

ANTONIO MARINO (*)

NOTA PRELIMINARE SUL FENOMENO GLACIOLOGICO DELLA GROTTA DEL GELO (MONTE ETNA)

Abstract: MARINO A., *Preliminary note on the glaciologic phenomenon of the Cave of Frost (Mt. Etna)*. (IT ISSN 0391-9838, 1992).

The Grotta del Gelo (Cave of Frost) is well known among the volcanic caves of Mt. Etna for its main feature: the largest part of the hollow is occupied by a massive stack of ice, the formation of which is governed by the geographic position, the height (2 030 m) and the morphology of the cave.

This cave is at present considered a mere touristic attraction, though it plays a primary scientific and climatological role, due to the evolution of the glacial mass. This latter underwent significant variations during recent times: the glacial mass was constantly increasing up to the beginning of the eighties, whereafter a slow though progressive decrease affected the ice content during the last decade.

The decrease can be imputed to either of these causes: the 1981 eruption, the vent of which broke out at a few tens of metres from the cave, thus modifying the temperature of the engulfing rocks and of the hollow inside; or the climate changes recorded throughout the planet over recent years.

This phenomenon has not yet been investigated from a scientific point of view. This note represents a preliminary contribution to the knowledge of the problem. For the monitoring of the phenomenon, the equipping of a climatological station inside the cave is suggested.

KEY WORDS: Glacier, Speleology, Cave of Frost, Mt. Etna.

Riassunto: MARINO A., *Nota preliminare sul fenomeno glaciologico della Grotta del Gelo (Monte Etna)*. (IT ISSN 0391-9838, 1992).

La Grotta del Gelo, cavità vulcanica tra le più conosciute dell'Etna, per la sua posizione geografica, l'altitudine (circa 2 030 m s.l.m.) e la morfologia ha favorito la formazione di una massa di ghiaccio che occupa gran parte del suo interno e ne costituisce la caratteristica peculiare.

(*) Centro Speleologico Etneo, via Cagliari, 15 - Catania.

Comunicazione presentata al VI Convegno Glaciologico Italiano, Gressoney, 26-28 Settembre 1991 (Communication presented at the 6th Italian Glaciological Meeting, Gressoney, 26-28 September, 1991).

Si ringraziano i Soci del Centro Speleologico Etneo, Angelo Liotta, Salvo Raciti, Alfio Cariola e Nicola Barone, per la collaborazione nei rilevamenti topografici e fotografici; il Dr. Giuseppe Puglisi dell'Istituto Internazionale di Vulcanologia del CNR di Catania e il Socio Roberto Maugeri del CSE per i dati termometrici delle cavità etnee; infine il Socio Giuseppe M. Licitra per l'aiuto nella traduzione in inglese.

La grotta, oggetto finora solo di curiosità turistica, ha un alto valore scientifico e climatologico per via dell'evoluzione della massa glaciale che soprattutto negli ultimi anni ha subito notevoli modificazioni. Infatti, fino agli inizi degli anni '80 il ghiaccio era in continuo accrescimento, successivamente però si è assistito ad una lenta ma progressiva diminuzione del suo volume.

L'evento è attribuibile a due possibili fatti: o all'eruzione del 1981 che si è verificata a poche decine di metri dalla grotta e che potrebbe aver modificato la temperatura della roccia circostante e quindi dell'interno della cavità, oppure il fenomeno è dovuto ai mutamenti climatici che negli ultimi tempi si stanno manifestando su tutto il nostro pianeta. Finora non sono stati eseguiti studi specifici sul fenomeno e non esiste una cospicua letteratura in merito per cui questa nota vuole rappresentare un primo contributo alla conoscenza scientifica del problema.

Si propone, in conclusione, che tramite gli Istituti di ricerca venga istituita una stazione climatologica nella grotta per un più attento ed approfondito controllo del fenomeno.

TERMINI CHIAVE: Ghiacciaio, Speleologia, Grotta del Gelo, Monte Etna.

