

MATERIAL Y TECNICA DE EXPLORACION SUBTERRANEA

PONENCIA DEL CONGRESO VASCO-NAVARRO DE ESPELEOLOGIA

PONENTES: **J. M. Martínez Peñuela**

Mario Bregaña

Pedro Echalecu

Miguel Bengoa

Isaac Santesteban

Institucion Príncipe de Viana

En la ponencia que se nos ha encomendado hemos huido de todo aquello que no supusiese una experiencia. Por lo tanto, no se encontrará en ella ni más ni menos que el material de que dispone el Grupo y la técnica que habitualmente emplea. Esto justificará el evidente pecado de omisión que cometeremos repetidas veces.

Una expedición espeleológica es la culminación de los esfuerzos del espeleólogo, y cuanto más importante sea aquella, más se considerará compensado de la ingrata tarea de un entrenamiento fuerte y una disciplina personal y de equipo que exige al hombre quizá más que ninguna actividad deportiva. Si a esto se une la imprescindible formación científica, se comprenderá que resulta imposible organizar una expedición de este tipo si no es a base de una gran división de trabajo, una preparación completa y un estudio minucioso de todos los detalles. Podríamos decir que el lema de toda exploración es el preverlo todo y contar con lo imprevisto.

Comienza el plan por un estudio minucioso del terreno, valiéndose de planos, fotografías aéreas y, lo que es mejor, de expediciones con este solo objeto, que facilitan la prospección, instalación del campamento y fijación del horario de marcha. Esta tiene que ser bien meditada, sobre todo en lo que respecta al traslado del material. El campamento, con sus problemas de agua, alumbrado, cocina, almacenes, comunicaciones y dependencias sanitarias, debe estar resuelto mucho antes de su colocación. La Sanidad y los Servicios religiosos completarán la organización, que no será total hasta que no se aseguren las comunicaciones entre los distintos campamentos de superficie y profundidad y con la base de aprovisionamiento.

Ha de determinarse con justeza la composición de los equipos de profundidad y de superficie, con la antelación suficiente, para que los entrenamientos puedan hacerse sobre estas pequeñas unidades, que en algunos casos han de actuar con completa independencia. Y, sobre todo, es importantísimo el repartir las misiones, dando las instrucciones por escrito, en cuya labor es muy importante un buen conocimiento de la psicología de **cada** uno de los componentes de la expedición, que tienen que ser de tal suerte que no actúe otra imposición que la de la propia responsabilidad y un buen espíritu de equipo.

. * *

VESTIMENTA

Mono. — Tiene que ser de lona fuerte y al mismo tiempo ligero y aislante de la humedad, reforzado en los hombros con cuero y en las rodillas y codos con la misma lona, así como en la parte correspondiente a los muslos en su cara interna. El cuello y los puños, cerrados con elástico de lana, teniendo en el pecho dos grandes bolsillos, otros dos en la cintura y dos en la parte posterior, cerrados con cremallera o botones. El conjunto ha de ser amplio para permitir libertad de movimientos, y los tobillos, cerrados por trabilla o elástico.

Polainas. — Son de lona fuerte con atadura de cordón en sistema de fuelle en el lado contrario al roce de las escalas o bien con cierre de cremallera.

Botas. — De piel de becerro, abiertas por el centro, con cierre de cordón. Doble cosido a la suela de goma, que tiene un dibujo especial, así como gran elasticidad (Fig. 1). Este calzado ofrece la ventaja de no engancharse al cable de la escala y para asegurar su cierre se emplea esponja de goma.

Calcetines. — De lana virgen sin desengrasar.

Anorak. — Para utilizar debajo del mono; contribuye a proteger de la humedad y a conservar el calor.

Pantalón. — Semejante al de esquí.

Chaleco salavidas.—De cualquiera de los modelos conocidos.

Impermeable. — De material plástico y en forma de mono con capucha o de dos piezas también con capucha.

Mochila. — De tipo mayor que el de montaña, pero de semejantes características de material y forma. Es muy útil el dotarla de correas supletorias para sujetar los sacos de escalas.

Saco tubular. — De los diversos tamaños, según la longitud y el número de las escalas que se vayan a emplear. Lleva una o dos correas para adaptarlo a la espalda y una anilla en la parte inferior para su lanzado en verticales.

Saco petate. — De mayor cabida que el tubular y la misma construcción. Es muy útil para el descenso de material en las verticales que lo permiten.

MATERIAL DE DESCENSO

Casco. — Los hay de muy diversas formas y materiales. Se emplea corrientemente el tipo minero, ligero y de material plástico, aunque en grandes verticales se prefiere el de acero. Se construyen de aluminio en chapa sencilla y doble, de plástico, madera prensada, fibra, acero... Están forrados y acolchados y deben estar desprovistos de alas.

