

IL GLACIALISMO TARDO-PLEISTOCENICO DEL MASSICCIO DEL TERMINILLO (LAZIO - APPENNINO CENTRALE)

C. Giraudi

ENEA, CR Casaccia, C.P. 2400, 00100 Roma A.D.

RIASSUNTO - *Il glacialismo tardo-pleistocenico del Massiccio del Terminillo (Lazio - Appennino Centrale)*. Le tracce glaciali presenti sul Massiccio del Terminillo appaiono più numerose di quanto indicato dagli Autori precedenti. Nel presente studio sono stati messi in evidenza alcuni elementi utili per l'inquadramento cronologico delle più recenti fasi glaciali presenti ed è stato segnalato un accumulo di *rockglacier*. Oltre alle morene dell'ultimo massimo glaciale, al Terminillo sono presenti morene deposte nel corso di almeno otto momenti di stasi o riavanzata avvenute durante il ritiro, raggruppabili in cinque fasi glaciali. I ghiacciai raggiungevano probabilmente una lunghezza di poco meno di 5 km nella Valle della Meta, di 3,5 km nella Valle Organo, rivolte verso Nord, mentre nella Valle di Prato Comune, rivolta verso Sud, superavano i due chilometri. Altri ghiacciai superavano 1,5 km di lunghezza. Nel complesso, il Massiccio del Terminillo appare essere stato interessato da una diffusa presenza di lingue glaciali, anche piuttosto estese, alcune delle quali formate dalla confluenza di ghiacciai alimentati da vari circhi. In base alla presenza di un loess ricco di quarzo e di un andosuolo è possibile datare la fase IV (ed evidentemente tutte le fasi precedenti) ad un momento non più recente di circa 13-14.000 anni BP, mentre la fase V sarebbe successiva a circa 13-14.000 e precedente a circa 12.000 anni BP. Le morene del M. Terminillo appaiono quindi più antiche di quanto supposto in precedenza. È stata rilevata anche la presenza di un accumulo di *rockglacier* in Valle Organo. Tale *rockglacier* permette di valutare che, al momento della sua formazione, la temperatura media annuale doveva essere di circa 6,5-7,5 °C inferiore all'attuale.

ABSTRACT - *The Late-Pleistocene Glacial Traces of the Terminillo Group (Lazio-Central Apennine)* - The glacial traces present on the Terminillo Massif appear more numerous than what has been indicated by previous Authors. Some useful elements for a chronological framework of the more recent glacial phases present have been underlined and an accumulation of rockglacier has been identified. Besides the moraines of the last glacial maximum, at Terminillo there are moraines deposited during at least eight periods of standstill or re-advance that took place during the glacial retreat, grouped probably in five phases. The glaciers probably reached a length of ca. 5 km in the Meta Valley, a length of 3.5 km in the Organo Valley, facing North, while at the Prato Comune Valley, facing South, they exceeded two kilometers. Other glaciers exceeded 1.5 km in length. On the whole, the Terminillo appears to have been affected by a diffuse presence of quite extensive glacial tongues, some of which were formed by the confluence of glaciers fed by various cirques. On the basis of the presence of a quartz-rich loess and an andosol it is possible to date the IV phase (and evidently all the preceding phases) to a time older than ca. 13-14,000 years BP, whereas the V phase would be after ca. 13-14,000 and before ca. 12,000 years BP. The moraines of Mt. Terminillo appear therefore older than what was believed before. The presence of a rockglacier in the Organo Valley has also been revealed. The rockglacier permit to calculate that, at the time of his formation, the average annual temperature must have been ca. 6.5-7.5°C below the present one.

Parole chiave: ghiacciai, loess, andosuolo, Pleistocene, M. Terminillo, Italia Centrale.
Key words: glaciers, loess, andosol, late-Pleistocene, M. Terminillo, Central Italy.

1. INTRODUZIONE E INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il Massiccio del M. Terminillo raggiunge la quota massima di 2216 m nel monte omonimo, e comprende una serie di cime (M. Terminilietto, M. Valloni, M. Elefante, M. di Cambio) che superano i 2000 m, nonché varie cime superiori a 1900 m.

