

# CUEVA DE NERJA

## INTRODUCCIÓN

En esta memoria, presentamos el desarrollo de los puntos que proponía el proyecto expuesto al Patronato de la Cueva de Nerja, y que bajo el título "Plan de conservación de la cavidad y climatología", quería completar, por un lado, los trabajos comprendidos en la primera campaña de exploración, y por otro, separar las anomalías que el tiempo y los agentes imprevistos han producido en la cavidad.

Así, en el primer apartado, vemos la conclusión de la planimetría del total de galerías que abarca la Cueva de Nerja, incluyendo perfiles y secciones. También, completando los datos de la cavidad, un estudio climatológico.

En lo referente a las "reparaciones", podemos decir que han sido buscadas, localizadas y fijadas permanentemente, todas las estaciones topográficas. Al mismo tiempo, acompañamos las zonas y lugares donde las inestabilidades clásticas e infiltraciones de agua son más potentes.

Los trabajos se han llevado con la mayor honradez e interés posible, teniendo como resultado después de innumerables visitas a la cueva y sus contornos, las páginas que a continuación exponemos.

## TOPOGRAFÍA

El método de trabajo ha sido semejante al empleado anteriormente, o sea, el de itinerario. Utilizando las estaciones topográficas existentes, y con un taquímetro, el equipo de topografía, ha confeccionado los planos que se adjuntan.

La planimetría de las salas urbanizadas, se ha añadido a la de las galerías altas, que hicimos con anterioridad. Asimismo, se han hecho secciones de distintas partes de la cavidad, tanto de las galerías altas como de las salas urbanizadas.

Se comenzó el levantamiento por la estación 0, pasando por todas las estaciones tomando datos (ángulos, distancias, etc.) con la ayuda del taquímetro, y comprobándolos, hasta llegar a la estación 15, situada en la "Luz Roja", donde comienza la planimetría de las galerías altas.

La única parte negativa de este trabajo topográfico, ha sido la monotonía durante el mismo, pero, una vez terminado, estamos satisfechos de él.

## PERPETUACIÓN DE LAS ESTACIONES

Para perpetuar las estaciones topográficas del eje principal de las galerías de la Cueva de Nerja, y según el proyecto presentado al Patronato de la mencionada cavidad, se utilizaron chapas de aluminio en las que iba grabado el número que correspondía a cada punto. La grabación se hizo lo más grande y perfecta posible para una fácil visualización.

El material elegido fue el aluminio, ya que posee mayor resistencia a los factores que influyen en la descomposición y deterioro existentes en las cavidades (humedad, barro, agua, etc.).

La fijación se hizo, siguiendo el proyecto, por medio de un "espirro" o tornillo de expansión. Este tornillo se introduce en la roca y se abre al golpearlo, quedando firmemente arraigado.

El orificio donde va alojado el "espirro", se hace por medio de un buril, que con una maza de escalada como percutor, agujerea la roca.

A lo largo de esta actividad, se presentaron varios problemas que se intentaron resolver lo mejor posible. En primer lugar, había sitios —clastos principalmente— donde era muy difícil profundizar con el buril, llegando incluso en ocasiones a romperse, cosa que ocurrió cuatro veces. Por otro lado, y en contraste, había estaciones que estaban, bien en centro de estalagmitas, bien en borde o ángulos de la roca, lo que dificultaba la labor, pues se corría el peligro de que saltaran lascas enteras y desviarán la estación; así que se les dio consistencia y seguridad por medio de cemento.

El sistema de trabajo fue simple. En principio, se localizaban las estaciones y señalaban provisionalmente. A continuación, se perfora la roca con el buril y la maza, haciendo una oquedad perfecta al tornillo. Prosigue la introducción de la chapa de aluminio grabada en el "espirro". Por último, se encaja el conjunto tornillo-chapa en el orificio, y con varios golpes de maza, se hace expansionar, quedando fijada la estación, que coincide con la cabeza del tornillo.

## INESTABILIDAD E INFILTRACIONES

En un principio, creíamos que los pequeños lagos encontrados en la cavidad, evidenciaban filtraciones de agua que se embalsan, pero el posterior estudio climatológico, nos demostró que eran debidos, casi en su totalidad, a la condensación del aire, por lo que



la cuestión se agravaba. Se pasó pues, a un detenido análisis de observación de todas las zonas de la cavidad, localizándose los goteos de más actividad.

Los lugares de máxima infiltración han sido en el verano de 1976:

#### **Salas visitables por el público**

Poca infiltración debida a la alta temperatura reinante, consecuencia de la iluminación eléctrica.

#### **Laberinto de entrada a las Galerías Altas**

Estas galerías presentan una infiltración mínima, ya que las concreciones abundan medianamente y su grado de descalcificación es máximo.

#### **Sala de las Columnas de Hércules**

Existe bastante infiltración. Su descalcificación es media y tiene mínima actividad.

#### **Sala de la Inmensidad**

Infiltración media con algunas formaciones, sobre todo en la zona media de la sala.

#### **Sala de los Niveles**

Presenta las mismas características que la anterior. Posee un bajo índice de relleno clástico.

#### **Sala de la Lanza**

Sala de grandes infiltraciones, ya que existe muy poca descalcificación y casi todos sus clastos están cubiertos por concreciones.

