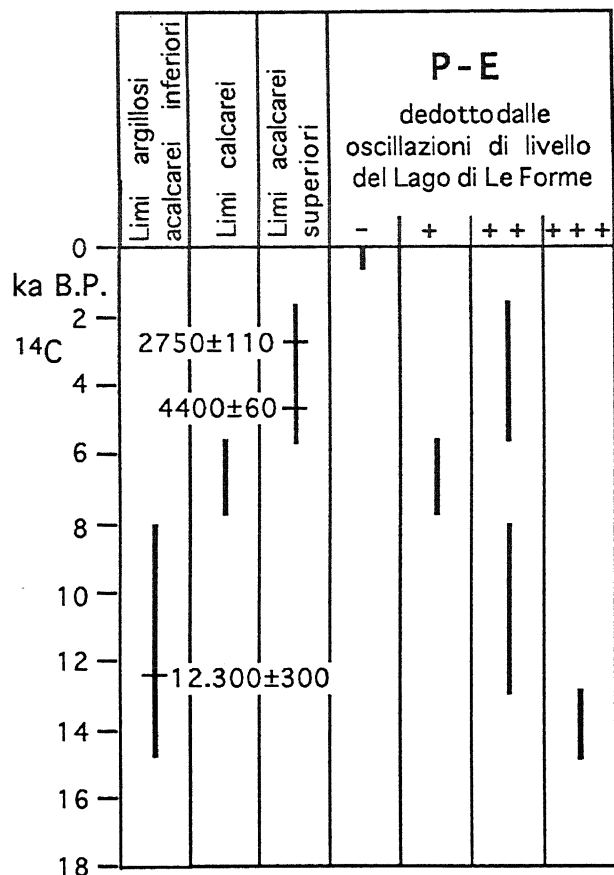


Fig. 3 - Valutazione della differenza tra precipitazioni ed evaporazione (P-E) nel bacino di alimentazione dei laghi effimeri, durante la sedimentazione dei depositi lacustri e al giorno d'oggi.

*Evaluation of the difference between precipitation and evaporation (P-E) in the catchment basin of the ephemeral lakes during the sedimentation of lacustrine deposits and at present.*

(1989) e Frezzotti & Narcisi (1989). In tale località, il *tephra* precedente al Tufo Giallo Napoletano, di origine non ancora nota, è più recente dei depositi fluvioglaciali legati alle fasi di ritiro dei ghiacciai dell'ultima massima espansione glaciale, ed è sensibilmente più antico di  $12.850 \pm 200$  anni B.P.

Tenendo conto anche della differenza di quota tra i sondaggi, è possibile ricostruire alcune oscillazioni di livello del lago, ora scomparso. Dopo il ritiro del ghiacciaio il livello del lago deve essere stato superiore alla quota della superficie sulla quale è stato eseguito il sondaggio 1, e si mantenne tale almeno fino al momento della deposizione del primo *tephra*. Successivamente il livello dovette diminuire poiché il *tephra* del Tufo Giallo Napoletano si trova solo nei sondaggi eseguiti a quota inferiore.

La deposizione dei limi calcarei deve essere avvenuta quando il lago era particolarmente basso, quando, cioè, l'acqua doveva occupare solo le zone più depresse. Un aumento di livello dovette verificarsi in coincidenza con la deposizione dei limi acalcarei superiori, che coprono le due superfici più basse.

### 3. ZONA BISCURI

Una piccola conca presente all'interno di una depressione intermorenica, parzialmente colmata da materiali fini, è stata rinvenuta e studiata a quota 1875 m circa, in località Biscuri (Fig. 1b), vicino alla base del versante nord-orientale del M. La Meta. Le morene molto grossolane che includono la conca sono le più recenti presenti sul massiccio e sono quindi tardopleistoceniche (Cinque *et al.*, 1990; Jaurand, 1994).

