

SILVIO POLLI

STAZIONE DI METEOROLOGIA IPOGEA  
NELLA GROTTA "C. DORIA,, (N. 3875 V. G.)

*Estratto da: "Atti dell'VIII Congresso Nazionale di Speleologia - Como, 1956"*

*Memoria IV - Tomo II - Como, 1958*

SILVIO POLLI

STAZIONE DI METEOROLOGIA IPOGEA  
NELLA GROTTA « C. DORIA » (N. 3875 V. G.)

*Riassunto.* — Si mette in evidenza la necessità di usare una grotta esclusivamente quale stazione sperimentale di meteorologia ipogea. I seguenti elementi climatici sono misurati periodicamente in dieci stazioni interne: temperatura dell'aria, dell'acqua, della roccia, umidità relativa ed assoluta, evaporazione, stillicidio, correnti d'aria, accrescimento dei cristalli calcarei. Sono previste misure geofisiche e biologiche. Si indicano gli strumenti ed i procedimenti di misura adoperati.

1. - *Premesse.* — Lo sviluppo di una scienza avviene secondo una successione naturale di fasi evolutive. Così la speleologia ebbe inizio soprattutto secondo una fase « esplorativa ». Lo scopo della ricerca era la determinazione della posizione e della forma della grotta. Importanza relativa si dava allo studio delle condizioni ambientali interne.

In questi ultimi tempi, necessità di sfruttamento delle cavità sotterranee, sia per usi scientifici che pratici, richiesero la conoscenza precisa delle condizioni fisiche del loro ambiente. Ciò si può realizzare studiando sistematicamente tale ambiente in ogni sua particolarità.

Il clima di una cavità ipogea si differenzia da quello epigeo per la minima oscillazione annua dei valori dei suoi elementi climatici e ciò in quanto le oscillazioni meteoriche esterne si smorzano molto rapidamente con la profondità. La variazione annua degli elementi climatici interni è da 50 a 100 volte minore di quella dei corrispondenti elementi esterni. Gli strumenti da usarsi nelle misure ipogee dovrebbero essere perciò da 50 a 100 volte più sensibili di quelli adoperati sulla superficie, oppure gli accorgimenti operativi dovrebbero essere lo stesso numero di volte maggiori di quelli usati all'esterno. Non essendo opportuno aumentare la sensibilità degli strumenti oltre un certo valore, è indispensabile allora usare tutte le attenzioni possibili nell'effettuare le misure. È chiaro inoltre che una sola serie di osservazioni eseguite al momento dell'esplorazione non è sufficiente per determinare l'andamento climatico ipogeo. Risulta da tutto ciò evidente che la necessità di eseguire misure sistematiche e periodiche in una cavità sotterranea, con strumenti molto sensibili e delicati, impone l'uso di una grotta sperimentale tipica da adoperarsi esclusivamente a tale scopo.

Con la realizzazione di grotte sperimentali specifiche la speleologia passa dalla fase « esplorativa » ad una fase che potremo chiamare « di studio », dopo si potrà entrare in quella dello « sfruttamento ».

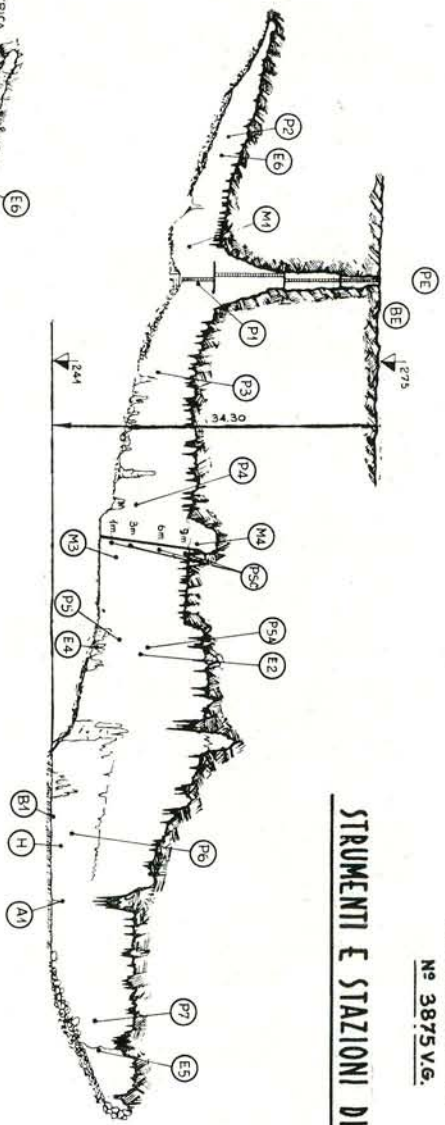
2. - *La grotta sperimentale.* — La commissione Grotte della Società Alpina delle Giulie, Sezione di Trieste del Club Alpino Italiano, pienamente convinta dell'importanza che può assumere una grotta sperimentale, ha scelto accuratamente sul Carso triestino una grotta avente caratteri tipicamente normali, e l'ha sistemata esclusivamente a scopo di ricerca scientifica.

