

MAURIZIO D'OREFICE (*), LUCIO LEDONNE (**), MASSIMO PECCI (***)
CLAUDIO SMIRAGLIA (****) & RENATO VENTURA

NUOVI DATI SULL'ALIMENTAZIONE NEVOSA DEL GHIACCIAIO DEL CALDERONE (GRAN SASSO D'ITALIA, APPENNINO CENTRALE)

ABSTRACT: D'OREFICE M., LEDONNE L., PECCI M., SMIRAGLIA C. & VENTURA R., *New data about the snow alimentation of the Calderone Glacier (Gran Sasso d'Italia, Appennines)*. (IT ISSN 0391-9838, 1995).

After a break of few years, the monitoring of the Calderone Glacier, Gran Sasso d'Italia Mountain Group, Central Appennines, has been started again in 1994. Data collected during Summer 1994 are related to the thickness of snow and to its rhythm of melting.

The field survey on the glacier has been developed in three phases: at the beginning, about in the middle and at the end of Summer 1994. Data confirmed the trend of a remarkable accumulation of snow during Winter and Spring, nevertheless totally melted during Summer and so non contributing to the supply of the Calderone. So the Calderone keeps on with its phase of severe reduction.

KEY WORDS: Glacial morphology, Glacier fluctuation, Calderone, Gran Sasso d'Italia, Central Appennines.

RIASSUNTO: D'OREFICE M., LEDONNE L., PECCI M., SMIRAGLIA C. & VENTURA R., *Nuovi dati sull'alimentazione nevosa del Ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia-Appennino Centrale)*. (IT ISSN 0391-9838, 1995).

Dopo una interruzione di alcuni anni, nel 1994 è ripreso il monitoraggio del Ghiacciaio del Calderone, nel Gruppo del Gran Sasso d'Italia (Appennino Centrale). I dati raccolti durante il 1994 riguardano essenzialmente lo spessore del manto nevoso e i suoi ritmi di fusione. Le operazioni di rilevamento glaciologico si sono articolate all'inizio, durante ed alla fine dell'Estate 1994.

Dai rilievi effettuati si conferma la tendenza all'accumulo invernale e primaverile di notevole entità, che viene tuttavia totalmente fuso durante

la stagione estiva e non concorre quindi all'alimentazione del Ghiacciaio del Calderone, che continua dunque la sua fase di intensa riduzione.

TERMINI CHIAVE: Morfologia glaciale, Fluttuazioni glaciali, Calderone, Gran Sasso d'Italia.

INTRODUZIONE

Dopo una interruzione di alcuni anni, nel 1994 è ripreso il monitoraggio del Ghiacciaio del Calderone, nel Gruppo del Gran Sasso d'Italia (Appennino Centrale). Si tratta del ghiacciaio più meridionale d'Europa, l'unico dell'intero arco appenninico, del tipo pirenaico (sospeso di circo), di latitudine Nord 42° 28' e 15" e longitudine Est da Monte Mario (Roma) 1° 06' 54". Il ghiacciaio occupa il fondo di un circo allungato ed incassato tra le due creste che dalla vetta Occidentale del Corno Grande (2912 m s.l.m.) si diramano in direzione SW-NE e S-N; l'apparato in studio è quindi completamente contenuto a monte e ai lati da ripide pareti rocciose ed a valle dalla morena frontale, addossata peraltro sulla soglia rocciosa. Il substrato è costituito da calcari appartenenti alla formazione del «Calcare Massiccio» (Lias inferiore)-sub unità del Corno Grande (GHISETTI & VEZZANI, 1990), che risultano, in particolare nella zona frontale, fortemente tettonizzati e fratturati per la presenza di un fronte di sovrascorrimento principale della catena, ad andamento circa E-W.

RACCOLTA DEI DATI

I dati raccolti durante il 1994 riguardano lo spessore del manto nevoso ed i suoi ritmi di fusione, le operazioni di rilevamento si sono articolate in tre momenti diversi nel corso dell'estate:

1) a fine Maggio-inizio Giugno, in concomitanza con il locale inizio della fusione delle nevi, è stato misurato lo spessore totale del manto nevoso in 23 punti tramite sonda

(*) Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali - Servizio Geologico, via Curtatone, 3, 00185 Roma.

(**) Università degli Studi «G. D'Annunzio», Chieti-Pescara.

