

NUEVAS BASES PARA EL ESTUDIO DE GEOMORFOLOGIA KARSTICA:

APLICACION DE LA ESTADISTICA

Por Don Trinidad de Torres Perezhidalgo (1)
Don Carlos Puch Ramirez

(1)

Del G. E. Standard

Vocal de Espeleocronologia del C. N. E.

Vocal de Espeleocronologia de la U. I. S.

Profesor del Curso de Hidrogeologia y Geomorfología Karstica de
la Universidad Complutense de Madrid

E. N. ADARO

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al G. E. Standard autor de la totalidad de la topografía de la Cueva de Pedro Fernandez.

EL PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Si revisamos las numerosas topografías realizadas en cavidades tanto españolas como extranjeras, que en los últimos años se han realizado, encontramos una notable pobreza descriptiva. En muchas ocasiones solo tenemos una sucinta planta topográfica a la que se adjuntan unas cuantas secciones muy distanciadas entre si, que no indican más que observaciones parciales y en ocasiones "partidistas", ya que se realizan en aquellos puntos donde a veces un aspecto morfológico prácticamente aislado, permite a los autores del plano asimilar la génesis de la cavidad a tal o cual teoría a la que se encuentran adscritos, aunque en muchas ocasiones esta postura solo está basada en la lectura de un pequeño número de trabajos en los que se dan visiones muy particulares, pero que por su fácil generalización gozan de la aceptación del espeleólogo medio.

Si analizamos la utilidad intrínseca de estos mapas, creemos que no es muy grande, resultado un tanto absurdo dado que podrían alcanzar una mayor utilidad solamente con una pequeña adición de trabajo a la hora de topografiar. Es por este motivo que nos gustaría comentar algunas directrices, que ya comienzan a verificarse como útiles a través de nuestros estudios en la cueva del Reguerillo, Torrelaguna Madrid, y a la Cueva de Pedro Fernández, Estremera Madrid.

CONSIDERACIONES PREVIAS DEL ESTUDIO

Dentro de los condicionantes del Karst, que podemos agrupar en cuatro grandes grupos: Paleoclimatológico, Paleogeográficos, Geológicos y Geomorfológicos, (Karsticos en s.e.) consideraremos solamente estos últimos, en cuanto a que son los más asequibles al espeleólogo, y es en este campo donde puede realizar una labor realmente positiva. Quedando los primeros reservados para los especialistas de los temas respectivos. Toda cavidad debe considerarse como un conjunto de unidades parciales dentro de una gran unidad a escala regional constituida por el sistema karstico, por tanto la exploración y planificación de una cavidad deberá de dar una idea de conjunto y simultáneamente de detalles de la misma, constituyendo la asociación de topografías la base para el estudio de las características del sistema regional.

Veamos como podemos planificar estos estudios

1) Mapas de rellenos.- Mapas de suelos.