PREMESSA

La grotta del Gelo è una delle più note cavità vulcaniche dell'Etna per la presenza all'interno di essa di una massa di ghiaccio perenne che ne riempie oltre il 30% del volume. È ubicata sul versante nord del vulcano a circa quota 2 030 m s.l.m. in località Sciara del Follone (comune di Randazzo) (fig. 1). L'ampio ingresso si apre verso monte in direzione sud ed è preceduto da un vasto avvallamento che resta ingombro dalla neve a volte fino ad estate inoltrata.

Da oltre 60 anni è una delle mete principali del turismo escursionistico sull'Etna e soprattutto negli ultimi anni, nonostante sia ancora difficilmente raggiungibile (occorrono mediamente circa 3 ore di marcia), si è incrementato il numero di visitatori, in buona parte accompagnati dalle Guide di Etna Nord che hanno inserito la visita alla grotta nei loro itinerari escursionistici settimanali. Non di ra-

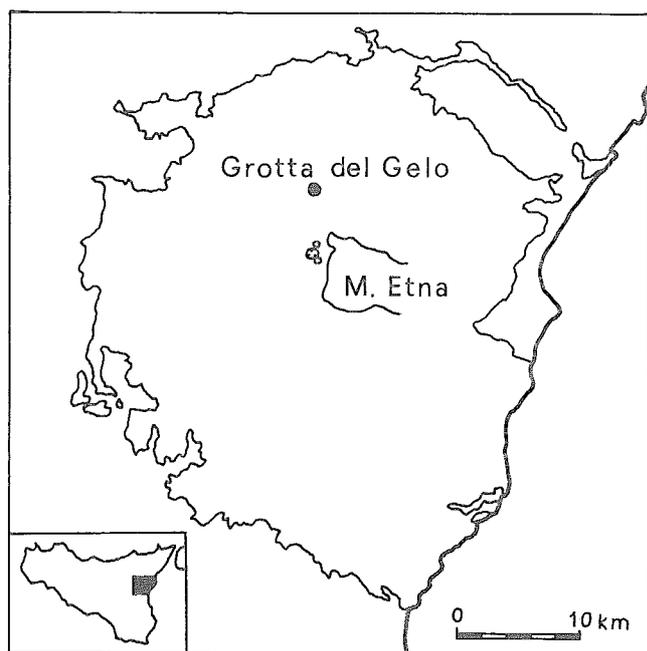


FIG. 1 - Ubicazione della Grotta del Gelo.

FIG. 1 - Location of the cave of Frost.

do il numero di visitatori supera le diverse decine con conseguente impatto sulla massa glaciale che per quanto voluminosa sopporta difficilmente un continuo flusso di turisti non sempre rispettosi della natura.

OSSERVAZIONI PRECEDENTI

Non esiste una cospicua letteratura sulla Grotta e sul suo fenomeno benché sia stata citata fin dalla fine del secolo scorso in vari lavori per lo più descrittivi. Si citano in particolare: SARTORIUS (1880) che descrive le «Bocche del Gelo»; BRUNELLI & SCAMMACCA (1975) che la citano nell'elenco catastale delle grotte etnee; BIFFO & CUCUZZA-SILVESTRI (1977) che richiamano l'attenzione sul possibile degrado della grotta da parte dei numerosi visitatori ed auspicano l'utilizzo della cavità solo a scopi scientifici; BELLA & *alii* (1982) ne descrivono le notizie catastali, l'itinerario d'accesso e la morfologia, annotando per la prima volta la diminuzione del volume di ghiaccio probabilmente legata agli eventi di un'eruzione avvenuta nel 1981 poche decine di metri ad ovest della cavità. Altre citazioni sono state fatte in articoli di riviste quali «Lo Scarpone» (rivista del C.A.I.) e Etna Territorio (rivista ambientalistico-ecologica edita a Catania) e sul quotidiano «La Sicilia» dove recentemente LICITRA (1991) ha sottolineato il degrado della grotta per l'eccessivo numero di visitatori che la frequentano.