Iluminación. — Doble, de acetileno y eléctrica. El primer sistema se compone de generador, conductor de gas, mechero y boquilla (Fig. 2). El sistema eléctrico se adapta a la parte inferior o lateral del mechero de acetileno y está constituido por una lámpara bien defendida de la humedad con interruptor y un depósito para pilas que se puede colocar fuera o dentro del casco o bien a distancia del mismo, siendo el primer procedimiento el más aconsejable.

Escalas. — Formadas por cable de acero galvanizado de 3 milímetros de calibre, capaz de resistir tracciones de 650 kilogramos y con un coeficiente de seguridad de 9, y peldaños de tubo de duraluminio de 12 milímetros de grosor y 150 milímetros de longitud, sujetos al cable por grapas a presión, teniendo entre peldaños una separación de 30 centímetros. Se construyen en tramos de 10 metros que terminan por ambos extremos en anillas de acero templado con muescas en rombo que permiten el acoplamiento con los otros tramos. El conjunto de 10 metros pesa 1 kilogramo 250 gramos. También se fabrican en tramos de 15 y 20 metros, pero nosotros utilizamos la medida de 10 por ser más manejable y facilitar la cuenta del total de escala desplegado.

Hay otros sistemas de sujeción de barrotos al cable, como son: soldadura, retorcido del cable, tacos a presión...; pero los consideramos de menor rendimiento. Existen escalas de cuerda con peldaños de madera, que van siendo cada vez menos utilizadas por su gran peso y dificultad de manejo, junto con mucha menos vida.

Clavijas. — De diferentes tamaños y tipos y exactas a las utilizadas en escalada (Fig. 3).

Mosquetones. — Rectangular, piriforme, de seguridad... (Figura 4).

Barras de expansión. — Compuestas por un cuerpo central roscado donde entran dos espárragos laterales, también roscados, que terminan en puntas aceradas (Fig. 5). Utilizamos estas barras con capacidad para cubrir grietas desde 30 centímetros hasta 1'25 metros.

Sondas. — La corriente está constituida por un carrete de 100 metros de cuerda fina con señales en cada metro y cada diez, lastrada con un plomo o con un balón.

Botes neumáticos. — (Figs. 6 y 7).

Anillas de cuerda. — De nylon, tienen un calibre de 8 milímetros, 600 kilogramos de resistencia y piezas de tres metros, teniendo diversos usos (rappel, asegurarse a la escala, etc.). Una variedad de anilla de seguridad es el atalaje, compuesto por un cinturón con dos anillas delanteras y dos traseras (Fig. 8).

Cuerdas. — Se fabrican de muy diversas fibras (cañamo, nylon, perlón, damil y lilión). Son muy conocidas por todos los escaladores. Las utilizadas por el grupo han sido las de nylon de 10 milímetros, en piezas de 150 metros, 100 y 50. Este material es de elección, por ser refractario a la humedad y de muy poco peso.

TECNICA GENERAL DE EXPLORACION

Teniendo en cuenta que la técnica de exploración en horizontal pura no presenta notables dificultades, nos fijaremos en el descenso de verticales o de grandes pendientes.

Trabajos preliminares. — El primero es el de la ordenación de materiales, que ha de hacerse muy escrupulosamente, dedicando un luchar especial a los mismos y haciendo las cosas de modo que sea todo fácilmente captable en la menor cantidad de tiempo. La limpieza de la boca de entrada es una labor que no



Fig. 1—Detalle de las botas.

