



EspeleoSie

BOLETIN

DE LA

SECCION DE INVESTIGACIONES ESPELEOLOGICAS
DEL
CENTRO EXCURSIONISTA "AGUILA"



BOLETIN
SIE n.º 11

E S P E L E O S I E

BOLETIN DE LA SECCION DE
INVESTIGACIONES ESPELEOLOGICAS
DEL CENTRO EXCURSIONISTA AGUILA

C. Viladomat, 152 - Tel. 254.40.56

Barcelona - 15 -

2ª EPOCA

nº 11

Abril 1972

Depósito legal B, 12.261/1.970

E D I T O R I A L

HACIA UNA EVOLUCION DE LA MENTALIDAD DEL ESPELEOLOGO

A medida que aumentan los contactos del espeleólogo con el mundo de las cavernas, tiene necesidad de formarse un conjunto de representaciones que correspondan permanentemente a sus aspiraciones y alguna que otra vez a su experiencia. Esta explicación de las cavernas puede ser falsa o absurda: no importa; necesitamos una, porque tenemos un verdadero afán de plenitud intelectual. Los espeleólogos prefieren dar respuestas falaces a sus curiosidades o a sus angustias antes que aceptar la sensación de vacuidad y desconcierto que acompañan al reconocimiento de nuestra ignorancia.

Esto dio como consecuencia a que las últimas décadas de nuestra espeleología la podamos considerar de metafísica, puesto que se partía de que el razonamiento y la lógica bajo todas sus formas, tales como la deducción silogística, la dialéctica, la inducción, etc. son superiores a la experiencia.

A este estado dogmático se opone cada vez con mayor ímpetu el estado positivo, renunciándose a la pretensión de conocer las causas iniciales considerando que la experiencia es superior al razonamiento especulativo. Adquiriéndose el conocimiento por pacientes esfuerzos y no de intuiciones gratuitas. El único punto de verdad ya no es la conformidad con una doctrina sino un acuerdo con los hechos.

El paso de una a otra mentalidad se realiza de un modo involuntario y casi inconsciente. Es la resultante del progreso general de nuestros conocimientos.

J.M.Victoria i López

LAS MEDICIONES INCLINADAS

por J.M. Victoria i López

G U I O N

1. Introducción.
2. Definiciones básicas.
3. Métodos de cálculo.
 - 3.1 Método operativo.
 - 3.2 Método gráfico.
 - 3.2.1 Gráfica.
 - 3.3 Métodos de cálculo matemáticos.
 - 3.3.1 Resolución aritmética.
 - 3.3.2 Trigonometría.
 - 3.3.3. Regla de cálculo estadimétrica.
 - 3.3.4 Tabla de factores de conversión.
4. Apéndice.
5. Conclusiones.
6. Bibliografía.

1. Introducción.

En la presente nota, vamos a intentar examinar los problemas que plantean las mediciones inclinadas, desde un punto de vista eminentemente práctico, presentando los posibles procedimientos utilizables para su resolución.

Dado el carácter aproximativo de los planos espeleológicos y las condiciones de nuestras cavernas que suelen optar entre una rigurosa verticalidad, o una verticalidad manifiesta, los tramos inclinados de las mismas suelen resolverse por procedimientos poco ortodoxos (8). No obstante en trabajos que requieren mayor precisión en la nivelación, ante estudios de tipo Hidrológico, posible comunicación de cavidades, etc., o ante cavidades con planos inclinados abundantes, p. ej.: Cova-Avenc de Vall major, Cova-Avenc de la Rabosa, Avenc del Boixaguer, Graller Gran del Corralot, etc., resulta preciso disponer de un instrumental específico y de un método adecuado.

2. Definiciones básicas.

Cinta métrica. - Como su propio nombre indica se trata de una cinta graduada en metros, con subdivisión en decímetros y centímetros, destinada a medir distancias sobre el terreno.

En el mercado se pueden encontrar diversos tipos, acero, tela, fibra de vidrio, etc., comunmente arrolladas en un rodete de 10, 20, 25, 50, 60 y 100 mts.

Particularmente utilizo una de 50 mts. de fibra de vidrio por sus condiciones de visibilidad, resistencia al roce y facilidad de limpieza. Las de tela con el tiempo y la acción del barro, se degradan y resulta cada vez más difícil realizar una buena lectura y las metálicas se rompen con facilidad con una simple pisada. En las largas distancias resulta muy útil un cuentametros por hilo perdido (5) que presenta como mayor inconveniente el ensuciar innecesariamente la cavidad.

Clinómetro. - Es un instrumento destinado a la medida de los ángulos verticales. Existen multitud de tipos incorporados o no a otros instrumentos (6) de entre los cuales creemos merece la pena destacar el Suunto (fig. 1) y el Abney (fig. 2). Ambos los

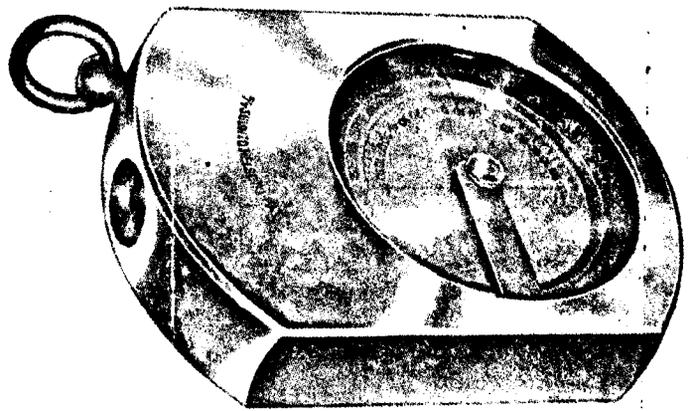
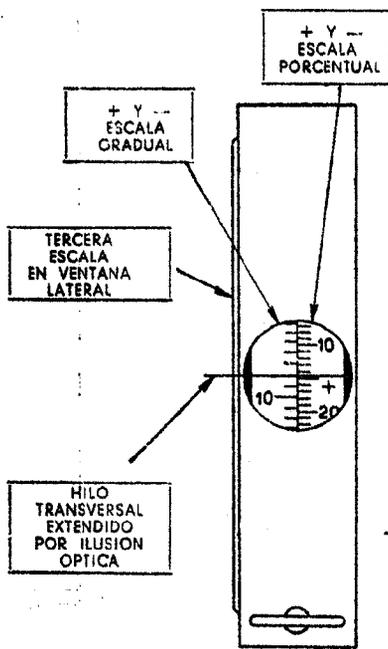


fig. 1

Clinómetro Suunto

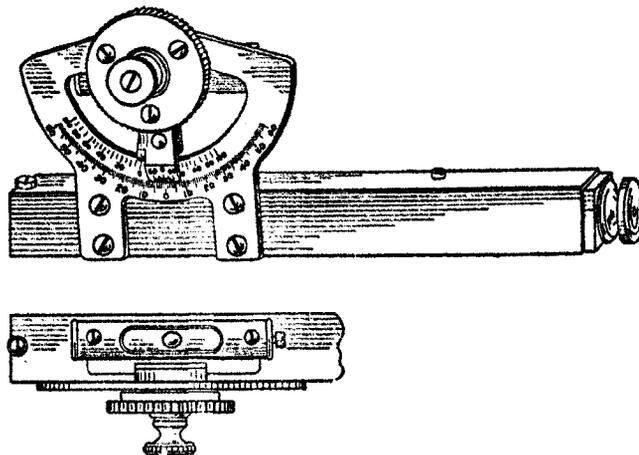


fig. 2

Clinómetro Abney

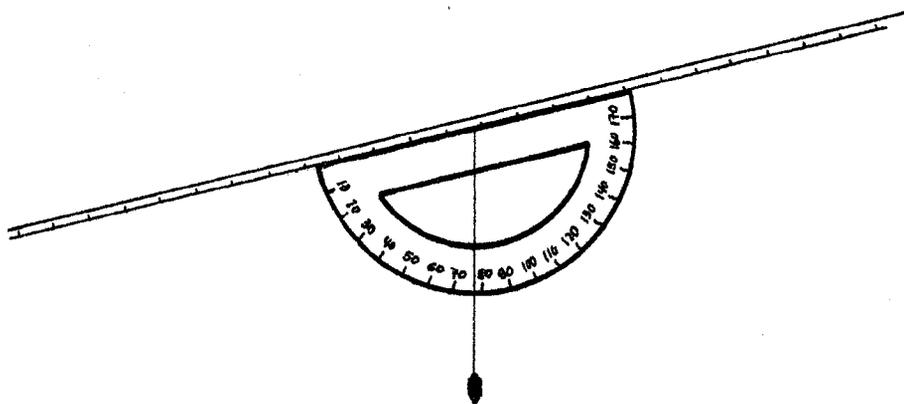


fig. 3

Clinómetro rudimentario

hemos utilizado con resultados satisfactorios. El principiante puede construirse un clinómetro rudimentario con un semicírculo graduado y una plomada que resulta de excasa precisión mas de precio fácilmente asequible (fig. 3).

Clinómetro Suunto. - Vease la fig. 1.- La medición vertical de ángulos con el clinómetro Suunto se efectúa mediante el siguiente proceso: se apunta con el instrumento al objetivo hasta que coincida el filamento transversal con la estación a medir, al propio tiempo el sector del filamento sobre la escala da la lectura. Debido a una ilusión óptica, al visar con los dos ojos abiertos, el filamento parece continuar sobre la armadura del instrumento de modo que se puede proyectar fácilmente sobre el objetivo.

El fabricante suministra el modelo PM-5/360 PCT, que lleva incorporada una lámpara de Tritium que ilumina la escala de lectura. No obstante resulta interesante procurar que la luz incida en la ventana lateral.

Clinómetro de Abney.- Vease la fig. 2.- Para utilizarlo, visando a través del tubo hay que superponer el hilo horizontal del retículo sobre el punto. Simultáneamente y a través del prisma interior del tubo se comprueba el nivel de burbuja, accionando el tornillo de control, al cual van rígidamente unidos el nonio y el nivel de burbuja hasta que esta última sea bisecada por el retículo. Es entonces cuando se puede leer el ángulo sobre el arco vertical. En la escala superior del mismo se leen las pendientes en tantos por ciento y en la inferior en grados.

La iluminación a través de la ventana superior se consigue fácilmente con la propia luz incorporada al casco espeleológico, ello, junto con

un mejor sistema de punteria y la incorporación del nonio, son ventajas interesantes frente al actualmen
te popular Suunto.

- Desnivel.** - Se denomina desnivel la diferencia de cotas entre dos puntos. Puede ser positivo o negativo, denominandose comunmente en espeleología a éste último profundidad (fig. 4).
- Distancia natural.** - La distancia natural o geométrica, corresponde a la línea recta que separa dos estaciones y es precisamente la dimensión que debemos medir sobre el terreno (fig. 4).
- Distancia real.** - O geográfica, es el camino que realmente debemos recorrer entre dos puntos, siguiendo todas las sinuosidades del terreno (fig. 4). En terrenos de pendiente uniforme y regular la distancia real será de igual magnitud a la natural. Al aumentar los cambios de pendiente la natural resultará cada vez menor en realación con la real.
- Distancia reducida.** - Reducida al horizonte o proyectada. Se llama de cualquiera de estas tres maneras a la longitud de la recta perpendicular a las verticales que pasan por los extremos de la distancia cuya reducida se quiere obtener.
- Esta resultará menor cuanto mayor sea la inclinación.
- Levantamientos irregulares.** - En ellos se usan instrumentos elementales, o no se utiliza ninguno en alguna parte del trabajo, y los métodos que se siguen pueden ser intuitivos, como medir distancias a pasos o croquización. Los errores cometidos son grandes y no pueden considerarse repartidos con uniformidad. A diferencia de los métodos regulares influye de modo preponderante la habilidad del operador.

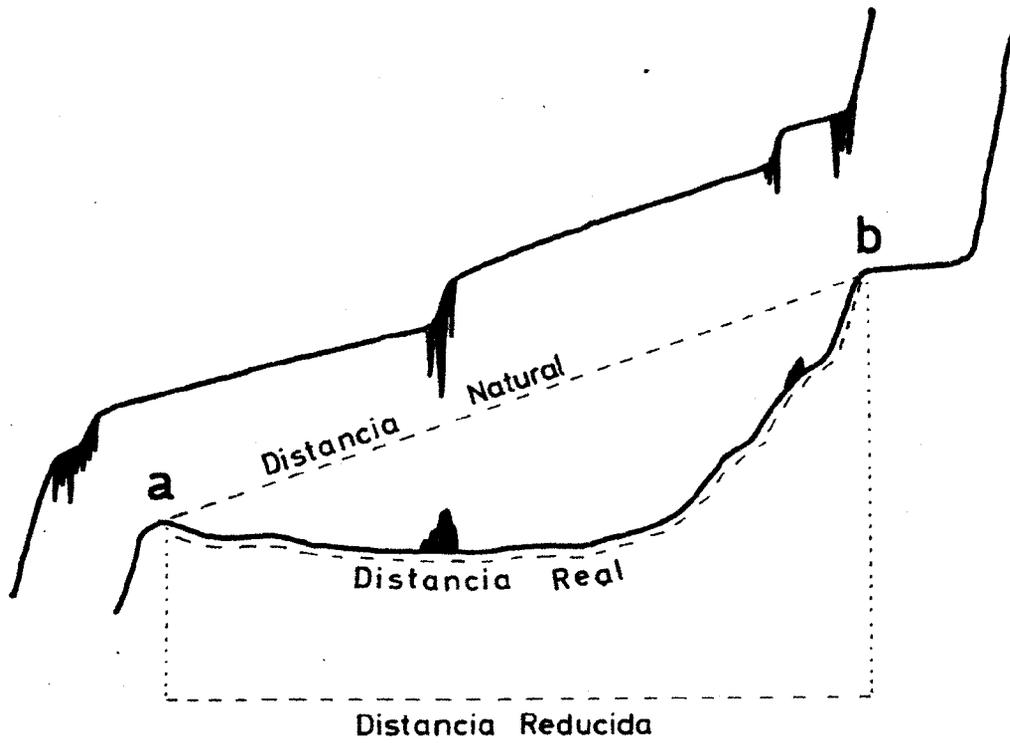


fig.4 Conceptos de distancia

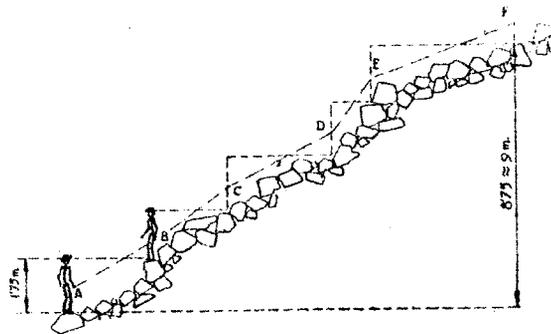


fig.5 Método operativo

Levantamientos regulares.—Se utilizan instrumentos mas o menos precisos, que son fundamento científico, permiten obtener una representación de exactitud variable, mas de idéntica precisión en cualquier punto de la zona levantada. Su exactitud depende de la habilidad del operador, mas principalmente se debe a la precisión de los instrumentos utilizados.

Estos a su vez pueden ser de precisión y expeditos. En los primeros han de utilizarse los instrumentos y los métodos en relación con la escala adoptada, en forma tal que los inevitables errores queden sin representación gráfica en el plano por no sobrepasar su magnitud, el límite de percepción. En los expeditos los errores llegar a ser sensibles en el plano.

Límite de percepción.—Se admite que la vista humana normal puede llegar a percibir sobre el papel magnitudes hasta de 1/4 de mm. con un error de percepción no superior a 1/5 de mm.

- Mapa.** — Se denomina mapa toda representación de una parte de la superficie terrestre que por su extensión y debido a la curvatura del planeta requiere el uso de los sistemas especiales de transformación propios de la cartografía.
- Plano** — Se designa plano, toda representación gráfica que por la escasa extensión de la superficie a que se refiere no exige hacer uso de sistemas cartográficos.

3. **Métodos de cálculo.**— Aunque en las cavernas procedemos a medir las distancias naturales, en su representación en el plano en los levantamientos regulares únicamente debemos utilizar su proyección o distancia reducida como único medio para evitar distorsiones.

Con un ejemplo veremos claramente las diferencias:

Sean dos cavidades, la Sima A y la Cueva B., (fig. 6) que suponemos forman parte de una misma unidad hipogea aunque no sea factible su comunicación por obstrucciones

diversas. Las medidas del itinerario topográfico son las siguientes:

	Vector	Distancia	Orientación	Inclinación
Sima A	0 - 1	50	150º	75º
	1 - 2	50	220º	65º
	2 - 3	41	309º	7º
	3 - 4	48	280º	5º
Cueva B	B - 5	40	60º	50º
	5 - 6	65	90º	5º

La representación de la planta desarrollada, es decir el transporte directo de las medidas naturales (fig. 8) nos muestra dos cavidades sin una conexión evidente. Al contrario, tal como debemos realmente proceder, si transformamos tales medidas en sus correspondientes reducidas (fig. 7) obtendremos una representación mas adecuada con la realidad.

Para ello resulta evidente la necesidad del cálculo de las mediciones inclinadas para su transporte al plano. Fundamentalmente podemos considerar tres sistemas principales que describiremos en el siguiente orden: el operativo, el gráfico y los procedimientos matemáticos.

3.1 Método operativo.-

Básicamente consiste en descomponer la pendiente en una serie de resaltes horizontales. Su aplicación queda restringida a las rampas que permitan una cierta estabilidad de los operadores sobre ella. Descrito por uno de los pioneros de la topografía espeleológica catalana O. Andrés (1) (del cual tomamos la figura 5) permite en los levantamientos irregulares una aceptable evaluación de desniveles sin instrumento alguno.

La utilización de una cinta métrica y un simple nivel de burbuja permite un mayor rigor y nos suministra asimismo de modo directo la reducida a la horizontal y el desnivel, posibilitando que el escalonamiento altimétrico de los vectores no sea necesariamente equidistante.