Il versante adiacente è composto (Bigi *et al.*, 1986) prevalentemente da diaspri varicolori, con rari livelli calcarei granulari e sottili livelli di calcari tipo "scaglia" del Turoniano-Aptiano, e da pochi calcari granulari bianchi, conglomerati e brecce del Cretacico-Paleocene.

Due sondaggi eseguiti, uno al bordo ed uno al centro della conca, hanno permesso di rilevare le stratigrafie riportate di seguito (Fig. 2).

Al margine della conca sono presenti suoli su materiali vulcanici che presentano alla base un livello composto da un'elevata concentrazione di materiali vulcanici. Il suolo che si è sviluppato sul vulcanico è un andosuolo. Secondo Frezzotti & Narcisi (1989) nell'Appennino centrale gli andosuoli si sarebbero sviluppati nella prima parte dell'Olocene sul *tephra* del Tufo Giallo Napoletano. E' assai probabile che il livello vulcanico presente ai margini della conca (mal determinabile perché i minerali ed il vetro che lo costituiscono sono molto alterati), corrisponda al livello di Tufo Giallo Napoletano già riconosciuto nella vicina località "Le Forme". La caduta del *tephra* è successiva alla scomparsa dell'ultimo ghiacciaio di circo; il ghiacciaio si sarebbe fuso, perciò, in un momento più antico di  $12.300 \pm 300$  anni BP.

Nel sondaggio 2, eseguito al centro della piana, profondo poco più di due metri, non sono stati raggiunti i materiali morenici grossolani e la serie post-glaciale non è stata esplorata completamente. La porzione inferiore dei sedimenti sondati è costituita da limi lacustri calcarei chiari, quindi da limi lacustri grigi acalcarei, al tetto dei quali è presente un suolo poco sviluppato. Poiché sia nel suolo che nei limi lacustri del sondaggio 2 non sono presenti livelli vulcanici, questa seconda serie deve essere più recente di quella evidenziata nel sondaggio 1.

### 4. ALTA VALLE VENAFRANA

Nella parte alta della Valle Venafrana, ad Est del M. Cavallo, alle spalle di un evidente anfiteatro morenico stadiale, posteriore all'ultimo massimo glaciale, è presente una piccola conca chiusa costituita da sedimenti lacustri (Fig. 1c). Nella piana suddetta persiste un piccolissimo laghetto che si riduce drasticamente durante i mesi estivi.

L'alta Valle Venafrana, analogamente alla zona de La Meta, è costituita per lo più da diaspri varicolori, con livelli calcarei granulari e sottili strati di calcari tipo scaglia, del Turoniano-Aptiano, e, secondariamente da calcari bianchi granulari, conglomerati e brecce del Cretaceo superiore-Paleocene.

La conca lacustre, racchiusa tra un conoide e le morene stadiali tardopleistoceniche, attualmente è in

parte drenata da una incisione: questa convaglia le acque in eccesso ad un piccolo inghiottitoio posto tra i massi di grandi dimensioni che costituiscono un cordone morenico.

Sul margine orientale dell'incisione, profonda circa 4 m, è stata rilevata la presenza di limi grigi lacustri acalcarei. A circa 3,6 m al di sotto del piano campagna è stato rinvenuto un frammento di legno carbonizzato, mentre a circa 3,3 m dal piano campagna è stata rilevata la presenza di un livello di torba, già segnalato da Giraudi (1995). Il legno carbonizzato e la torba, datati col metodo del  $^{14}\text{C}$ , hanno fornito età di  $4400 \pm 60$  (BO 175) e  $2750 \pm 110$  anni B.P. (BO 176). Al di sopra dei limi lacustri è presente un suolo.

Prima dello sviluppo dell'inghiottitoio, quindi, presumibilmente in epoca storica, visto la potenza del deposito successivo a  $2750 \pm 110$  anni B.P., il lago doveva essere ben più esteso, e occupare una buona parte della piccola conca.