Lo studio del glacialismo del Terminillo è stato intrapreso nell'ambito di un programma di ricerche paleoclimatiche sull'Appennino, avendo constatato, mediante rilievi fotogeologici preliminari, che le tracce glaciali segnalate da vari autori rappresentavano solo una parte dei resti presenti. Mancava inoltre qualsiasi elemento di datazione diretta delle tracce glaciali, che risultavano attribuite al tardo Pleistocene superiore ed alle fasi stadiali di ritiro solo in base al loro grado di conservazione ed ai limiti nivali.

Le indagini condotte hanno portato alla identificazione di nuove tracce glaciali ed al rinvenimento,

mediante sondaggi a mano eseguiti nelle depressioni intermoreniche, di almeno due livelli guida. Questi risultano utili per la correlazione tra le tracce glaciali del Terminillo e di altri massicci dell'Appennino. Tuttavia gli elementi di datazione diretta riguardano solamente le morene più recenti: per quelle più antiche non sono stati raccolti elementi di datazione. Inoltre due datazioni ¹⁴C, eseguite su materiali prelevati in depressioni intermoreniche o retromoreniche, hanno fornito indicazioni sull'età (olocenica) dei sedimenti più recenti di riempimento di tali depressioni ma non hanno portato elementi utili alla datazione delle morene.

Il Gruppo del M. Terminillo appare costituito litologicamente (Servizio Geologico d'Italia, 1955) da calcari del Lias inferiore, calcari e calcari marnosi del Lias medio, calcari selciosi, calcari detritici e brecciosi del Giurassico e da calcari di tipo "Maiolica" del Cretacico inferiore. Sono presenti numerosissime faglie a prevalente orientazione NW-SE, ma non mancano quelle orientate WNW-ESE.

2. LE TRACCE GLACIALI

Le tracce glaciali presenti sul Monte Terminillo sono state rilevate già da Suter (1934) che le attribuì al Würm. In seguito, sul F. L'Aquila della C.G.I. (Servizio Geologico d'Italia, 1955) le morene vennero inquadrare cronologicamente nella parte alta del Pleistocene. Federici (1979) in uno studio riguardante il glacialismo dell'Appennino Centrale, evidenzia che al Terminillo sono presenti, oltre alle morene del Würm III, anche morene stadiali del I e del II Stadío Appenninico (che corrisponderebbero, secondo l'Autore, rispettivamente agli Alstadien e allo stadio Bühl-Schlern alpini).

Jaurand (1994) ha individuato nuovi resti glaciali non evidenziati dagli Autori precedenti, e segnala la presenza, oltre alle morene degli Stadi Appenninici I e II (di Federici, 1979) anche di un ulteriore Stadío IIb, da lui introdotto, che corrisponderebbe cronologicamente al Dryas recente. Nessuno degli Autori riporta dati cronologici diretti relativi al M. Terminillo: solo Jaurand (1994) fonda la base delle sue attribuzioni cronologiche essenzialmente sui pochi dati relativi all'Appennino Centrale riportati in Frezzotti & Giraudi (1989; 1992).

L'attribuzione (Federici, 1979) delle morene presenti al M. Terminillo al Würm III (inteso dall'Autore come il periodo compreso tra circa 21.000 e 18.000 anni fa, quindi corrispondente all'ultimo massimo glaciale) ed alle fasi stadiali posteriori, appare, anche se non basato su elementi di datazione diretta, attendibile se inserito nel quadro delle tracce glaciali dell'Italia Centrale. Tuttavia le morene che dovrebbero indicare l'ultima massima espansione dei ghiacciai al Terminillo (Fig. 1)