La grotta, scoperta nel 1950 dagli speleologi Fabio Forti e Tullio Tommasini è stata mantenuta rigorosamente in condizioni naturali. Una robusta inferriata chiude l'apertura lasciando però libera la circolazione dell'aria.

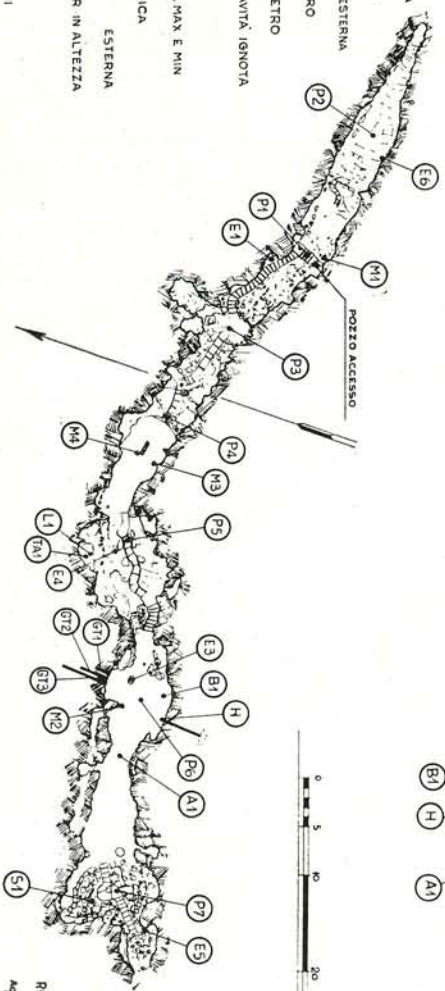
La grotta è stata descritta nella pubblicazione indicata nella bibliografia. È situata sul Carso di Trieste ad Est della Grotta Gigante, sei chilometri a Nord dalla città. Sul pianeggiante terreno carsico a quota di 275 m sul livello marino si apre uno stretto pozzo verticale profondo 25 m, esso termina su una galleria leggermente inclinata lunga circa 150 m che presenta ampliamenti vari a forma di caverne sviluppate specialmente nel senso verticale.

GROTTA C. DORIA  
 STAZIONE SPERIMENTALE  
 DI STUDI IPOGEI  
 N° 3875 Y.G.

**STRUMENTI E STAZIONI DI MISURA**



- A STAZ ANEMOMETRICA
- B " " BAROMETRICA
- BB " " ESTERNA
- E POSIZ EVAPORIMETRO
- BT " " GEOTERMOMETRO
- H FORO COMUNI CON CAVITA' IGNOTA
- L IDROMETRO
- M POSIZ COPPIA TERM. MAX E MIN
- P STAZ PSICROMETRICA
- PE " " ESTERNA
- PSG POSIZ MISURE PSIGRA IN ALTEZZA
- S PLUVIOGRAFO
- M POSIZ TERM. BACINI



Rilevatore 49-III-1950 - Forti F  
 Aggior. 22-IV-28-IX-1957 - Forti F  
 Tommasetti F



La grotta è facilmente accessibile da Trieste. Per la discesa nel pozzo sono state fissate alle pareti verticali una serie di elementari scale di ferro. Un sentierino facilmente percorribile conduce alle singole stazioni di misura.

Per la sua forma, per la varietà delle sue concrezioni, dei suoi depositi terrosi, delle sue vaschette d'acqua, la grotta si presta bene a naturale ambiente sperimentale.

3. - *Il macroclima ed il microclima ipogeo.* — L'ambiente naturale della grotta è definito da un insieme di condizioni fisiche che costituiscono il suo clima. Se tali condizioni si riferiscono ad uno spazio molto più ristretto di essa, sia in estensione che in altezza, si ha allora il « microclima » di quella zona della grotta. Questa potrà essere una nicchia, lo strato d'aria aderente al suolo, una determinata parte del pozzo d'accesso, la volta di una caverna o altri simili spazi.