(***) ISPESL, Dipartimento Insiadamenti Produttivi e Impatto Ambientale, Via Urbana, 167, 00184 Roma.

(****) Dipartimento di Scienze della Terra, Università degli Studi di Milano, via Mangiagalli, 33, 20133 Milano.

Comunicazione presentata al convegno «Cento anni di ricerca glaciologica in Italia», Torino, 19-20 Ottobre 1995 (Communication presented at the Meeting «100 years of glaciological research in Italy», Turin, 19-20 October 1995).

Ricerca svolta con il contributo economico dell'ISPESL e del Servizio Geologico Nazionale per le spese di missione. Si ringraziano il CAI Sezione di Pescara, per il contributo nelle operazioni di rilevamento a Giugno 1994, nonché il gestore del rifugio «C. Franchetti», Luca Mazzoleni e Silvana Falchetti.

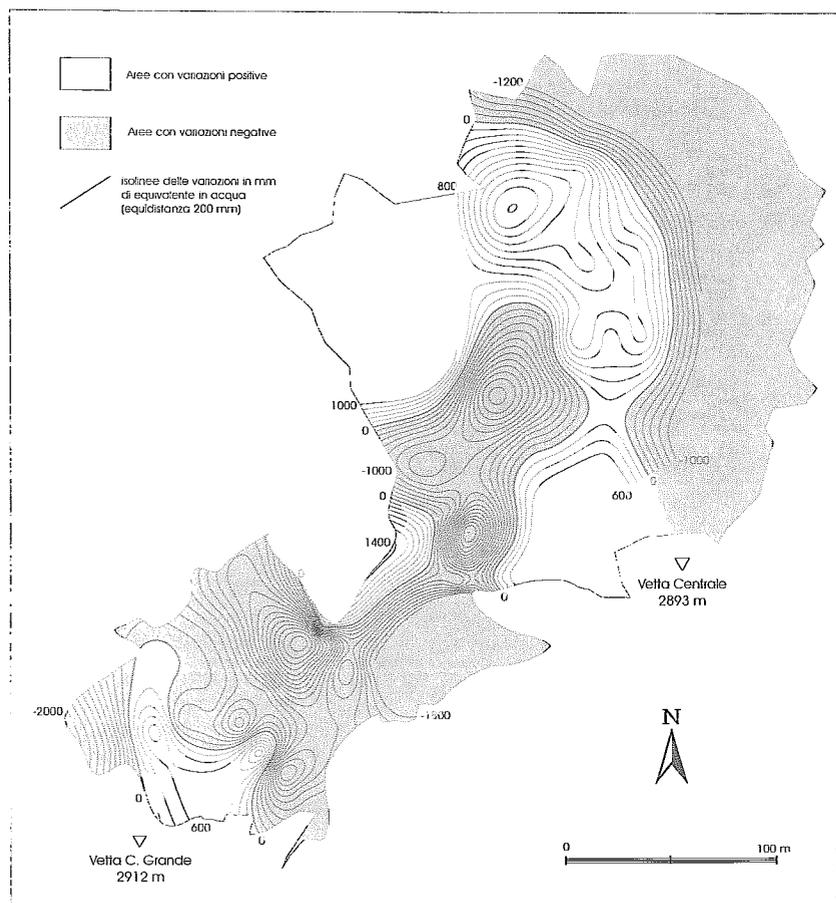


FIG. 1 - Ghiacciaio del Calderone. Carta delle variazioni di spessore del manto nevoso espresse in mm di equivalente in acqua, rilevate nel mese di Giugno 1994 e 1995 e riferite a Giugno 1995.

FIG. 1 - The Calderone Glacier. Map about snow thickness variation calculated in mm of water equivalent, collected in the month of June 1994 and 1995 and referred to June 1995.

da valanga e in 10 punti tramite l'infissione di paline per la misura (altezze comprese tra 250 e 320 cm), per complessive 33 stazioni di misura; sono state inoltre scavate 3 trincee per il riconoscimento della stratigrafia e per la determinazione delle caratteristiche fisiche principali della neve;

2) a fine Agosto si è proceduto ad un controllo dei luoghi e delle postazioni di misura, dal quale è emersa la completa fusione del manto nevoso, ad eccezione di un limitato settore, compreso tra quota 2815 m e 2835 m s.l.m. circa, proprio al di sotto della cima principale, dove permaneva ancora un esiguo spessore di neve, variabile tra i 10 e i 30 cm; anche in questo caso, su questo unico lembo di neve ancora presente, sono state scavate 2 trincee per il riconoscimento della stratigrafia e per la determinazione delle caratteristiche fisiche principali;

3) a fine Ottobre è stato infine infisso nel ghiacciaio un totale di 9 paline per l'effettuazione dei controlli, da effettuare nell'estate 1995, relativi sia allo scioglimento delle nevi che all'ablazione sulla porzione superiore del ghiacciaio.