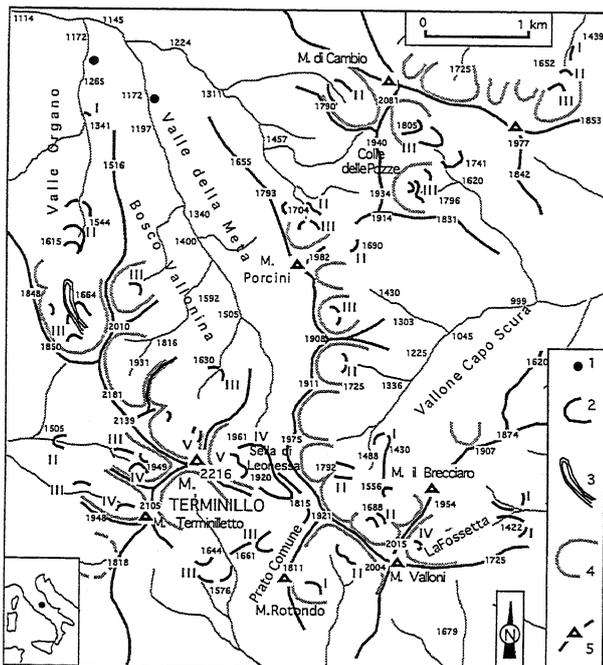


Fig. 1 - Le tracce glaciali del M. Terminillo. Legenda: 1 - resti non cartografabili delle morene frontali dell'ultimo massimo glaciale; 2 - cordoni morenici; 3 - accumulo di rockglacier; 4 - circhi glaciali; 5 - spartiacque principali.

The glacial traces of Mt. Terminillo. Legend: 1 - minor remains of the frontal moraines of the last glacial maximum; 2 - moraine ridge; 3 - rockglacier; 4 - glacial cirque; 5 - principle watershed.

sono mal conservate e osservabili solo in lembi nella Valle della Meta (presso quota 1172) e nella Valle Organo, a circa 1250 m di quota); nelle altre valli non se ne trovano le tracce, sia a causa dell'erosione successiva, sia, a luoghi, per la forte pendenza del fondo vallivo che non ne avrebbe permesso la formazione. Ad essere rigorosi, i piccoli lembi morenici presenti presso quota 1172 in Valle della Meta, residui di quello che, come è stato supposto dagli autori precedenti, potrebbe rappresentare il fronte della massima espansione del Pleistocene superiore, non presenta elementi di valutazione univoci. Si può osservare quanto segue:

- si tratta di depositi glaciali senza una morfologia definita, che potrebbero anche non coincidere con il fronte del ghiacciaio al momento della massima estensione, visto che in corrispondenza di tali accumuli non vi sono nette variazioni morfologiche sui bassi versanti delle valli che lascino supporre un passaggio tra una valle glaciale ed una fluviale;

- non vi sono elementi per escludere che le morene siano più antiche; la mancanza di suoli evoluti e di alterazione potrebbe semplicemente essere dovuta a fattori erosivi.

Il piccolo lembo di morena, mai segnalato prima d'ora, presente nella parte bassa della Valle Organo, seppure non abbia una vera espressione morfologica, sembra indicare molto più chiaramente la posizione di una cerchia corrispondente, verosimilmente, a quella dell'ultimo massimo glaciale.

Si può osservare infatti che:

- il piccolo lembo di morene appoggiate al versante è situato appena a monte dell'inizio del tratto finale della valle caratterizzato da un profilo a V molto pronunciato, di impronta fluviale;

- contro il piccolo lembo di morena appoggiano sedimenti lacustri sabbiosi e limosi con livelli ben stratificati, localmente a stratificazione convoluta, con intercalazioni di ghiaie sabbiose poco arrotondate; i sedimenti lacustri sono coperti da una potente coltre di ghiaie grossolane in matrice limoso-sabbiosa, mal stratificate, di probabile origine fluvio-glaciale, nettamente sospese sul fondovalle attuale.

E' evidente perciò che per un certo periodo le morene dovevano sbarrare la valle.

L'attribuzione delle suddette morene della Valle Organo all'ultimo massimo glaciale appare assai più attendibile almeno dal punto di vista morfologico. Accettando tale attribuzione, il limite delle nevi per l'ultimo massimo glaciale sarebbe valutabile attorno a 1600 m. Il suddetto valore è compatibile e prossimo ai valori dei limiti nivali relativi all'ultimo massimo glaciale nell'Appennino Centrale calcolati da Autori precedenti (Federici, 1979; Jaurand, 1994).