Essenziale per la determinazione di tutti i due climi è la conoscenza dell'andamento annuo dei vari elementi meteorici. Data la lenta variazione dei loro valori, le osservazioni possono essere eseguite ad intervalli di una o al massimo di due settimane.

La conoscenza delle condizioni fisiche dell'aria nei vari punti della grotta è inoltre necessaria per studiare il comportamento statico e dinamico degli strati d'aria interni, cioè per lo studio del loro equilibrio e dei loro spostamenti.

Per le ricerche ambientali nella zona elevata della grotta è stata sistemata sulla parete una via ferrata che conduce sino quasi sotto alla volta.

La determinazione del microclima risulterà inoltre di fondamentale importanza per le ricerche biologiche che potranno essere svolte, successivamente, nella grotta stessa.

4. - *Attrezzatura strumentale.* — Data la piccolissima variazione che subiscono col tempo i valori degli elementi climatici, la stazione è stata dotata di strumenti molto sensibili e le misure sono eseguite con la massima cura possibile. Ogni causa di errore è stata esaminata e praticamente eliminata. Sono state escluse tutte le lampade con fiamma. La presenza di persone è ridotta al minimo possibile; ogni altra sorgente di calore, anche se minima, è stata eliminata. Si è avuta inoltre la massima attenzione affinché le condizioni naturali della grotta non risultassero in nessuna maniera alterate.

Attualmente si eseguono settimanalmente le sottoindicate misure in dieci determinate stazioni della grotta.

*Temperature dell'aria.* — Lo spazio d'aria nel quale si opera è generalmente ristretto, esso viene pertanto perturbato da ogni corpo avente temperatura diversa da esso. Le misure sono perciò eseguite appena giunti sul posto e rapidamente. Per avere una rapida trasmissione di calore tra l'aria dell'ambiente ed il bulbo termometrico si usano esclusivamente termometri a bulbo ventilato. Per eliminare la trasmissione del calore raggiante il termometro, e in modo speciale il suo bulbo, sono protetti da due cilindri concentrici a superfici riflettenti. I termometri usati sono ad aspirazione del tipo Assmann e sono graduati parte in  $1/10$  °C e parte in  $1/5$  °C, in quest'ultimo caso le ampie divisioni permettono la determinazione sicura di  $1/10$  °C. Le misure della temperatura sono eseguite in una stessa stazione a varie altezze: al suolo, a m 1,50 e a m 3 - 5, secondo il sito; e ciò per lo studio delle stratificazioni e delle correnti d'aria.

In tre delle dieci stazioni interne sono state sistemate coppie fisse di termometri a massima (a mercurio) e a minima (ad alcool), con divisione in  $1/5$  di °C. Essi indicano le temperature estreme avute nel sito nell'intervallo che interessa esaminare. Non si usano nell'interno della grotta termografi in quanto la loro sensibilità è insufficiente allo scopo.

*Temperatura dell'acqua.* — Le misure si eseguono nelle vaschette d'acqua situate nella zona mediana della galleria. Il bulbo del termometro è immerso cinque centimetri sotto alla superficie dell'acqua. Queste misure hanno varia importanza. Per esempio,

dalla differenza della temperatura tra aria e acqua (che è di 0,1 - 0,2 °C) si può determinare indirettamente l'evaporazione dell'acqua del bacino.

*Temperatura della roccia.* — Nella parete compatta della roccia del fondo della grotta sono stati praticati sei fori orizzontali del diametro di 3,5 cm e profondi da 100 a 460 cm. Sono introdotti in essi termometri con lettura ad 1/20 °C e con il bulbo circondato da materiale coibente. Il foro è sbarrato termicamente ogni 10 cm. Con due termometri a differenti profondità si possono determinare i coefficienti di conducibilità termica e calorimetrica.

*Umidità dell'aria.* — È una determinazione molto delicata in quanto la variazione di questo elemento è di pochi centesimi nell'anno, varia infatti dal 94 per cento e il 99 per cento. Sono adoperati esclusivamente i psicrometri ad aspirazione Assmann. Ogni altro strumento, oltre a non esser pratico, comporta tali errori da non poter dare nessun valore alle letture eseguite. Massima cura è continuamente data allo stato dei bulbi. La garza del bulbo bagnato è stata scelta con particolare cura e la sua pulizia è periodicamente controllata. Così pure è controllata la velocità del ventilatore.