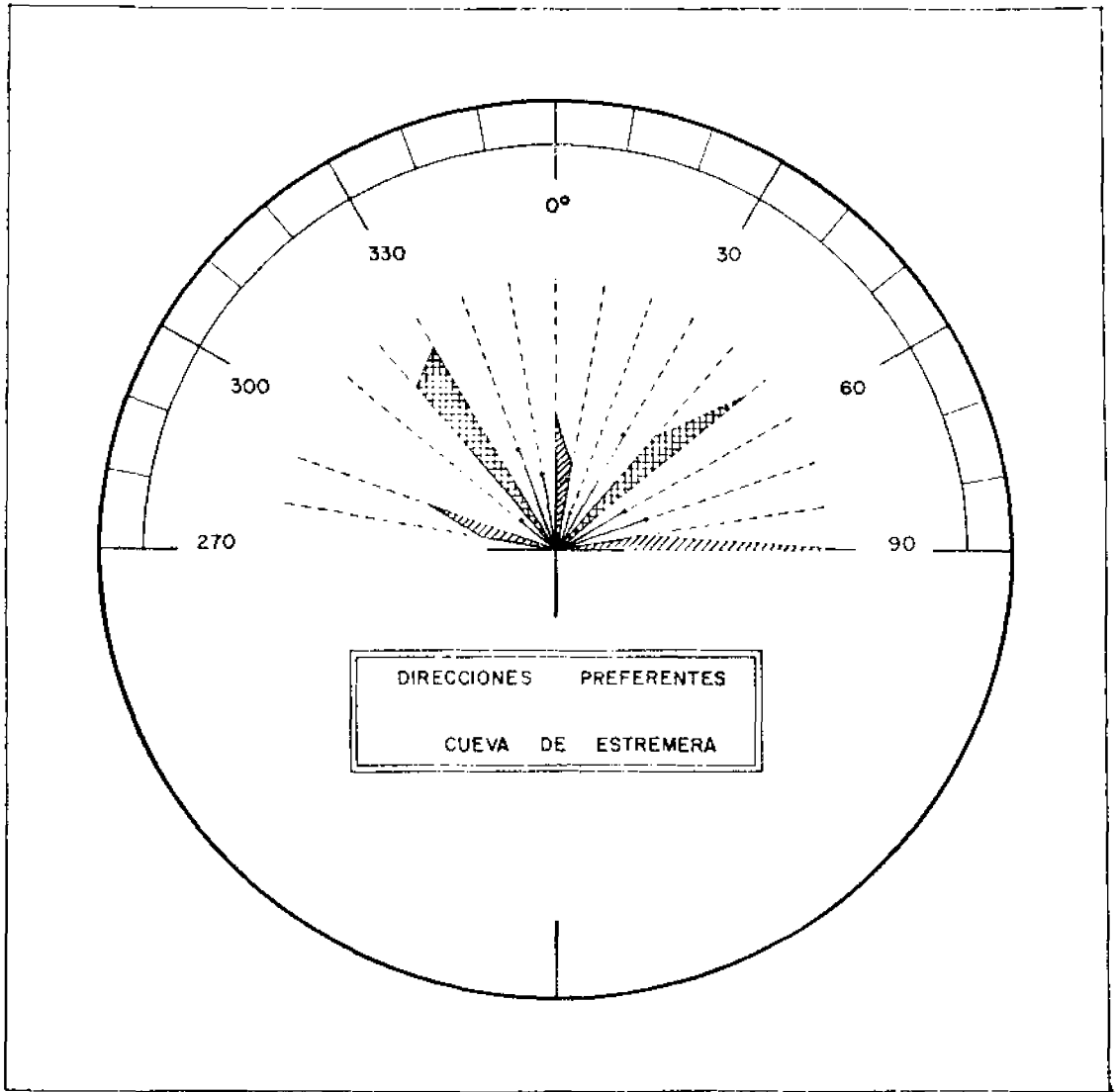
Mapas de formaciones parietales y cenitales

- 2) Mapas de microforma.
- 3) Planta de la cavidad.- Establece las directrices geométricas de la cavidad
- 4) Secciones seriadas.- Hemos establecido una sistemática ya conocida en terminos generales, pero que sugerimos que se realice en forma completa e independiente con el fin de obtener un mejor aprovechamiento de las informaciones dadas por la topografía de cavidades. Queremos hacer incapié en la gran importancia que tiene el poder estudiar un sistema completo de secciones seriadas de una cavidad y no solamente de aquellas que se consideren como "características", que en muchos casos no son más que singularidades que indican poco sobre el desarrollo general de la cavidad.
Por lo tanto nos permitimos sugerir que se realicen secciones en aquellos puntos donde se aprecie un cambio en forma o dimensión del conducto, en relación con la inmediatamente precedente. Estas secciones pueden realizarse, bien a mano alzada que aunque basadas en estimaciones proporcionan suficiente exactitud, o mejor aún por medio de perfiles topográficos con escala.

Con las directrices anteriormente expuestas, hemos realizado el estudio de las dos cavidades anteriormente citadas. En esta comunicación, solamente citaremos los resultados del estudio estadístico de las secciones y orientaciones de las galerías, de la Cueva de Pedro Fernández dado que la premura de tiempo nos impide presentar un estudio más completo.