#### **Sala de la Montaña**

Sin duda alguna, es la que ofrece en la actualidad más actividad hídrica de infiltración, y la que presenta sus techos más desnudos de concreciones. Son dos zonas las de más actividad:

— Zona de la "diaclasa" que ha creado la "muralla" y las concreciones en forma de uña.

— Zona del gour. Donde se hicieron las columnas estratigráficas. Presenta, en algunos lugares, un goteo insistente.

#### **CLIMATOLOGÍA**

Los trabajos de climatología para la Cueva de Nerja, surgieron por "necesidad" tras la finalización por parte del Grupo Espeleológico Malagueño (G.E.M.A.) de la primera campaña de exploraciones, en la que se sumaron a la vez distintos estudios (geología, topografía, fotografía, etc.). Las mencionadas exploraciones totalizaron la cantidad de mil metros de galerías más, con el chequeo de todas las salas, tanto principales como anexas. Así como la exploración estrictamente deportiva delimitaba perfectamente el conjunto cavernícola, se pensó en una exploración científica que ratificara las conclusiones anteriormente obtenidas; o, por el contrario, a nuevas investigaciones o descubrimientos.

De acuerdo con esto, se desarrolló el programa y el presupuesto pertinente que titulábamos: Il Campaña



en las Galerías Altas de la Cueva de Nerja, que fue aprobado por el Patronato de la Cueva de Nerja, una vez discutidos y analizados sus puntos, pasándose a su efecto.

El proyecto en principio, tan sólo iba dirigido a una localización y situación de las estaciones para un posterior estudio climatológico, pero guiados por nuestro afán, se vio que sería factible realizar la climatología completa, por lo que se prepararon los equipos y el sistema de trabajo una vez adquiridos los aparatos adecuados.

Después de seis meses de medidas, evaluamos los resultados que exponemos a continuación.

## SISTEMA DE TRABAJO

### Itinerarios

Para la realización del estudio climatológico de la Cueva de Nerja, se situaron en primer lugar las estaciones climáticas, que en principio coincidirían con los puntos topográficos del eje principal que cruza las Galerías Altas, pero este eje, al ser una línea, no recorre la totalidad de la cavidad, quedando galerías y laterales de las salas sin estaciones, por lo que se pasó a situarlas de modo que abarcaran puntos significativos y el total de las salas (entradas, pasos estrechos, centros, laterales, alturas...). Así, dieron un total de 52 presuntas estaciones para la climatología. Con un número tan elevado, surgió el problema de que si en cada estación se tardaba aproximadamente unos diez minutos, más los desplazamientos, totalizaban la cantidad de doce horas de trabajo ininterrumpidos. Esto planteaba a su vez dos cuestiones:

1.º) Las medidas se deberían efectuar en un período de tiempo tal que la temperatura exterior fuera casi constante. Así que no se podía realizar de día, pues la curva de variaciones termométricas fluctúa

demasiado. Si se optaba por las horas de no insolación, corríamos el peligro de entrar en la cavidad al ocaso, y salir cuando se encontraba el sol variando la climatología exterior, lo que rechazaba las últimas medidas, siendo falsos todos los datos (esto era en prevención y suponiendo que la temperatura de fuera de la cueva influyera de modo importante en la interior).

2.º) Las observaciones climatológicas exigen un grado de concentración mayor que en cualquier otra actividad espeleológica. Todas las tomas deberían hacerse con la máxima concentración, de tal modo que fuera igual de fiable tanto la primera como la última. ¿Qué ser humano puede estar más de doce horas en constante tensión mental y a la vez física, movido tan sólo por el aliciente de la afición y la "obra bien hecha" en un trabajo no remunerado?

Por esto, se decide hacer dos equipos de dos climatólogos, repartiéndose ambos la responsabilidad. Se programan dos caminos: el A y el B. El camino A lo componían las estaciones topográficas: 15, 17-18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 27, 28, 29-30, 31, 32, 32 bis, 33, 34, 35; y las estaciones climatológicas añadidas: A-5, A-6, A-7, 1-1, M-1.

El itinerario B, era de más difícil ejecución física, ya que se salía de los pasos y accesos generales de la cueva con el fin de abarcarla entera, teniendo que subir y bajar por los bloques hasta tomar alturas en un caso, o descender a las partes más profundas de las salas en otros. Lo integraban las siguientes estaciones:

Topográficas: 25, 36.

Climáticas: A-1, A-2, A-3, A-4 (en las salas expuestas al público). H-1, H-2, H-3, H-4, H-5, H-6 (recorriendo toda la Sala de las Columnas de Hércules). 25-26 en la Sala de la Inmensidad. N, en la Sala de los Niveles; L-1, L-2, L-3, en la Sala de la Lanza, y M-2 en la grandiosa Sala de la Montaña.

Se empezaría a trabajar desde la parte más alejada de la entrada, hacia la boca de la cueva. Esto es, los dos equipos penetraban en la cavidad tras haber



tomado las medidas exteriores, y se dividirían hacia la Sala de la Montaña. Un equipo (los del camino B) subían hacia la cima, y los otros empezaban por la estación M-1, que es el "Gran Gour" de esta sala.