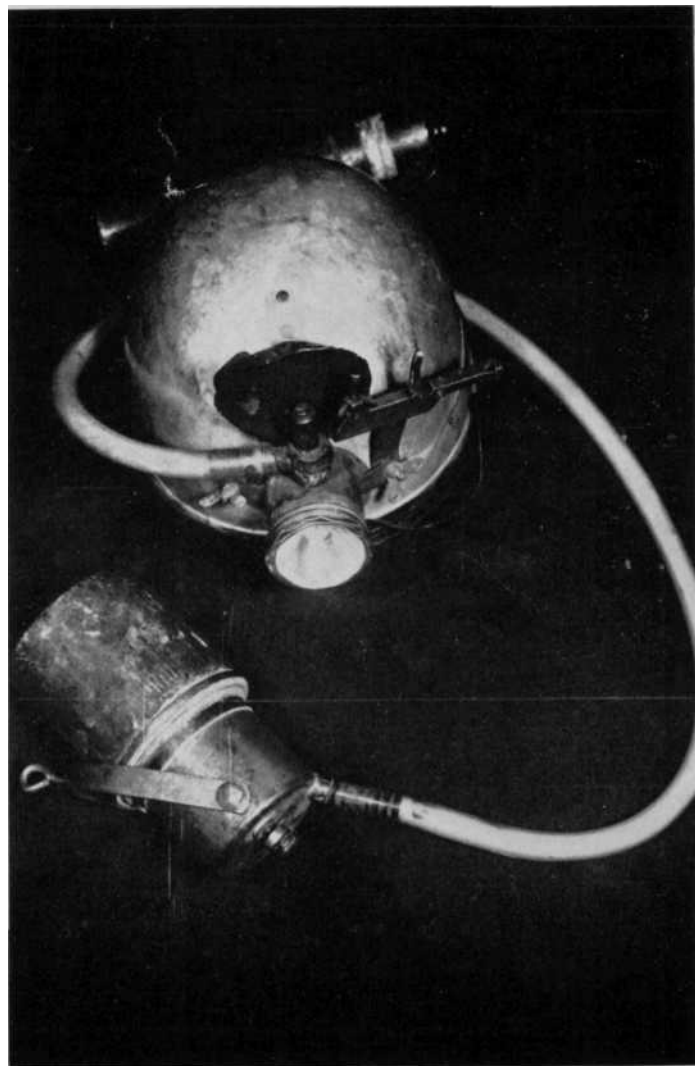


Fig. 2 —Sistema doble de iluminación.

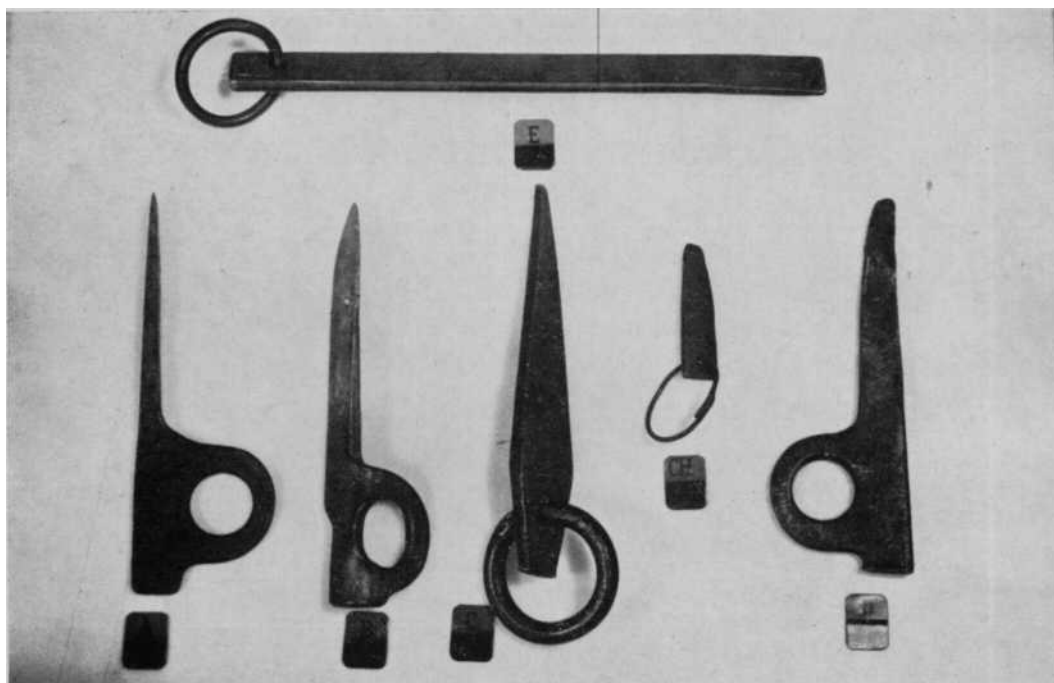


Fig 3—Clavijas: a) horizontal, b) y c) universales, ch) pitonisa, d) vertical, e) escarpa.