Vamos a establecer previamente al estudio de esta cavidad una serie de condiciones previas que hemos adoptado al comenzar los estudios

- .- No hemos considerado a la hora del recuento estadístico de secciones, aquellas que corresponden a salas, ya que hemos podido observar que estas aparecen en la totalidad de los casos en puntos de intersección de diaclasas, por lo que su morfología no tiene una dependencia inmediata del proceso general de circulación del agua en la cavidad
- .- Hemos considerado así mismo que no resulta válido a la



hora de realizar un estudio estadístico al considerar del mismo valor a todas las secciones, sino que hay que otorgarles un cierto peso estadístico, que hemos considerado proporcional a la longitud de galería en la que la forma de la sección se conserva.

- .-Se han simplificado las formas tipo, con el fin de realizar el estudio estadístico sobre un número pequeño de variantes de tal manera que la moda viniese indicada con mayor claridad. Esto no es óbice para que en estudios futuros consideremos una mayor variedad de forma
- .-Los estudios se han realizado en una cavidad que tiene una marcada directriz tectónica, y en las que la karsificación se ha desarrollado bajo una covertera detritica poco potente
- .-Se ha supuesto el desarrollo de estas cavidades en régimen freático, con circulación lenta.

ENCUADRE GEDLOGICO

A continuación vamos a dar una sucinda descripción de los terrenos en los que se desarrolla la cavidad.

La Cueva de Pedro Fernández, se desarrolla en una serie de alternancias de niveles bastante potentes de yesos y margas yesíferas grisáceas, de la facies evaporítica Central de Mioceno. Los estratos se encuentran en posición horizontal y la manifestación de unas direcciones preferentes para la acción disolvente del agua, (asimilables a diaclasas) se explica por la creación de unas superficies de acumulaciones de tensión producidas por las diaclasas que afectan al Mesozoico subyacente, y que conservando su actividad en forma mayor ó menor transmitieron a los yesos, (material muy plástico) los efectos de las discontinuidades por ellas constituidas creando pues zonas que aunque sin una marcada discontinuidad física, estaban tensionalmente en desequilibrio.

ESTUDIO ESTADISTICO DE LA CUEVA DE PEDRO FERNANDEZ

Podemos definir dos sistemas de diaclasas diferentes que actúan como directrices:

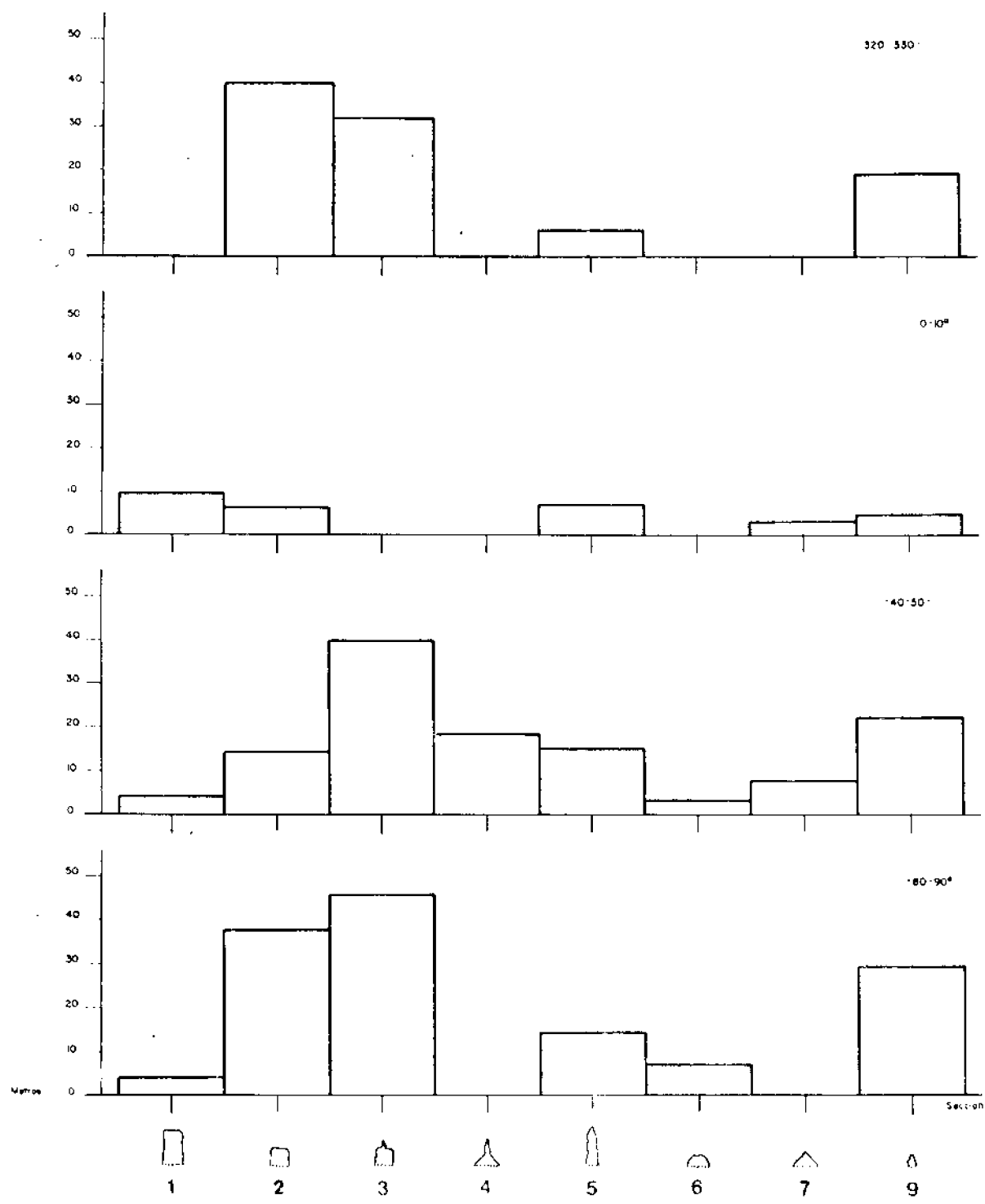
A:

- A-1 Diaclasas de dirección 0° - 10°
- A-2 Diaclasas de dirección 80° - 90°

B:

- B-1 Diaclasas de dirección 40° - 50°
- B-2 Diaclasas de dirección 320° - 330°

Como podemos observar las diaclasas de cada sistema son prac-



ticamente normales entre si.

Para la descripción de las secciones las hemos sistematizado en nueve formas dentro de cuatro agrupaciones.

FORMAS TIPO DE ADMISION (5)

Como tales admitiremos solamente aquellas en la que la dimensión predominante es la vertical(5). Resultando de la circulación del agua en el sentido vertical. La dimensión transversal podrá alcanzar valores variables.

La forma arrosariada que se presenta en ocasiones se debe a las intercalaciones margosas insolubles ó a bancos de yesos más competentes.

Estas secciones terminan siempre en forma apuntada como resultado de tener una directriz vertical.

FORMAS TIPO DE CONDUCCION(1) (2) (6)

Nos vamos para realizar su distinción en la ausencia en la boveda de las secciones, de las acanaladuras terminadas en forma apuntada, indicativas de una circulación en sentido vertical. En estas secciones el flujo fue en sentido transversal.

FORMAS MIXTAS (3) (4) (7)

En estas secciones resulta evidente que existe un aporte vertical de agua seguido por una permanencia del agua en la base, produciendose un flujo transversal con pequeña velocidad de circulación, lo que permite una mayor disolución del nivel inferior. Resulta imposible afirmar a la vista de la cavidad fosilizada cual fue el orden de sucesión de estos dos fenómenos; no obstante podemos afirmar que debieron producirse en muchos de los casos casi simultaneamente, pero partiendo de una forma inicial de absorción.

La diaclasa actuando en la parte alta como conductor y en la baja como receptor. En la parte inferior por una mayor permanencia del agua, aumenta la posibilidad de que por disolución la dimensión transversal aumente. La constancia ó variación del nivel de agua en la zona que actúa como colector determina que la sección inferior sea cuadrada ó subtriangular. La forma (4), solo se ha enfatizado cuando en su presencia era estadísticamente considerable, en los casos restantes se ha asimilado a la forma (3).