CENNI GEOLOGICI

La Grotta del Gelo, dal punto di vista genetico, è una cavità di scorrimento lavico ed è presente nelle «Lave dei

Dammusi»⁽¹⁾ che costituiscono il prodotto dell'eruzione che per circa 10 anni, dal 1614 al 1624, interessò il versante nord dell'Etna da circa quota 2 500 fino all'altezza di Monte Collabasso (quota 1 200 m circa) estendendosi con delle propaggini fino a quota 975 m ed occupando un'area di 21 km² (ROMANO & STURIALE, 1982). La serie di colate che si susseguirono accavallandosi nel periodo dell'eruzione, la più lunga mai avvenuta sull'Etna in tempi storici, si sviluppò lungo diversi canali che facilitarono il deflusso, della lava verso quote sempre più basse. I collettori principali, spesso di vaste dimensioni, solidificando la lava in superficie si ricoprirono di uno strato compatto di roccia al di sotto del quale continuava a scorrere la lava come dentro una tubazione. All'esaurirsi dell'eruzione nei tubi lavici diminuì progressivamente il livello della roccia fusa fino al loro completo svuotamento. In questo modo si originarono le numerosissime cavità esistenti nei «Dammusi»⁽¹⁾ sia in prossimità della superficie sotto una sottile crosta spessa pochi decimetri sia nelle parti profonde della colata con spessori del tetto di diversi metri. La Grotta del Gelo deve anche a questo la possibilità di mantenere una massa di ghiaccio al suo interno; le rocce, ed in particolare quelle laviche, infatti hanno un buon potere coibente per cui lo scambio di calore tra una cavità e l'esterno non avviene tramite le pareti, anche se poco spesse, come lo sono di frequente proprio nelle grotte vulcaniche, ma può verificarsi solo attraverso le aperture esistenti.

IPOTESI SULLA FORMAZIONE DELLA MASSA GLACIALE

Questa grotta comunica con l'esterno solo attraverso un unico ampio ingresso imbutiforme posto nella sua parte più a monte (fig. 2). Come si diceva, l'avvallamento che precede la vera e propria entrata resta ingombro di neve per parecchi mesi ed è presumibile che buona parte della precipitazione nevosa penetri anche molto all'interno della galleria dato che l'andamento della cavità, che si sviluppa per circa 120 metri, è prevalentemente a piano inclinato verso valle. Inoltre questo tipo di morfologia permette alla circolazione dell'aria all'interno di trattenere le masse d'aria più fredda e a far fuoriuscire quelle meno fredde (fig. 3). In questo modo nella grotta si mantiene mediamente una temperatura più bassa rispetto all'ambiente esterno che, trovandosi nella parte di montagna meno battuta dal Sole e ad alta quota, non supera la temperatura media annua di 5 °C. La neve depositatasi quindi non scompare totalmente come invece avviene in altre cavità vicine che presentano più aperture e diversa morfologia, per cui riescono a mantenere solo stagionalmente il manto nevoso caduto al loro interno. Solo nella parte immediatamente vicina all'ingresso, in un tratto pianeggiante si può osservare, durante la stagione calda il parziale scioglimento del

⁽¹⁾ Il termine «dammusi» significa solaio o anche copertura ed è attribuito a queste lave perché in superficie formano delle sottili croste sotto cui spesso si aprono piccole cavità di cui formano il tetto o la copertura.