Jaurand (1994), basandosi sulle morene di Valle della Meta, ha calcolato che al Terminillo il limite nivale per l'ultimo massimo glaciale doveva situarsi attorno a 1650.

Molte sono le valli che presentano, almeno nella loro parte alta, un modellamento glaciale e, anche se le tracce principali sono presenti in valli rivolte verso i quadranti settentrionali ed orientali, si rileva la presenza di resti glaciali anche in valli rivolte verso SE.

Il numero di morene di ritiro posteriori all'ultimo massimo glaciale conservate nelle singole valli appare molto variabile: ve ne sono sei in Valle Organo; quattro

nella valle che da Sella di Leonessa scende verso Prato Comune e nella valle che scende da Monte di Cambio verso SE; tre nel Vallone La Fossa ad W del Terminillo, nel Vallone Capo Scura, sul versante a Nord di M. di Cambio, ecc.

Quella che nel presente lavoro è considerata la più recente morena sita presso la Sella di Leonessa, viene interpretata come una nivomorena da Jaurand (1994); tuttavia la distanza dalla base del versante le sue dimensioni, la sua altezza e la sua forma non parallela alla base del versante, unite alla presenza di una netta depressione posta alle sue spalle, ancora evidente nonostante gli apporti di abbondanti materiali detritici recenti, suggeriscono che la forma in oggetto sia da considerare una vera e propria morena.

Il maggior numero di morene è conservato nei tratti di valle meno ripidi ed è probabile che i piccoli anfiteatri morenici si siano formati nel corso di stasi del fronte dei ghiacciai in regresso o di brevi riavanzate legate ad oscillazioni climatiche, tuttavia anche la morfologia della valle potrebbe avere giocato un ruolo determinante sulla posizione di alcuni degli apparati morenici. Appare perciò difficile correlare le morene depostesi nelle varie fasi di ritiro nelle singole valli perchè in numero non omogeneo. Inoltre, anche la correlazione effettuata in base al limite delle nevi calcolato, appare poco attendibile in dettaglio se si tiene conto che le valli presentano diversa orientazione: nel corso dello sviluppo dei ghiacciai i limiti nivali potevano essere diversi; spesso le morene di due fasi successive si trovano a breve distanza ed a poche decine di metri di dislivello; i limiti intrinseci ai metodi di calcolo dei limiti delle nevi utilizzabili (metodo di Hoefler, 1922 nel presente lavoro) forniscono risultati approssimati e con un certo grado di soggettività, che possono dare sensibili margini di incertezza.

Valutando i limiti nivali su tutti i resti morenici, si ottiene che i valori a volte risultano raggruppati attorno ad alcune quote. Complessivamente si ottiene che, oltre al limite nivale di circa 1600 m per l'ultimo massimo glaciale, si hanno limiti nivali per morene delle fasi di ritiro di: 1650 m, 1725-1760 m, 1825-1890, 1920-1970 m, 2025 m.

In Valle Organo, ove è conservato il maggior numero di morene di ritiro (6), a causa della quota limitata delle cime poste alla sua testata, mancano le morene con limiti nivali posti attorno a 1900-1970 m e a 2025 m. Se il numero di morene di ritiro avesse una valenza per tutto il massiccio, occorrerebbe ammettere che sul Terminillo vi sono morene depostesi nel corso di ben otto episodi di stasi o riavanzata nel corso del ritiro glaciale. Naturalmente non è detto che ogni morena indichi una fase glaciale legata a fattori climatici: se di fasi si può parlare, lo si può fare con riferimento ai valori dei limiti nivali. Questi sono raggruppati attorno a cinque valori medi che, confrontati con il limite nivale dell'ultimo massimo glaciale, corrisponderebbero ad incrementi medi di 50, 140, 260, 350, 425 m; si assume che i suddetti valori corrispondano a fasi glaciali denominate da I a V.