## 5. DISCUSSIONE

I sedimenti dei tre laghetti effimeri presentano analogie litologiche e cronologiche: poiché anche la composizione litologica dei bacini di alimentazione e dei clasti che formano le morene è assai simile, la correlazione tra i sedimenti delle tre località è da ritenere attendibile.

I sedimenti limosi acalcarei dell'alta Valle Venafrana corrisponderebbero ai sedimenti sommitali di Biscuri e di Le Forme; i sedimenti basali limoso-argillosi acalcarei, contenenti i tephra, di Le Forme e di Biscuri, sarebbero correlabili; di conseguenza lo sarebbero anche i sedimenti calcarei presenti sia a Le Forme che a Biscuri, che sono compresi tra gli altri due corpi sedimentari.

Indicazioni per l'inquadramento cronologico dei sedimenti limoso-argillosi inferiori sono fornite dalla posizione stratigrafica e dalla presenza dei due livelli di *tephra*: la sedimentazione lacustre, iniziata in un momento non precisato più recente delle prime fasi di ritiro dei ghiacciai e più antico del tephra sensibilmente precedente a  $12.850 \pm 200$  anni B.P., è terminata in un periodo successivo alla deposizione del tephra del Tufo Giallo napoletano, datato a circa  $12.300 \pm 300$  anni B.P.

I limi acalcarei superiori, datati nella Valle Venafrana, si sono sedimentati, a partire da un momento non ben precisato, precedente a  $4400 \pm 60$  anni BP, ed hanno continuato a deporsi fino ad un periodo successivo a  $2750 \pm 110$  anni BP, probabilmente fino all'epoca storica.

La presenza dei limi e dei limi argillosi acalcarei suggerisce che essi siano essenzialmente dovuti ad apporti detritici dai bacini di alimentazione, composti per lo più da sedimenti acalcarei; l'apporto detritico potrebbe essere conseguente alla ridotta copertura vegetale.

I limi calcarei non sono stati datati direttamente, anche se la loro sedimentazione deve risalire alla prima metà dell'Olocene, essendo compresi tra i due corpi sedimentari descritti in precedenza.

La composizione prevalentemente calcarea dei sedimenti dei laghetti effimeri del Massiccio della Meta appare tanto più anomala in quanto l'area è composta prevalentemente da diaspri e dolomie. E' probabile che

la sedimentazione del carbonato di calcio sia stata prodotta da una forte evaporazione che provocava una sedimentazione di tipo chimico. La forte evaporazione a quote elevate (1870 m a La Meta) implica che le condizioni climatiche e ambientali in quel periodo dovevano essere ben diverse che nei periodi precedente e successivo: le temperature medie dovevano essere più elevate per favorire la forte evaporazione. La scarsità di apporti detritici implica la presenza di suoli stabili e di abbondante vegetazione.

Al lago bonificato del Fucino, posto circa 40 km a NW del Massiccio della Meta, tra i sedimenti olocenici segnalati da Galadini *et al.* (in stampa) e Giraudi (in stampa) vi sono limi calcarei chiari che rappresentano una litofacies piuttosto particolare nell'ambito dei sedimenti di quel lago. La base di tali sedimenti ha età vicina a  $7120 \pm 120$  anni B.P., ed il tetto è databile a poco meno di 5000 anni B.P. E' probabile che i sedimenti calcarei della Meta, databili alla prima metà dell'Olocene, e del Fucino siano coevi. Poiché i sedimenti hanno caratteristiche litologiche assai simili, anche se i laghi avevano dimensioni, litologia dei bacini di alimentazione e quote sul livello del mare completamente diversi, debbono essersi depositi sotto l'influenza di fattori forzanti esterni ai bacini, quindi, del clima. Secondo Narcisi (1990), che ha studiato i sedimenti di una carota prelevata al Fucino, i depositi lacustri più ricchi di carbonato di calcio si sarebbero depositi nel corso di fasi calde e umide.