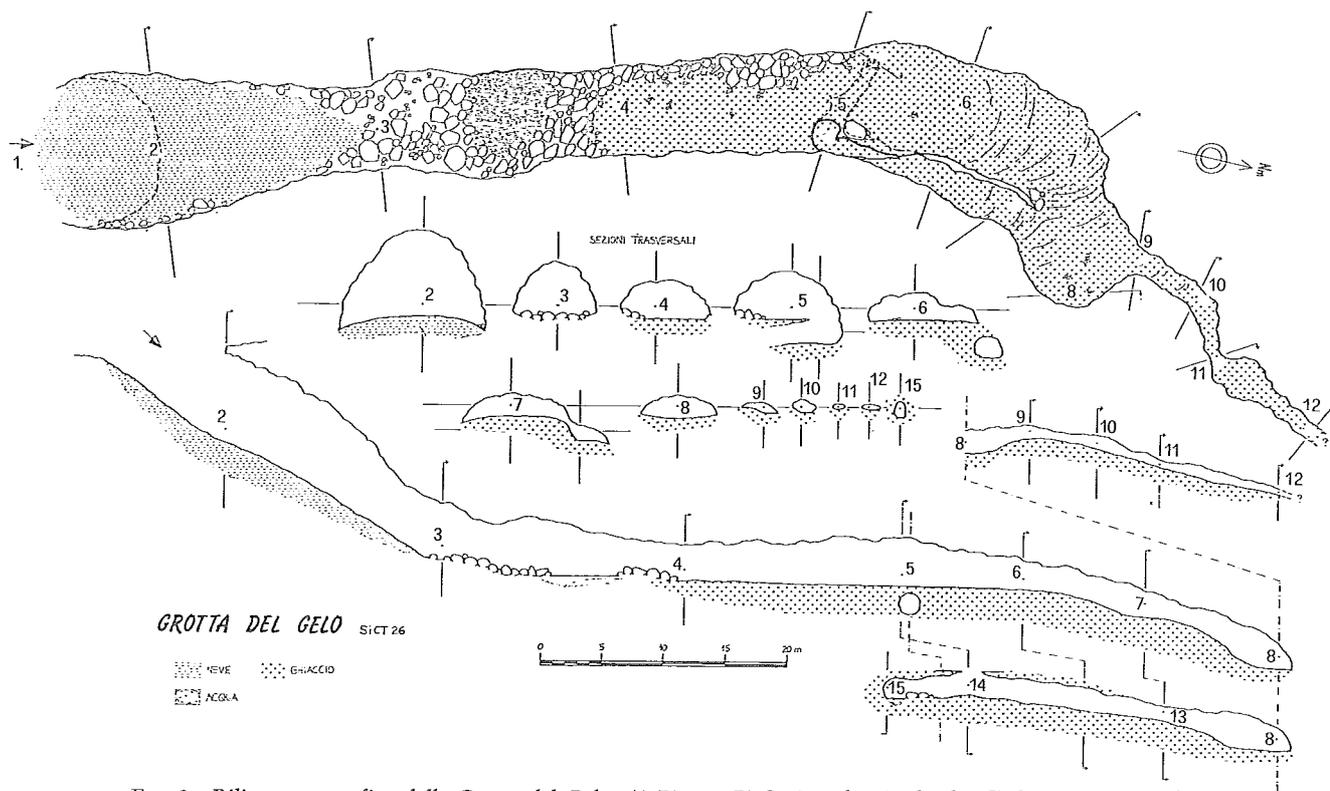


Fig. 2 - Rilievo topografico della Grotta del Gelo. A) Pianta. B) Sezione longitudinale. C) Sezioni trasversali.
 Fig. 2 - Topographic sketch of the Cave of Frost. A) Plan. B) Longitudinal section. C) Cross sections.

ghiaccio con formazione di un laghetto di circa 10 metri di diametro.

È presumibile che la formazione del ghiaccio sia iniziata non prima della metà del XVII secolo, cioè qualche decina di anni dopo la fine dell'eruzione, in quanto è stato accertato (BULLARD, 1978) che una colata di vaste dimensioni e di notevole spessore come questa (spessore medio 50 m) per raffreddarsi completamente impieghi oltre 10 anni. Anno dopo anno la neve e quindi il ghiaccio si

sono stratificati all'interno della cavità raggiungendo uno spessore di oltre 2 metri ed estendendosi per tutta la lunghezza della grotta, lasciando libera la metà superiore della galleria (fig. 4) e, nella parte inferiore, la parete destra formando così un'ulteriore galleria più piccola tra la roccia e il ghiaccio (fig. 5). Nella parte terminale della cavità, dove il tetto tende ad abbassarsi sul pavimento, il ghiaccio quasi si unisce alla volta lasciando solo pochi centimetri di spazio. Il susseguirsi delle stratificazioni è osservabi-