Al fine di ottenere elementi per la datazione delle morene sono stati effettuati sondaggi mediante trivella a mano su depressioni poste a monte delle morene o sulle morene. Le depressioni scelte sono state principalmente quelle di piccole dimensioni, con bacino di alimentazione piccolo (poche decine di m²) e limitato ad

una parte delle stesse morene. Solo una parte dei sondaggi ha fornito elementi di interesse per la datazione delle morene. Sono stati eseguiti sondaggi sulle morene della Sella di Leonessa, in Valle Organo, nei circhi posti alla testata del Vallone di Capo Scura, di M. Porcini, del Versante Sud di M. di Cambio, del versante S e W del M. Terminillo.

Campioni ricchi di sostanza organica da datare col metodo del ¹⁴C sono stati rinvenuti solo in due località. Il primo in una piccola depressione posta sulle morene più recenti di Valle Organo, della quale non si è raggiunto il fondo con un sondaggio di 4 m di profondità. Il secondo nella piana, presente a Prato Comune, sopra a quota 1661 m, formata da sedimenti di origine lacustre, dei quali non è stato raggiunto il fondo con un sondaggio profondo 4 m. Tali sedimenti sono posti alle spalle del bell'anfiteatro morenico, alimentato dal circo rivolto a NE del M. Terminillo. Le datazioni ¹⁴C-AMS hanno fornito, nel primo caso un'età di 6530±70 anni BP (Ua-11331), mentre nel secondo caso un'età di 4520±65 anni BP (Ua-10984). Si tratta evidentemente di date relative a sedimenti olocenici di riempimento delle stesse depressioni, non avendo i sondaggi raggiunto la base dei depositi. Nel circo posto appena ad Est della Sella di Leonessa, un sondaggio ha evidenziato un riempimento della depressione del circo potente più dei 4 m raggiunti dal sondaggio: tra i sedimenti prevalentemente colluviali evidenziati, è stato intercettato un livello ricco di frammenti di carbone contenente ceramica d'impasto (databile al Neolitico o all'Età del bronzo) che attestano una frequentazione antropica almeno nella porzione medio-superiore dell'Olocene.

Con tali sondaggi è stato comunque riconosciuto che al Terminillo, nelle depressioni presenti sulle morene esistono, sovente sotto ad una copertura colluviale recente, sia andosuoli sviluppatasi su materiali vulcanici, sia, sotto ai suoli, limi ricchi in quarzo di origine eolica. Secondo Frezzotti & Narcisi (1989) sulle montagne dell'Italia Centrale, dal Matese ai M. Sibillini, gli andosuoli si sarebbero sviluppati a spese del Tufo Giallo Napoletano (databile attorno a 12.300±300 anni BP secondo Alessio *et al.*, 1973) e dei prodotti del suo rimaneggiamento. Loess limosi ricchi di quarzo, sono stati segnalati in ambiente glaciale al M. Greco, al Massiccio del Matese (Frezzotti & Giraudi, 1989, 1990; Giraudi, 1997a) ed al M. Breccioso (Giraudi, 1997b). Sul M. Greco la sedimentazione del loess, iniziata dopo le prime fasi di ritiro del ghiacciaio dell'ultimo massimo glaciale, sarebbe terminata in un momento precedente alla deposizione di una torba datata 12.850±200 anni BP (Frezzotti & Giraudi, 1989; 1990). Sul Matese, la deposizione dello stesso loess, iniziata dopo le prime fasi di ritiro del ghiacciaio dell'ultimo massimo glaciale, sarebbe terminata, in base alla presenza di alcuni tephra, attorno a 14.000 anni BP (Giraudi, 1997a).

Sono stati quindi rinvenuti livelli guida utili all'inquadramento cronologico del glacialismo del Terminillo e alla correlazioni delle fasi glaciali con quelle studiate su altri massicci.

Il loess, la sedimentazione del quale sarebbe cessata attorno a 13.000 -14.000 anni BP, è stato rinvenuto, oltre che su quelle poste a quote inferiori, sulle morene che occupano la Sella di Leonessa (IV fase) e le zone circostanti. Tali morene sono state formate da un piccolo ghiacciaio vallivo, avente limite nivale prossimo

a 1930 m, che defluiva, dal circo posto a NE della cima del M. Terminillo, sia verso la Valle della Meta che verso la valle di Prato Comune. I loess sono coperti da un andosuolo, a sua volta coperto da colluvio.