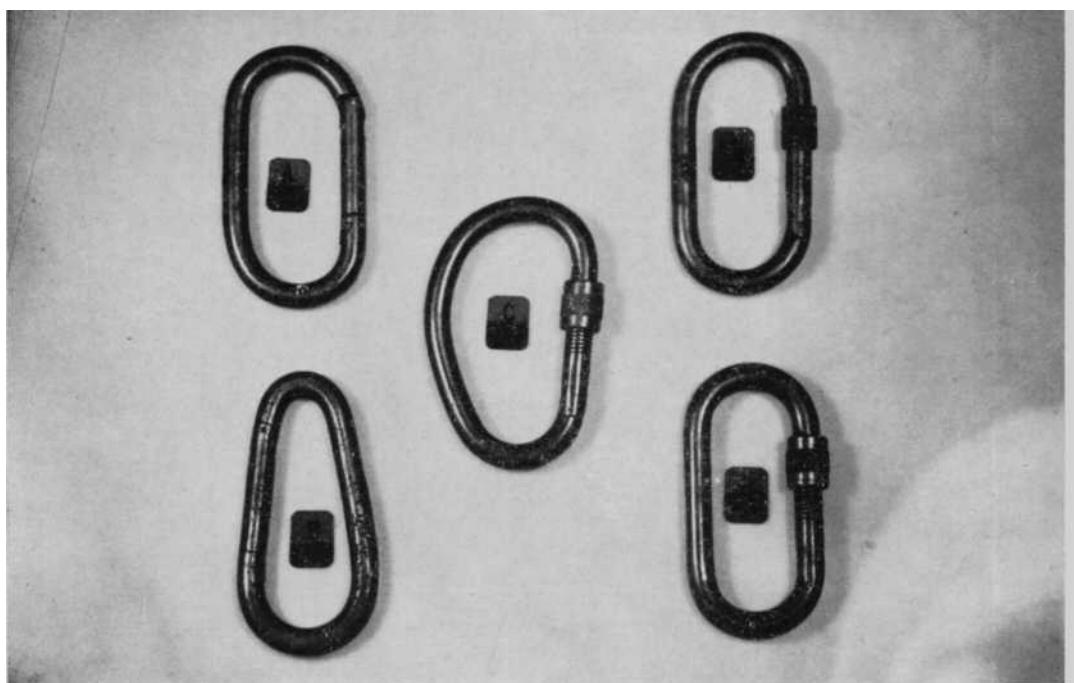


Fig 4—Mosquetones: a) rectangular, b) pera, c) ch| y d) seguridad.

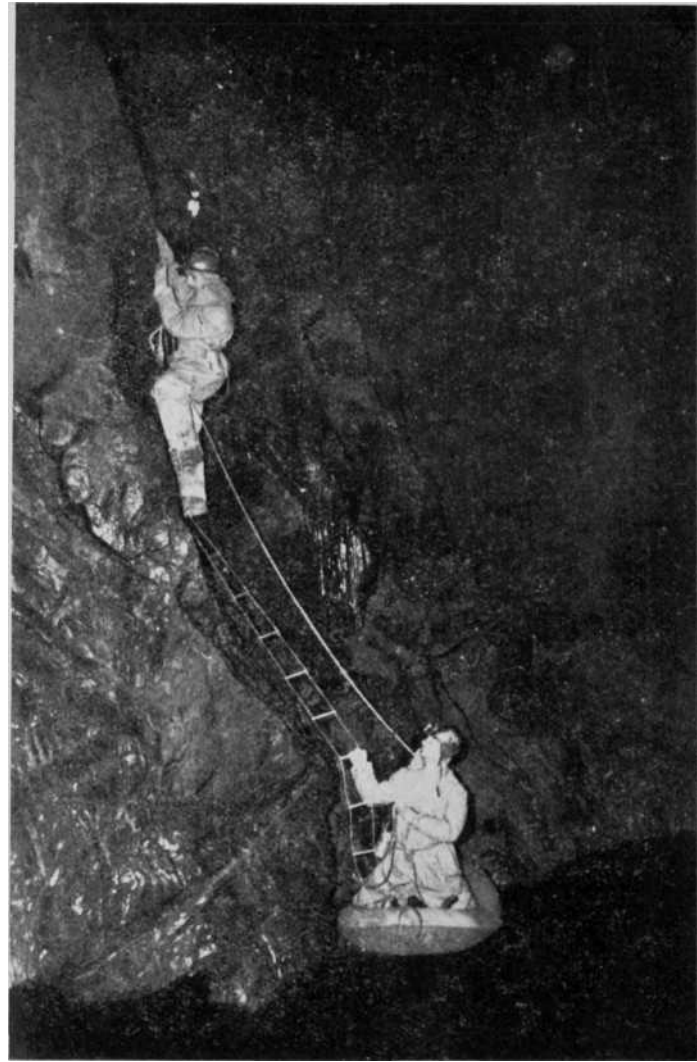
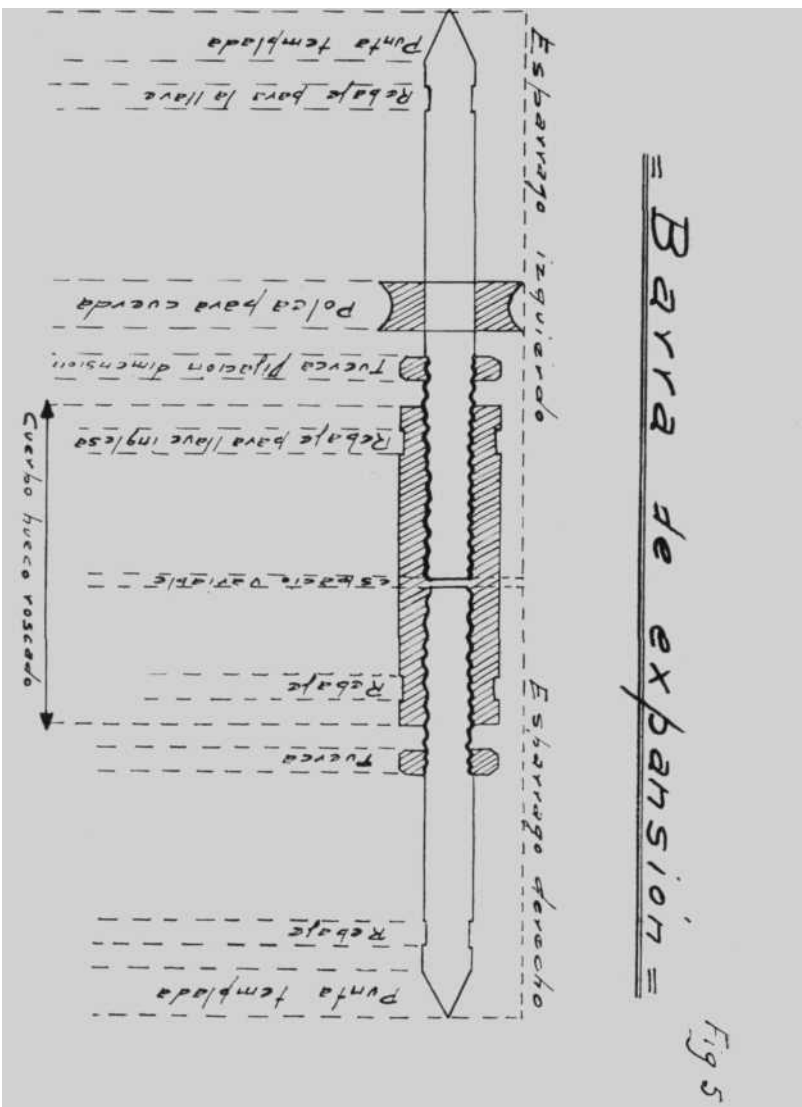