La presenza di inghiottitoi è documentata solo per l'alta Valle Venafrana e per il periodo successivo a  $2750 \pm 110$  anni BP, mentre non vi sono tracce di inghiottitoi a "Le Forme" ed a Biscuri. Non vi sono neppure evidenti elementi che suggeriscano variazioni nell'ampiezza del bacino di alimentazione dei laghetti tra il Tardiglaciale e l'attuale, e in particolare dei due compresi interamente tra forme moreniche.

La vita dei laghi effimeri descritti appare perciò condizionata prevalentemente da fattori climatici: la loro presenza, le oscillazioni di livello dell'acqua, la loro estinzione, dipendono dal bilancio idrologico del loro bacino di alimentazione, in pratica dalla differenza tra precipitazioni (P) ed evaporazione-evapotraspirazione (E) nel bacino. La differenza P-E, evidenziata dai livelli lacustri, deve essere stata per lo più positiva durante il Tardiglaciale e l'Olocene, mentre attualmente è per lo più negativa (Fig. 3).

Le oscillazioni di livello del lago di Le Forme indicano che nel periodo corrispondente alla sedimentazione dei limi argillosi acalcarei più antichi, che coincide almeno in parte col Tardiglaciale e forse con le fasi iniziali dell'Olocene, il bilancio idrologico doveva essere fortemente positivo. Il tipo di sedimentazione e la mancanza di analisi molto più dettagliate sui sedimenti, non permettono di riconoscere le tracce delle forti oscillazioni climatiche che hanno interessato il Tardiglaciale. Tuttavia, durante tale periodo è probabile che il valore positivo di P-E fosse dovuto, più che a forti precipitazioni, alla temperatura che manteneva bassa l'evaporazione; nel Tardiglaciale la temperatura non aveva ancora raggiunto i valori, ben più elevati, tipici dell'Olocene. Secondo Giraudi (1996) la presenza di permafrost discontinuo al M. Greco (circa 15 km a N dell'area studiata) indica che

le temperature medie annuali attorno a 14.000 ed 11.000 anni fa potevano essere inferiori alle attuali di 6-7°C.

P-E nel corso della deposizione dei limi calcarei, databili alla prima metà dell'Olocene, doveva essere ugualmente positivo, ma di poco: in corrispondenza della sedimentazione di tali limi, il lago di Le Forme era ristretto alle porzioni più depresse della conca.

P-E nel corso della deposizione dei limi acalcarei superiori (databili da almeno 4500 anni B.P. fino ad epoca storica) deve essere tornato nettamente positivo, poiché il livello del lago di Le Forme tornò a risalire.

L'attuale assenza, al Massiccio della Meta, dei laghi effimeri o la loro drastica riduzione testimonierebbe che P-E è per lo più negativo nonostante le precipitazioni medie annue attuali arrivino a 1600-1700 mm.

Si è in presenza perciò, di una situazione non documentata per i precedenti periodi dell'Olocene, cioè l'assenza dei laghi e lo sviluppo di un suolo sul fondo delle conche e ai loro margini: tale situazione testimonia una discreta stabilità morfologica dell'ambiente circostante.

Per l'Olocene ci si trova quindi in presenza di tre situazioni tipiche, quella attuale (laghi inesistenti o estremamente ridotti, suoli ben sviluppati, stabilità morfologica), quella contemporanea alla deposizione degli ultimi sedimenti lacustri acalcarei più recenti di circa 4500 anni BP (laghi ricchi di acqua, sedimentazione detritica, relativa instabilità morfologica) e quella contemporanea alla sedimentazione dei limi calcarei databili alla prima metà dell'Olocene (laghi con poca acqua, forte evaporazione, stabilità morfologica).