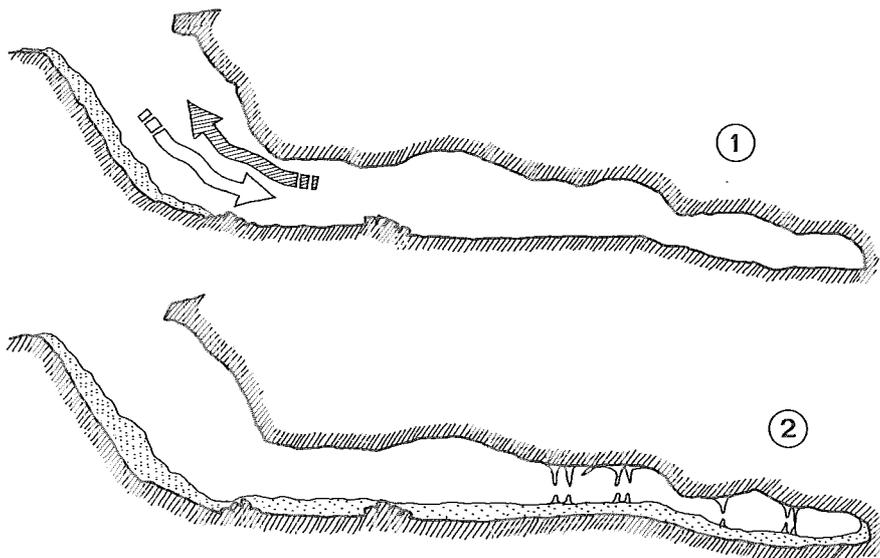


FIG. 3 - Schizzo su l'ipotesi evolutiva della massa glaciale nella Grotta del Gelo: l'aria fredda tende ad entrare mentre quella a temperatura più elevata esce dalla cavità. In questo modo all'interno persiste un valore termometrico più basso della media e la neve si mantiene, sciogliendosi solo parzialmente, trasformandosi in ghiaccio.

FIG. 3 - Probable evolution of the glacial mass inside the Cave of Frost: the cold air tends to enter while the warm air goes out from the tunnel. So we have a lower temperature in the tunnel and the snow remains the same, some of it melting and becoming ice.



FIG. 4 - La galleria superiore ripresa nel maggio 1991. Fino agli anni '70, nello stesso periodo, la galleria si riempiva vistosamente di stalattiti di ghiaccio. (foto S. Raciti)

FIG. 4 - Upper tunnel taken on May 1991. Until the 70's, during the same season, filled with great ice stalactites.

le nella parete sinistra della galleria inferiore dove si mettono anche in evidenza detriti di vario genere (scorie laviche, residui vegetali) inglobati nel ghiaccio (fig. 5).

L'EVOLUZIONE DELLA MASSA GLACIALE

Non si hanno notizie precise sull'andamento evolutivo della massa glaciale, essendo state eseguite, e solo negli ultimi 100 anni, sporadiche osservazioni del fenomeno, per di più non dettagliate. Tuttavia negli ultimi decenni, fino al 1981, i periodici visitatori della grotta avevano osservato un progressivo aumento dello spessore del ghiaccio con una crescita di qualche centimetro l'anno e nella parte più profonda della grotta il cunicolo finale non era percorribile per l'esiguo spazio rimasto (comunicazioni verbali e os-

servazioni personali). In quell'anno però si aprì una nuova frattura a poche decine di metri dalla grotta, che interessò buona parte del versante nord del vulcano. Mentre dalla parte bassa sgorgò un fiume di lava che distrusse numerosi campi coltivati, minacciando anche l'abitato di Randazzo, nella parte alta della frattura, proprio nei pressi della grotta, da una grossa voragine venne a giorno una gran quantità di ceneri e lapilli che ricoprirono i terreni circostanti ricadendo persino nella parte iniziale della cavità. L'improvviso aumento di temperatura, benché momentaneo, fece ritirare la coltre glaciale nella zona d'ingresso ed anche in tutta la grotta si notò una sensibile diminuzione dello spessore; si evidenziarono inoltre nuove fratture nelle pareti della cavità (BELLA & *alii*, 1982). Fortunatamente l'eruzione durò pochi giorni e in breve tempo la situazione sembrò normalizzarsi. Negli inverni successivi lo spes-



FIG. 5 - La galleria inferiore: si noti la stratificazione della massa di ghiaccio. (foto S. Raciti).