*Evaporazione dell'acqua.* — È misurata in mm. di altezza ed è letta agli evaporimetri posti nelle tre principali stazioni interne. Sono in uso evaporimetri a bilancia ed a vite micrometrica. In una stessa stazione vi sono due strumenti, uno al suolo e l'altro alla massima altezza possibile. Ciò consentirà di determinare, dalla diversa evaporazione, oltre alla stratificazione dell'aria, anche le lievi correnti aeree nei due siti.

*Correnti d'aria.* — Nella grotta si eseguono, sia periodicamente, sia con adatte condizioni di tempo esterno, misure quantitative della velocità delle correnti d'aria. Esse sono necessarie tanto per se stesse, quanto per i calcoli dinamici dei gas applicati alle cavità ipogee. Sono usati due anemometri totalizzatori aventi una sensibilità dell'ordine di 1 cm/sec. Le misure si eseguono in ciascuna delle dieci stazioni tanto al suolo che in altezza.

*Pressione atmosferica.* — Si fanno misure contemporanee con un barometro mercurio e con due barometri aneroidi, tanto alla bocca d'accesso che alla massima profondità, a quote esattamente determinate. Ciò allo scopo di calcolare i coefficienti correttivi da applicarsi alle formule altimetriche quando si usino al calcolo delle profondità delle grotte.

*Stillicidio.* — La variazione quantitativa dello stillicidio col tempo è data da un pluviografo. La quantità e la intensità è messa in relazione con le precipitazioni epigee.

*Livello dell'acqua nelle vaschette.* — Il livello dell'acqua nei bacini varia durante l'anno e negli anni successivi secondo il regime delle precipitazioni esterne. Esso è misurato periodicamente mediante un idrometro micrometrico. Il livello viene messo in relazione con le precipitazioni e con gli altri elementi climatici esterni.

*Depositi cristallini nell'acqua.* — Nella vaschetta d'acqua naturale sono stati messi dei vetrini orizzontali e verticali (questi ultimi parzialmente emersi) per l'esame periodico quantitativo e qualitativo dell'accrescimento del deposito cristallino. Da osservazioni precedenti risulta che esso è dell'ordine di 1 mm in 10 anni.

*Accrescimento delle stalattiti e stalammiti.* — Su stalattiti naturali e su stalattiti sezionate sono stati posti dei micrometri. Le letture periodiche danno la quantità e l'andamento dell'accrescimento delle formazioni cristalline.

*La grotta quale cavità barometrica.* — La grotta si comporta ottimamente quale cavità barometrica. Ogni minima variazione della pressione atmosferica esterna produce alla bocca d'entrata notevolissime variazioni nella intensità e senso della corrente d'aria. Le misure di tali flussi sono eseguite mediante un anemometro totalizzatore, della sensibilità di 1 cm/sec., posto alla bocca, opportunamente strozzata per il tempo della ricerca. Data la sensibilità dell'apparecchiatura è stato possibile mettere in evidenza



anche le microscillazioni atmosferiche sino al periodo di pochi secondi.

#### BIBLIOGRAFIA

- CRESTANI C. e ANELLI F., *Ricerche di meteorologia ipogea nella Grotta di Postumia*. Uff. Idrogr. del Magistrato alle acque. Pubbl. N. 143, Roma, 1939.
- FORTI F., *Studio sul sistema di grotte n. 3876 V. G., 3875 V. G. e 21 V. G. Alpi Giulie*, numero unico, Anno 51° (1950), Trieste.
- POLLI S., *Meteorologia ipogea nella Grotta Gigante presso Trieste*. Atti del I Congresso Internazionale di Speleologia. Parigi, 1953. Vol. II, Sez. 2. Pure in: *Alpi Giulie*, Trieste, Vol. 52 (1953), pagine 22-32.
- POLLI S., *La Grotta Gigante del Carso di Trieste quale cavità barometrica*. Atti del VI Congresso Nazionale di Speleologia, Trieste, 30 settembre - 2 ottobre 1954.
- POLLI S., *Sulle misure di meteorologia ipogea*. Atti del VI Congr. Naz. di Speleologia, Trieste, 30 settembre - 2 ottobre 1954.
- TROMBE F., *Traité de spéléologie*. Bibl. scientif. Payot, Paris, 1932.

PRESIDENTE LEONARDI: Ringrazio Finocchiaro per il riassunto dei lavori del professore Polli e lo prego di rendersi interprete presso il prof. Polli medesimo dell'apprezzamento dell'Assemblea per questi suoi lavori così interessanti.

La parola al prof. Maucci sul tema della « Revisione del Catasto Speleologico della Venezia Giulia ».