Fig. 6—Detalle de bote neumático.



Fig. 7—Lanzamiento de un bote.

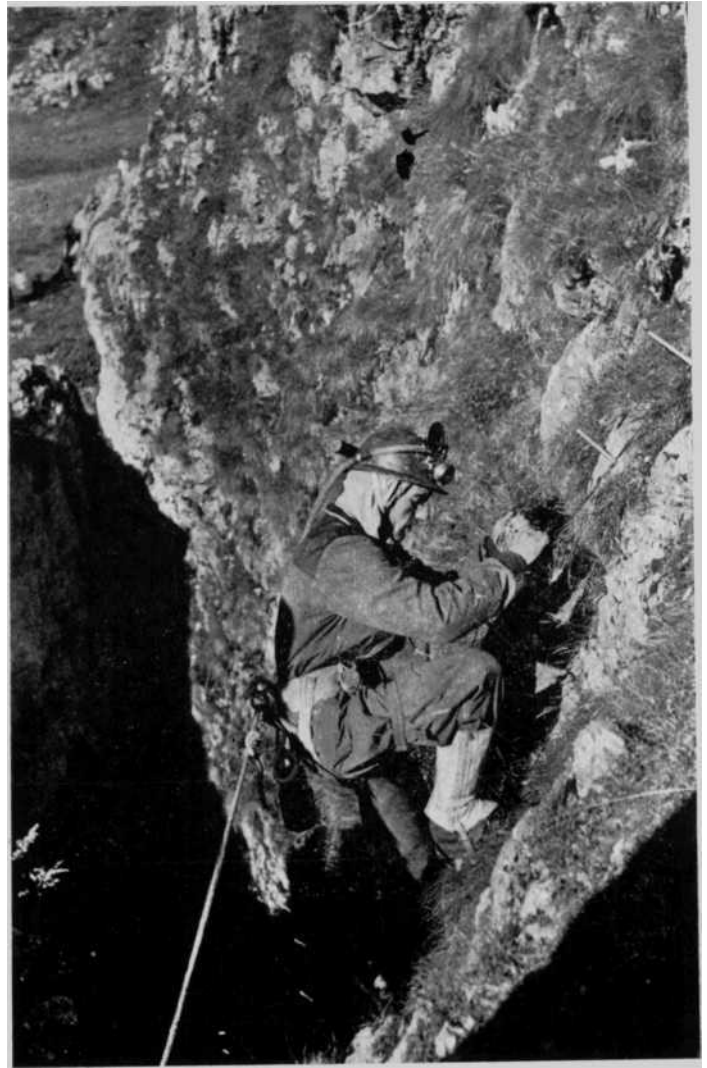


Fig. 8—Detalle del atalaje o arnés.