Las estaciones en las que se debía medir la temperatura del agua fueron colocadas en el itinerario A, más fácil físicamente, lo que compensaba los esfuerzos de ambos equipos, equilibrando las fuerzas. De este modo, los miembros del equipo A, transportaban un poco más de material (trípode, termómetros...) que el B, el cual, al estar más ligero, podía moverse con más seguridad.

Para distribuir el trabajo justamente, se turnarían los componentes de los equipos, pasando los del A de la primera semana, a recorrer el itinerario B ía segunda, y viceversa.

Este sistema de doble camino, solucionaba, en parte, las dos cuestiones de tiempo de insolarización y concentración, al ser el horario de trabajo más reducido; pero las apreciaciones no serían siempre las mismas al cambiar de observador. Lo ideal era sin duda un climatólogo en todas las estaciones y en todo el tiempo.

Se pensó que quizás se podrían abolir estaciones, por lo que se hicieron pruebas. Como resultado dieron efectivamente, que se podrían quitar algunos puntos, pues al encontrarse en una relativa cercanía, las medidas eran las mismas. Así vimos reducidas las estaciones, y con ellas, los problemas.

Tras numerosos recursos y soluciones, por fin se llega a la confección definitiva de un programa de trabajo fijo y posible, sin la necesidad de super-hombres, aunque si bien no hay que negar las indudables dificultades.

Analizando la climática de Nerja y según las anteriores pruebas que se habían hecho afirmando la estabilidad térmica existente, podemos anular estaciones y acortar los itinerarios, unificándolos en uno que recorría la cavidad con un solo equipo.

El itinerario en cuestión empezaba en la estación O (exterior de la cueva). De aquí, se pasaba rápidamente a la Sala de las Columnas de Hércules y se hacían los puntos H-1, H-2, H-5 (se quitan H-4 y H-6 por estar demasiado cerca de H-3 y del punto 24 respectivamente). De este último se pasaba a la Sala de la Inmensidad, a los puntos 24, 25 e I-2 y se sacaban las medidas de la Sala de los Niveles.

Después de esto nos encaminábamos en dirección al L-1. A continuación se hacía el 36, M-2 y 37 (se anuló el M-3). Después de bajar de la cima de la Sala de la Montaña, se tomaban las estaciones M-1, 35, 34 y 33. Seguidamente, y ya en la Sala de la Lanza, se hacían las 32 bis, L-2 y L-3, para continuar en la 31, 30-29. En el paso entre la Sala de la Lanza y la de la Inmensidad, se realizaban las estaciones 27 y 36, concluyendo en la 1-1 y 25-26 las medidas de la Sala de la Inmensidad. Se seguiría en las 23, 22, 20, 17-18-15, situadas en los pasos estrechos y primeros de las Galerías Altas. Para terminar, se baja a las salas urbanizadas para el público, y se sacan las medidas de A-6, A-5, A-4, A-3, A-2 y A-1. Después, nuevamente, se tomaban la temperatura del aire y la humedad en el exterior de la cavidad.

### Situación de las estaciones

El itinerario final estaba compuesto por las estaciones que se describen a continuación. No aludiremos las abolidas o reformadas en las pruebas de trabajo.

### Salas urbanizadas

A-1 y A-2: Se hallan en el vestíbulo existente entre la Sala del Belén y la escalera de salida. Su situación responde a la necesidad de unificar y tomar las Salas del Belén, el yacimiento arqueológico y las tres únicas entradas de la cavidad. Esta estación se encuentra a 15 metros del punto topográfico O.

A-3: Está en el rellano anterior a la gran escalera que baja a la Sala de la Cascada. Es un lugar estrecho y de comunicación para galerías espaciosas y se encuentra a media altura entre el punto más bajo de la Sala del Cataclismo y la boca. Está a 35 metros del punto O.

A-4: Está en medio de la Sala de las Cascadas. Detrás de donde se coloca el escenario para las representaciones y de una estalagmita solitaria. Está a 80 metros de la boca.



A-5: Está a 110 metros de la boca, en el pasillo, pasados los Fantasmas. Corresponde con las estaciones topográficas 13-14.

A-6: Se halla en el punto más profundo de la Sala del Cataclismo, a 118 metros de la boca.

H-3: Tras las denominadas Columnas de Hércules. A la derecha del bóvido y el caballo rupestre, en el camino usual de paso por esta galería, a 245 metros de la boca de la cavidad.

H-5: Lugar medio entre la pintura (cabra) y la estación topográfica 24, que corresponde al itinerario superior del laberinto de entrada, que accede a la Sala de la Inmensidad. Situado a 282 metros de la boca.

#### Laberinto inicial. Galerías altas

15-17-18: Luz Roja y estaciones topográficas 15, 17, 18. Es un paso estrecho y tiene un gour con agua. Son lugares importantes porque separan las dos bien diferenciadas partes de esta cavidad; está a 157 metros de la boca.

20-21-22: Punto medio del "Laberinto de entrada". Posee agua y se corresponde con las estaciones topográficas. Está a 185 metros de la boca.

23: Es la estación más elevada de esta zona, también tiene agua y se corresponde con la estación topográfica. Dista 205 metros de la boca.