La situazione ambientale che ha portato alla sedimentazione dei limi acalcarei appare giustificata semplicemente ipotizzando una diminuzione delle precipitazioni, o una loro distribuzione irregolare, che avrebbe causato la diminuzione della vegetazione. E' possibile che l'impatto antropico abbia contribuito alla diminuzione della vegetazione, tuttavia, come è stato dimostrato anche al Piano di Aremogna, con lo studio della direzione dei venti che hanno provocato la formazione di conche di deflazione eolica (Giraudi, 1995), il clima nel corso della seconda metà dell'Olocene ha subito innegabili variazioni.

Evidentemente la situazione attuale appare simile a quella contemporanea alla deposizione dei limi calcarei, anche se il bilancio idrico è negativo.

## 6. CONCLUSIONI

Lo studio e la datazione dei sedimenti dei laghi effimeri individuati sul Massiccio de La Meta hanno permesso di ricostruire le variazioni del bilancio idrologico, e quindi di riconoscere gli effetti sull'ambiente prodotti da alcune fasi climatiche post-glaciali. Anche se non sono stati raccolti elementi di dettaglio, è stato possibile, in base alle evidenze litologiche e cronologiche, stabilire che la fase posteriore al ritiro dei ghiacciai principali è stata caratterizzata da almeno tre periodi in corrispondenza dei quali il clima ha diversamente influenzato la sedimentazione lacustre.

– Il periodo più antico, corrispondente al Tardigliale e forse alla prima parte dell'Olocene, è stato carat-

terizzato dalla deposizione di sedimenti di origine prevalentemente detritica, a causa della limitata stabilità morfologica conseguente anche alla scarsità di vegetazione; il livello del lago di Le Forme era alto, quindi la differenza tra precipitazione ed evaporazione (P-E) doveva essere nettamente positiva a causa, verosimilmente, delle basse temperature che limitavano l'evaporazione.

– Il periodo intermedio, coincidente con la prima parte dell'Olocene, o più probabilmente con il periodo compreso tra circa 7000 e 5000 anni B.P., è stato caratterizzato dalla sedimentazione di depositi prevalentemente di origine chimica, dovuti alla forte evaporazione causata probabilmente dalle alte temperature, in un ambiente caratterizzato da stabilità morfologica e, verosimilmente, da abbondanza di vegetazione; il livello del lago di Le Forme era basso, quindi la differenza P-E doveva essere appena positiva.

– Il periodo più recente, coincidente con la seconda parte dell'Olocene e durato fino all'epoca storica, è stato caratterizzato dalla deposizione di sedimenti di origine prevalentemente detritica, quindi da minore stabilità morfologica, in conseguenza, probabilmente, della diminuzione della vegetazione. Questa potrebbe anche essere dovuta a disboscamento causato dall'intervento antropico, ma non vi sono elementi che possano corroborare tale ipotesi. Il livello del lago di Le Forme era abbastanza elevato, quindi la differenza P-E era positiva.

Attualmente le conche chiuse che ospitavano i laghetti effimeri sono asciutte o occupate da pozze di dimensioni piccolissime: sui sedimenti si formano suoli e le zone circostanti sono caratterizzate da stabilità morfologica; la differenza P-E è per lo più negativa.

Qualunque sia la causa che ha prodotto il valore negativo attualmente ci troviamo di fronte ad una situazione ambientale non documentata per altri periodi dell'Olocene. Il fatto che P-E sia negativo potrebbe semplicemente dipendere da un aumento recente della copertura vegetale e dallo sviluppo dei suoli che riducono la percolazione verso le conche, ma potrebbe anche testimoniare un aumento di temperatura o una modifica nel regime delle precipitazioni.

## RINGRAZIAMENTI

Si ringrazia la Dott. Cinzia Sulli, del Centro Studi Appenninici del Parco Nazionale d'Abruzzo che ha autorizzato le ricerche. Si ringraziano inoltre M. Frezzotti e M. D'Orefice che hanno partecipato alle ricerche di campagna, A. Salomoni e collaboratori del Laboratorio <sup>14</sup>C dell'ENEA di Bologna per le datazioni effettuate.