A continuación damos la descripción publicada recientemente por O. Andrés (3), (vease fig. 5): "Partiendo de la parte inferior de la rampa, donde permanecerá el topógrafo, el ayudante remontará la misma con el extremo de la cinta métrica en la mano. En el momento en que el topógrafo ve los pies de su ayudante a la altura de los ojos, con la ayuda del nivel de burbuja, efectúa la lectura de la cinta. Conociendo la altura de los ojos del topógrafo

fig. 6

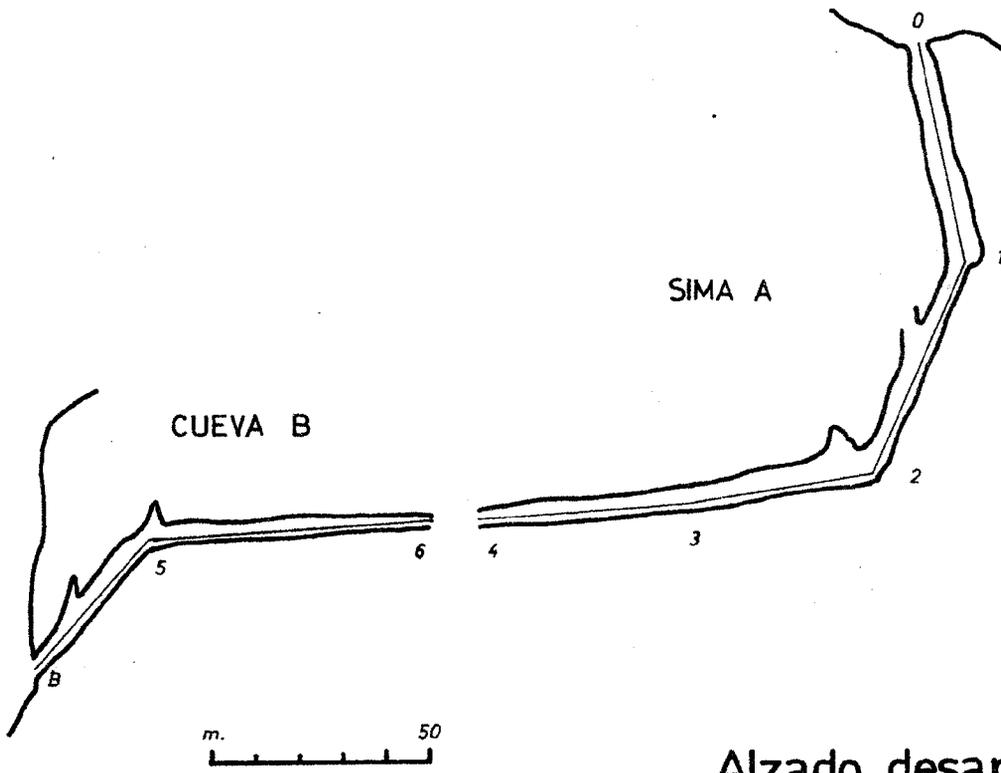


fig. 7

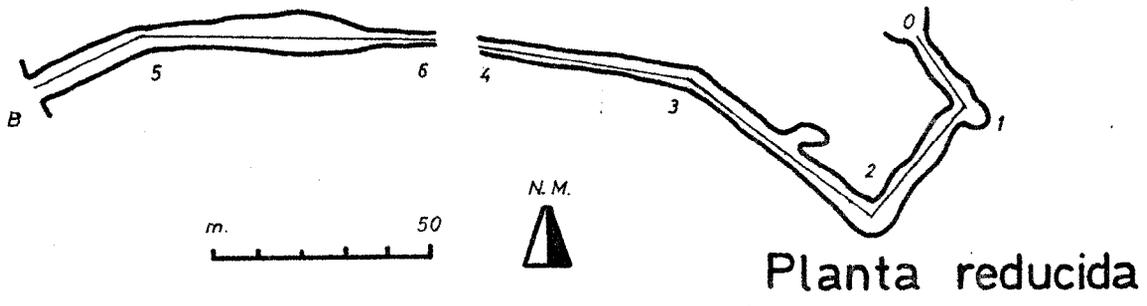
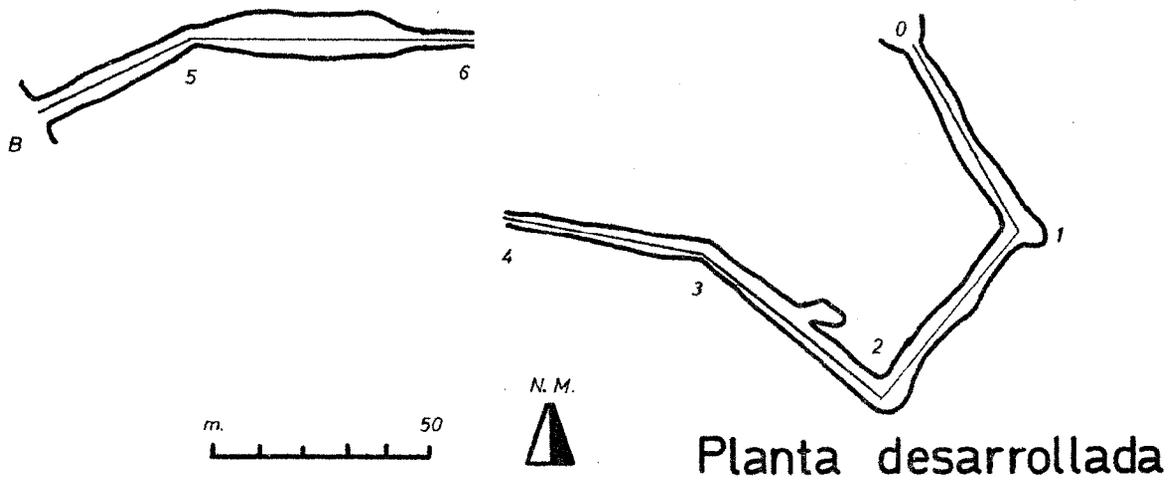


fig. 8



y la distancia leída en la cinta, operando análogamente desde el punto en que se había detenido su ayudante..
"hasta el final de la rampa, poseeremos los datos precisos para la exacta representación de la pendiente.

En resumen, resulta en extremo laborioso en pendientes de gran desarrollo y su descomposición en múltiples mediciones aumenta las posibilidades de error en las lecturas y estacionamientos. No obstante en casos concretos un equipo entrenado puede obtener resultados muy satisfactorios.

3.2 Método Gráfico.-

Es una buena forma de resolver problemas sobre distancias inclinadas. El error que pueda existir en la construcción lo compensa la rapidez del proceso. Se funda su resolución en la construcción del triángulo rectángulo que determinan los elementos distancia natural, reducida y diferencia de nivel que tenemos que considerar.

Para ello basta conocer dos elementos de los seis de que se componen (tres ángulos y tres lados. Fig. 9) que serán precisamente el lado "a" y uno de los ángulos "C" o "B". La distancia natural o lado "a" lo hallaremos con cinta métrica o procedimiento análogo y para la medición del valor de los ángulos precisaremos un clinómetro. Hay que tener en cuenta que las graduaciones pueden ser en grados sexagesimales, centesimales o milésimas, para la conversión de una a otra graduación basta saber que: $360^g = 400^g = 6.400^m$, y con una sencilla regla de tres podemos resolverlo; pueden utilizarse asimismo las tablas II y III que insertamos al final de este artículo.

Conocidos estos dos datos resolveremos el problema como sigue:

Ejemplo: Si el ángulo de pendiente es de 25^g y la distancia natural de 41 m.

¿Cuál será el valor de la reducida y del desnivel?

- Procedimiento: 1º Se construye el ángulo de pendiente con ayuda de un transportador (Fig.10).
- 2º En el lado AB superpondremos a escala la medición de la distancia natural, alcanzando el punto B'.
- 3º De B' bajaremos una perpendicular a la recta AD determinando el punto D' (fig.11)

Solución: La recta AD' nos da a la misma escala el valor de la reducida y la perpendicular B'D' igualmente a escala

el desnivel.

Con papel cuadriculado o milimetrado resulta sumamente sencillo proceder a tal construcción gráfica (fig. 12), resultando ideal en las construcciones "in situ". Primeramente por tal construcción gráfica obtendremos el alzado y de él por proyección las dimensiones en planta.

3.2.1 Gráfica.-

Si exclusivamente representamos la planta podemos economizar tiempo y trabajo (a costa de disminuir ligeramente la precisión) utilizando una gráfica como la de la fig. 13, del siguiente modo (fig. 14).

Se entra en la gráfica por abscisas u ordenadas con la cifra de metros medidos sobre el terreno o distancia natural, prosiguiendo por su correspondiente arco hasta la intersección con la recta de igual graduación a la pendiente hallada.

Desde este punto se dirige una perpendicular a las abscisas que nos determina la cifra de metros en proyección o reducidos al horizonte.

Analogamente la perpendicular al eje de ordenadas determina los metros de desnivel.

En nuestro ejemplo (fig. 14) los datos son: distancia natural 20 mts., pendiente 50° , y los resultados obtenidos, reducida 13 mts. y desnivel 15 mts.

Estas gráficas son muy fáciles de construir y cualquiera puede confeccionarse la que mas se ajuste a sus necesidades, no obstante a quien resulte de utilidad la que adjuntamos, puede solicitar un ejemplar a la S.I.E., que gratuitamente se le facilitará. A tal efecto se ha procedido a un tiraje extra de 200 copias.

3.3 Métodos de cálculo matemáticos.

3.3.1 Resolución aritmética.-

En todo triángulo rectángulo (fig. 9), como el formado por la distancia natural (a), el desnivel (c) y la distancia horizontal o reducida (b), se verifica el Teorema de Pitágoras: la suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa.

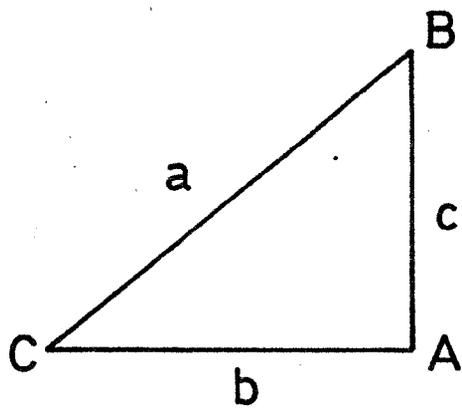


fig. 9

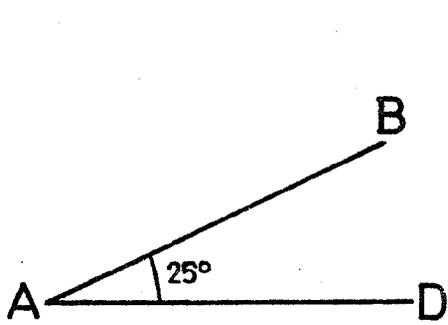


fig. 10

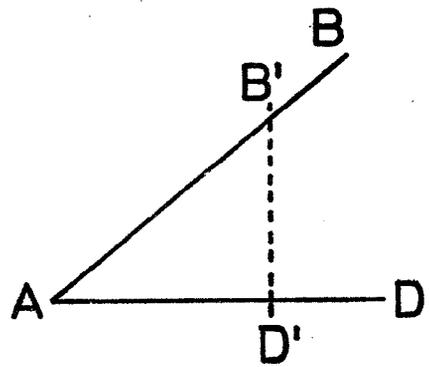


fig. 11

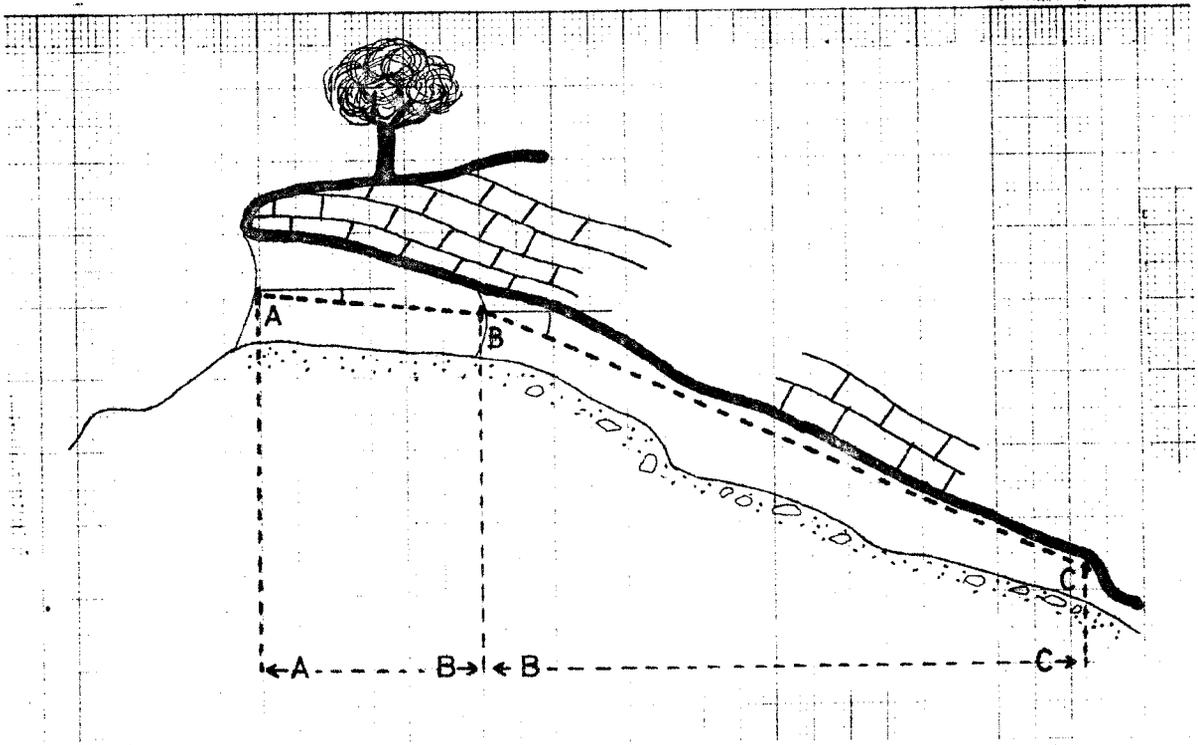
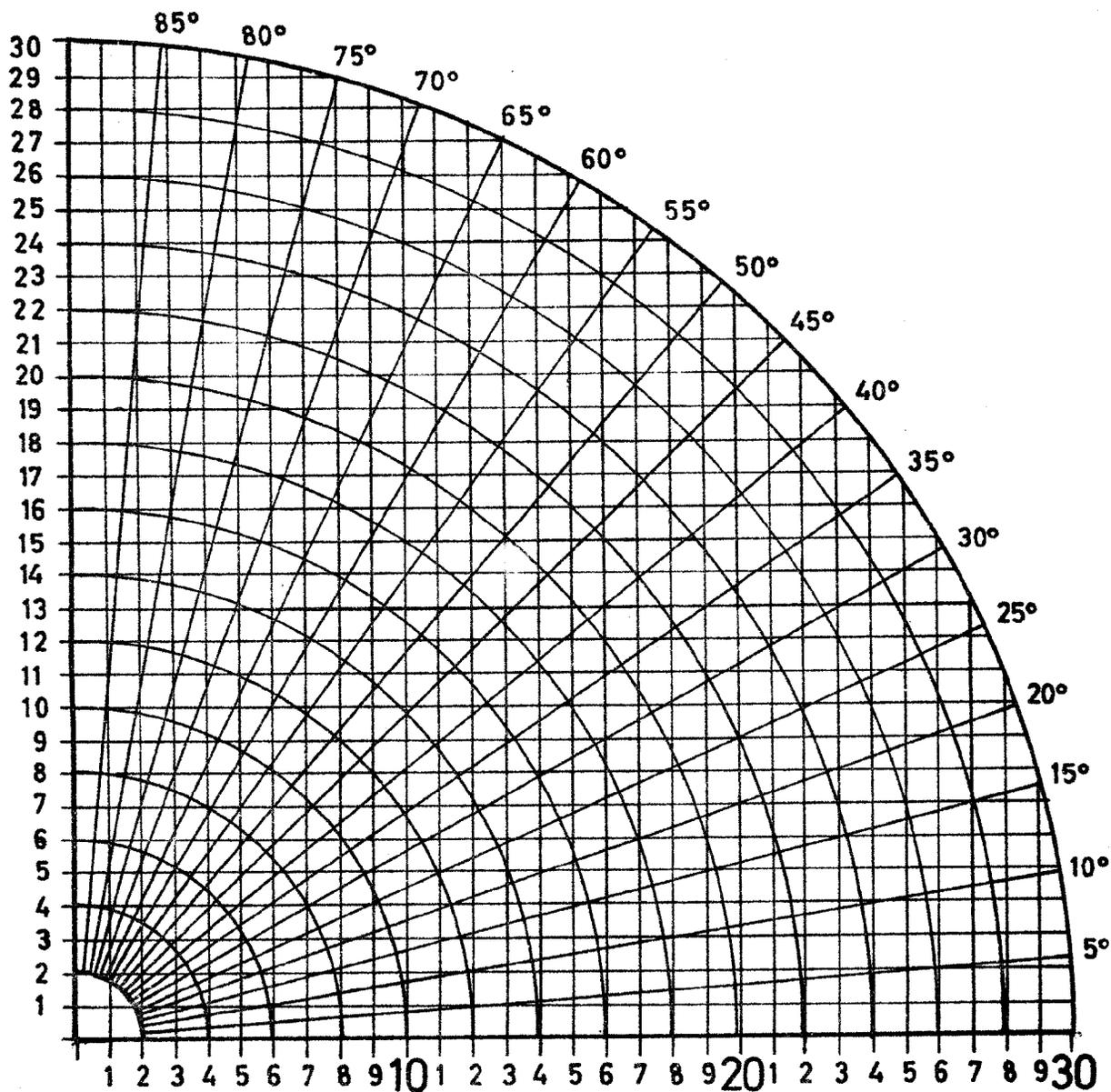


fig. 12

GRAFICA PARA EL CALCULO DE LAS MEDICIONES INCLINADAS

fig. 13



Conocida la medida de "b" y "c", es indudable que se puede deducir el valor de "a" (formula 1ª). De la primera se deduce la segunda, con lo cual podemos hallar el valor de "b" conocidos los de "a" y "c". De cualquiera de las dos anteriores se deduce la tercera, por la que sabremos el valor de "c" conocidos los valores de "a" y "b".

Formulas : 1ª) $a^2 = b^2 + c^2$

2ª) $b^2 = a^2 - c^2$

3ª) $c^2 = a^2 - b^2$

Para aplicación de estas formulas resulta pues preciso conocer dos lados del triángulo, lo que difícilmente ocurrirá en los levantamientos topográficos subterráneos.

No obstante vamos a dar un ejemplo: la diferencia de nivel entre las dos estaciones es de 10 mts. y la distancia natural de 72 mts. ¿Cuál será la reducida?

Datos : Distancia natural = a = 72 mts.
Diferencia de nivel = c = 10 mts.

Formula : $b^2 = a^2 - c^2$ Planteamiento: $b^2 = 72^2 - 10^2$

Desarrollo : $d^2 = (72 \times 72) - (10 \times 10);$

$$d^2 = 5.184 - 100 = 5.084; d = \sqrt{5.084} = 71'3$$

Solución : Distancia reducida 71'3 mts.

3.3.2 Trigonometría.-

Los procedimientos gráficos para resolver problemas siempre dan unos resultados inexactos, ya que debiendo utilizar en ellos, regla, transportador, etc., instrumentos materiales que solo pueden darnos una relativa y casi siempre grosera aproximación a la realidad.