#### Sala de las Columnas de Hércules

H-1: Intermedia en altitud en la sección de dicha sala. Está sobre un clasto, a 15 metros de la estación topográfica 19 y a 212 metros de la boca.

H-2: Estación más inferior de esta sala. Está a 10 metros de la anterior y a 222 de la boca. A su derecha se abre el túnel por donde pasa la instalación eléctrica.

#### Sala de la Inmensidad

24: Cruce de galerías que comunican a las Columnas de Hércules, al Laberinto y a la Sala de la Inmensidad. Coincide con la estación topográfica. La distancia en línea recta a la boca es de 220 metros.

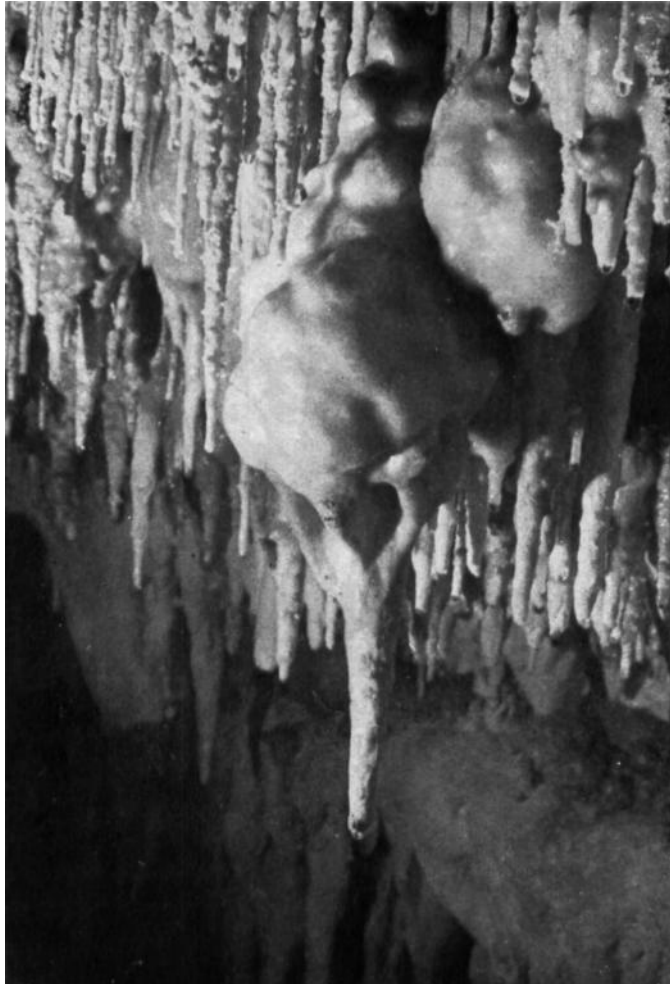
25: Estación topográfica en el principio de la Sala de la Inmensidad y a media altura. Dista de la boca 232 metros.

25-26: Punto intermedio para recoger climatológicamente toda la amplitud de la sala. Está en el camino habitual hacia la Sala de la Lanza y aproximadamente en el centro de las estaciones topográficas 25 y 26. Está a 255 metros de la boca.

1-1: Está a 280 metros de la boca, en los laminadores de la sala. A la izquierda, siguiendo el avance hacia el interior.

26: Está en un punto elevado de la sala, a 278 metros de la entrada de la cavidad, y corresponde con la estación topográfica.

I-2: Perpendicular a la 26 y en dirección derecha, según se baja a la Sala de los Niveles; paso inmediatamente anterior al de la "cuerda fija". A 302 metros de la boca.



### Sala de los Niveles

N: En el centro de la sala. Se toman las medidas psicrométricas y de tierra al lado de "la piña". El agua se toma del gour. Esta estación está situada a 352 metros de la boca.

### Galerías entre la Sala de la Inmensidad y la de la Lanza

27: Estación topográfica. Desnivel considerable respecto al punto 26. Dista 295 metros de la boca.

29-30: Laguito anterior a la entrada de la Sala de la Lanza. Es un paso estrecho. Dista de la boca 310 metros.

### Sala de la Lanza

32 bis: No corresponde a la estación topográfica, sino que se traslada, centrándola en el supuesto eje de simetría de la sala, junto a la concreción estalagmítica denominada "el arpón". Existe agua. Desde la boca hay 436 metros.

L-1: Situada bajo la gran cornisa, en el lugar llamado "desierto". Es un punto elevado, a 430 metros de la boca.

L-2: En el centro de la sala. Dista de la boca 405 metros.

L-3: A la misma altura que la estación L-1, y opuesta a ella, a otro lado de la sala. Su distancia a la boca es de 420 metros.

Las estaciones L-1, L-2 y L-3 son perpendiculares al supuesto eje de simetría de la sala, y recorren perfectamente la totalidad del ancho máximo de la Sala de la Lanza.

### Galerías entre la Sala de la Lanza y la de la Montaña

33: Vestíbulo de la Sala de la Montaña. Su altura es comparable a la de la estación 29-30. Es un paso estrecho y dista de la salida 457 metros.

### Sala de la Montaña

35: Es el punto más bajo de la sala. Coincide con la estación topográfica y existe agua. Está a 480 metros de la boca.



36: También coincide con la estación topográfica. Está en un punto más elevado que la anterior, a 492 metros de la boca.