FORMAS DE PEQUEÑO Y AMBIGUO DESARROLLO (9)

Se incluye dentro de este tipo: pequeñas secciones que no superen nunca diámetros de pocas decímetros , y con formas

variadas: Circulares, subcirculares, rebajadas, y cuadradas... Se suelen presentar bien en las zonas de comienzo y terminación de las galerías, ó en la mayor parte del desarrollo de algunas de las galerías periféricas del conjunto que constituyen esta cavidad.

Podemos pues interpretar estas formas bien como zonas de admisión poco desarrolladas, ó como conductos horizontales. Cuando aparecen como discontinuidad marcada, en una galería de desarrollo relativamente amplio, pueden estar originadas por diferencias litológicas, por discontinuidades en las zonas de acumulación de tensiones, ó también por variaciones en las condiciones hidrodinámicas del medio.

ANALISIS DE LOS GRAFICOS DE FRECUENCIAS

V-1 A-1

Relación de frecuencias en orden decreciente: 1-2-5-9-7. Resulta muy significativo, que según esta directriz, donde el recorrido de galerías es el menor, hay predominancias de las formas de conducción sobre las formas de absorción e inclusive sobre las de pequeño y ambiguo desarrollo.

V-2 A-2

Relación de frecuencias en orden decreciente: 3-2-9-5-6-1. En estas galerías, que son las que poseen dentro del sistema un mayor desarrollo, aparece una igualdad entre las formas de absorción (3+5) y las formas puras de conducción (1+2). Es evidente que es esta dirección así como en la B-1, que a continuación estudiaremos, se ha producido un desarrollo más completo de las formas propias de la karsificación. Esto puede explicar la gran frecuencia de aparición de formas de pequeños y ambiguo desarrollo que testimonian un desarrollo progresivo hacia una ampliación del número de conductos de absorción y conducción.

V-3 B-1

Relación de frecuencias en orden decreciente: 3-9-4-5-2-7-1-6.

Según esta directriz encontramos una mayor variedad de formas aunque la equivalencia entre las formas de absorción y de conducción se conservan. Las conclusiones expresadas en el apartado V-2 permanecen válidas para éste.

V-4 B-2

Relación de frecuencias en orden decreciente: 2-3-9-5.

Al igual que los dos casos precedentes, encontramos una relación unitaria entre las frecuencias de formas de absorción y de conducción aunque con mayor frecuencia de formas puras de absorción en relación con todos los gráficos de frecuencias restantes .

ANÁLISIS DE CONJUNTO Y CONSECUENCIAS

En el balance general de las gráficas, encontramos los siguientes hechos:

- a) Una equivalencia prácticamente de relación unidad entre las formas de conducción (1+2+6) y las de absorción s.l. (3+4+5+7)
- b) Una gran proporción de formas de absorción mixtas (3+4)
- c) Una pequeña proporción de formas de admisión puras (5)
- d) Gran abundancia de formas ambiguas y de pequeño desarrollo, sobre todo en galerías periféricas.

Esto nos lleva a sugerir que estos fenómenos de karstificación se producen en un área extremadamente limitada, partiendo de un área núcleo donde las condiciones locales eran más favorables para el proceso.

Recubrimiento detritico que hace menor la escorrentia y por lo tanto, mayor la infiltración eficaz.

Una posible concentración mayor de diaclasas o zonas tensionalmente activas.

Por lo tanto a partir del núcleo anteriormente definido, la karstificación tiende a extenderse radialmente de ahí que las galerías periféricas presenten gran abundancia de pequeñas secciones.

La gran abundancia de formas mixtas, frente a las puras de absorción y conducción nos permite suponer la existencia de un nivel permanente de ocupación por el agua, causa de morfología típica

La gran dispersión angular de los conductos A-2, B-1, B-2, parece indicar la falta de una tendencia general en la dirección del flujo de agua que supondremos en régimen laminar y con una tendencia de desplazamiento en dirección al arroyo cercano, que está a menos de 30 mts. de algunos puntos de la cavidad.

Resulta evidente que el nivel de base del curso de agua epigeo anteriormente citado ha actuado como controlador del nivel máximo de ocupación del agua dentro de la cueva y esta ha quedado fosilizada a causa del descenso del nivel de base del mismo.