La necesidad de resolver estos triángulos con mayor aproximación de la que nos ofrecen las construcciones gráficas nos obliga a utilizar la trigonometría, ciencia que trata de la resolución de triángulos numericamente, esto es representando las magnitudes mediante los símbolos o números que expresan sus medidas y aplicándoles los procedimientos del análisis matemático, exactos y susceptibles de toda generalización.

En un triángulo rectángulo resulta siempre conocido el ángulo recto; bastará por tanto, conocer dos de los cinco elementos restantes (fig. 9) entre ellos un lado por lo menos para que podamos determinar los otros tres.

Veamos las formulas trigonométricas que interesan a nuestro caso:

$$A = 90^\circ; \quad C = x; \quad B = 90^\circ - x$$

$$\text{sen } C = \frac{c}{a} = \cos B$$

$$\text{sen } B = \frac{b}{a} = \cos C$$

$$\text{seno verso } C = \frac{a - b}{a}$$

De ello resulta que conociendo el valor de la hipotenusa (distancia natural) y uno de los ángulos B o C podemos elucidar el valor de "b" (distancia reducida) y "c" (desnivel) según las siguientes formulas:

Conociendo "a" y C:

$$b = a \cos C \quad c = a \text{ sen } C$$

conociendo "a" y B:

$$b = a \text{ sen } B \quad c = a \cos B$$

Ecuaciones que pueden resolverse por los valores naturales de las líneas trigonométricas, de las cuales existen en el mercado excelentes compendios, tales como los de Soldat, Jordán, Ruiz-Anado, Cuartero, Claro-Garro, etc.

De todas formas el procedimiento es algo laborioso, para simplificar las operaciones (dos multiplicaciones largas) podemos aplicar logaritmos:

$$\log b = \log a + \log \cos C = \log a + \log \text{ sen } B$$

$$\log c = \log a + \log \cos B = \log a + \log \text{ sen } C$$

y con sólo dos sumas podemos resolver el problema.

Otro procedimiento igualmente exacto, consiste en lugar de calcular las reducidas, obtener la diferencia de estas con la natural, y en vez de calcular $b = a \cos C$, se halla $a - b = a \text{ vers } C$ (los valores de los senos versos igualmente se hallan en compendios trigonométricos).

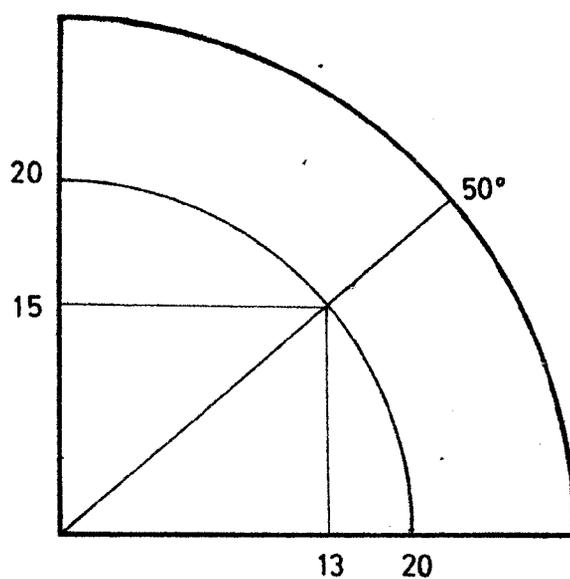


fig.14 Utilización de la gráfica

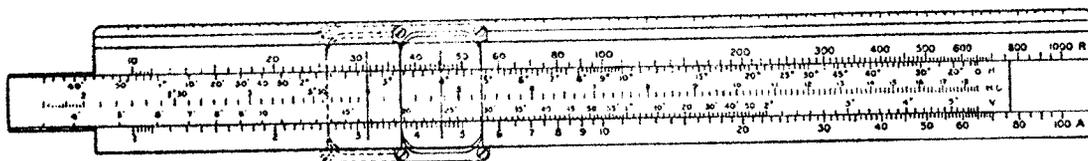


fig.15 Regla de cálculo estadimétrica

Veamos un ejemplo: si la distancia inclinada es de 30'02 mts. y el ángulo de inclinación es $6^{\circ} 12'$, la distancia horizontal sera: $30'02 - 30'02 \times \text{vers } 6^{\circ} 12'$
 $= 30'02 - 30'02 \times 0'00585 = 30'02 - 0'18 = 29'84$

En general el cálculo de a - b por medio de la regla de cálculo es tan exacto como el de b, empleando tablas trigonométricas para resolver la fórmula $b = a \cos C$.

3.3.3 Regla de cálculo estadimétrica.

Una forma rápida de reducir lecturas, es usando una regla de cálculo que tiene además de la escala ordinaria de números (logaritmos de la distancia), dos escalas especialmente construidas para los trabajos topográficos; una consiste en los valores del $\log \cos^2 x$ y la otra los del $\log \frac{1}{2} \text{ sen } 2x$ para los diferentes valores de x.

En algunas las distancias resultantes se leen directamente y en otras se dan unas cifras de corrección.

En la fig. 15 se muestra una forma simplificada, en la que se han omitido las divisiones mas pequeñas. La distancia para la cual se desean obtener las reducciones se coloca moviendo la reglilla central hasta llevar a coincidir el cero de la parte derecha de la reglilla (escala H) con la distancia medida que aparece en la escala de la parte superior de la regla (escala R); la lectura que aparece en la fig. 15 es de 650 mts.

Para un ángulo vertical de 4° , la distancia horizontal corregida se lee sobre la escala superior de la regla que coincide con el valor 4° sobre la escala superior derecha de la reglilla. Se observará que hay dos escalas angulares sobre el borde superior de la reglilla: una para distancias horizontales, que va de cero a 45° de derecha a izquierda y otra para diferencias de nivel que va de $35'$ a 45° de izquierda a derecha. En el extremo de la derecha de la escala H la primera marca de división mas proxima a cero es de 5° , la segunda 10° , la tercera 15° y la cuarta 20° , como esta marcado.

La distancia que se lee para un ángulo vertical de 4° se toma un poco a la derecha de la primera división (5°) y se ve que la distancia horizontal es de 647 mts.

Para ángulos pequeños se necesita mucha práctica para leer tres cifras significativas sobre la reglilla, puesto que las divisiones que indican distancias horizontales estan muy apretadas especialmente cerca del extremo cero de la reglilla.

Es mucho más fácil leer la corrección horizontal de una distancia de 650 mts., se mueve el cursor hasta que coincida la marca de este con 4° de la escala media de la reglilla. La lectura se indica en la figura por el cursor de la línea de puntos. La corrección horizontal se lee sobre la escala A más baja de la regla; es $3'15$ o 3 mts., que está de acuerdo con la corrección introducida anteriormente en la lectura directa.

La diferencia de nivel para un ángulo vertical de 4° y una lectura de 650 mts. se encuentra en la escala superior de la reglilla que coincide con este ángulo de la escala superior de la reglilla; la lectura es $45'3$. En la fig. 15 el cursor (dibujado con línea continua) está colocado en esta posición.

3.3.4 Tabla de factores de conversión.

Sin recurrir a los procedimientos, gráficos, trigonométricos, reglas de cálculo, etc., expuestos anteriormente podemos hallar el valor de la reducida y del desnivel por medio de la Tabla de Factores de Conversión que adjuntamos (Tabla I), si conocemos el ángulo de pendiente y la distancia natural.

Pueden ocurrir dos casos, que el ángulo de inclinación esté incluido en la tabla o que se halle entre dos consecutivos de ella. En el primer caso bastará multiplicar el número de metros medidos sobre el terreno por el factor correspondiente al ángulo de pendiente.

Veamos varios ejemplos:

1º Hallar la reducida al horizonte de una distancia geométrica de 50 mts., sabiendo que el ángulo de pendiente es 14° .

Datos: veamos en la tabla que el factor de conversión para 14° a la proyección horizontal es la cifra $0'9703$. Para una precisión normal con tres decimales resulta suficiente.

Planteamiento: $b = 50 \times 0'970 = 48'5$ Solución = $48'5$

2º del mismo caso hallar el desnivel.

Datos: factor de desnivel para $14^\circ = 0'2419$

Planteamiento: $b = 50 \times 0'241 = 12'05$ Solución = $12'05$

TABLA DE FACTORES DE CONVERSION DE LAS DISTANCIAS INCLINADAS

Grados	Desnivel	Proyección h.	
0	0,0000	1,0000	90
1	0,0175	0,9999	89
2	0,0349	0,9994	88
3	0,0523	0,9986	87
4	0,0698	0,9976	86
5	0,0872	0,9962	85
6	0,1045	0,9945	84
7	0,1219	0,9926	83
8	0,1392	0,9903	82
9	0,1564	0,9877	81
10	0,1737	0,9848	80
11	0,1908	0,9816	79
12	0,2079	0,9782	78
13	0,2250	0,9744	77
14	0,2419	0,9703	76
15	0,2588	0,9659	75
16	0,2756	0,9613	74
17	0,2924	0,9563	73
18	0,3090	0,9511	72
19	0,3256	0,9455	71
20	0,3420	0,9397	70
21	0,3584	0,9336	69
22	0,3746	0,9272	68
23	0,3907	0,9205	67
24	0,4067	0,9136	66
25	0,4226	0,9063	65
26	0,4384	0,8988	64
27	0,4540	0,8910	63
28	0,4695	0,8830	62
29	0,4848	0,8746	61
30	0,5000	0,8660	60
31	0,5150	0,8572	59
32	0,5300	0,8480	58
33	0,5446	0,8387	57
34	0,5592	0,8290	56
35	0,5736	0,8192	55
36	0,5878	0,8090	54
37	0,6018	0,7986	53
38	0,6157	0,7880	52
39	0,6293	0,7772	51
40	0,6428	0,7660	50
41	0,6560	0,7547	49
42	0,6691	0,7431	48
43	0,6820	0,7314	47
44	0,6947	0,7193	46
45	0,7071	0,7071	45

Proyección h.

Desnivel

Grados

3º Datos: 37 mts. y 25º

Reducción horizontal, factor = 0'4226
Planteamiento = 37 x 0'422 = 15'61

Reducción vertical, factor desnivel = 0'9063
Planteamiento = 37 x 0'906 = 33'52

4º Datos: 19 mts. y 49º

Factor horizontal 0'7547
Planteamiento = 19 x 0'754 = 14'32

Factor desnivel 0'6560
Planteamiento = 19 x 0'656 = 12'46

En el segundo caso, cuando el ángulo esta comprendido entre dos consecutivos de la tabla admitiendo aunque no sea exacto, que la diferencia entre los ángulos para diferencias pequeñas, es proporcional a la diferencia entre sus reducidas, podemos establecer la siguiente proporción:

$$\frac{D}{d} = \frac{D'}{x}$$

Siendo D la diferencia entre los ángulos que comprenden el lado, expresadas en minutos, que en nuestra tabla es de 60; d es la diferencia entre las reducidas que corresponden a estos ángulos; D' es la diferencia entre el ángulo menor de las tablas y el ángulo dado, y "x" es la cantidad que se ha de restar a la reducida correspondiente de ese ángulo menor para tener la del ángulo dado. Obtenida esta cifra procederemos igualmente como operamos con las que estan en la tabla.

4. Apendice.

Se adjuntan al final del trabajo dos tablas, 1º la de conversión de las graduaciones centesimales en sexagesimales y 2º la de conversión de milésimas en grados sexagesimales.

TABLA II

CONVERSION DE GRADOS CENTESIMALES EN SEXAGESIMALES

Grados Centesimales.	Sexagesimales	Minutos Centesimales.	Sexagesimales	Segundos Centesimales.	Sexagesimales		
	°		' "		"		
1	0	54	1	0	32	1	0'324
2	1	48	2	1	05	2	0'648
3	2	42	3	1	37	3	0'972
4	3	36	4	2	10	4	1'296
5	4	30	5	2	42	5	1'620
6	5	24	6	3	14	6	1'944
7	6	18	7	3	47	7	2'268
8	7	12	8	4	19	8	2'592
9	8	06	9	4	52	9	2'916
10	9		10	5	24	10	3'240
20	18		20	10	48	20	6'480
30	27		30	16	12	30	9'720
40	36		40	21	36	40	12'960
50	45		50	27	00	50	16'200
60	54		60	32	24	60	19'440
70	63		70	37	48	70	22'680
80	72		80	43	12	80	25'920
90	81		90	48	36	90	29'160

TABLA III

CONVERSION DE MILESIMAS EN GRADOS SEXAGESIMALES

Milésimas	Sexagesimales	
	°	' "
1		3 22'5
2		6 45
3		10 7'5
4		13 30
5		16 52'5
6		20 15
7		23 37'5
8		27
9		30 22'5
10		33 45
20	1	7 30
30	1	4 15
40	2	15
50	2	48 45
60	3	22 30
70	3	56 15
80	4	30
90	5	33 45
100	5	37 30
200	11	15
300	16	52 30
400	22	30
500	28	7 30
600	33	46
700	39	22 30
800	45	
900	50	37 30
1000	56	15
2000	112	30
3000	168	45
4000	225	
5000	281	
6000	337	30

5. Conclusiones.

La elección de un método u otro estará siempre condicionada por diversos factores: instrumental disponible, exactitud requerida, preferencias personales del operador, etc.

El autor y con él, la mayor parte de los topógrafos de la S.I.E. del C.E.A. utiliza en sus levantamientos un procedimiento mixto entre el de notación y la plancheta, que aunque implica una cierta complejidad en los trabajos de campo confiere a los mismos una aceptable precisión. Construimos "in situ" el alzado, planta y secciones, por lo cual obtenemos las reducidas y el desnivel por simple construcción gráfica.

En aquellas cavidades en las cuales el alzado no resulta representativo y por lo tanto no se construye, utilizamos para el cálculo de pendientes la gráfica de la fig. 13.

Por último en cavidades de grandes dimensiones predominantemente inclinadas en las que los desniveles en rampa nos conducen a profundidades notables parece indispensable el cálculo matemático para afinar los resultados.

6. Bibliografía citada.

- 1 O. Andrés 1957 Topografía de las cavidades de difícil exploración. Speleon VIII p. 167 - 173
- 2 O. Andrés 1963 Topografía de las grandes cavidades subterráneas. Cordada nº 87 pp. 14 - 17
- 3 O. Andrés 1972 Topografía Espeleológica. Com. II. Simposium de Met. Espeleológica (E.C.E.) Sección III trab. a 12 pag.
- 4 J.A. Encinas 1972 Topografía Espeleológica por el sistema de coordenadas. Com. II Simp. Met. Espeleológica (E.C.E.) Sección III, trab. c 11 pag.
- 5 M. Folch 1972 Construcción de un cuentametros por hilo perdido. Com. II Simp. Met. Espeleológica (E.C.E.) Sección II. trab. d 2 pag.
- 6 R. Gargallo 1972 Características de los elementos empleados en Topografías Subterráneas. Com. II Simp. Met. Espeleológica (E.C.E.) Sección II trab. c 7 pag.
- 7 J. Navarro 1970 L'Avenc dels Esquirols. EspeleoSie nº5 pp. 129 - 134
- 8 J.M. Victoria 1968 Consideraciones sobre la exactitud de la topografía subterránea. Bol. del C.E.A. Marzo pp. 785 - 786

= = = = =

HISTORIA Y TECNICAS DE LA ARQUEOLOGIA PREHISTORICA

por Xavier Tomás i Corretgé

Al hacer este trabajo, he pretendido realizar unos apuntes superextractados, que sirvan para consultar y ampliar conocimientos a aquellas personas interesadas en la arqueología prehistórica, y particularmente a aquellos espeleólogos - as, que en su afición a la arqueología y por no tener nociones de las técnicas empleadas en las excavaciones, ocasionan destrozos irreparables en las cavidades que poseen yacimientos arqueológicos.

Es pues principalmente, una LLAMADA A LOS ARQUEOLOGOS AFICIONADOS, para que después de leer este trabajo, cooperen con su esfuerzo a desvelar el pasado de nuestra tierra, mediante la correcta excavación del paraje arqueológico, posterior clasificación (ayudados por un profesional) de los materiales exhumados, y finalmente publicando el trabajo efectuado (a ser posible en una revista de divulgación arqueológica).

Aprovecho esta ocasión para ofrecer los servicios y colaboración del "Departamento de Arqueología Prehistórica" de la Sección de Investigaciones Espeleológicas del Centro Excursionista Aguila de las Corts, para colaborar en los trabajos, relacionaros con arqueólogos profesionales, y dar los pasos necesarios para su publicación.

=====

DEFINICION-DE ARQUEOLOGIA PREHISTORICA

Es una técnica que estudia el pasado de la humanidad a través de sus vestigios materiales.

FUNDAMENTOS DE LA ARQUEOLOGIA PREHISTORICA

Todos los grupos humanos desde los mas primitivos hasta los mas evolucionados, poseen alguna tradición de su historia desde sus mas remotos orígenes.

Las conclusiones de la arqueología, estan basadas unas en la tradición transmitida de boca en boca o de texto en texto, con todas las transformaciones que comportan estas transmisiones; y otras descansan en vestigios materiales absorbidos en su mayor parte por el suelo.

No obstante la tradición en la mejor de las hipótesis, puede remontarse algunos milenios, acusando las transformaciones voluntarias o involuntarias de todo testimonio humano. Generalmente esta tradición no se refiere a las costumbres, los oficios, las técnicas y su evolución, pero se refiere algo a la organización social, las creencias y la religión, y en su mayor parte nos habla de la historia, virtudes y conquistas de sus héroes.

Por lo contrario en el estudio arqueológico de los vestigios materiales, su escala del tiempo solo esta limitada por la conservación de los objetos, variando desde algunos milenios para la madera, las cestas y los tejidos, hasta una mayor duración para los objetos de hueso, i una duración ilimitada para los de piedra. Estos vestigios estan relacionados con las actividades técnicas y económicas de una sociedad, i se desenvuelven a lo largo de un lapsus de tiempo infinitamente mas dilatado que el que abarca la tradición. Por otra parte la objetividad de un vestigio material testigo de un acto que realmente ha sucedido, supera a la objetividad del testimonio de una tradición que puede tener muy poca relación con la realidad que pretendia explicar.

Podemos pues ver, que los detalles obtenidos en las investigaciones arqueológicas sobre los vestigios materiales, son mas dignos de credito que los obtenidos de la tradición, y que lo que la arqueología pierde en riqueza de detalles, belleza y poesía, lo recupera en precisión, certeza y validez. Es decir que la diferencia es, que en un caso tenemos la imagen de un grupo tal como este hubiese querido ser, y en otro la imagen de lo que ni el grupo supo que fue, la forma en que acusó las leyes de la evolución antropológica, tecnológica y demográfica, y la forma como actuó delante de estas leyes.