FIG. 5 - In the lower tunnel: note the stratification of the ice mass.

sore del ghiaccio era in leggera ripresa, ma dalla seconda metà degli anni ottanta si è assistito ad una lenta ma costante riduzione al punto di formarsi un foro nella parte più sottile del ghiaccio tra la galleria superiore e quella inferiore (fig. 6).

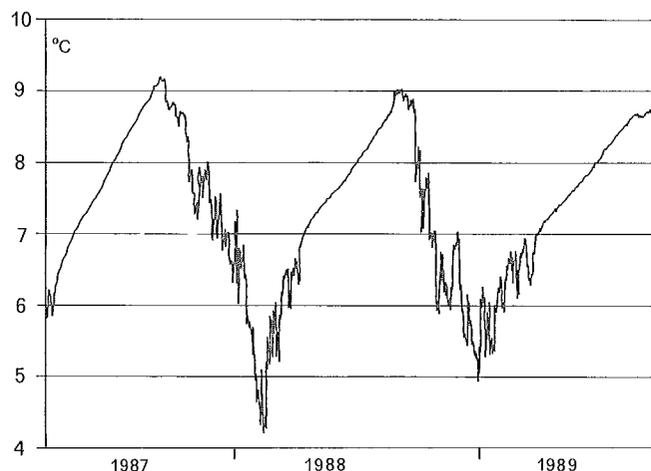


FIG. 6 - Diagramma delle temperatura rilevate dall'Aprile 1987 all'Ottobre 1989 nella stazione clinometrica installata nella Grotta del Cernaro dall'I.P.G.P. (Francia). Si può osservare che la temperatura minima del 1989 è superiore di circa un grado rispetto a quella dell'anno precedente.

FIG. 6 - Temperature recorded from April 1987 to October 1989 in the clinometer station installed inside the Grotta del Cernaro by I.P.G.P. (France). Note that the minimum temperature since 1989 is about one degree higher than, that of the previous year.

LA SITUAZIONE ATTUALE

Dal 1988 fino ad oggi il foro si è allungato per oltre cinque metri scoprendo un terzo della galleria sottostante. Una notevole quantità di acqua di fusione riversandosi nell'apertura contribuisce meccanicamente all'erosione del ghiaccio.

L'abbassamento del livello del ghiaccio è evidenziato anche nella parte terminale della cavità dove il cunicolo, prima impercorribile, adesso può essere transitato strisciando tra ghiaccio e roccia.

Quali le cause di questo continuo regresso? Si possono fare due ipotesi: o è dovuto alle conseguenze tardive dell'eruzione del 1981 oppure alle variazioni climatiche che si stanno verificando continuamente un po' in tutto il pianeta.

Per la prima ipotesi si può supporre che, anche se la lava ha una conducibilità termica molto bassa, il calore fornito alla roccia adiacente della colata lavica nel breve periodo dell'eruzione si sia lentamente propagato fino alla grotta modificando di qualche grado la temperatura media interna. Il tempo di propagazione lentissimo avrebbe perciò fatto ritardare l'inizio dello scioglimento del ghiaccio. Tuttavia essendo ormai trascorsi 10 anni dalla fine del-

l'eruzione, la roccia dovrebbe aver ripreso la sua temperatura normale, per cui non si spiegherebbe il persistere del lento scioglimento del ghiaccio. Si può allora pensare che il fenomeno sia legato anche alle variazioni climatiche che si stanno constatando da qualche tempo. In effetti nel nostro territorio nell'ultimo decennio si è avuta una sensibile diminuzione delle precipitazioni e solo quest'anno si è avuta una precipitazione nevosa più consistente. Questo potrebbe aver rallentato lo sviluppo del piccolo ghiacciaio fino a provocarne il lento ritiro.