Nel corso dell'Estate 1995 si è proceduto ad analoghe campagne di raccolta di dati nivometrici per un totale di 67 punti di misura ad inizio Giugno e 62 punti a metà Luglio, nonché di 3 trincee ad inizio Giugno ed una a metà Luglio. Nella tabella 1 sono presentati i dati relativi alle caratteristiche fisiche del manto nevoso, rilevati nel corso

dell'esecuzione delle trincee di Giugno, sia per il 1994 che per il 1995. I dati sono stati rilevati in accordo con quanto specificato nella «Classificazione internazionale della neve stagionale presente al suolo» (COLBECK & *alii*, 1993) e, per quanto riguarda in particolare la densità del manto nevoso, ai fini della determinazione dell'equivalente in acqua, è stata calcolata una densità media $p = 579 \text{ Kg/m}^3$ per Giugno 1994 e $p = 543 \text{ Kg/m}^3$ per Giugno 1995. Solo nel corso delle trincee di Giugno 1995 è stata riscontrata una costante presenza di ghiaccio in lenti e livelli, al di sotto del primo strato. A Giugno 1995 è stata inoltre rilevata la presenza di deposito eolico, di colore rosso vivo e di probabile origine sahariana, alla base del secondo strato e ad una profondità variabile da 20 a 40 cm. dalla superficie. In tutti i rilievi la neve è stata classificata come umida, con grani bagnati.

ELABORAZIONE DEI DATI

I dati raccolti sono stati digitalizzati ed archiviati utilizzando il sistema ARC/INFO, insieme ai dati di base del rilevamento topografico di dettaglio effettuato nel 1990 (GELLATLY & *alii*, 1994). Dall'interpolazione dei dati, me-

TABELLA 1 - Caratteristiche fisiche della neve rilevate nel corso dell'esecuzione di 7 trincee (4 nel Giugno 1994 e 3 nel Giugno 1995)

TABLE 1 - Physical characteristics of snow, surveyed in 7 trenches (June 1994 - June 1995)

| Trincee | TR. 1 | TR. 2 | TR. 3 | TR. 4 | TR. 5 | TR. 6 | TR. 7 |
|---------------------------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|-------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| data | 4-5/6/94 | 4-5/6/94 | 4-5/6/94 | 4-5/6/94 | 3/6/95 | 3/6/95 | 3/6/95 |
| quota (m slm) | 2.810 | 2.870 | 2.650 | 2.725 | 2.795 | 2.756 | 2.665 |
| profondità di base (cm) | 135 | 160 | 100 | 130 | 170 | 120 | |
| spessore strato 1 (cm) | 130 | 30 | 25 | 25 | 20 | 15 | 5 |
| densità strato 1 (Kg/m ³) | | 550 | 600 | 550 | 490 | 390 | 540 |
| temperatura strato 1 (°C) | -0,5 | -0,2 | -0,2 | -0,3 | 0 | 0,5 | 0,5 |
| compatezza strato 1 (Pa) | 0-10 ³ | 0-10 ³ | 10 ³ -10 ⁴ | 0-10 ³ | 10 ⁴ -10 ⁵ | 10 ⁴ -10 ⁵ | 10 ⁴ -10 ⁵ |
| spessore strato 2 (cm) | 10 | 50 | 75 | 75 | 75 | 25 | 15 |
| densità strato 2 (Kg/m ³) | 600 | 610 | 590 | 610 | 570 | 550 | 600 |
| temperatura strato 2 (°C) | -0,7 | -0,3 | -0,3 | -0,4 | 0 | 0 | 0 |
| compatezza strato 2 (Pa) | 10 ³ -10 ⁶ | > 10 ⁶ | 10 ³ -10 ⁴ | 0-10 ³ | 10 ⁵ -10 ⁶ | 0-10 ³ | 10 ⁵ -10 ⁶ |
| spessore strato 3 (cm) | | 80 | | | 35 | 45 | 70 |
| densità strato 3 (Kg/m ³) | | 550 | | | 570 | 580 | 530 |
| temperatura strato 3 (°C) | | 0 | | | -0,5 | 0 | -0,5 |
| compatezza strato 3 (Pa) | | 0-10 ³ | | | > 10 ⁶ | 0-10 ³ | 10 ⁴ -10 ⁵ |
| spessore strato 4 (cm) | | | | | | 30 | 30 |
| densità strato 4 (Kg/m ³) | | | | | | 490 | 610 |
| temperatura strato 4 (°C) | | | | | | -0,1 | -0,1 |
| compatezza strato 4 (Pa) | | | | | | 10 ⁴ -10 ⁵ | ghiaccio |
| spessore strato 5 (cm) | | | | | | 45 | |
| densità strato 5 (Kg/m ³) | | | | | | 590 | |
| temperatura strato 5 (°C) | | | | | | -0,1 | |
| compatezza strato 5 (Pa) | | | | | | 10 ³ -10 ⁶ | |