LA CREACION DE LA PALEONTOLOGIA ESTRATIGRAFICA

A finales del siglo XIX, se inició el nacimiento de la Paleontología Estratigráfica, ilustrada por nombres como William Smith (Inglaterra) i Georges Cuvier (Francia).

Cuvier insistía sobre la importancia de los fósiles para determinar la edad de los terrenos, basándose en que las diferencias que existían entre los animales fósiles y los vivientes, aumentaban en razón de la profundidad de las capas que los contenían; de forma que una exposición de estas diferencias, se convertiría en una especie de tablas cronológicas de los terrenos.

EL PRIMER HOMBRE FOSIL

El descubrimiento mas antiguo identificado como el de un hombre fósil, fue el realizado por Scheuchzer, el cual en el año 1708 hacia constar en una obra sobre los peces fósiles, un hombre testigo del diluvio. Un siglo mas tarde Cuvier identificaba este esqueleto como el de una salamandra.

A lo largo del siglo XVIII, osamentas de animales tales como tortugas, reptiles, elefantes, etc., son identificados como restos de seres humanos, pero las identificaciones posteriores, hechas por Cuvier, contribuyeron a desacreditar todo nuevo descubrimiento de hombre fósil. Es probable que durante el siglo XVIII, hubiese verdaderos descubrimientos de hombres fósiles, pero sus restos no llegaron hasta Cuvier, y pasaron desapercibidos. No obstante algunos esqueletos presentados a Cuvier en los alrededores de 1820, procedentes de cavernas, y que eran humanos, fueron considerados pertenecientes a sepulturas recientes.

En esta época de principios del siglo XIX, los principales hallazgos son los de Buckland en grutas inglesas, los de Ami Boué en un loes (1) de la orilla derecha del Rin, el de Crahay en unas arenas estratificadas a seis metros de profundidad, y el de Tournal un joven farmacéutico de Narbona (Francia), en la caverna de Bise, en la Aude. Tournal encontró en la misma capa osamentas humanas y osamentas pertenecientes a especies animales perdidas, por lo que sugirió que el periodo geológico moderno caracterizado por la presencia del hombre, debía de dividirse en dos, el periodo histórico al que daba una duración de siete mil años, y el periodo antehistórico del cual no se tenía idea alguna de los periodos que lo precedieron; nadie le hizo caso. Cuvier dijo mas tarde que podía tratarse de rellenos secundarios por trastornos y el asunto quedó archivado.

A pesar de todo los naturalistas continuaron sus excavaciones y en 1833 el Doctor Schmerling, halla en un mismo nivel osamentas humanas acompañadas de sílex, y de restos de animales extinguidos, afirmando la contemporaneidad entre las osamentas y admitiendo que los sílex fueron tallados por el hombre. Se trata de una observación capital que no obstante la Ciencia Oficial todavía no admite.

Treinta años después, los trabajos de Boucher de Perthes (1768 - 1868), corroboran los descubrimientos anteriores a él. En 1837 en una de sus excursiones por el valle del Somme, descubrió algunas bifacias (2) de

silex talladas y otros instrumentos, junto a osamentas de grandes mamíferos desaparecidos. Durante cuatro años realizó trabajos en diversos lugares, y en 1841 publicó el libro "Antigüedades célticas y antediluvianas", en el que intentó demostrar la contemporaneidad del hombre y de los animales antediluvianos. En este libro el autor, en medio de curiosas divagaciones, da muestras de una gran habilidad para utilizar los medios estratigráficos, y sabe distinguir los vestigios célticos (Neolítico), de los vestigios antediluvianos (Paleolítico).

Sus conclusiones fueron aceptadas en medio de grandes discusiones. La sociedad se dividió en dos grupos, los que adoptaban su punto de vista y los que lo combatían. Esta diferencia de opinión se arregló en 1853, al hallarse en Saint - Acheul cerca de Amiens (Francia) en unas arenas que contenían mamuts y rinocerontes lanudos, hachas de piedra y objetos de piedra tallada.

Muchos sabios se unieron al grupo de los convencidos. El arqueólogo inglés Falconer, supervisor de las excavaciones en Inglaterra, se trasladó a Francia a visitar las excavaciones, y se declaró convencido. Tras él la mayoría de los sabios ingleses (Prestwich, Lyell, Godwin - Austen, etc.,) se trasladaron también a visitar las excavaciones francesas, declarándose convencidos. Seis años después Prestwich leía a la Sociedad Real Inglesa una comunicación bajo el título: "Sobre los instrumentos de sílex hallados con restos de especies extinguidas, en capas geológicas recientes". En Inglaterra la causa estaba ganada.

En Francia y en el mismo año, el joven Paleontólogo Albert Gaudry, leía una memoria ante la Academia de Ciencias sobre "La contemporaneidad de la especie humana y de diversas especies animales actualmente extinguidas", provocando algunas controversias entre los escépticos. Pero en 1863 nuevamente Boucher de Perthes, halla utensilios y restos del hombre antediluviano, consistentes en una mandíbula (Mandíbula de Moulin - Quignon) y algunos sílex. En Francia la causa también estaba ganada, la noción de las épocas prehistóricas ha entrado en los conocimientos humanos.

NACIMIENTO DE LA PALEONTOLOGIA HUMANA

Una vez establecida la gran antigüedad del hombre, y su contemporaneidad con la fauna extinguida del cuaternario, tuvieron lugar los descubrimientos más importantes de restos óseos del hombre prehistórico.

En 1856 en el pequeño valle de Neanderthal, en la Prusia renana, se descubre un calvaria de craneo que presentaba caracteres desconocidos hasta entonces, tales como: frente muy huda, enormes arcos superciliares, etc. y que se clasificó como pieza patológica que probablemente habria pertenecido a un idiota. Sin embargo hallazgos posteriores de restos óseos del mismo tipo humano, hicieron establecer la existencia de un tipo humano fósil y que fue bautizado con el nombre del lugar del primer descubrimiento. Ese hombre fabricaba una industria lítica característica, la Industria Musteriense. El nombre de

Neanderthal, era contemporaneo del final del último periodo interglaciar (Riss - Würm). (3)

Paralelamente al descubrimiento de Neanderthalianos, fueron hallados restos de hombres fósiles cuyas características les acercaban bastante al Homo Sapiens, haciendo dudar de su antigüedad. Pero el encontrarse estos restos humanos en grutas asociados con una industria de piedra o de hueso, y sobre todo el hecho de que ellos mismos hubieran pintado, grabado y esculpido, renos, bisontes, mamuts, etc., en objetos de marfil, hueso, o en las paredes de las cuevas, hizo que estos argumentos acumulados, demostrasen la gran antigüedad de estos hombres. Como consecuencia el Homo Sapiens fue clasificado en dos tipos: Homo Sapiens fósil, Y Homo Sapiens actual, subdividiendo al fósil en: Hombre de Cro-Magnon, hombre de Chancelade, y hombre de Grimaldi.

Mucho mas tarde se produjeron los descubrimientos de restos de hombres mucho mas antiguos, pertenecientes a un tipo tan primitivo, que hacian dudar sobre si se trataban de restos humanos.

PRIMERAS CLASIFICACIONES

Se hacia urgente establecer una primera clasificación de conjunto, y Lartet (1801 - 1871) propuso una, basada en la fauna con que se hallaban asociadas las industrias; asi distinguia una Edad del Oso de las Cavernas una Edad del Rinoceronte y del Mamut, una Edad del Uro lotoro salvaje, y una Edad del Reno. Solo esta última paso al lenguaje corriente y durante mucho tiempo sirvió para caracterizar las culturas de finales del último periodo glacial.

A principios de siglo, arqueologos daneses desarrollaron una serie de trabajos, que permitieron distinguir una Edad del Hierro, una Edad del Bronce, y una Edad de Piedra. Entonces fue preciso prolongar hacia el pasado esta clasificación, subdividiendo la Edad de Piedra. Primero se separó el Neolítico (Edad de piedra nueva) del Paleolítico (Edad de piedra vieja), seguidamente el Paleolítico tuvo que ser subdividido, siendo Mortillet quien propuso un nuevo sistema basado en la tipología de las herramientas, y en el cual se distinguian desde el mas reciente al mas antiguo, un Paleolítico Superior dividido en tres periodos (Magdaleniense, Solutrense y Musteriense) y un Paleolítico Inferior con dos periodos (Achelense y Chelense). Esta clasificación se adoptó internacionalmente, y mas tarde fue perfeccionada. Entre el Neolítico y el Paleolítico, se introdujo un Mesolítico (Edad de piedra intermedia) y se identificaron nuevas culturas dentro del Paleolítico.

En 1912 el abate Breuil, dio a conocer sus subdivisiones que a grandes rasgos son como sigue:

Orden desde mas
antiguo a mas moderno

Paleolítico Inferior.....Chelense
Achelense
Paleolítico Medio.....Musteriense
Paleolítico Superior.....Auriñaciense
Solutrense
Magdaleniense
Mesolítico
Neolítico
Edad del Bronce
Edad del Hierro

Esta clasificación solo es adaptable a Europa Occidental, y no tiene valor mundial por no hallarse la humanidad en un igual estado técnico, durante la misma época. Actualmente esta diferencia podemos observarla entre los pigmeos de Africa que estan en la Edad de Piedra, y el hombre actual que va a la luna. Además no todos los grupos humanos pasaron por las mismas fases técnicas, de evolución.

Actualmente observamos que las antiguas clasificaciones basadas en la evolución morfológica de los utensilios de piedra o hueso, definen un solo aspecto y no el mas importante, de las antiguas culturas humanas. Hoy dia gracias al desarrollo de las técnicas arqueológicas, podemos diferenciar estos grupos humanos, por las estructuras económicas y religiosas. De esta manera me atrevo a dar la siguiente clasificación para Cataluña, basada en detalles religiosos (tipos de enterramientos), estructuras económicas (pastores, cazadores, agricultores, etc.,) e industrias (cerámica decorada, metales diversos etc.,):

- 1A) Paleolítico Inferior (No se han hallado restos en nuestra región)
- Paleolítico Medio (con iguales periodos que los de Paleolítico Superior la clasificación del abate Breuil)
- 2B) Mesolítico (aparecen los Microlitos)
(cavernícolas que hacian cerámica sin decoración 5000 a 4000 a.J.C.
cavernícolas que hacian cerámica decorada 4000 a 3000 a. J.C.
agricultores con sepulcros de fosa 2500 a 2000 a. J.C.)
- 3C) Neolítico
- 4D) Eneolítico (Constructores de Megalitos - Cuevas sepulcrales - Edad del Bronce - 2300 a 1500 a. J.C.
Civilización hindoeuropea - Cerámica hallstática - Edad del Hierro 900 a 218 a. J.C.)

1A, y 2B los podemos clasificar como predadores (cazadores, pescadores, y recolectores), y 3C y 4D como productores (agricultores, ganaderos). Así mismo la existencia o ausencia de ritos funerarios, la aparición del arte; la aparición de santuarios, que implican un sistema de creencias, pueden formar planos mas importantes para la historia de la humanidad; pero por ahora no se sabe como organizar y articular estos antiguos planos de evolución, continuandose apégados a las primeras cronologías establecidas hace casi un siglo.

TECNICAS DE LA ARQUEOLOGIA PREHISTORICA

Actualmente la Prehistoria esta muy de moda. Es objeto de reseñas en todas las revistas de divulgación científica y se le dedican numerosas obras. Las cuevas decoradas del Paleolítico, son visitadas cada año por mayor cantidad de curiosos y cada vez abundan mas los que el domingo o durante las vacaciones, ven a hacer agujeros al azar en cuevas que conocen provocando DESTROZOS IRREMEDIABLES.

Antiguamente un arqueologo era un señor con barbita blanca, vestido de negro, y con sombrero de paja, que iba a examinar un foso cavado por obreros pagados por él mismo. Afortunadamente hoy dia no es así, los arqueólogos actuales deben doblegarse a los mismos imperativos que sus colegas de otras disciplinas: larga formación, especialización en un aspecto particular de su ciencia, y necesidad correlativa del trabajo en equipo.

/A/ SOBRE EL TERRENO

La investigación arqueológica se descompone en una serie de momentos sucesivos, unos de los cuales se desarrollan sobre el terreno, y otros en el laboratorio.

El prehistoriador trabaja sobre objetos materiales, y la validez de sus conclusiones depende de la abundancia y calidad de estos documentos, y sobre todo, del cuidado con que sean recogidos.

Las principales fases de la investigación sobre el terreno, las constituyen la prospección, la elección de los parajes, la observación y sistematización de las estructuras, y la extracción, y conservación de los vestigios y muestras.

(1ª LA PROSPECCIÓN)

La localización de un paraje arqueológico es cosa facil. Siempre se disponen de mas parajes de los que se puede excavar; lo dificil es encontrar un BUEN PARAJE.

Nuestra época resulta favorable para los descubrimientos arqueológicos al azar. En los países industrializados, las grandes obras frecuentemente proporcionan descubrimientos de este tipo. En el caso de descubrimientos fortuitos, es preciso que quien lo realiza, tenga conciencia de lo que acaba de descubrir, y si no esta lo suficiente preparado, avise a alguien mas competente que él.

No obstante los descubrimientos casuales y los fortuitos, solo proporcionan una pequeña fracción de los yacimientos excavados cada año y no proporcionan la misma riqueza de resultados que los yacimientos deliberadamente elegidos, debido en gran parte a la incomodidad durante la duración de la excavación.

La prospección sistemática de los parajes es muy distinta. Primeramente se estudia el relieve de la región, su hidrografía, su geología, y el clima, y a continuación antes de realizar ningún trabajo, se localiza y anota los habitats mas favorables, tales como antiguas líneas de terraplenado, antiguas cubetas lacustres (4), y antiguos valles. Tras este estudio previo, comienza la prospección propiamente dicha, que es muy distinta si se trata de una región arqueológicamente conocida, de si se trata de una arqueológicamente desconocida.

Si es una región arqueológicamente desconocida, se efectúa una primera señalización. Es preciso operar sobre seguro, practicar sondajes solo donde el hombre estuvo instalado con toda certeza. Esta certeza en caso de no haber signos exteriores visibles, nos la dará la cueva. En las regiones donde no abundan las cuevas, una cueva bien abrigada y bien cubierta, casi seguro que habrá sido utilizada por el hombre prehistórico. En donde abundan las cuevas hay que elegir con cuidado la o las cuevas en que se practicarán sondeos. Intervienen muchos factores: la exposición, la humedad, las corrientes de aire, la regularidad del suelo, y la comodidad de la defensa.

En las regiones en que carecen totalmente de cuevas la prospección es mucho mas difícil. Algunos habitats se manifiestan por relieves exteriores suavizados por capas de sedimentos recientes. Cuando de la superficie del suelo no sobresale nada, hay que buscar indicios puestos al descubierto por casualidad (fragmentos de cerámica, sílex, etc., caídos al pie de un talud, sacados por algún animal al construir su madriguera, etc..)

En algunos casos no existe ningún relieve ni ningún indicio en la superficie del suelo. En este caso los únicos indicios, serán los lugares con mayor exposición, mejor situación, y proximidad de agua.

En una región arqueológicamente conocida, el objetivo ha de ser la elaboración de un inventario de parajes arqueológicos correspondientes a la cultura que nos interesa, o bien hallar un nuevo yacimiento.

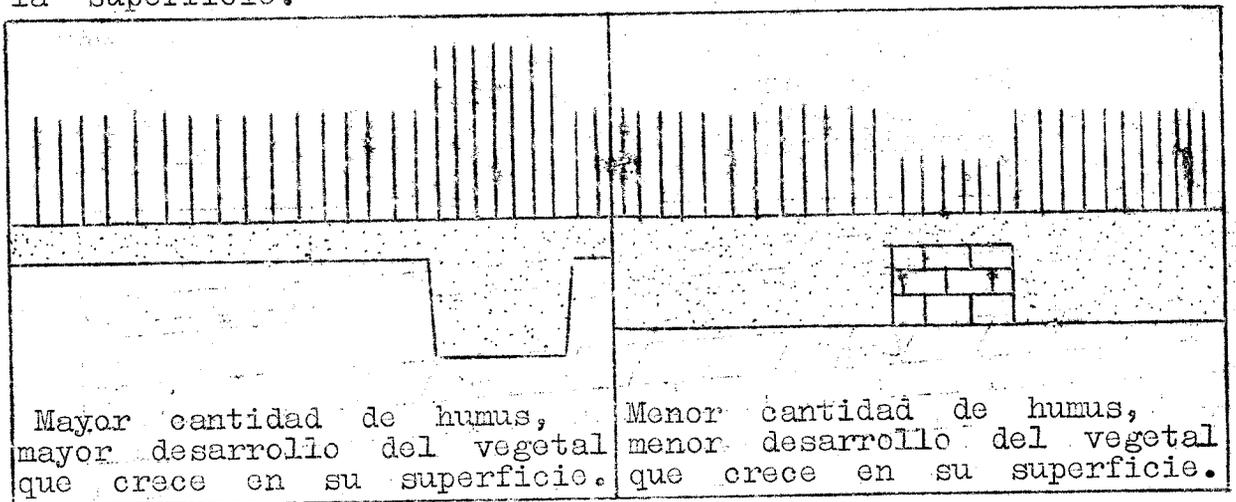
Cuando se busca un nuevo paraje para excavar, este ha de ser mejor que los demás excavados, ya que de lo contrario los objetos que se hallasen solo servirían para enriquecer una colección colectiva y no para profundizar mas en el estudio de una determinada cultura. Hay que elegir el paraje que proporcione el máximo de información con el mínimo de trabajos de terraplenado inútiles.

Además de la prospección clásica que realizamos con el estudio del terreno, y con numerosas jornadas de prospección, hay otros métodos especiales para detectar, algunos de los cuales se halla en estado experimental.

--DETECTOR ELECTROMAGNETICO - No se conoce todavia ningún método que permita detectar a distancia huesos, piedras, cenizas, vestigios orgánicos, etc., pero el detector electromagnético es capaz de detectar objetos magnéticos tales como piedras ferruginosas, objetos de alfarería, etc., pero a pesar de ello no es muy utilizado en arqueología por detectar demasiadas cosas.

--PROSPECCION ELECTRICA DE LOS SUELOS - La tierra es conductora de electricidad, y el grado de conductividad de la corteza terrestre varia de un punto a otro según la naturaleza de las rocas que la constituyen. Por ello nos es posible detectar toda irregularidad en la estructura del subsuelo, hundiendo en la tierra electrodos que estan conectados a un generador, y que a su vez lo esta a un cuadrante especial que permite la lectura de las variaciones de intensidad electrica.

--LA FOTO AEREA - Se utiliza en arqueologia desde la primera guerra mundial, y desde entonces a aca, se ha ido incrementando su uso. Permite comprender mejor la estructura geografica de una región y muestra estructuras invisibles o indescifrables desde el suelo. Si se trata de estructuras ocultas por la vegetación, mediante una fotografia aerea tan solo a una docena de metros de altura, se ve perfectamente, y en el caso de estar totalmente enterradas, destacan por la mayor o menor frondosidad con que crecen los vegetales existentes en la superficie.