Il ghiacciaio che ha deposto le suddette morene deve quindi essere scomparso prima di circa 13.000-14.000 anni BP. E' interessante notare che sia al Matese, che al M. Breccioso, che al M. Greco (Giraudi, 1997 a; 1997 b: in stampa) le ultime morene deposte da ghiacciai vallivi, anche se poste a quote diverse, sono precedenti alla fine della sedimentazione del loess ricco di quarzo.

Sulle successive morene di circo (V fase), non sono state rinvenute depressioni adeguate per l'esecuzione di sondaggi. Tuttavia appare assai probabile che tali morene siano correlabili con le morene di circo dei Monti Greco e Matese, che risultano successive alle fine della sedimentazione del loess e precedenti alla messa in posto del Tufo Giallo Napoletano, databile a circa 12.000 anni BP.

Per quel che riguarda le morene più antiche, è probabile che, se valida la correlazione tra le ultime morene vallive, siano correlabili anche le morene precedenti. In tal caso, come al M. Breccioso (Giraudi, 1997b), al Terminillo le prime due morene di ritiro sarebbero più antiche di un tephra databile a poco più di 19.100 ± 650 anni BP e quindi l'ultima massima espansione glaciale deve essere avvenuta in un momento sensibilmente precedente alla data suddetta.

Nella parte alta della Valle Organo vi è un accumulo di *rockglacier* lungo circa 500 m e largo fino a 30-40 m, costituito da un rilievo formato da sottili cordoni allungati, che si estende tra le quote di 1800 e 1650 m: in un sondaggio eseguito in una depressione presente su tale accumulo è stato rinvenuto il loess ricco di quarzo. Sembra dimostrato così che, prima della fine della deposizione del loess (quindi prima di circa 13.000-14.000 anni fa), il *rockglacier* doveva già essere inattivo.

3. CONCLUSIONE

Le tracce glaciali presenti sul Gruppo del Terminillo appaiono più numerose di quanto indicato dagli Autori precedenti. Sono stati messi in evidenza alcuni elementi utili per l'inquadramento cronologico delle più recenti fasi glaciali presenti ed è stato segnalato un accumulo di *rockglacier*.

Oltre alle morene dell'ultimo massimo glaciale, al Terminillo sarebbero testimoniate almeno otto generazioni di morene di ritiro, raggruppate verosimilmente in cinque fasi.

I ghiacciai raggiungevano una lunghezza di poco meno di 5 km nella Valle della Meta, di 3,5 km nella Valle Organo, rivolte verso Nord, mentre nella Valle di Prato Comune, rivolta verso Sud, superavano i due chilometri. Altri ghiacciai superavano 1,5 km di lunghezza.

Nel complesso, il gruppo del Terminillo appare essere stato interessato da una diffusa presenza di lingue glaciali, anche piuttosto estese, alcune delle quali formate dalla confluenza di ghiacciai alimentati da vari circhi.

In base alla presenza del loess ricco di quarzo e dell'andosuolo è possibile datare la IV fase (ed evidentemente tutte le fasi precedenti) ad un momento non più

recente di circa 13.000-14.000 anni BP, mentre la V fase sarebbe successiva a circa 13.000-14.000 e precedente a circa 12.000 anni BP.

Le ultime morene del M. Terminillo appaiono quindi più antiche di quanto supposto da Jaurand (1994), secondo il quale le morene attribuite allo Stadio Appenninico IIb (IV fase nel presente lavoro) si sarebbero formate nel corso del Younger Dryas, cioè circa 11.000 anni fa.