dante un algoritmo di minima curvatura che ha la particolarità di passare esattamente per i punti dati, sono state realizzate le carte degli spessori della neve relative ai momenti in cui sono state effettuate le campagne di rilevamento. Per il 1994 si è confermata la tendenza al notevole accumulo di neve invernale e primaverile di questi ultimi anni (GELLATLY & *alii*, 1994); inoltre sulla base dei rilevamenti effettuati è stato possibile, in via preliminare, suddividere per inizio Giugno la superficie del bacino di accumulo della neve (comprendente, al di sotto, l'intero ghiacciaio e la parte più depressa del circo glaciale) in 3 settori: un settore di monte con spessore della neve generalmente maggiore di 500 cm, un settore centrale, al di sotto della strettoia rocciosa, con spessore della neve compreso tra 500 e 300 cm ed un settore inferiore, in corrispondenza della parte più depressa del vallone, con spessore della neve inferiore a 300 cm. Al notevole accumulo della stagione invernale 1994 è corrisposto nella stagione estiva un precoce scioglimento delle nevi, pressoché completo al momento del sopralluogo di fine Agosto.

Da una prima analisi dei dati relativi a inizio Giugno e metà Luglio 1995 è stato possibile constatare come lo spessore di neve invernale abbia avuto una permanenza maggiore rispetto all'anno precedente, tendenza confermata d'altronde anche dall'andamento climatico di Agosto. Tale ipotesi al momento attuale è solo qualitativa, in base alle informazioni acquisite direttamente in loco presso il Rifugio «C. Franchetti» del CAI, in quanto non sono ancora disponibili i dati meteorologici delle stazioni del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale.

I dati rilevati nei mesi di Giugno 1994 e Giugno 1995 hanno consentito il calcolo della differenza della distribuzione degli spessori di neve invernale in cm, espressi in termini di variazioni riferite a Giugno 1995. Questa elaborazione ha messo in evidenza notevoli differenze ed in particolare un maggior accumulo nel settore orientale nell'inverno 1994, fino ad un massimo di -500 cm (i valori negativi corrispondono a minore accumulo nel 1995 e viceversa) e un maggiore accumulo della neve nel settore occidentale e inferiore nell'inverno 1995, con valori che raggiungono i 400 cm. Una tale anomala distribuzione può essere imputata principalmente al forte accumulo di neve spostata dal vento, ma l'ipotesi potrà essere verificata e opportunamente dettagliata solo dopo la prevista installazione di una centralina meteorologica automatica in alta quota, nelle vicinanze del Rifugio.

Successivamente, a partire dai valori di densità media calcolata, è stato possibile realizzare la carta tematica riassuntiva di figura 1, in cui compaiono le variazioni dell'equivalente in acqua relativamente allo stesso periodo (inizio giugno) dei due anni di osservazione 1994 e 1995; in essa è osservabile un andamento che rispecchia abbastanza fedelmente quello della distribuzione degli spessori di neve, in considerazione soprattutto della notevole omogeneità della distribuzione dei valori di densità alle varie quote (vedi anche tab. 1).