Esta diferencia de crecimiento dificilmente es visible desde el suelo, a menos que se trate de una gran construcción, pero desde el aire con luz inclinada que acentue las sombras, es facilmente visible. Las huellas de fosos apareceran mas oscuras, y las de muros mas claras.

Actualmente debido al avance de los medios científicos de prospección, podemos atribuir un 25% de parajes descubiertos al azar, un 70% a la prospección sistemática, y un 5% a los descubiertos mediante el empleo de métodos científicos tales, como la fotografia aerea.

(2ª LA EXCAVACION)

Una vez detectado un yacimiento y efectuado un primer sondeo que permita verificar su calidad, interes y edad, se pasa a la siguiente fase de la investigación, que es la instalación y preparación de los trabajos, y la excavación.

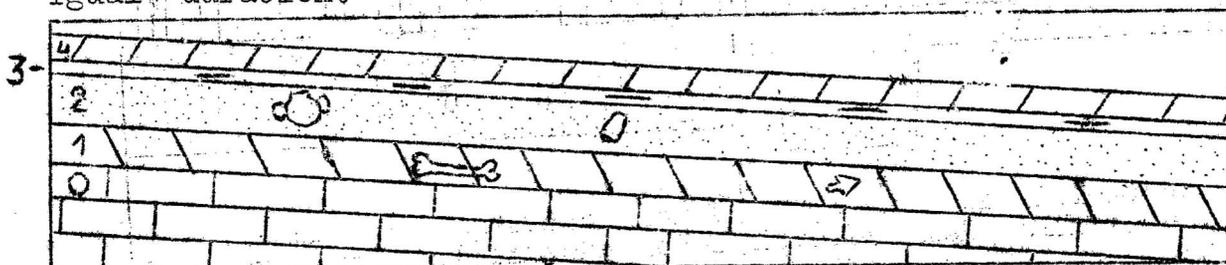
El arqueologo, es uno de los pocos científicos, que destruyen el objeto de su investigación, a medida que esta avanza. Una excavación solo puede realizarse una vez, y cuando esta termina, solo quedan los objetos, y se han destruido para siempre todas las estructuras que no, han sido registradas a escala. Por ello es necesario tomar nota de todos los detalles topográficos y estratigráficos.

--LA ESTRATIGRAFIA - El principio de la estratigrafia es que en una acumulación de depósitos naturales o humanos las capas mas antiguas se depositan primero, y sobre ellas se depositan capas cada vez mas recientes.

En la primera época de las investigaciones arqueológicas, se operaba una estratigrafia burda, pero poco a poco se aprendió a subdividir los estratos, que a veces pueden alcanzar desde pocos centímetros hasta muchos metros de espesor.

En estos trabajos no se utiliza el pico y la pala, sino paletas como herramientas mayores, cuchillos y raspadores como herramientas mas finas, y cepillos y pinceles como herramientas mas finas.

En algunas excavaciones en que el rellano de la cueva no presenta discontinuidad desde la base hasta la superficie, se puede seguir el principio llamado de Estratigrafia Artificial, consistente en extraer capas regulares de 10 a 15 cms. de espesor, y perfectamente horizontales, y de igual espesor, cuyo orden de superposición es cronológicamente real, pero que no son de igual duración.



--LAS ESTRUCTURAS HORIZONTALES - La estructura horizontal mas simple es el suelo. Se trata de una capa comprimida a causa de las pisadas, o de los cuerpos extendidos o sentados de sus habitantes. Estas capas se hallan ennegrecidas por la suciedad, por lo que son facilmente distinguibles, y se pueden separar con un cuchillo dejando el suelo de la caverna como en el momento de su ocupación.

Pero este suelo casi siempre esta organizado, pudiendo hallarse cubierto de arena, o de losetas. Es un te

0 Capa del Fondo / 1 Capa mas antiguo / 4 Capa Actual

rreno irregular con zonas mas comprimidas (el lugar preferido en que dormia el grupo), zonas de escombros, zonas de cenizas y de carbones (lugares en que se instalaban los fuegos), lugares con fragmentos de sílex y de útiles (lugares bien iluminados donde se ponian a trabajar la piedra, la madera, el hueso, etc.), y lugares situados en los alrededores donde se acumulan huesos rotos (restos de las comidas).

Por este motivo no se pueden recoger desordenadamente, todos los objetos procedentes de una sola capa, sino que primeramente hay que limpiar el conjunto de la capa a estudiar, dejando en la superficie, todo aquello que sus propietarios dejaron en el lugar en el momento de abandonarlo. Una vez terminada esta operación de limpieza, se anotará en el cuaderno de excavaciones todas las observaciones realizadas, se tomarán fotos desde distintos ángulos, y después se anotará en un papel milimetrado la situación de cada bloque de piedra, cada círculo de cenizas, cada fragmento, cada osamenta, etc., luego podremos pasar a la capa siguiente.

A partir de todos estos datos, se puede reconstruir la disposición de un hábitat, las áreas máximas de pisadas, la situación de los hogares, el emplazamiento de las zonas de trabajo, etc.. A veces la situación de conjunto en el plano, puede mostrarnos un grupo de piedras talladas o brutas, o puntas de hueso, etc., que nos permita determinar la existencia de un antiguo cesterito, en el cual se hallaban contenidas.

--LAS ESTRUCTURAS VERTICALES - Los hombres de la Prehistoria no limitaban sus hábitats a la superficie del suelo, sino que a veces cavaban intensamente, creando estructuras verticales.

Las mas antiguas conocidas son las fosas mortuorias, conociendose no obstante otras, tales como las culinarias, y los agujeros profundos correspondientes a estacas clavadas en el suelo, la disposición de las cuales nos permite averiguar la forma de las chozas. Estas estacas generalmente han desaparecido, pero en algunos casos en lugar de emplear estacas de madera, emplearon colmillos de mamut, o costillas de ballena, en cuyo caso se han conservado perfectamente hasta nuestros dias.

Estas superficies verticales, aparecen como manchas oscuras en la superficie horizontal, una vez limpia. Si efectuamos un corte vertical, podemos estudiar su profundidad y su composición.

(3º LOS VESTIGIOS ARQUEOLOGICOS)

Los vestigios arqueológicos propiamente dichos, los constituyen la industria humana, los desechos de fabricación la materia prima de estas industrias, los desechos alimenticios, etc.. Las muestras extraídas de cada capa, sirven para el estudio de la flora, fauna, clima, y para la datación.

Los vestigios de industria varían de un yacimiento a otro, según se trate de restos dejados por cazadores nómadas, de agricultores, de ganaderos, o bien de grupos que ya han alcanzado un primer estado de urbanización. Así tenemos un hábitat de cazadores nómadas, cuya industria corresponde en su mayor parte, a utensilios o armas de piedra tallada y huesos, debiendo recogerse todos los bloques de materia prima, los restos de la talla, y los propios instrumentos tallados que nos permitan un mejor estudio de las principales técnicas de fabricación.

En la mayor parte de los continentes, estos cazadores nómadas han dejado restos artísticos de gran importancia, tales como pinturas, esculturas y grabados. Hasta el momento solo conocemos este tipo de actividad, en las épocas y regiones en que habitó el Homo Sapiens (5), pero algunos yacimientos han revelado sepulturas con formas superiores de actividad, que se remontan al Paleolítico Medio y pertenecientes al Hombre de Neanderthal, y que nos permiten un estudio físico del hombre y de sus costumbres funerarias.

Al inventar el hombre las técnicas del cultivo y la domesticación, se convirtió de destructor en productor de alimentos, convirtiéndose en sedentario al tener que esperar meses hasta que madurasen las cosechas. Al mismo tiempo las técnicas se diversifican, apareciendo junto a antiguas industrias que aun sobrevivirían mucho tiempo, industrias nuevas tales como la alfarería. Así tenemos que en los antiguos hábitats de agricultores (6), se encuentran al igual que en los de cazadores, objetos de piedra tallada, conchas trabajadas, colores minerales, etc., mezclados con restos de industrias nuevas, tales como grandes cantidades de cerámica y utensilios de piedra pulida, objetos de materia orgánica, tales como pelotas de hilo, sandalias, semillas y frutos, que han sobrevivido en turberas, fangos lacustres, (7) y cuevas secas, permitiéndonos reconstruir etapa por etapa, la historia de la domesticación de plantas y animales. Todo esto acompañado de las muestras cogidas de cada capa, que después de su estudio nos han permitido averiguar bajo que condiciones climáticas se desarrolló esta cultura, determinar la flora circundante, identificar los vestigios animales que no son alimentarios, etc., y además el análisis de los carbones vegetales por el método del C 14 o del Potasio-Argón, han permitido la datación exacta de cada capa, para una más acertada disposición de estas culturas en el tiempo.

/B/ EN EL LABORATORIO

Una vez terminada la excavación, el arqueólogo responsable y su equipo, se enfrentan con una gran cantidad

de materiales, que hay que estudiar y publicar. Esos materiales son de dos tipos, uno consistente en las observaciones, planos, fotografías, etc. obtenidos durante la excavación (diario de excavación), y el otro las cajas conteniendo los materiales arqueológicos. En función de estos dos tipos de materiales, se obrará de forma distinta para cada caso. En el primero la puesta a punto de los documentos, y en el segundo la identificación, clasificación y estudio de los restos.

El RESPONSABLE DE LA EXCAVACION, se encargará de la puesta a punto del diario de excavación, y de reunir los documentos que constituirán la publicación.

La distribución de los materiales una vez desembaladas las cajas, es así. Se envía al laboratorio especializada cada cosa:

Las osamentas humanas al Laboratorio de Antropología

" " animales al de Paleontología

Las muestras de sedimentos al de Sedimentología

" " " polen fósil al de Palinología

Los carbones de madera al Laboratorio de Estudios de la radiactividad de los cuerpo orgánicos.

De este modo el responsable y su equipo, se encargan de todo lo referente al yacimiento (estructuras, evolución de las culturas que se han sucedido en el, etc.), los laboratorios se encargan de lo que se refiere a la evolución del medio contemporáneo de cada nivel y de su datación. Pero una vez terminados todos estos estudios realizados independientemente, convergen hacia el laboratorio de Arqueología, donde deberá ser coordinado para su publicación.

(1ª LA TIPOLOGIA)

Antiguamente lo que se sabía sobre la evolución de las culturas humanas primitivas, se basaba solamente en el estudio de la evolución de sus armas, herramientas y otros utensilios. Actualmente un grupo ya no se define por los objetos que fabrica, sino por sus métodos de subsistencia, por sus creencias y por sus formas artísticas.

No obstante la tipología sigue teniendo el principal papel en el estudio de las culturas mas antiguas, pues si bien sabemos que la forma de una bifacies no basta para definir un grupo, si de este no se conoce nada mas que estos objetos, entonces estamos obligados a definirles provisionalmente a través de ellos.

Un objeto de piedra tallada podemos estudiarlo desde dos puntos de vista, uno el técnico y otro el morfológico y funcional. Primero hay que reconstruir las técnicas que han permitido obtener el objeto estudiado y las etapas de su formación, desde el primer golpe a partir del nódulo (8), hasta el retocado final. También se tienen que determinar los instrumentos que se han utilizado para esta fabricación, tales como percutores de piedra y retocadores de hueso, que suelen estar

mezclados con los bloques de materia prima y los restos del tallado.

Tecnológicamente hay dos categorías de objetos de piedra tallada, los objetos a base de núcleos y los objetos a base de esquirlas u hojas. Los objetos a base de núcleos se fabricaban a partir de un nódulo, del cual se retiraban por percusión esquirlas, obteniendo choppers (9), chopping-tools (10) y bifacies.

Los objetos a base de esquirlas u hojas, provienen de nódulos de sílex, pero se obtienen trabajando las esquirlas desprendidas durante la construcción de los objetos a base de núcleo. Según el tamaño de la pieza obtenida finalmente, toman el nombre de esquirlas (11), láminas (12) y laminillas (13).

Las esquirlas, láminas y laminillas, tienen un filo muy agudo pero muy frágil, ya que se afila o agrieta muy fácilmente. Cuando esto ocurría se tiraba o se afilaba, al igual que hacemos actualmente con un cuchillo. Este retocado o afilado, es muy importante para la datación del sílex. Es a partir de finales del último periodo interglaciario y de principios de la última glaciación, cuando se empieza a practicar el retoque por percusión. La talla y el retocado por presión, vitales para la fabricación de puntas de flechas bifaciales, no se empezó a practicar hasta el Solutrense hace unos 20.000 años.

Para la industria lítica, la ley de evolución más asombrosa, es la disminución del tamaño de los utensilios.

(2ª LA SEDIMENTOLOGIA)

Se llaman sedimentos a los materiales de los cuales se extraen los vestigios arqueológicos.

Los sedimentos de un paraje arqueológico pueden ser muy variados: fangos lacustres, turbas, arenas eólicas (14), arenas fluviales, placas calcáreas caídas de la bóveda o de las paredes de la cueva o bauma, arcillas, estalactitas, tobas (15), etc.

Arqueológicamente el estudio de los sedimentos se divide en cuatro series: la morfología, la morfoscopia, la litología y la granulometría.

--LA MORFOLOGIA -- Es el estudio de la disposición dentro de la capa, de los elementos que constituyen el sedimento. Debe realizarse sobre el terreno observando el color, la superposición, la forma de las capas y la disposición de los elementos que contienen. Los distintos colores son indicadores del clima. Así tenemos el color rojo oscuro que es síntoma de fenómenos de lateritización (16).

Los niveles horizontales paralelos, indican un depósito en el fondo de aguas tranquilas, mientras que capas irregulares que se cortan unas a otras, se depositaron bajo la acción de corrientes rápidas.

La disposición de los elementos de una capa, también indican el clima. Así por ejemplo en un clima húmedo y frío, parecido al actual, se forman cubetas de forma poligonal cuyos bordes y fondo, están formados por cantos, y cuya concavidad está formada por elementos finos fangosos.

La disposición de las piedras, nos indica la disposición y orientación de los cursos de agua desaparecidos, que las han transportado.

-- LA MORFOSCOPIA - Es el estudio del aspecto y la forma de los elementos que componen las capas estudiadas. Este estudio se realiza en el laboratorio, a partir de las muestras recogidas. Se calcula el aplanamiento o disimetría de los guijarros. Para un mismo tipo de piedra, los guijarros fluviales son menos aplanados que los marinos, y más disimétricos. Los guijarros modelados bajo un clima cálido, son distintos de los de un clima frío, ya que presentan estrias paralelas.

También se estudian los granos de arena y según sean redondos y mates, o de aspecto picado con formas redondeadas y superficie brillante, o de formas angulosas irregulares, se sabe si han sido aportados por el viento, moldeadas por las aguas de los ríos o de las playas, o que provienen de la descomposición de rocas eruptivas metamórficas como el granito o los gneiss (17). Así mismo la dimensión de los granos de arena, nos indica su formación, pues el mar gasta los granos hasta dimensiones más pequeñas que los ríos.

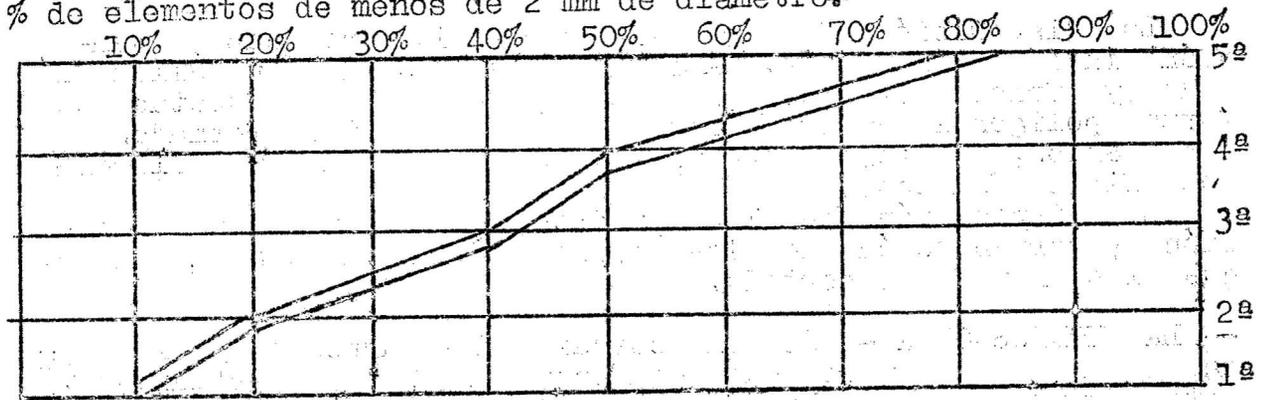
El estudio de estos materiales, nos permite hallar el lugar de origen de algunos materiales, tales como los desgrasantes arenosos de la cerámica.

-- LA LITOGIA - Identifica los elementos minerales que constituyen una capa.

--- LA GRANULOMETRIA - Es un proceso estadístico, en el que se estudian las cantidades y dimensiones de los componentes de un sedimento.

Los resultados se representan por medio de gráficos diversos, curvas y diagramas. Así tenemos que una gran fragmentación es debida a la acción del frío y que la alteración química que produce elementos de menos de dos milímetros de diámetro es debida a una temperatura cálida; se calcula el tamaño y cantidad media por cada nivel y se traspasan a un cuadro en cuyo lado derecho están de abajo a arriba la numeración de las capas, y en la parte superior del cuadro de izquierda a derecha medias de cantidades y dimensiones granulométricas, obteniéndose una gráfica, que nos muestra la evolución del clima de un nivel a otro.

% de elementos de menos de 2 mm de diametro.



(3ª PALINOLOGIA)

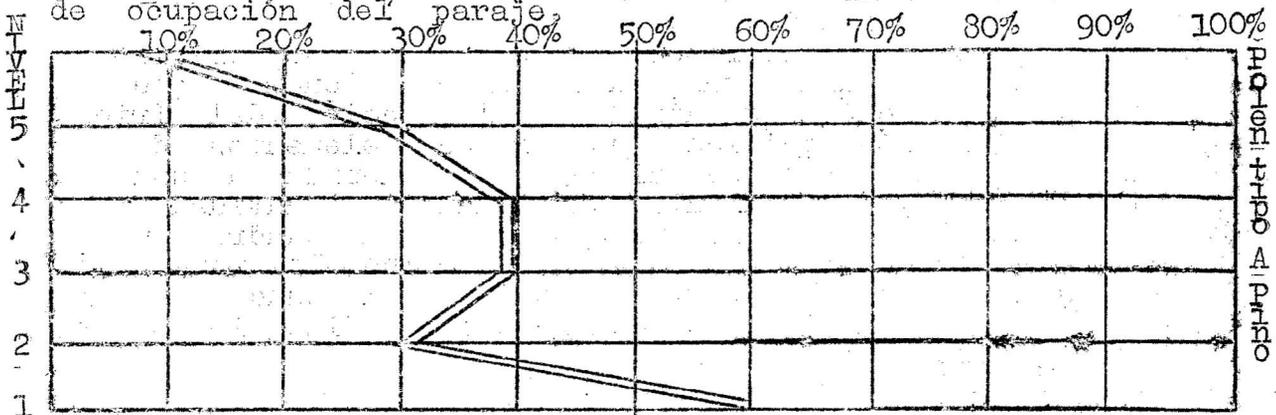
Es la ciencia que estudia el polen fosil, conservado en los distintos niveles estratigráficos de un yacimiento arqueológico.