37: Es el punto más elevado de la sala. Corresponde con la estación topográfica, 532 metros la separan de la boca.

M-2: Inter-estación entre las 36 y 37, de tal modo que las tres tienen una cota escalonada abarcando de esta forma toda la altura de la sala. Está a 500 metros de la entrada.

M-1: Situada en el gour de la "acera flotante". Tiene agua. Es la zona de las series estratigráficas. Está a 503 metros de la boca.

### Normas generales para las tomas de medidas

Normas para la utilización de termómetros y psicrómetros:

- 1) Tratar los aparatos con **muchísimo cuidado**, evitando darles golpes o deteriorarlos.
- 2) Efectuar las mediciones **rápidamente** y con **exactitud**. Aunque el trabajo se haga a veces pesado y monótono, las últimas medidas han de ser tan precisas como las primeras.
- 3) Evitar coger los termómetros por el **bulbo**, ni acercarlos demasiado a nuestro cuerpo.
- 4) No llevar los aparatos de medida **en la mano** al ir de una estación a otra, pues podrían romperse.
- 5) Las medidas deben hacerse **todas** en un mismo día, recorriendo la totalidad de las estaciones climatológicas de la cavidad.
- 6) Dos veces al mes como mínimo, se han de tomar datos, procurando dejar intervalos regulares entre cada visita.

7) El tiempo de cada medida no es fijo. Depende de la seguridad del medidor y de la precisión de los aparatos, pero, como término medio, puede variar entre **cinco y diez minutos**.

8) La precisión en la medida se procurará que sea hasta la décima de grado.

9) No se debe usar nunca la luz de **carburo**. Es preferible la **eléctrica**. En este caso concreto de la Cueva de Nerja, se debe apagar toda la instalación eléctrica.

10) Anotar los períodos de tiempo en que al cabo del día, la cavidad es visitable.

11) Indicar las curiosidades que se observan en cada estación. Cualquier pequeña anomalía puede ser importante para posteriores interpretaciones.

12) Las temperaturas del suelo o la pared (hay que especificarlo), se hará sobre arcilla que **no esté mojada**. Si no existiera ésta, se introduciría el bulbo en una abertura de la roca, o bien haciendo artificialmente un orificio. Pero **siempre** el bulbo estará en contacto con la roca y no a algunos milímetros de ella.

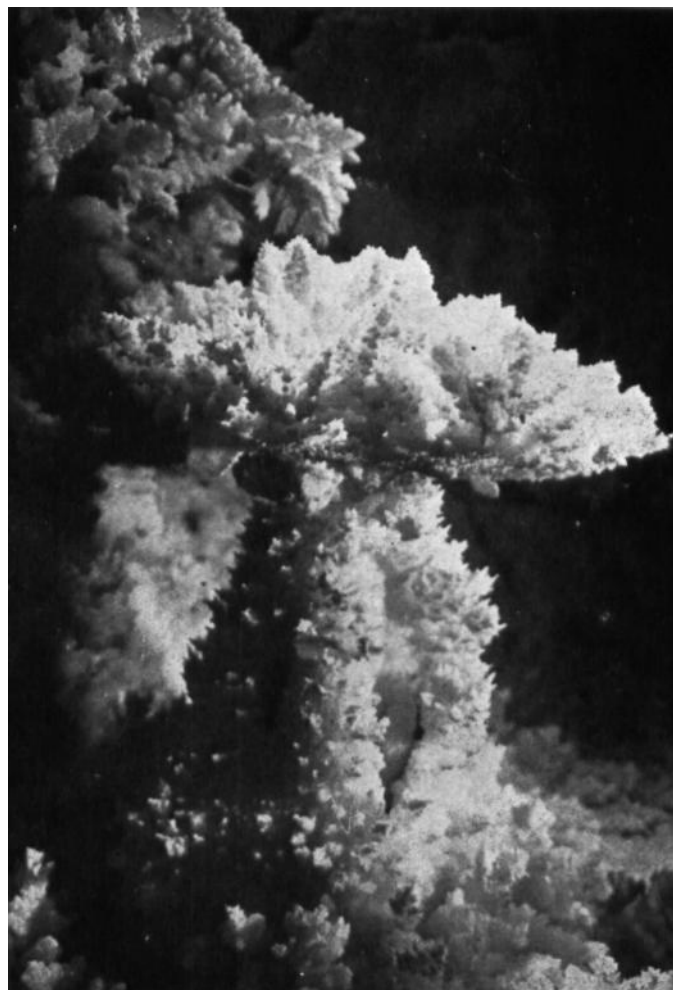
13) Si existen pequeños gour con agua, la temperatura se tomará a una profundidad media.

14) Si utilizamos el psicrómetro se ha de tener en cuenta además:

a) En la medición, mirar primero el termómetro **seco**: ya que éste fluctúa más rápidamente. Y después el **húmedo**.

b) **Humedecer** el bulbo del termómetro húmedo cada vez que se realice una medida.

c) Asegurarse, con varias comprobaciones, que las medidas sean correctas.



### Aparatos climatológicos

En la climatología espeleológica, no existe un aparato especializado para las medidas en interiores de cuevas, por lo que tenemos que servirnos de los de meteorología; implicando esto el problema de adaptación de las mismas técnicas a distintas disciplinas.