Una ulteriore elaborazione preliminare è stata effettuata per il calcolo dei volumi di neve depositatisi, a partire dagli spessori rilevati, utilizzando come base la carta digitalizzata tratta da GELLATLY & *alii* (1994). I risultati ottenuti sono riportati nella tabella 2.

TABELLA 2 - Dati riassuntivi relativi alle elaborazioni per il calcolo dei volumi di neve depositi.

TABLE 2 - Elaborated data and correlation between snow and volumes.

| Periodo | Area Totale m ² | Area Rilevata m ² | Volume Reale m ³ | Spessore Minimo m | Spessore Massimo m | Spessore Medio m | Volume Stimato m ³ |
|------------|-------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|----------------------------------|
| Giugno '94 | 62167,5 | 49222,75 | 187868,80 | 1,35 | 7,01 | 3,82 | 237479,85 |
| Giugno '95 | 62167,5 | 37914,70 | 129615,82 | 0,00 | 8,00 | 3,42 | 212612,85 |

La minore area coperta dal rilevamento nel 1995 è da imputare al pericolo oggettivo di improvvise scariche di detrito in prossimità delle elevate pareti rocciose che sovrastano il ghiacciaio. Le aree coperte dal rilevamento non sono, quindi, confrontabili; infatti l'area rilevata nel '95 è pari a circa il 77% di quella rilevata nel '94. Allo scopo di rendere i volumi di neve confrontabili è stato stimato, sia per il '94 che per il '95, il volume totale relativo all'intera area del bacino (62167,5 m²). Tale volume stimato è stato ottenuto dal prodotto dello spessore medio del manto nevoso (derivato dal rapporto tra il volume realmente misurato e la sua area corrispondente) per la superficie totale del bacino. I valori così ottenuti hanno, proprio per l'estrapolazione effettuata, un significato esclusivamente qualitativo, ma consentono di evidenziare una diminuzione nel 1995 di circa 25.000 m³ di neve accumulata rispetto al 1994, a cui corrisponderebbe una diminuzione di circa 365 mm in equivalente in acqua, calcolato a partire dagli spessori medi di tab. 2 e dalle rispettive densità medie calcolate precedentemente.

CONCLUSIONI

I risultati preliminari delle campagne glaciologiche permettono di concludere che all'inizio della stagione estiva 1995 si è depositato uno spessore di neve pari a circa i 9/10 di quello accumulato nel 1994. Per ottenere, comunque,

dati confrontabili con le annate precedenti e soprattutto per affrontare il problema in maniera più esauriente, visto l'andamento climatico, decisamente molto diverso delle ultime due estati, bisognerà prendere in esame ed analizzare le relative caratteristiche idrometeorologiche, non disponibili al momento attuale. Lo studio condotto nell'ambito delle serie storiche ed alla luce della ricca letteratura esistente, nonché l'avvio di ulteriori misure per il calcolo del bilancio di massa, permetteranno di esprimere delle considerazioni più approfondite sulle cause di questa estrema variabilità di dati in un'area così ristretta, ed in ultima analisi una valutazione dello «stato di salute» del ghiacciaio.

BIBLIOGRAFIA

- COLBECK S., AKITAYA E., ARMSTRONG R., GUBLER H., LAFEUILLE J., LIED K., MCLLUNG D. & MORRIS E. (1993) - *Classificazione internazionale della neve stagionale al suolo*. International Commission on Snow and Ice-International Association of Scientific Hydrology and International Glaciological Society. Neve e Valanghe, AINEVA, 19, 1-20.
- GELLATLY A.F., SMIRAGLIA C., GROVE J.M. & LATHAM R. (1994) - *Recent variations of Ghiacciaio del Calderone, Abruzzi, Italy*. Journ. Glac., 40, 136, 486-490.
- GHISETTI F. & VEZZANI L. (1990) - *Stili strutturali nei sistemi di sovrascorimento sulla catena del Gran Sasso (Appennino Centrale)*. Studi Geol. Cam., Vol. Spec. Atti del Conv. «Neogene Thrust Tectonics», 37-50, Camerino.
- TONINI D. (1963) - *Il Ghiacciaio del Calderone del Gran Sasso d'Italia*. Boll. Com. Glac. It., Ser. 2, 10 (1961), 71-135.