El polen fue descubierto, clasificado e inventariado por Grew en 1682, pero se trataba de polen fresco. Por entonces se ignoraba que el polen se pudiera conservar casi indefinidamente, destruyendose tan solo las partes mas frágiles, y perdurando la envoltura quitinosa.

En el año 1900, los suecos Lagerheim y Von Post, empezaron el estudio del polen fosil, estableciendo entre 1900 y 1920 el método de análisis polínico, aproximadamente como se practica actualmente.

Durante la excavación se recogen muestras de todos los niveles, y se someten individualmente a un tratamiento destinado a eliminar los elementos calcáreos o silíceos, montando después la preparación entre dos láminas de vidrio, que mas tarde se examinará al microscopio, identificando y estableciendo un porcentaje de cada especie representada en cada nivel.

Finalmente se establece un diagrama polínico, cuya gráfica muestra las proporciones del polen y analogamente de la vegetación circundante, durante las distintas fases de ocupación del paraje.



La comparación de los gráficos polinológicos de las cavidades de una nación, conducen a la creación de mapas con la distribución de la flora, en todo un país, permitiéndonos ver los distintos tipos botánicos que se han ido sucediendo a lo largo del tiempo.

(4º LA DATACION DEL PASADO)

Antes todas las dataciones se basaban en simples estimaciones y solo expresaban ordenes de sucesión y sincronismos con fenómenos climáticos. Actualmente poseemos métodos que nos proporcionan dataciones absolutas en años, con pequeñísimos coeficientes de error.

No obstante una fecha no es un dato esencial. Lo que nos interesa para el establecimiento de una cronología para las grandes culturas humanas, es saber que una cultura X es contemporánea de tal otra, lo que nos permitirá establecer un cuadro de contemporaneidades de las culturas humanas en un momento determinado del pasado.

Con la aplicación de los métodos actuales, se ha podido obtener un cuadro cronológico con infinidad de culturas humanas para cada periodo.

Los métodos usados para datar el pasado en la arqueología prehistórica son:

- Los ordenes de sucesión (que nos permiten saber que tal objeto de tal nivel, es mas antiguo o mas moderno que tal otro de otro nivel)
- Los sincronismos con otros fenómenos, generalmente de orden climático (que nos permiten obtener calendarios naturales, a partir de los cuales se situa en el tiempo, los objetos o niveles a estudiar)
- La datación a partir del objeto arqueológico mismo (que nos permite calcular el tiempo transcurrido, para que el vestigio estudiado se halle en su estado actual)

-- LOS ORDENES DE SUCESION -- El método básico para establecer ordenes de sucesión, es la estratigrafía (ver pag.)

-- SINCRONISMOS -- Esta segunda serie de métodos, establece sincronismos entre los vestigios arqueológicos y otros de naturaleza no arqueológica, pero que se hallan en los yacimientos (fauna, flora, etc.).

Así podemos saber que una cultura determinada del Paleolítico Superior, es contemporánea con una flora a base de tundra (18) y con una fauna constituida por renos y mamuts.

-- DETERMINACION DE LAS DURACIONES A PARTIR DEL OBJETO MISMO -- Su meta es la investigación del tiempo necesario, para que tuviera lugar una determinada acumulación de materiales o se alterase un cuerpo.

La acumulación de materiales de un depósito, puede tener un ritmo irregular que no permita un cálculo matemático. En este caso se calcula el resultado aproximadamente y se expresa en milenios, obteniéndose una fecha relativa. Por otra parte la acumulación puede tener un ritmo regular, en cuyo caso se puede calcular por años, obteniéndose una datación absoluta.

En otros casos se estudia la desintegración radiactiva que ha sufrido aquel cuerpo, hasta quedar en el estado actual.

Para la determinación de las duraciones a partir del objeto mismo, se emplean varios sistemas, tales como:

- A) -- LA ENUMERACION DE LOS DEPOSITOS ANUALES (Geocronología y Dendrología)
- B) -- LA ALTERACION DE LOS CUERPOS Y LAS DURACIONES RELATIVAS
- C) -- LA ALTERACION DE LOS CUERPOS Y LAS DURACIONES ABSOLUTAS

A) Si el ritmo es anual o cíclico, las partes depositadas en invierno son distintas de las depositadas en verano, pudiéndose contar cada capa y obteniendo duraciones en años.

Actualmente existen dos métodos para estudiar los ciclos anuales: la geocronología y la dendrología.

La geocronología o estudio de las varvas fue iniciado por el sueco de Geer en 1882. Estas varvas o sedimentos, se depositaron en el fondo de antiguos lagos, procedentes de la fusión de los glaciares. Esta fusión en verano es mucho más rápida, depositándose la parte inferior de la varva, que es de grano grueso y color más claro, mientras que en invierno al ser menor la fusión se deposita la parte superior, que es menos espesa, de grano arcilloso mucho más fino, y coloreada.

En las orillas de los antiguos lagos glaciares existen depósitos de varvas. Basta contar el número de capas gruesas o finas, para saber el número exacto de años durante los cuales se han ido depositando.

La dendrología es el análisis de los anillos de crecimiento de los árboles, el cual nos permite reconstruir las oscilaciones del clima bajo el que crecieron. Este tipo de estudio, solo es posible en regiones muy secas, en que los bosques se han conservado bien. Se puede aplicar también a las pilastras de los poblados lacustres.

En el corte transversal de un árbol veremos una serie de anillos concéntricos. Cada anillo representa un año de crecimiento. A principios del siglo XX, un americano llamado Douglass, observó que el crecimiento de los árboles en los años húmedos y cálidos es grande (entre anillo y anillo queda una mayor separación), mientras que en los helados y secos, apenas crecen (corta distancia entre anillos). Así pues en un corte transversal del tronco de un árbol, de una estaca de madera del paleolítico, o de una pilastra lacustre, podemos observar la edad de esta estaca y las variaciones climáticas bajo las que se formó.

B) Existe una serie de métodos para datar, basados en el cálculo del tiempo necesario para que un cuerpo llegue a su estado actual. Así tenemos que la velocidad de alteración varía según las condiciones de conservación dándonos un cálculo aproximado en años. Los fenómenos

mas estudiados son: los depósitos sedimentarios, los minerales y los huesos.

Así tenemos que la alteración de un depósito sedimentario, consiste en su erosión y alteración química, cosa que ocurre cuando el yacimiento queda expuesto al aire libre. Las zonas mas profundas son las menos alteradas y a medida que se acercan a la superficie, el porcentaje de alteración aumenta de forma regular y lenta. Por comparación entre un depósito de edad conocida y otro de edad desconocida, podremos establecer ciertos periodos durante los cuales estuvo el de edad desconocida, expuesto a los rigores de la atmósfera.

En el caso de los huesos, tenemos que estos al estar enterrados, absorben fluor del agua en circulación aumentando la proporción del que ya poseían. El inglés Oakley, ha elaborado recientemente un procedimiento consistente en medir el porcentaje de fluor de varios huesos del mismo yacimiento y de la misma capa. Si el porcentaje de fluor contenido en los huesos es igual indica que estos son contemporáneos, y si la cantidad de fluor es distinta en los diversos huesos, es que estos no son de la misma época, pudiendo ser debido a que estos fuesen introducidos en la capa por inhumación, o por movimientos del terreno.

Los primeros ensayos de este método datan del siglo XIX y han sido perfeccionados tan solo hace una decena de años.

C) Desde hace una decena de años unos nuevos métodos han permitido una datación absoluta para los objetos pertenecientes a los últimos 70000 años.

Estos son, el estudio de la alteración a un ritmo constante, de los cuerpos radiactivos. En un tiempo determinado, un cuerpo radiactivo se desintegra en una proporción determinada. El ritmo de desintegración constituye el periodo del cuerpo estudiado y este periodo, representa el tiempo necesario para que la mitad de la masa de un cuerpo radiactivo, se transforme en un cuerpo no radiactivo. El carbono radiactivo contenido en los seres vivos C^{14} , se transforma en carbono ordinario C^{12} .

Si averiguamos el periodo de un cuerpo radiactivo, el análisis de este cuerpo nos dejará ver cuanto tiempo hace que se inició este proceso. En el C^{14} , este proceso empieza al morir una persona o un animal o un vegetal. Por este motivo es importante recoger en los yacimientos y para cada nivel en que los haya, muestras de carbones, recogiéndolos con pinzas y encerrándolos en botes herméticos de cristal, para su posterior datación.

El C^{14} , se reduce en 5570 años a la mitad. Al cabo de 11140 años se reduce a una cuarta parte, y así sucesivamente.

La datación por el sistema del C 14, nos proporciona dataciones absolutas, con un error de un siglo para fechas no superiores a tres milenios y de un milenio para fechas no superiores a 40000 años.

Léxico

- (1) LOES Barro no consolidado de grano muy fino, que ha sido transportado por el viento. Es de depósito reciente y por sus características se considera formado en época fría.
- (2) BIFACIES Objeto obtenido a partir de un nódulo de sílex, retirando por percusión una serie de esquirlas sobre las dos caras.
- (3) RISS-WÜRM Periodo interglaciario situado entre la 3ª y 4ª glaciación.
- (4) CUBETAS LACUSTRES Depresión dejada por un antiguo lago ya desecado.
- (5) HOMO SAPIENS Cazadores nómadas que vivieron y dejaron constancia de su arte, en el Paleolítico Superior hace unos 40000 años.
- (6) AGRICULTORES El invento de la agricultura, pertenece al Neolítico aproximadamente hacia el 8000 a. J.C., y llegó a España hacia el 4000 a. J.C.
- (7) FANGOS LACUSTRES Sedimentos muy finos, depositados en el fondo de una cubeta lacustre.
- (8) NODULO Granzón o guijarro de sílex, en estado natural; es decir sin tallar.
- (9) CHOPPERS Objeto obtenido a partir de un nódulo de sílex, retirando por percusión algunas esquirlas en una sola cara.
- (10) CHOPPINGS-TOOL Tiene igual origen que el chopper, pero las esquirlas son retiradas en una sola parte de las dos caras.
- (11) ESQUIRLAS Son fragmentos separados del nódulo inicial, cuya longitud es inferior al doble de su anchura.
- (12) LAMINAS Son fragmentos de igual origen que las esquirlas pero cuya longitud es superior al doble de su anchura.
- (13) LAMINILLAS Son fragmentos de igual origen que las esquirlas, pero de tamaño muy pequeño inferior a cinco centímetros.

- (14) ARENAS EOLICAS Arenas de grano muy fino que han sido transportadas por el viento.
- (15) TOBAS Recubrimiento calizo formado por las aguas calcáreas, sobre los objetos que encuentran a su paso. Con el tiempo se convierten en masas rocosas.
- (16) FENOMENOS DE LATERITIZACION Son fenómenos consistentes en el enriquecimiento en hidróxidos de aluminio y hierro férrico y correspondiente empobrecimiento de óxido de calcio, óxido de magnesio y álcalis, en los suelos residuales o en los productos de meteorización, formados en situ como consecuencia de factores climáticos.
- (17) GNEISS Roca pizarrosa compuesta por feldespato, cuarzo, y mica al igual que el granito, pero en distinta proporción.
- (18) TUNDRA Lanura de clima muy frío, carente de vegetación arbórea y con el suelo cubierto por musgos y líquenes.

NOTA.- El presente artículo, esta basado principalmente en un extracto corregido y aumentado, del libro LA ARQUEOLOGIA PRE-HISTORICA de A. Laming Emperaire

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA:

"La découverte de passé, progrès et techniques nouvelles en archéologie" Picard 1952

"Introducción a la arqueología. Las culturas prehistóricas europeas" Almagro Martín

"Los progresos de la arqueología prehistórica en España" Pericot Garcia.

!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!

AVANCE AL CATASTRO DEL KARST EN YESOS
DE LA CUENCA DEL RIO LLOBREGÓS.

por Antonio Ferrer i Guitart.

Preliminar :

Desde estas mismas páginas (Espeleosisie nº7, pags. 31 a 35), publicábamos una ficha técnica confeccionada a fines del año 1968, sobre l'Avene d'en Conills, agregando un corto prólogo en el que hacíamos constar nuestro interés por dicho sector. Durante estos tres años y medio, hemos dedicado parte de nuestra atención a esta zona (100 m² aproximadamente), realizando una campaña de prospección sistemática, que ha dado parcos frutos y que desde nuestro punto de vista, queda justificada por su naturaleza litológica, que nos ha permitido estudiar cavidades excavadas en yesos.

Descripción de la zona :

El Rio Llobregós, es un curso de agua perenne, pero de escaso caudal, que discurre placidamente (excepto en épocas de lluvias en que realiza rápidas e importantes crecidas) por un suave valle, constituido por redondas colinas que sirven de separación a las cuencas de sus afluentes (Ríos Bo, Llanera, etc.).

El valle presenta una forma de suave V, cuya parte derecha es mas bien escarpada. En él es mas bien visible y a lo largo de todo el curso del rio, el contacto de los yesos del fondo (color claro), con las areniscas y margas rojizas superiores. Precisamente es en esta zona de contacto, donde estan enclavadas la mayor parte de las entidades de población (Biosca, Sanahuja, Ribelles, Vilanova de l'Aguda, Taltahull, etc.) y practicamente todas en su margen derecho.

La zona estudiada, es una franja yesífera de anchura irregular, de una media de 2 Km, enclavada longitudinalmente en el fondo del valle, donde dichos materiales fueron exhumados por la fuerza de excavación del río. En los alrededores de Torá, son particularmente notables las terrazas aluviales.

Nota geológica :

Estos yesos fueron depositados durante el Oligoceno ; pertenecen a la Depresión Central y estructuralmente forman una serie de pliegues paralelos a la zona axial del vecino Pirineo.

La zona estudiada coincide con la charnela de un anticlinal, de uno de esos pliegues principales en el que discurre el Río Llobregós, el cual ha desmantelado los materiales superiores, dejando al descubierto la zona de yesos. Estos materiales además de estar afectados por los plegamientos descritos, lo están también por una serie de pliegues transversales, visibles en diversas partes del valle (principalmente en Vilanova de l'Aguda) y por una serie de fallas locales.

Litológicamente están formados por estratos muy fracturados de unos 4. mts. de potencia, alternativamente de yesos cristalinos (color blanquecino) o compactos (amarillentos). Dicha alternancia es bien visible en perspectiva, especialmente en las cercanías de Taltahull y Oliola.

NOTA:

Dado que ultimamente diversos grupos se han interesado por dicha zona, hemos decidido publicar nuestros conocimientos actuales sobre la misma, avanzando un catastro actual del sector enclavado en la Provincia de Lérida (4/5 partes del total de la zona), con el deseo de que pueda ser de utilidad.

C A T A S T R O D E C A V I D A D E S

nº1 Nombre COVA FEMIDES

Término municipal: Oliola

Coordenadas: : 4º51'35"E. 41º53'35"N. 380 mts.

Localización :

En la carretera local de Oliola, a unos 300 mts. de su entronque con la general, se desciende al fondo de un barranco en cuya base se abre la cavidad.

COVA FEMIDES

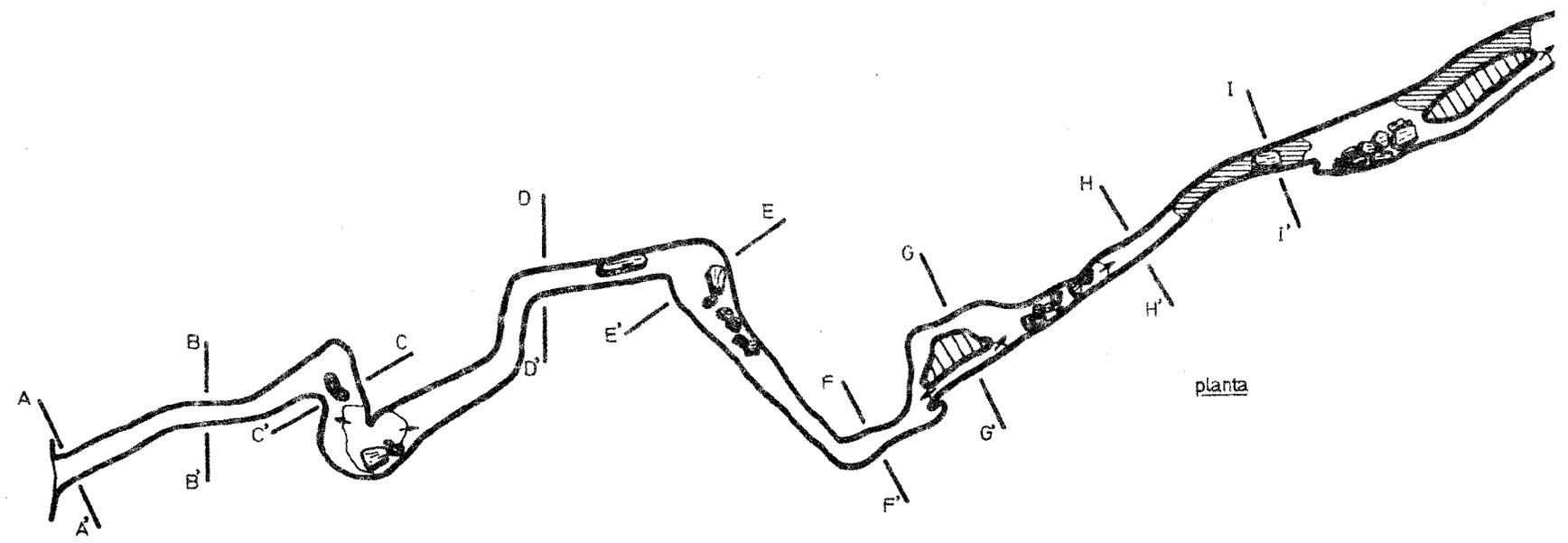
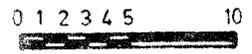
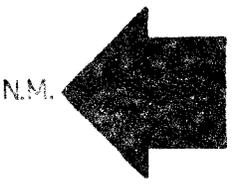
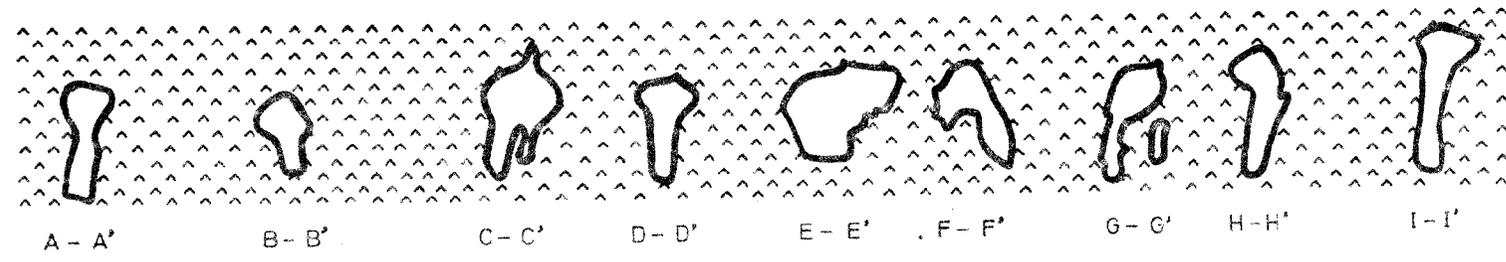
Oliola LLEIDA

Topografia (N) : G. IÑIGO

Data : 1971

Recorregut real : 110 mts.

seccions



S.I.E.