La climatología de las cavernas, necesita una precisión grande para descubrir variaciones anormales, en donde una décima de grado es vital. Esto nos planteaba la cuestión del elevado costo de los termómetros subdivididos en décimas, por lo que nos tuvimos que amoldar a una aproximación de medio grado.

La humedad en las cavidades, varía desde el noventa al cien por cien. Los higrómetros que se encuentran en el mercado accesibles a nuestro presupuesto y en general, tienen la escala gráfica entre estas dos cifras bastante reducida y de dudosa precisión de las medidas intermedias. Por ello se buscó un aparato que solucionara este problema; lo encontramos, representado en un psicrómetro. Este lleva incorporada una tabla de diferencias, con lo que daba la humedad, pero nos hallábamos nuevamente ante la continua cuestión de la precisión. Para salvarla, por último, se confeccionó una tabla de diferencias psicrométricas aparte y que respondía a nuestras necesidades. (Ver tabla anexa en apartado 2.5.)

Los aparatos utilizados para este trabajo han sido:

- cuatro termómetros de mercurio tipo Ambiente,
- un termómetro de mercurio Brand,
- un psicrómetro de onda Kosmos.

### Método de trabajo

Al haber pensado dos itinerarios para realizar la climatología de la cavidad, se pensó necesaria la presencia de dos equipos de medidores. Pero al decidirse por un solo itinerario, fue suficiente un equipo de tres climatólogos.

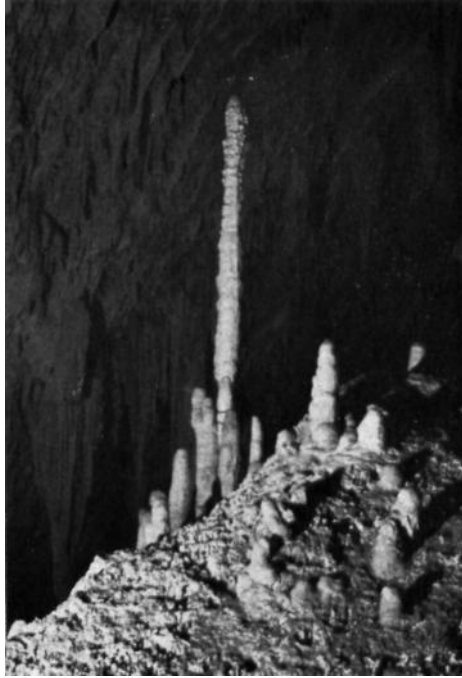
El primero de ellos, llamémosle A, llevaba los termómetros de suelo y de agua, en un tubo estanco y contra-golpes, especialmente preparado para estos trabajos. El segundo, B, era portador del psicrómetro y material accesorio (cuentagotas, linternas, cambios, papeles, etc.) igualmente protegidos. Por último, cerrando el trío, se encontraba el espeleólogo C, encargado de anotar las cantidades en los esquemas o cuadros climatológicos. También llevaba algo de comida, agua, etc.

En la cavidad se trabajaba de la siguiente manera:

Primeramente, en el exterior (estación O), el medidor B humedecía el termómetro húmedo y hacía, alejado de sus compañeros para que no influyeran, la toma de la temperatura del aire y la humedad, la cual anotaba C, junto a la hora de entrada y la fecha. En las estaciones siguientes, ya en el interior de la cueva, A, introducía los termómetros de suelo en orificios hechos con anterioridad; después de esto, dejaba paso a B y C, que tomaban las medidas psicrométricas y las del suelo. En donde existían gours con agua, A colocaba el termómetro Brand colgado de un trípode, anotando C la cantidad.

En síntesis, esta es la norma general de actuación.





## ESTUDIO ESPECIFICO

Antes de comenzar este apartado, hemos de tener en consideración que: la toma de datos se ha llevado a cabo en la época estival y en horas nocturnas; para evitar, en lo posible, el elevado calentamiento que se produce en la zona visitable de la cavidad, por los focos luminosos y la presencia de numerosos visitantes. Por tanto, las consecuencias extraídas de la elaboración de los datos, han de ser interpretadas con arreglo a la estación anual en la que se han verificado.

Para un mejor estudio climatológico de esta caverna, hemos creído conveniente su división en dos partes: Salas visitables y Galerías Altas. El motivo de esta división no es otro sino la fuerte influencia que la presencia humana imprime en el primero de los sectores.

### Salas visitables

Este sector comprende una galería de enormes dimensiones, cuyas irregularidades han hecho dividirlos en falsas "salas", que en realidad, es una sola.

El estudio climatológico nos muestra humedad media del 95,8 % que, en comparación con la del exterior varía 23,4 % de humedad. La temperatura media del aire es de 22,2 °C (0,8 °C menos que la del exterior) y la de la roca de 21,0°C; por tanto la diferencia entre ambas es de 1,2 °C.

La ausencia de agua es debida a la elevada temperatura del aire subterráneo que, de esta manera, puede contener mayor cantidad de vapor de agua a temperaturas menos elevadas. De esta forma, se observa un hecho bien patente y es la desecación de la totalidad de las concreciones.