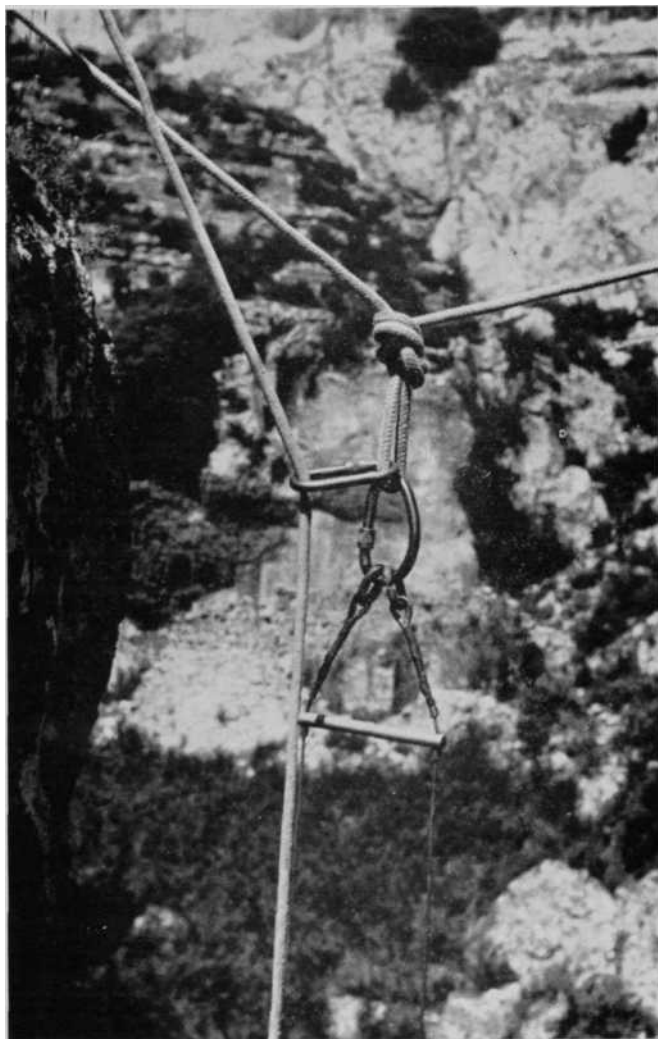


Fig. 9 — Fijación de escala en vertical.