La formazione del *rockglacier*, quindi l'instaurarsi di *permafrost* discontinuo a quote di 1650-1800 m, in zone già occupate dai ghiacciai che hanno prodotto le morene delle fasi II e III, è databile ad un periodo più antico di 14.000 anni BP. Secondo Barsch (1978), Fisch *et al.* (1977), Belloni *et al.* (1988) e Carton *et al.* (1988), nelle Alpi Italiane e Svizzere i *rockglacier* attivi indicano *permafrost* discontinuo montano e si trovano in zone dove la temperatura media annua è da -1 a -2 °C. Nel presente lavoro si assume che il *rockglacier* del Terminillo abbia un significato analogo. Assumendo che l'altezza del limite inferiore del *permafrost* discontinuo corrisponda all'isoterma media annuale di -1/2 °C al momento della sua formazione, comparando tale temperatura con quella attuale, possiamo calcolare la differenza di temperatura. Al momento della formazione del *rockglacier* la temperatura media annuale doveva essere perciò di circa 6,5-7,5 °C inferiore all'attuale. Infatti alla stazione termometrica del Terminillo (1750 m di quota) la temperatura media annua è di 5,5 °C (Boni *et al.*, 1986). Giraudi (1996) ha calcolato, per il M. Greco, la differenza tra la temperatura media annua attuale e quella della fase di sviluppo di *rockglacier* della stessa età di quello del Terminillo; anche se al M. Greco i *rockglacier* sono situati a quote vicine e/o nettamente superiori ai 2000 m, i risultati sono stati analoghi, vale a dire differenze le temperature dovevano essere inferiori alle attuali di circa 6,6-7,6 °C.

Non sembra facile, in base ai dati attuali, correlare le fasi I-V rilevate sul Terminillo, con gli Stadi Appenninici di Federici (1979); l'unica possibilità di attuare la correlazione può essere basata sull'incremento dei limiti nivali rispetto all'ultimo massimo glaciale. Tuttavia a causa dei fattori locali che possono influenzare il limite delle nevi e dati, come evidenziato in precedenza, i limiti e le approssimazioni dei metodi di calcolo dei limiti delle nevi, i risultati devono essere presi con una notevole cautela.

Le fasi I, II e III, nel corso delle quali il limite delle nevi è risalito in media di 50, 150 e 260 m, potrebbero corrispondere al I Stadio Appenninico di Federici (1979); l'Autore indica per tale stadio una risalita media del limite delle nevi rispetto al massimo glaciale di 110-240 m.

La fase IV, che indica una risalita del limite delle nevi di circa 350 m, potrebbe essere correlata con il II Stadio Appenninico di Federici (1979); l'Autore indica infatti per tale stadio un incremento del limite nivale di circa 300 m.

La fase V, che indica una risalita del limite delle nevi di circa 425 m, non sembra essere correlabile con il III Stadio Appenninico di Federici (1979); l'Autore indica per tale stadio un incremento del limite nivale di circa 600 m.

Se la correlazione fosse valida, si potrebbe affermare che il II Stadio Appenninico di Federici (1979), non sarebbe più recente di circa 14.000 anni BP.

I risultati ottenuti dallo studio delle tracce glaciali presenti sul Gruppo del M. Terminillo sono ben correlabili con quelli ottenuti utilizzando gli stessi livelli guida sui M. Greco e Matese: indipendentemente dal numero di apparati morenici conservati e dalla loro quota, le ultime morene vallive sono sempre più antiche della fine della sedimentazione del loess ricco di quarzo, e quindi di circa 14.000 anni fa, anche se i loro limiti nivali sono valutabili a 1930 m al Terminillo, 1950 al M. Greco, 1750 al Matese. Anche al Terminillo come al M. Greco, i limiti nivali nel corso delle fasi glaciali erano ben superiori a quelli coevi del Matese. Nonostante che il Matese sia posto circa 165 km a SE del Terminillo, limiti nivali del massiccio più meridionale erano molto più bassi, verosimilmente a causa delle maggiori precipitazioni.

Anche al giorno d'oggi, in base ai dati riportati in Boni *et al.* (1986), sui rilievi sommitali del Matese cadono in media più di 2000 millimetri di pioggia all'anno, mentre al M. Terminillo le precipitazioni sono comprese tra 1400 e 1600 mm/anno.