## BIBLIOGRAFIA

- Accordi G., Carbone F., Civitelli G., Corda L., De Rita D., Esu D., Funicello R., Kostakis T., Mariotti G. & Sposato A., 1986 - *Lithofacies map of the Latium-Abruzzi and neighbouring areas*. C.N.R., Quad. Ric. Scientif., **114**(5), 223 pp.
- Alessio M., Bella F., Improta S., Cortesi C. & Turi B., 1973 - *University of Rome Carbon -14 dates*. IX.

- Radiocarbon, **15**, 165-178.
- Bigi G., Colacicchi R., Damiani A.V., D'andrea M., Pannuzi L., Parotto M., Praturlon A. & Sirna G., 1986 - *Carta Geologica del Parco Nazionale d'Abruzzo*.
- Boni C., Bono P. & Capelli G., 1986 - *Schema idrogeologico dell'Italia Centrale*. Mem. Soc. Geol. It., **35**, 991-1012.
- Cinque A., Liccardo C., Palma B., Pappalardo L., Roskopf C. & Sepe C., 1990 - *Le tracce glaciali nel Parco Nazionale d'Abruzzo (Appennino Centrale): nota preliminare*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., **13**, 121-133.
- Frezzotti M. & Giraudi C., 1989 - *L'evoluzione geologica tardo-pleistocenica ed olocenica del Piano di Aremogna (Roccaraso - Abruzzo): implicazioni climatiche e tettoniche*. Mem. Soc. Geol. It., **42**, 5-19.
- Frezzotti M. & Narcisi B., 1989 - *Identificazione di un andosuolo, possibile livello guida per la cronostratigrafia olocenica dell'Appennino Centrale*. Mem. Soc. Geol. It., **42**, 351-358.
- Galadini F., Galli P. & Giraudi C., 1996 (in stampa) - *Paleosismologia dell'area fucense*. In: S. Castenetto & F. Galadini (Eds.), "Il terremoto di Avezzano del 13 Gennaio 1915". Monografia del Servizio Sismico Nazionale.
- Giraudi C., 1995 - *Sedimenti eolici, variazioni climatiche ed influenza antropica: considerazioni su alcune Piane Intermontane dell'Appennino Abruzzese*. Il Quaternario It.J.Quat.Sci., **8**(1), 211-216.
- Giraudi C., 1996 - *The effect of the Younger Dryas and Heinrich Events on the climatic and environmental evolution of central Italy*. AIQUA-MTSN Conference Abstracts: "Late-Glacial and early Holocene climatic and environmental changes in Italy", 69-70, Trento 7-9/2/1996.
- Giraudi C., 1996 (in stampa) - *Late pleistocene and Holocene lake level variations in Fucino Lake (Abruzzo - Central Italy) inferred from geological, archaeological and historical data*. ESF Workshop "Palaeohydrology as reflected in lake-level changes as climatic evidence for Holocene times". Palaoklimaforschung. Gustav Fisher Verlag Ed..
- Jaurand E., 1994 - *Les heritages glaciaire de l'Apennin*. Thèse pour le Doctorat des Lettres de l'Université de Paris I Panthéon-Sorbonne, 600 pp.
- Narcisi B., 1990 - *Lineamenti evolutivi del clima nell'area del Bacino del Fucino (Italia Centrale) negli ultimi 100.000 anni*. Il Quaternario, **3**(2), 159-156.

Ms. ricevuto: 28 febbraio 1996  
 Inviato all'A. per la revisione: 23 ottobre 1996  
 Testo definitivo ricevuto: 2 gennaio 1997

Ms received: Feb.28, 1996  
 Sent to the A. for a revision: Oct. 23, 1996  
 Final text received: Jan. 2, 1997