### Galerías Altas

Este sector es en realidad, una sola galería separada en tramos y con numerosas diverticulaciones, que nos hacen creer en complicados laberintos y enormes salas.

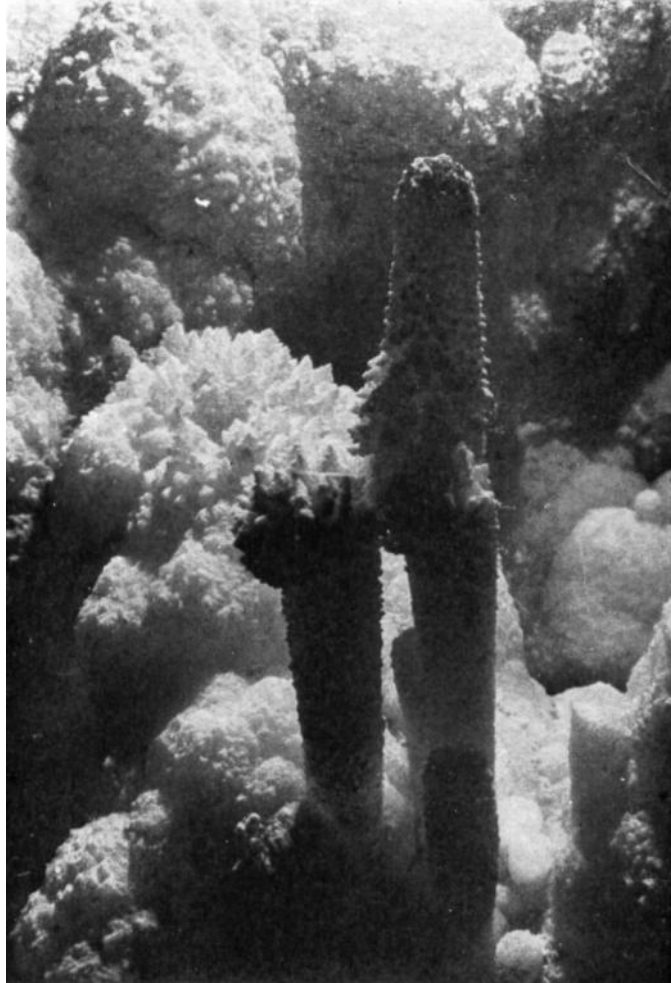
Los resultados de las medidas tomadas en esta galería son las medias aritméticas de las diferentes estaciones localizables en un mismo sector.

Si comparamos las galerías altas con las salas visitables, observamos un sensible aumento de humedad hacia las galerías altas, mientras que las temperaturas del aire y de la roca descienden proporcionalmente.

### Interpretación de los gráficos

Se observan las variaciones que sufre la humedad relativa del aire hipógeo, a medida que nos adentramos en la cavidad. La curva ostenta un crecimiento continuo interrumpido únicamente por la anomalía del sector denominado laberinto inicial. Este máximo de humedad, es debido al enfriamiento que sufre el aire al pasar desde las salas visitables a las galerías altas. El descenso de la temperatura lleva una menor capacidad receptora de vapor de agua y, por tanto, un aumento de la humedad relativa del aire. Este proceso lleva asociado un fenómeno observable a veces, y es el de la sobresaturación, con formación de suaves neblinas en toda esta zona.

A partir de la Sala de la Lanza, la humedad se estabiliza hasta el fondo de la cavidad, con valores muy próximos al 99,5 %.



A medida que profundizamos en la cavidad se observan las variaciones que sufren la temperatura del aire y de la roca.

Las únicas anomalías, son las localizadas en la Sala de las Columnas de Hércules y en la de los Niveles. La disminución de sus respectivas temperaturas, es debida al hecho simple de la estratificación del aire en el interior de una caverna. Como estos sectores son los más bajos y cerrados, es natural que en ellos se acumule el aire frío, por ser menos pesado que el caliente.

El acusado paralelismo entre las curvas de la temperatura del aire y de la roca, y la diferencia positiva de la primera sobre la segunda, nos hace pensar en una cavidad que funciona en "tubo de viento"; es decir, con dos orificios opuestos y a diferente altura. Pero precisamente, este exagerado paralelismo nos hace dudar de esta solución; pues, de ser así, la curva del aire aumentaría de temperatura en la probable entrada superior, y se aproximaría a la de la roca, conforme el aire exterior se fuese enfriando en el interior. Por tanto, justificamos este paralelismo con un equilibrio preciso de la humedad y la temperatura del aire y de la roca, que se compensan proporcionalmente.

Observamos las oscilaciones que sufre la humedad relativa del aire, con respecto a la distancia en metros que separa a cada estación climatológica de la entrada de la cavidad, mostrándonos una curva con muchas inflexiones, cuya interpretación, viene en función de la mayor o menor profundidad relativa a

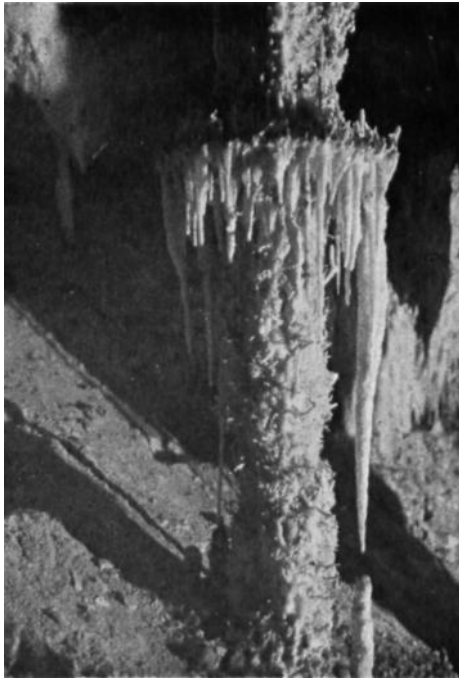
la que las estaciones se encuentran dentro de cada sector de galería.