RINGRAZIAMENTI

Il lavoro è stato eseguito con il contributo del CNR 94.00503.CTO5.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- 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., Quaderni della Ricerca Scientifica, 114, 5, 223pp.
- Alessio M., Bella F., Improta S., Cortesi C. & Turi B. (1973) - *University of Rome carbon -14 dates, IX*. Radiocarbon, 15, 165-178.
- Barsch D. (1978) - *Active rockglaciers as indicators for discontinuous alpine permafrost. An example from the Swiss Alps*. Third International Conference of Permafrost. Proceedings 1, 348-353. Canada Natl. Research Council, Ottawa.
- Belloni S., Pelfini M. and Smiraglia C. (1988) - *Morphological features of the active rockglaciers in the Italian Alps and climatic correlations*. Permafrost, Fifth International Conference, Proceedings 1, 678-682. Trondheim.
- Boni C., Bono P. & Capelli G. (1986) - *Schema idrogeologico dell'Italia Centrale*. Mem. Soc. Geol. It., 35, 991-1012.
- Carton A., Dramis F. and Smiraglia C. (1988) - *A first approach to the systematic study of the rockglaciers in the Italian Alps*. Permafrost, Fifth International Conference, Proceedings 1, 712-717.
- Federici P.R. (1979) - *Una ipotesi di cronologia glaciale Würmiana, tardo e post-Würmiana nell'Appennino Centrale*. Geogr.Fis.Dinam.Quat., 2, 196-202.
- Fisch W. Sen., Fisch W., Jr. and Haeberly W. (1977) - *Electrical DC resistivity sounding with long profiles on rockglaciers and moraines in the Alps of Switzerland*. Zeitschr Gletscherkunde u. Glazialgeologie 13, 239-260.
- 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. & Giraudi C. (1990) - *Sedimenti eolici tardo-pleistocenici ed olocenici nell'Appennino Centrale*. Mem. Soc. Geol. It., 45, 883-886.
- Frezzotti M. & Giraudi C. (1992) - *Evoluzione geologica tardo-pleistocenica ed olocenica del conoide complesso di Valle Majelama (Massiccio del Velino - Abruzzo)*. Il Quaternario, 5 (1), 33-50.
- 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.
- Giraudi C. (1996) - *L'impronta del "Younger Dryas" e degli "Heinrich events" nell'evoluzione climatica e ambientale dell'Italia Centrale*. Il Quaternario, 9(2), 533-540.
- Giraudi C. (1997a) - *Dating and correlation of glacial deposits using tephra layers and loess: the example of M. Matese (Campania-Molise) Southern Italy*. Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica. XXXI, 45-56.
- Giraudi C. (1997b) - *Prima segnalazione dell'apparato glaciale di M. Breccioso (Val Roveto-Abruzzo): un contributo all'inquadramento cronologico delle fasi glaciali tardo pleistoceniche*. Il Quaternario, 10 (2), 201-206.
- Giraudi C. (in stampa) - *Alcuni dati per l'inquadramento cronologico delle fasi glaciali tardo-pleistoceniche dei Monti Greco e Serra Chiarano (Abruzzo- Italia Centrale)*.
- Hoefler H. (1922) - *Die relative Lage der Firnlinie*. Peterm. Geogr. Mitteil., 68, 57 pp.
- Jaurand E. (1994) - *Les heritages glaciaire de l'Apennin*. Thèse pour le Doctorat dès Lettres de l'Université de Paris I Panthéon-Sorbonne. 600 pp.
- Servizio Geologico D'Italia (1955) - *Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000, F. 139 (L'Aquila)*, I Edizione.
- Suter K. (1934) - *Les glaciers quaternaires de l'Apennin Central*. Revue de géographie alpine. Grenoble, 471-483.

Ms: ricevuto il: 23 aprile 1997
 Inviato all'A. per la revisione il: 30 settembre 1997
 Testo definitivo ricevuto il: 20 ottobre 1997

Ms received: April 23, 1997
 Sent to the A. for a revision: September 30, 1997
 Final text received: October 20, 1997