La consideración de estos fenómenos de karstificación bajo cobertera detrítica, nos resulta de gran interés al realizar un estudio sobre las deformaciones recientes que sufren algunas terrazas cuaternarias apoyadas en yeso: Al descender el nivel de base de un río, se determina, en condiciones adecuadas de depósito previo, la formación de una terraza. Si suponemos que antes de este descenso se ha producido la karstificación de los yesos que sirven de apoyo a la terraza, al descender el nivel de base las formas kársticas se fosilizan quedando sin el agua que antes las ocupaba.

La presión efectiva que actúa sobre cada unidad de superficie que sostiene la terraza y autosostiene el resto de la masa karstificada equivale al peso proporcional de yeso y montaña de terraza menos el empuje ejercido por el agua, al desaparecer el agua aumenta y puede ocurrir que supere el coeficiente de rotura. De esta forma se producen hundimientos, aunque puede ocurrir que el yeso por su plasticidad flexe acusadamente y la terraza sufre pliegues y deformaciones.

SECTOR

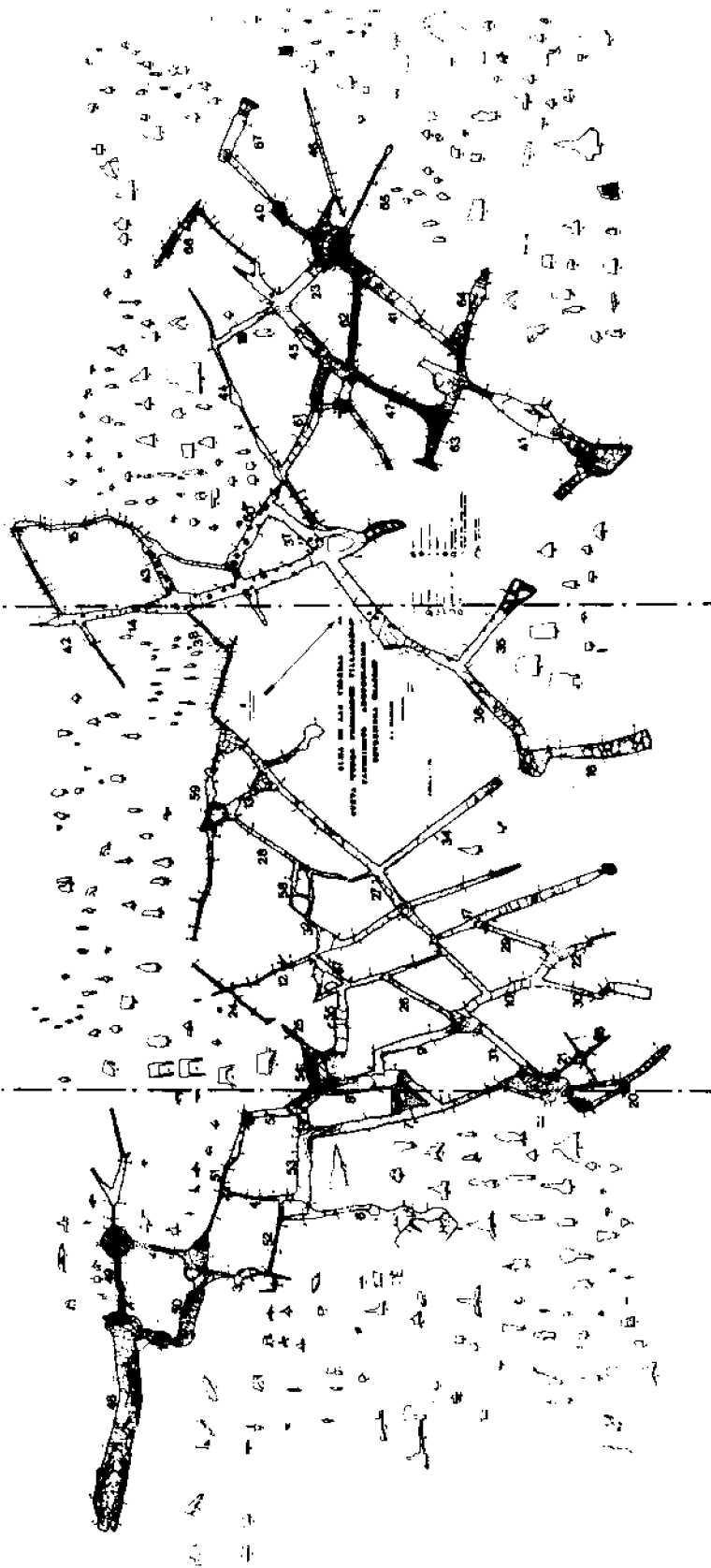
C

SECTOR

B

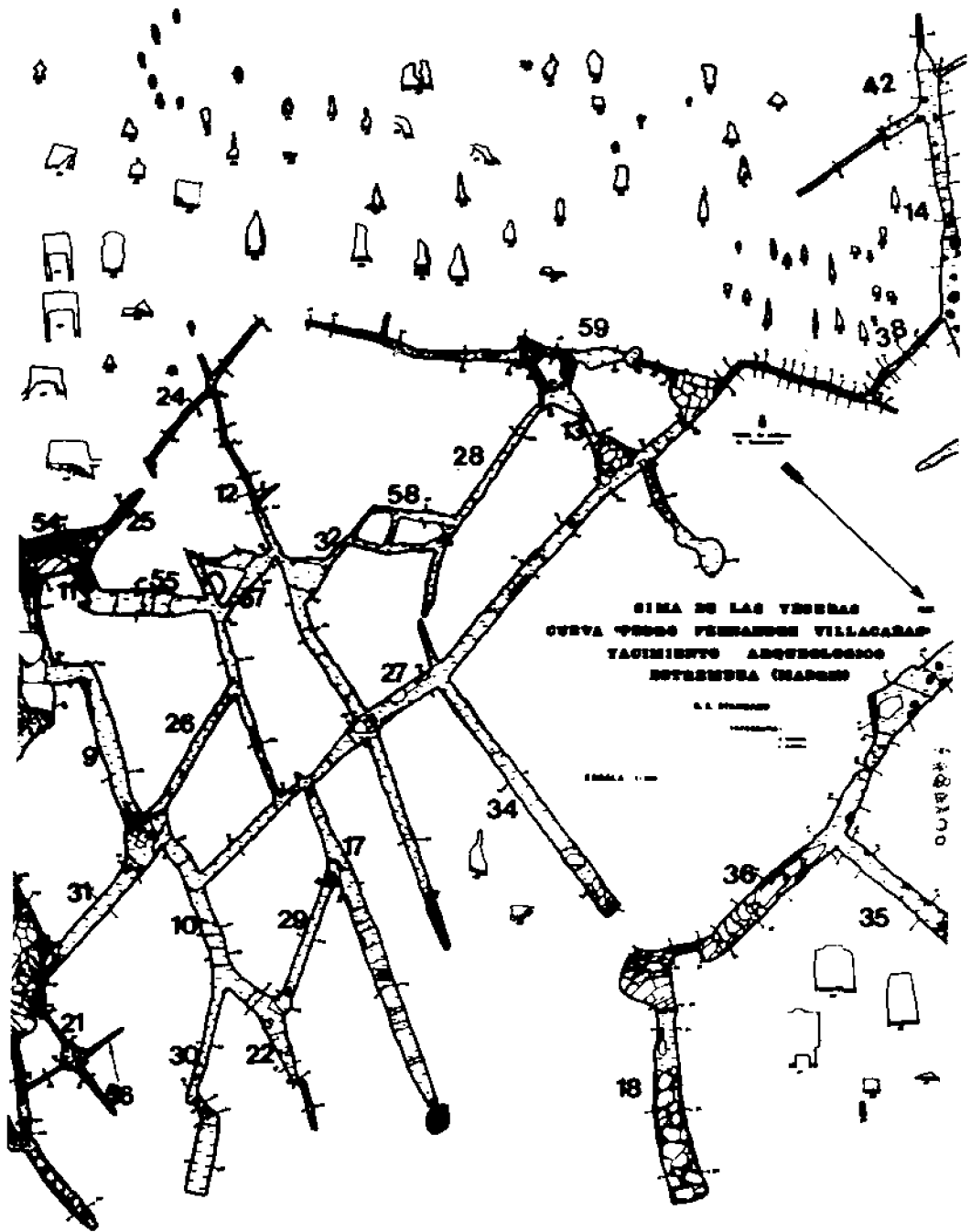
SECTOR

A

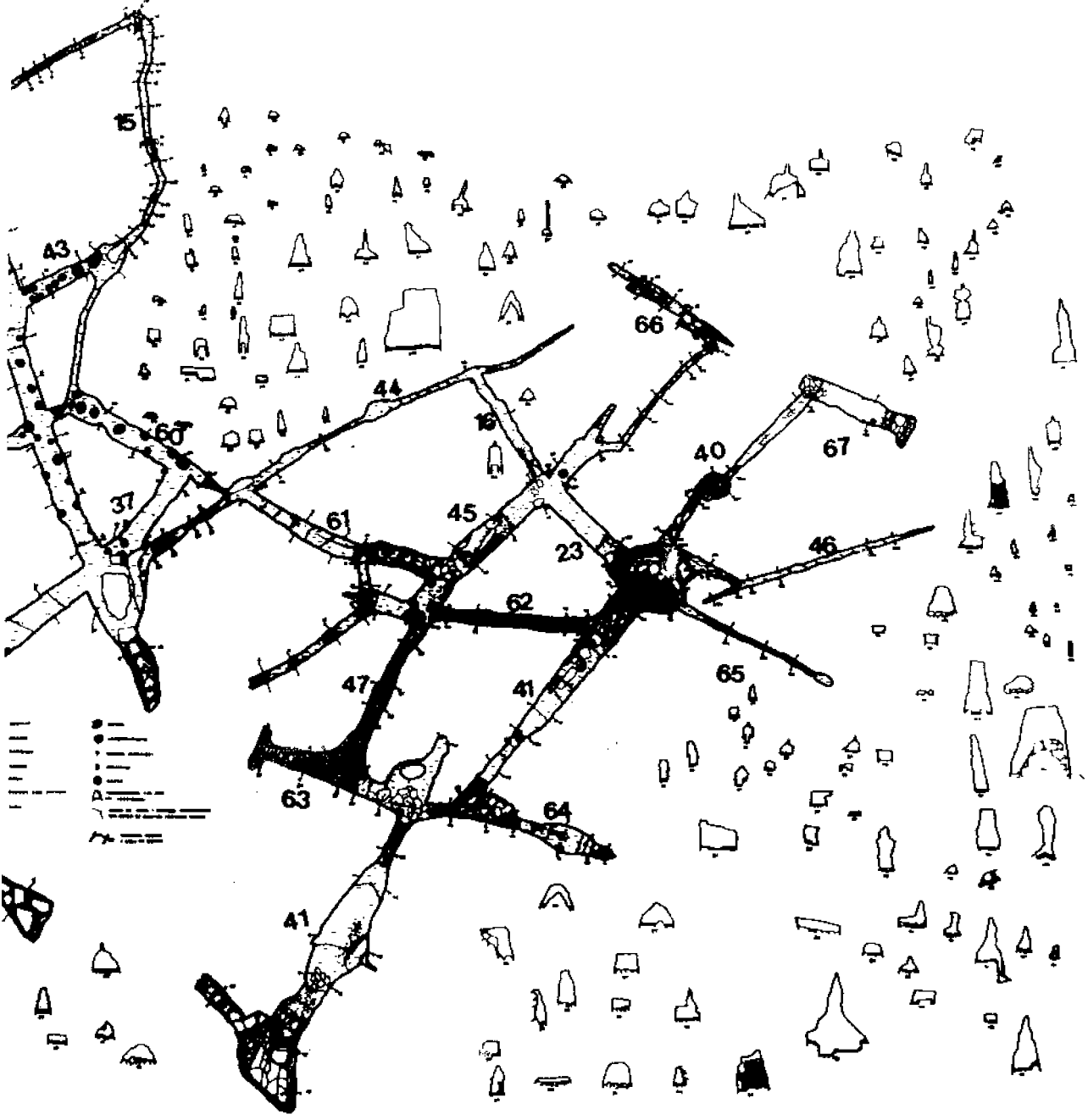




SECTOR A



SECTOR B



SECTOR C