Descripción :

Por una boca circular de algo mas de 1 m., se desciende un resalte vertical de 2,5 mts., que después de un corto recorrido por una baja galería (con el suelo cubierto de restos vegetales), nos lleva hasta una pequeña salita, al fondo de la cual y en su lado derecho, existen dos cortísimas galerías intercomunicadas, que en su parte final se juntan con la boca de un pequeño pozo de 4 mts., el cual nos deja en la parte superior de una galería que desciende rápidamente hasta su final, en que los sedimentos han alcanzado la techumbre, impidiendo el avance.

Espeleometría :

Profundidad total, 18,5 mts. Recorrido en planta según poligonal, 42 mts.

Morfología :

Nos hallamos ante los restos de un interesante fenómeno cárstico. Los primeros metros de la entrada, están enmascarados por formas de hundimiento (suelo lleno de gran cantidad de pequeños bloques y techumbre irregular, típicos de los procesos quimioclásticos) y el resto de la cavidad es un conducto descendente de forma ovaloide, cuyo fondo termina en forma V poco pronunciada. Este conducto es suavemente meandriforme y su eje varía constantemente durante la época de formación de la cavidad, acen tuando progresivamente los meandros (fenómeno comparable en menor escala, al observado en el Forat Micó del karst salino de Cardona.

nº4

Nombre

: CAU DE MOSEN BENET

Término municipal: Oliola

Coordenadas

: 4º55'20"E. 41º53'05"N. 455 mts.

Localización :

En el cruce de la carretera de Pons a Calaf, con la local de Guisona (por Cabanabona) y tras cruzar el puente sobre el río Llobregós, se remonta por su margen izquierda bordeando una línea de colinas a las que se ha de ascender para alcanzar la cota 455, en cuya cumbre se dividen los términos municipales de Oliola y Vilanova de l'Aguda. Situados en este punto, la boca se abre a pocos metros.

Descripción :

Por una pronunciada y corta rampa, penetramos en una recta galería (dirección O. - E.) cuyo techo se mantiene aproximadamente a la misma altura. A los pocos metros de la entrada, se abre un estrecho pozo, que comunica con las galerías inferiores visibles unos 7 metros, a través de una estrecha endidura existente en el suelo, encontrándose además en diversas partes de la galería de entrada, varios pequeños pozos que comunican con estas galerías.

Por la primera comunicación descrita, se penetra en un corto pozo - rampa, hasta el lugar en que al nivelarse el suelo de la cavidad, se alcanza la cota mínima (- 6 mts.), en que se

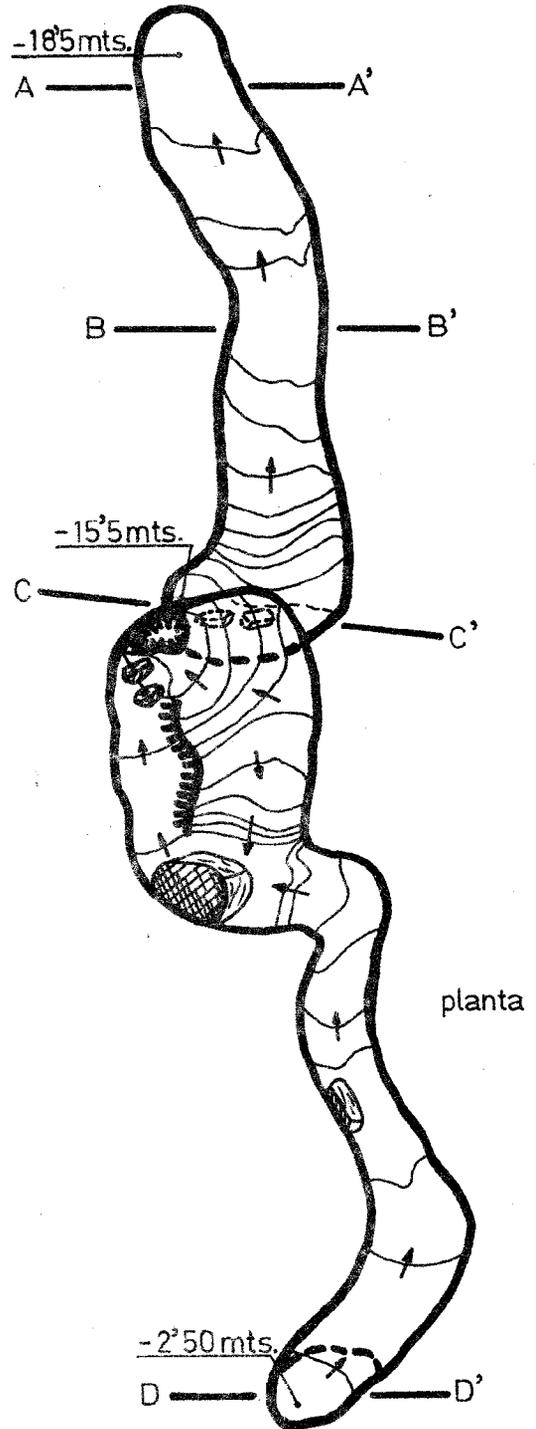
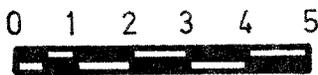
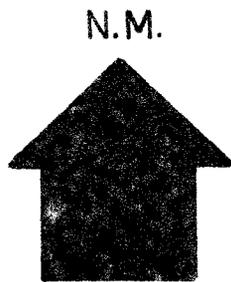
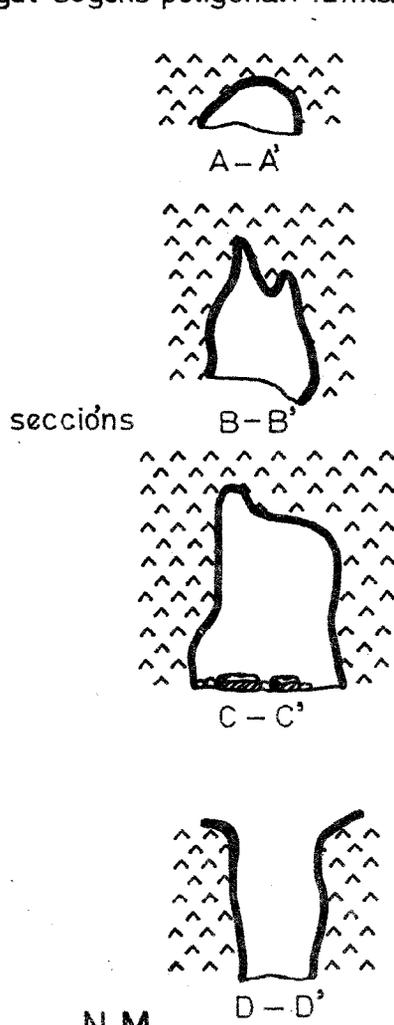
FORAT DE COSTA BLANCA

Pons. LLEIDA

Topografia (N) : A.FERRO
J.TUGUES

Data : 1970

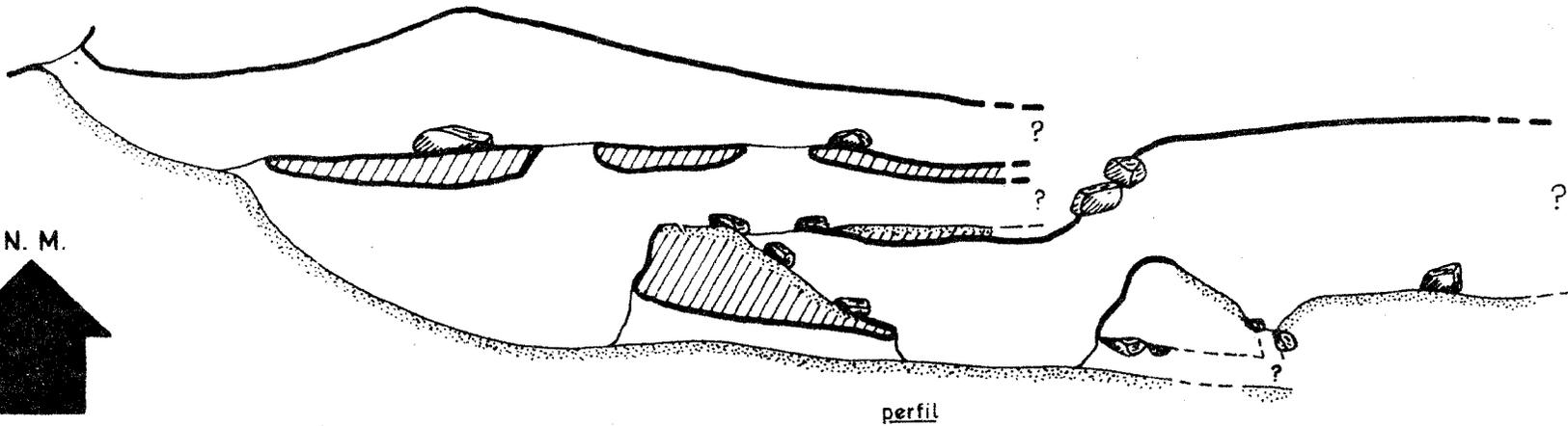
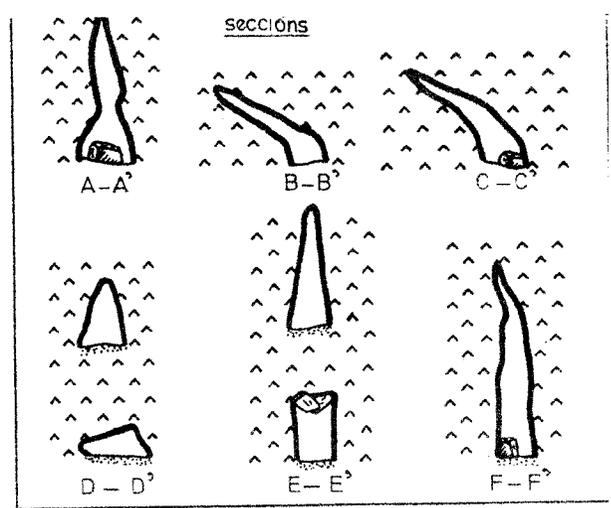
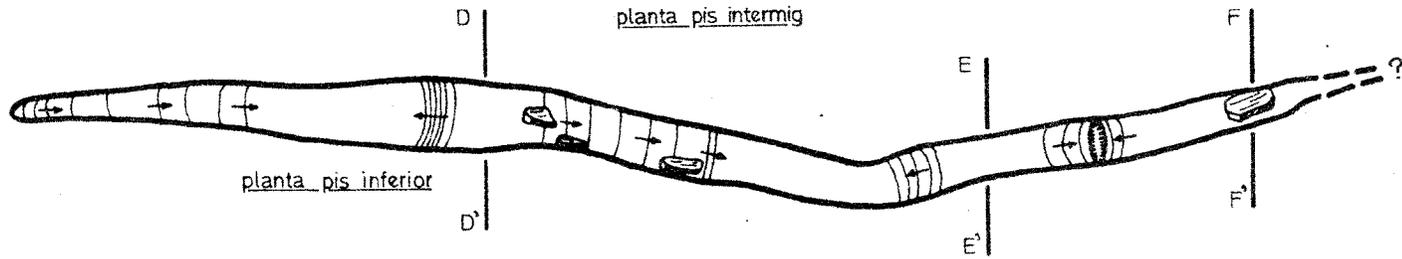
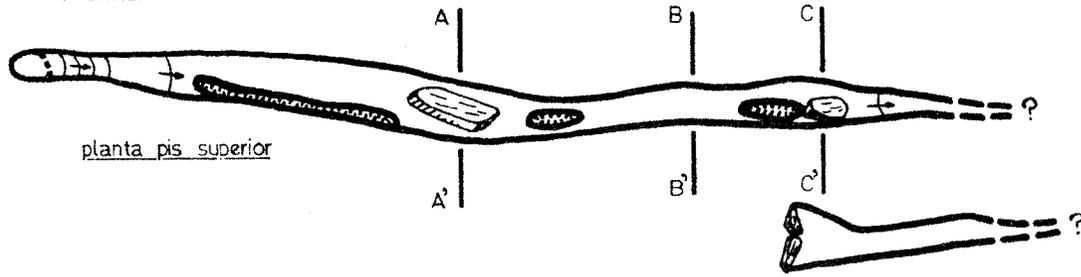
Recorregut segons poligonal: 42mts.



CAU DE MOSSEN BENET

Oliola LLEIDA

Topografia  : A.FERRO
Data : 1971
Recorregut real : 76 mts.



N. M.



0 1 2 3 4 5 6 mts.

S.I.E.

Descripción :

A través de una estrecha boca (40 x 40 cms.) que se abre en el fondo de una especie de trinchera, que bordea la parte superior del sendero antes citado, se desciende una vertical de 4 mts. que nos sitúa en la parte superior de la planta, en cuyo extremo opuesto se halla la cota mínima de la cavidad con 4.5 mts.

Espeleometría :

La profundidad total es de 4,5 mts.

Morfología :

Pequeña sima con la fase típica en karst calizo, de descalcificación.

nº6 Nombre : FORAT Nº1 DE LA COSTA D'ELS MOROS

Término municipal: Oliola

Coorddenadas : 4º54'20"E. 41º53'20"N. 410 mts.

Localización :

En la ladera Sur de la Costa d'els Moros (visibles desde la carretera de Pons a Calaf), al Norte de Torre Bru.

Descripción :

Por una boca triangular de unos 4 mts. de base por 2 mts. de altura, se desciende por una rampa de unos 45º, hasta que a unos 7 mts. de recorrido, se nivela el suelo de la cavidad, pudiéndose penetrar a derecha e izquierda, por estrechas gateras.

Espeleometría :

Recorrido según itinerario topográfico, 22 mts. Desnivel desde el lado inferior de la entrada, 6 mts.

Morfología :

Una serie de pequeños procesos clásticos y principalmente disolutivos, han enmascarado completamente las formas primitivas de esta cavidad, que creemos debe de ser los restos de un antiguo sumidero.

nº7 Nombre : FORAT Nº2 DE LA COSTA DELS MOROS

Localización :

A pocos metros del anterior.

Descripción :

La cavidad esta formada por una sola galería horizontal de dirección E.- O. y que presenta una boca en cada extremo. Durante todo su recorrido, tiene una sección triangular de una media de 1 metro de ancho por 2 de alto.

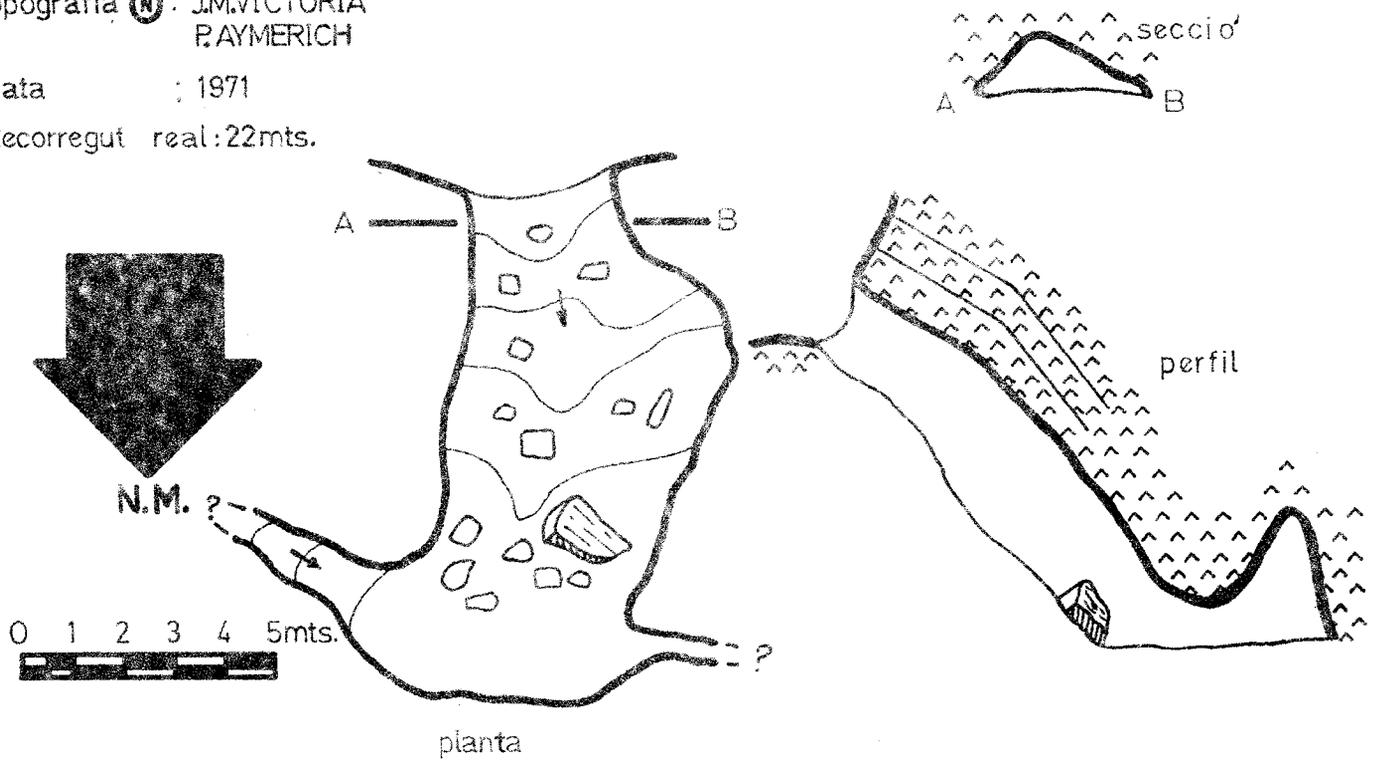
FORAT Nº1 DE LA COSTA DELS MOROS

Oliola LLEIDA

Topografia (N) : JM.VICTORIA
PAYMERICH

Data : 1971

Recorregut real: 22mts.