Esta y otras observaciones nos demuestran dos hechos tangibles: la temperatura es inversamente proporcional a la humedad relativa, en una cavidad. Y en una caverna con circulación de aire en forma de "saco" (con una sola entrada), el aire se estratifica según su temperatura.

### **Circulación del aire**

Aclarado el hecho de que nos encontramos en una cavidad en la que el aire circula en forma de "saco horizontal", y puesto que las mediciones se han verificado en verano, explicamos a continuación, cómo se produce la circulación del aire en esta caverna y cuáles son los procesos que lleva asociados.

En verano, el aire exterior cálido (23,0 °C) y húmedo (72,4 %) penetra en la cavidad por los orificios existentes, por lo que su temperatura desciende (22,2 °C) al entrar en las salas visitables, y su humedad relativa aumenta (95,8%). El aire se estratifica, según su densidad, con temperaturas que oscilan entre los 21,5 °C y 22,5 °C. Como se puede apreciar, la diferencia de temperaturas entre este sector y el exterior es casi inapreciable (0'8°C); su causa, comentada anteriormente, es el foco calorífico extra que propor-



donan los numerosos visitantes y las fuentes luminosas.

El aire caliente de este sector, circula lentamente hacia las galerías superiores.

En el laberinto inicial, la temperatura desciende algunas décimas (21,9 °C) y, por consiguiente, aumenta la humedad relativa (98,3%). Este hecho es el causante de la condensación del vapor de agua en las paredes y pequeños gours que, junto con el CO<sub>2</sub> disponible, adquiere un carácter fuertemente agresivo ante las rocas y las concreciones de calcita.

Parte de este aire disponible, desciende a la Sala de las Columnas de Hércules y se enfría (20,9°C), quedando prácticamente encerrado en este socavón.

Después del laberinto inicial, el aire continúa su circulación por la Sala de la Inmensidad, con semejantes parámetros de humedad (98,2%) y temperatura (21,3 °C). De nuevo, parte de él cae hacia la Sala de los Niveles, con cota inferior, donde se enfría (20,7 °C) y se humedece (98,9%).

En la Sala de la Inmensidad, y por sucesivos pasos estrechos, el aire circula hacia las salas posteriores (Lanza y Montaña), donde sus características se estabilizan y/o varían débilmente (21,0°C y 99,3 %).

En todo este recorrido, se evidencia una estratificación por densidades y una circulación, inapreciable, en sentido inverso; es decir, hacia la boca, del aire ligeramente enfriado, que se vuelve a acumular en las zonas bajas (Salas de los Niveles y Columnas de Hércules).

La temperatura de la roca se puede considerar, salvo pequeñas excepciones, constante (20,0 °C) al igual que la del agua de condensación (20,0 °C) acumulada en pequeños gours. El nivel de estas charcas, oscila según las variaciones de la temperatura ambiente y, por tanto, de la humedad. Así pues, actúan como almacenes de agua, que pasa a vapor en cuanto que la humedad disminuye o la temperatura aumenta; y, de esta forma, se deseca o desciende el nivel

acuo. O bien, se colmatan cuando desciende la temperatura y aumenta la humedad relativa.

### **Conclusiones generales sobre conservación**

Las conclusiones que expresamos a continuación, están en relación, exclusivamente, con el fin del proyecto presentado al Patronato sobre climatología en función de la conservación de la cavidad, por lo que no hemos profundizado en esta ocasión en la interpretación de datos y gráficas.

En primer lugar, y de forma axiomática, afirmamos que no existen entradas practicables en todas las galerías altas.

Esta enunciación, se desarrolló tras tomar, además de las ya citadas estaciones climatológicas comunes, unas extraordinarias, que recorrieron toda la periferia o contorno de la cavidad. Principalmente, se concentró nuestro trabajo en la gran Sala de la Montaña, posible lugar en donde se esperaba la continuación de la cavidad.

La venida del público, en forma casi masiva, origina un desajuste en las condiciones físico-químicas interiores, así como los focos de iluminación eléctrica.

Al ser el verano la época de mínima pluviosidad y de máximas visitas con un horario continuo de doce horas, es la etapa que modifica más apreciablemente la "climática", y produce desajustes en cierto modo peligrosos. Por lo que nos permitimos aconsejar, que se estipule un cupo de personas por día y un horario de iluminación más corto.

NOTA: Estas apreciaciones, se hacen en el campo de la climatología, sin análisis de las perturbaciones que puedan causar estos factores (público y luz —calor—) en otros campos; pongamos por ejemplo la polución del rico biotopo subterráneo.

G.E.M.A.