Purtroppo nella grotta non sono stati mai eseguiti controlli climatologici che possano avvalorare o smentire queste ipotesi poiché nessun istituto di ricerca si è interessato specificatamente del problema; lo stesso Centro Speleologico Etneo essendo tuttora privo di strumentazioni adeguate e di consistenti finanziamenti non ha potuto effettuare che sporadiche osservazioni sull'evolversi della situazione. Si sono potuti avere solo alcuni dati sulle variazioni di temperatura in alcune altre grotte dell'Etna relativamente vicine alla nostra, ma a quote più basse, in cui sono state installate, a cura dell'Institute de Physique du Globe, Paris (Francia), delle stazioni clinometriche per il controllo delle deformazioni lente del vulcano, che hanno registrato per alcuni anni anche la temperatura di quegli ambienti. Dall'analisi del grafico termometrico relativo alla Grotta del Cernaro (quota 1 400 m), sembrerebbe che nel 1989 la temperatura minima all'interno sia più elevata di circa un grado rispetto a quella dell'anno precedente. La registrazione dei dati è stata interrotta nel 1990 per cui non è stato possibile avere nuovi dati per verificare la tendenza all'innalzamento delle temperature minime. Comunque se questa situazione fosse confermata, si potrebbe supporre che anche nella nostra grotta possa essere avvenuta una simile variazione che ha provocato come conseguenza il lento scioglimento della massa glaciale.

CONCLUSIONI

Come è risaputo, nelle grotte, dato il difficile scambio termico con l'ambiente esterno, si stabilisce una temperatura che all'incirca corrisponde alla media relativa al luogo in cui si aprono (SOC. SPELEOL. IT., 1978); se avvengono variazioni nei valori medi annuali, queste saranno risentite anche all'interno delle cavità dove può avvenire un cambiamento nel loro particolare microclima. Studiare il clima delle cavità potrebbe pertanto essere utile per le indagini climatologiche nel territorio. Anche il fenomeno della Grotta del Gelo assume indubbiamente, per la sua peculiarità, un notevole valore scientifico dal punto di vista climatologico ed andrebbe studiato più a fondo; sarebbe opportuno allora che qualche Istituto di ricerca si interessasse dell'argomento, per concretizzare, con rilevamenti adeguati, le supposizioni teoriche. Soprattutto adesso che si sta assistendo al lento scioglimento del ghiaccio sarebbe necessario installare nella grotta una piccola stazione meteorologica che registri le variazioni climatiche per un costante controllo dell'ambiente ipogeo ed anche al fine di

capire quali possano essere le cause che hanno portato al manifestarsi del fenomeno. Si ribadisce infine, in accordo con gli autori precedenti, la necessità di sfruttare moderatamente la cavità a scopi turistici e di salvaguardarla data la particolarità del fenomeno fino ad oggi unico nel territorio siciliano.

BIBLIOGRAFIA

- BELLA V., BRUNELLI F., CARIOLA A. & SCAMMACCA B. (1982) - *Grotte Vulcaniche di Sicilia, notizie catastali: secondo contributo (da Si CT 26 a Si CT 50)*. Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat., 15 (320), 229-292.
- BRUNELLI F. & SCAMMACCA B. (1975) - *Grotte Vulcaniche di Sicilia, notizie catastali: primo contributo*. Gruppo Grotte Catania del CAI, 61 pp.
- BULLARD F.M. (1978) - *I vulcani della Terra*. Paperbacks ricerca, Newton Compton, Roma, 86-88.
- BIFFO L. & CUCUZZA-SILVESTRI S. (1977) - *Relazione preliminare alla Direzione dell'Istituto di Vulcanologia dell'Università di Catania sull'importanza scientifica della Grotta del Gelo (Etna)*. Appendice alla comunicazione: CUCUZZA-SILVESTRI S. (1977) - *Le Grotte Vulcaniche dell'Etna e il loro studio*, Atti del Seminario sulla Grotte Laviche, Catania 27-28.08.1975, 215-229, G.G.C.-C.A.I.
- LICITRA G.M. (1991) - *Seramente minacciata la «Grotta del Gelo» sull'Etna dall'invasione continua e indiscriminata di «allegri» turisti*. «La Sicilia» del 15.08.91, 202, 25.
- ROMANO R. & STURIALE C. (1982) - *The historical eruptions of Mt., Etna (volcanological data)*. Mem. Soc. Geol. It., 23, 75-97.
- SARTORIUS VON WALTERHAUSEN W. (1880) - *Der Aetna*, v. II, 373-374, Lipsia.
- SOCIETÀ SPELEOLOGICA ITALIANA (1978) - *Meteorologia ipogea*. Manuale di Speleologia, Longanesi, Milano, 341-367.