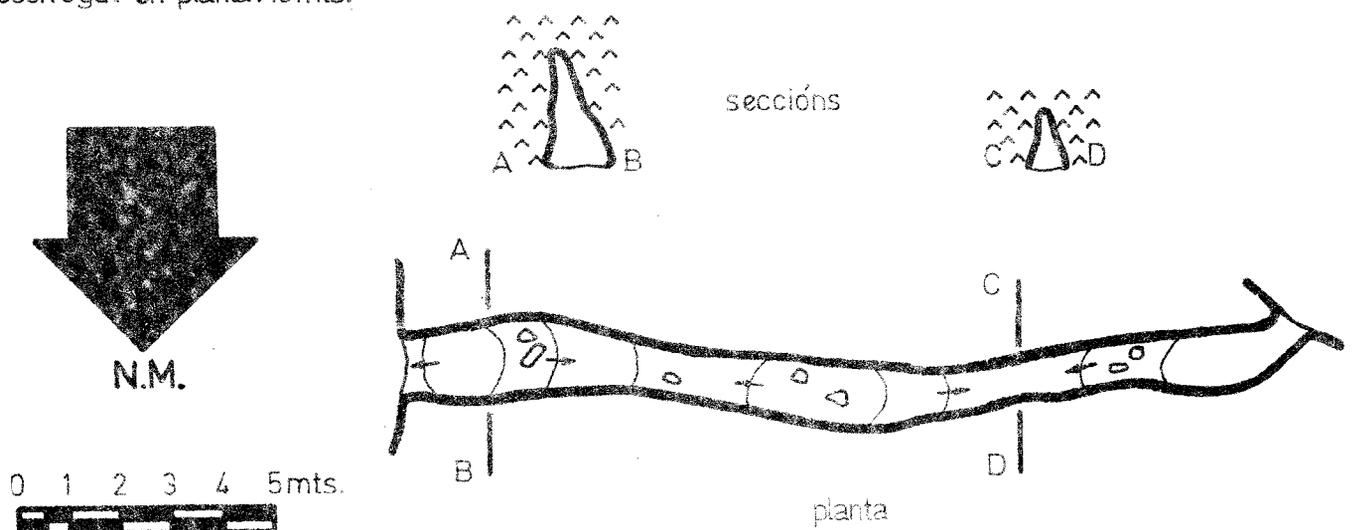
FORAT Nº2 DE LA COSTA DELS MOROS

Oliola LLEIDA

Topografia (N) : J.NAVARRO

Data : 1971

Recorregut en planta: 18mts.



Espeleometría :

El recorrido en planta es de 18 mts.

Morfología :

Esta galería de sección triangular constante, debía formar parte del karst preactual, descrito anteriormente en el apartado sobre el Cau de Mossén Benet y como en aquel caso, no presenta señales de erosión.

nº8. Nombre: FORAT Nº3 DE LA COSTA DELS MOROS

Localización :

A unos 100 mts. de las anteriores y al lado del cruce de la carretera de Pons con la de Guisona.

Descripción :

Pequeña cueva de unos 6 mts. de recorrido.

nº9 Nombre : FORAT DEL MICO

Término municipal: Sanahuja

Coordenadas : 5º00'35"E. 41º50'35"N. 460 mts.

Localización :

En la carretera de Guisona a Biosca, en el Km. 6,3, cerca del puente sobre el río Llobregós, se toma por el camino de Mas Piqué, y medio Km. después de la Caseta Sort, se remonta por el fondo seco de una torrentera, hasta la misma boca.

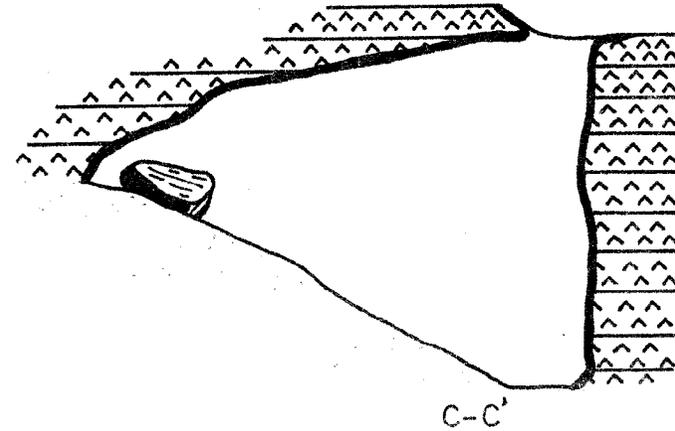
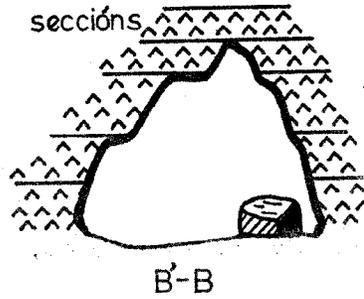
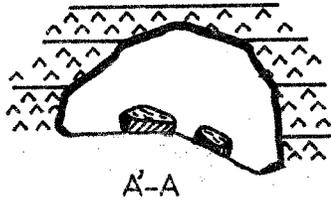
Descripción :

Por un resalte vertical de 6 mts., se alcanza el fondo junto a la pared Norte de la cavidad, en una galería de 4 mts. de ancha, que a nuestra izquierda (S.E.) va remontándose suavemente a la vez que va perdiendo altura y anchura, hasta convertirse en una impenetrable gatera a los 28 mts. de recorrido. Presenta el suelo liso, polvoriento a tramos y con algunos bloques de gran tamaño (2 x 1 mts.). En el punto que se convierte en gatera, alcanza la cota 2,5 mts. Situados de nuevo en la vertical de la boca, a nuestra derecha (N.O.), la galería presenta formas totalmente opuestas, descendiendo en un pozo-rampa hasta los - 10 mts., donde se nivela dividiéndose en dos: una en dirección Sur, en forma de gatera y que se hace impenetrable a los 4 mts. de recorrido, punto en que se alcanza la máxima profundidad de esta sima con -13,5 mts. La otra mas ancha, comunica con una pequeña salita de 4 x 4 mts., cuyo suelo esta formado por finos sedimentos y en cuyas paredes hay señales de inundaciones periódicas, con un nivel superior en dos metros al del suelo.

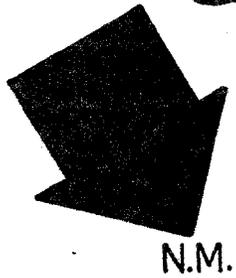
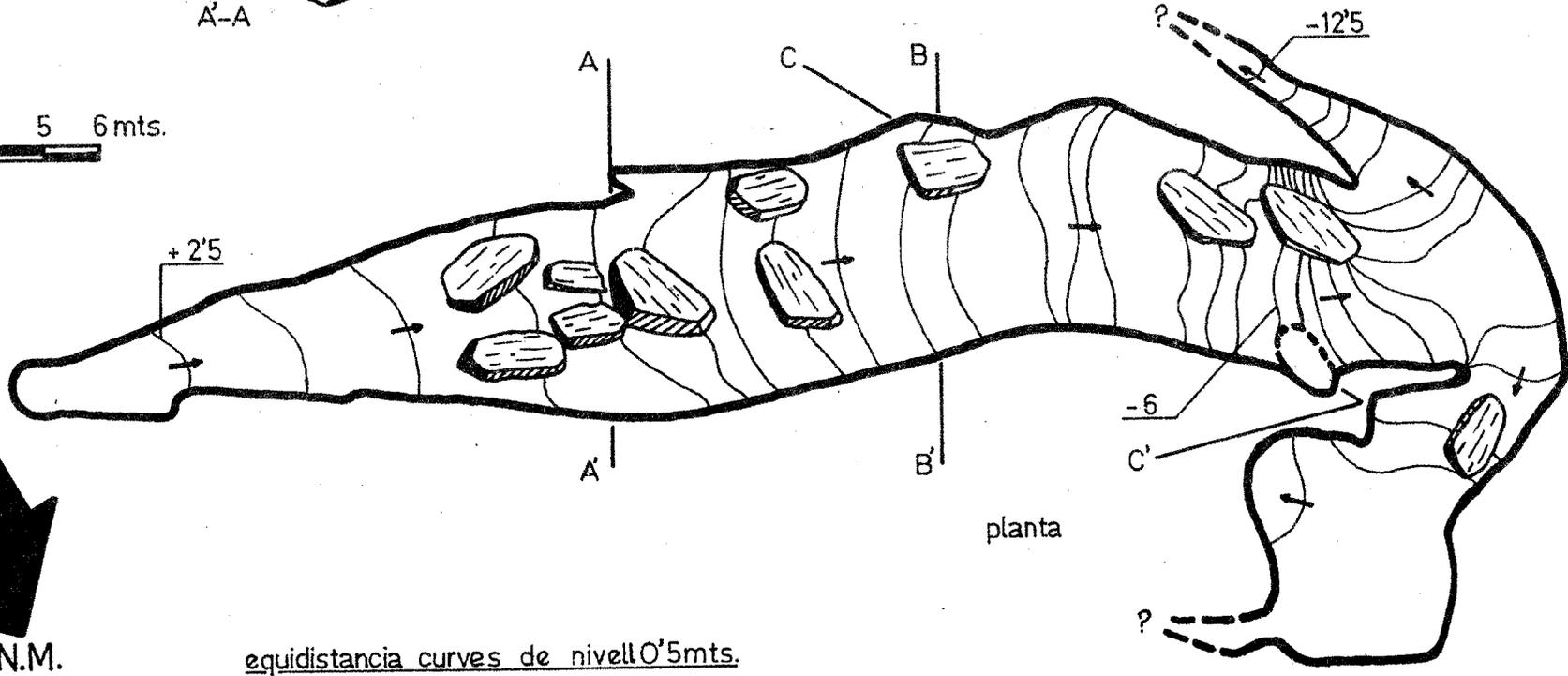
FORAT DEL MICO

Sanahuja LLEIDA

Topografia (N) : A.FERRO
Data : 1971
Recorregut real: 51'5 mts.



0 1 2 3 4 5 6 mts.



S.I.E.

Dibuix: X.Tomás

Conclusiones del II Simposium de Metodología Espeleológica

Topografía

Barcelona, Mayo 1972

Edición del Departamento de Topografía de la Escuela Catalana de Espeleología.

Dejar una constancia escrita y la representación gráfica de la cavidad visitada es el primer paso a dar por el espeleólogo que supera la etapa del simple deporte o avidez de metros y desea introducirse en el frondoso y variado árbol de la espeleología científica. Pero el uso e interpretación de las topografías ya existentes es de interés general, inclusive para quien solamente desea recorrer o visitar una cavidad que ya conoce.

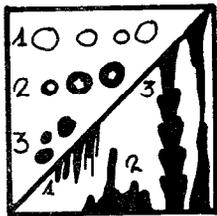
Prueba de ello es la existencia de topografías desde el inicio de la espeleología en nuestra región, obra ya del esfuerzo individual de espeleólogos o del trabajo de un grupo o entidad. Pero la propia estructura de la espeleología catalana, con su gran diversificación de grupos, ocasionó por una parte una gran proliferación en signos convencionales y en criterios topográficos, y por otra parte una aceptación casi general de algunos de éstos, dando así a las topografías de espeleólogos de la región ciertas características comunes.

Varios han sido los intentos para sistematizar y concretar las diversas tendencias y opciones, pues esta necesidad ha venido siendo denunciada desde hace tiempo por los espeleólogos más destacados de la región. La Escuela Catalana de Espeleología, como órgano docente del Comité Catalano-Balear de Espeleología, no podía estar al margen de una necesidad reconocida de forma casi unánime, y ya en el *I Simposium*, celebrado en Montserrat, se impuso la tarea de intentar aunar criterios en lo referente a la topografía espeleológica.

Con la celebración del II Simposium, los pasados días 27 y 28 de mayo de 1972, bajo el patrocinio de la E.C.E. y organizado por el S.I.E. del C. E. Aliga, al que han asistido y colaborado espeleólogos de los grupos más destacados en topografía subterránea, tanto catalanes como mallorquines, se ha dado un gran paso. Se ha llegado a un acuerdo respecto a los principales signos convencionales y sobre los requisitos mínimos que debe reunir toda topografía.

No es, ni ha sido nunca, intención de la Escuela Catalana de Espeleología hacer obligatorios unos convencionalismos, ni el homologar o no topografías de cavidades, pues es la opinión general de los espeleólogos la que, en la práctica, los acepta o los rechaza. Ahora, de acuerdo a las conclusiones de los participantes al II Simposium, interesa y se recomienda que todos adopten estos convencionalismos en sus trabajos, y se tome conciencia que al hacerlo se trabaja en beneficio de nuestra espeleología.

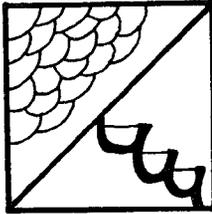
A efectos de dar la máxima difusión a las conclusiones del II Simposium y por acuerdo mutuo de las revistas y publicaciones «Geo-Bio Karst», «Espeleosie», «Espeoleog», «Cavernas», «Ildobates», «Vertex» y posiblemente alguna otra, se publican en todas ellas de forma sensiblemente simultánea, los signos convencionales y requisitos mínimos que debe tener una topografía, los cuales ofrecemos a continuación:



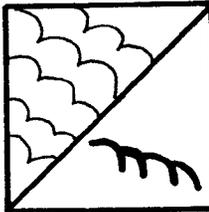
MORFOLOGIA

- 1 Estalactites
2 Estalagmites
3 Columnes

- 1 Estalactitas
2 Estalagmitas
3 Columnas

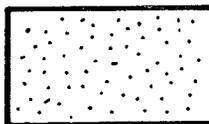


Gours

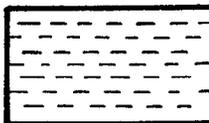


Colada

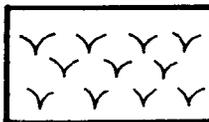
SEDIMENTACIÓ



Sorra
Arena



Argila
Arcilla

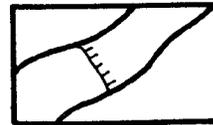


Guà
Guano

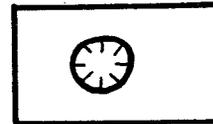


Corbes de nivell i sentit del pendent

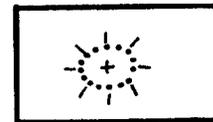
Curvas de nivel y sentido de la pendiente



Salt vertical
Resalte vertical



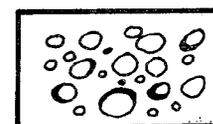
Pou
Pozo



Xemeneia
Chimenea



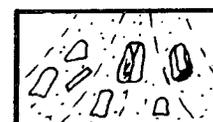
Roca mare
Roca madre



Còdols rodats, graves
Cantos rodados, gravas



Blocs
Bloques



Con d'enderrocs
Cono de derrubios

REQUISITOS MINIMOS QUE DEBE REUNIR TODA TOPOGRAFIA

Escala gràfica.

Orientación. Necesariamente se precisará si se toma el norte geográfico (N. G.) o el norte magnético (N.M.).

Fecha del levantamiento topográfico.

Autores del mismo.

Nombre de la cavidad.

Municipio en que se abre la boca.

Se sugiere añadir un croquis de situación, con indicación de camino de acceso, y de las coordenadas de su boca.

Espeleometría

La cota de acceso será siempre 0 m.

Desnivel máximo: Se recomienda utilizar como

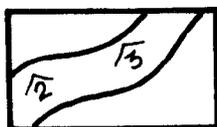
punto de partida (salvo casos excepcionales) el borde superior de la boca superior de la cavidad. Deberán reflejarse las cotas relativas de inicio y final de cada pozo.

Recorrido: Se especificará siempre de qué recorrido se está tratando (proyectado en planta, real, etc., etc.) recomendándose se cite el recorrido total real, medido siguiendo la poligonal del levantamiento topográfico.

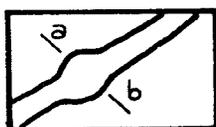
Nota

Al objeto de identificar los trabajos efectuados de acuerdo con las presentes normas, se recomienda la utilización de un simbolismo consistente en una N mayúscula encerrada en un círculo, que deberá incluirse en el propio plano y preferentemente en forma exponencial tras la palabra topografía.

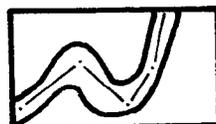
TOPOGRAFIA



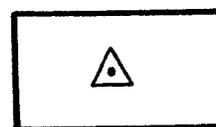
Alçada de la volta
Altura de la bóveda



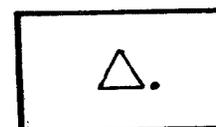
Indicació de secció
Indicación de sección



Poligonal



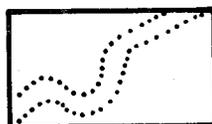
Estació topogràfica principal



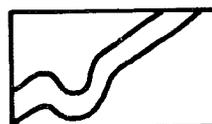
Estación topográfica principal

Estació topogràfica secundària

Estación topográfica secundària



Pis superior
Piso superior



Planta normal

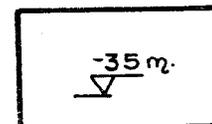


Pis inferior
Piso inferior



Projecció de la boca en avenc

Proyección vertical de la boca



Determinació de cotes

Determinación de cotas

HIDROLOGIA



Curs d'aigua i sentit del corrent

Curso de agua y sentido de la corriente



Curs d'aigua temporal

Curso de agua temporal



Volta baixa
Bóveda baja



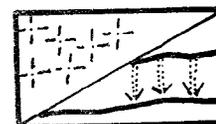
Cascada



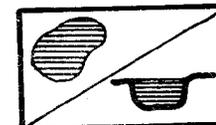
Sifó
Sifón



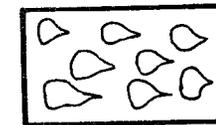
Pèrdua
Perdida



Degotalls
Goteo de la bóveda



Llac
Lago



Empremtes de corrent
Huellas de corriente



Marmites
Marmitas

S U M A R I O

J.M.Victoria	.- Hacia una evolución de la mentalidad del espeleólogo.	1
J.M.Victoria	.- Las mediciones inclinadas.	3
X.Tomás	.- Historia y técnicas de la Arqueología Prehistórica.	33
A.Ferro	.- Avance al catastro del karst en yesos de la cuenca del Rio Llobregós.	55
Dep.Topografía de la E.C.E.	.- Conclusiones del II SIMPOSIUM de METODOLOGIA ESPELEOLOGICA.	75