Fig. 10

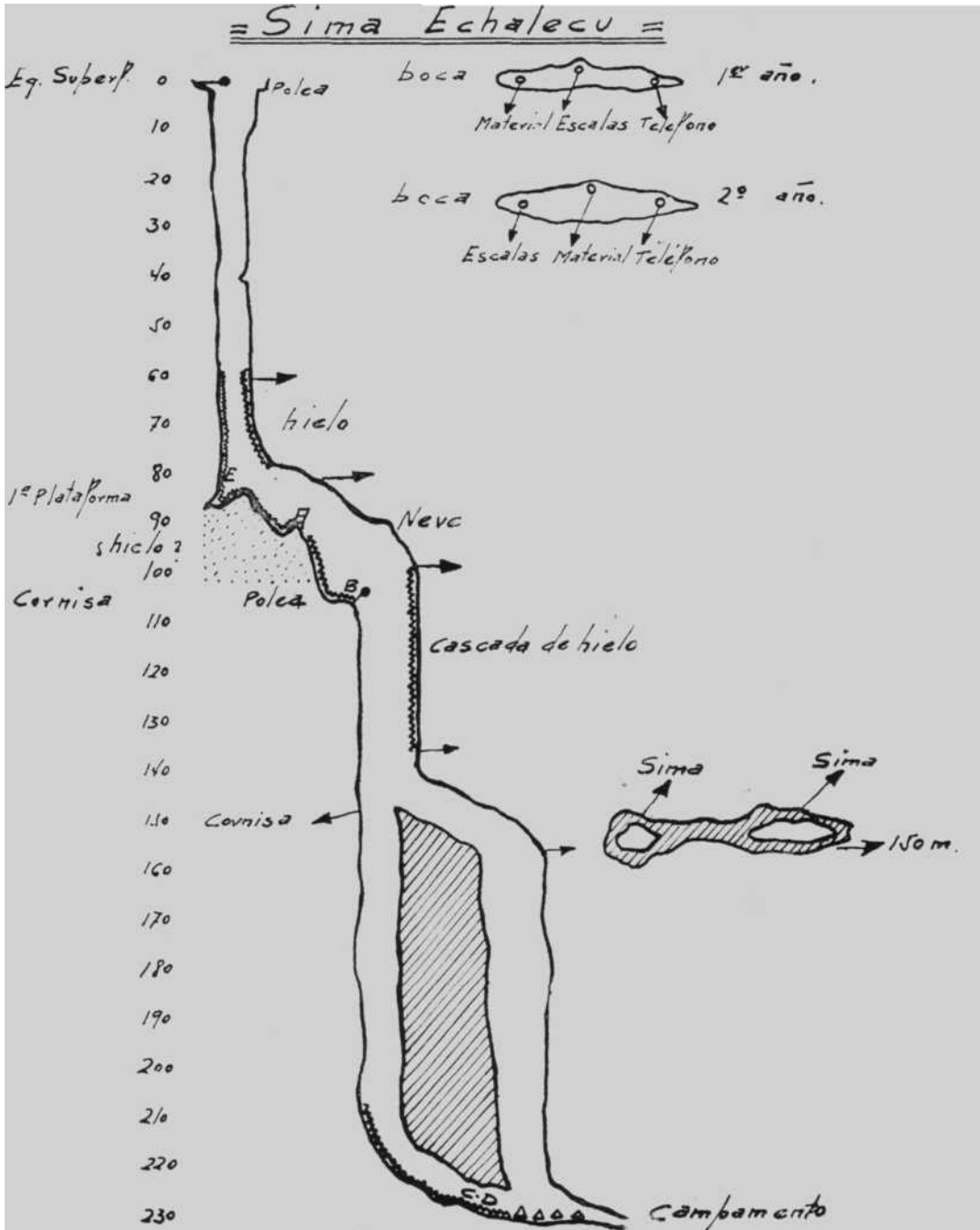


Fig. 11

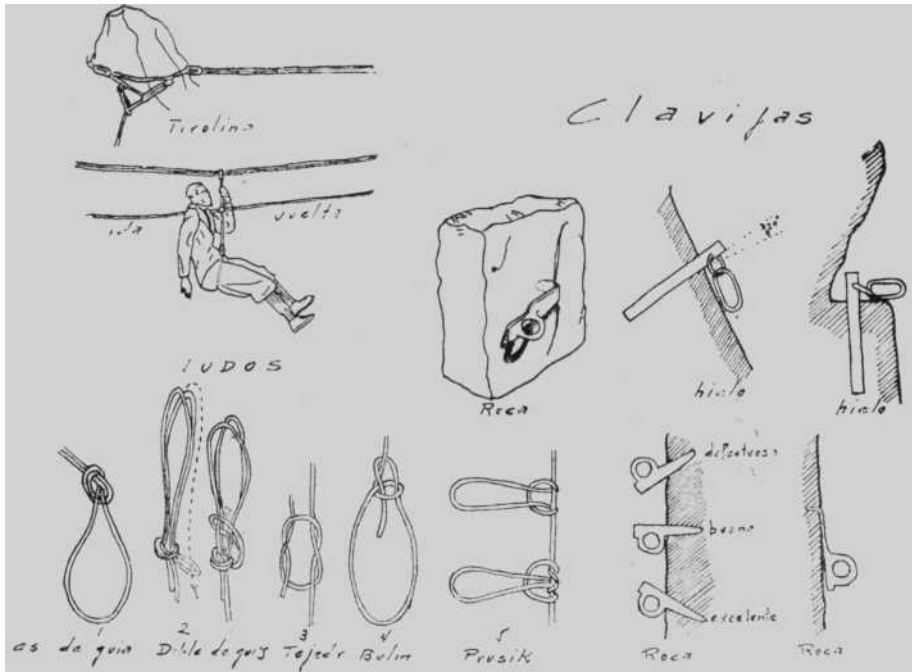


Fig. 12

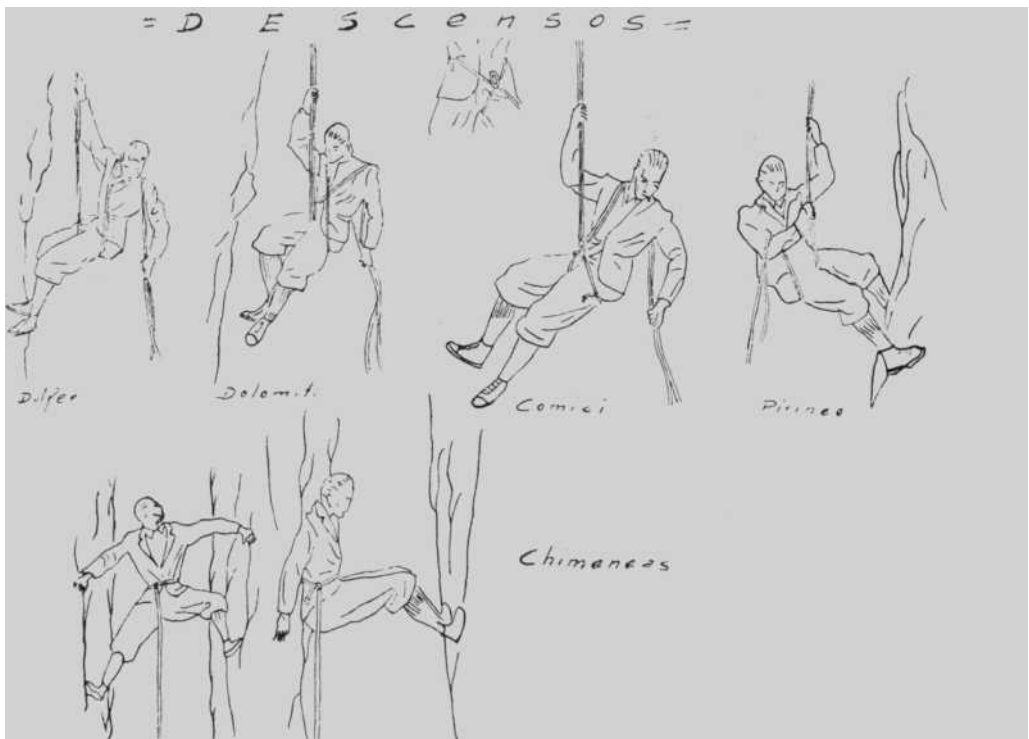




Fig. 13—Descenso con escala pegada a la pared.



Fig. 14—Descenso en vertical absoluta.



Fig. 15-Descenso en vertical absoluta.



Fig. 16—Descenso en vertical absoluta (cambio en manos y pies).

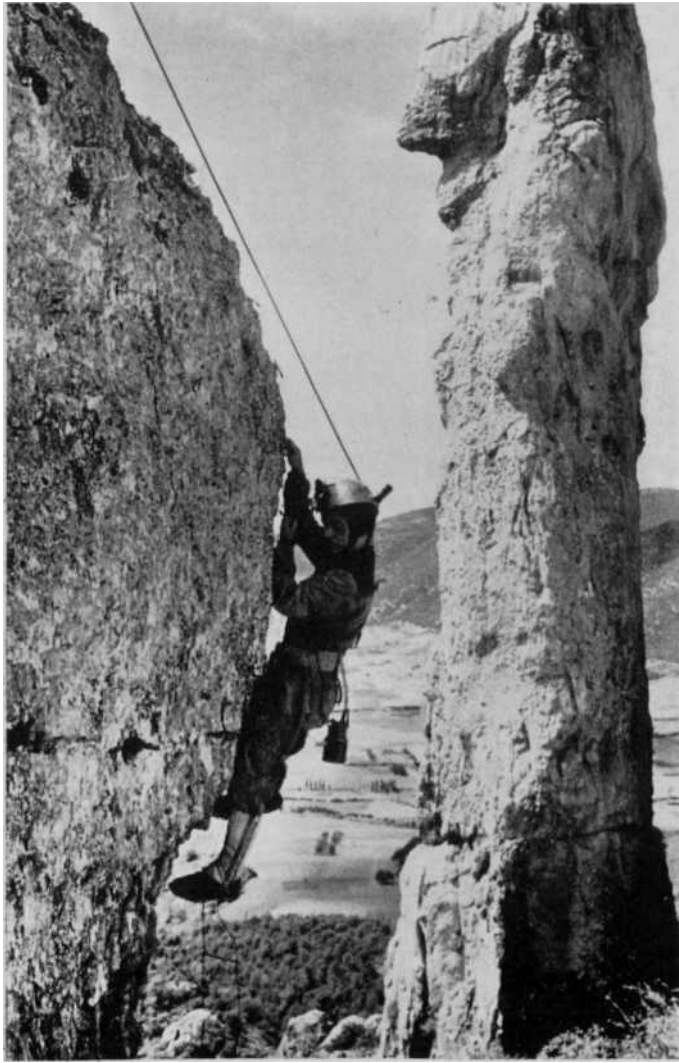


Fig. 17—Paso de un saliente.



Fig. 18—Plegado de escalas (sistema general).

se puede hacer a la ligera, puesto que puede dar lugar su descuido a accidentes imperdonables y sobre todo que en una entrada bien limpia se puede estudiar mucho mejor el sistema de sujeción de escalas, el lanzado de cables y cuerdas, etc., la colocación de barras y poleas y tantos otros dispositivos que, junto con el sondeo previo al descenso, requieren el máximo espacio.

EXPLORACION. — PRIMERA FASE

Tendido telefónico. — Se comienza instalando en la superficie la estación base, que será tan amplia y con tantas líneas como lo exija cada caso en particular. Más tarde se tiende el hilo hasta el fondo de la vertical, haciéndolo con doble línea y estudiando muy bien el lugar por donde se hace el lanzado, para evitar el enredo con cuerdas y escalas, fijándolo a la roca si es necesario e instalando las centrales intermedias que hagan falta. Es muy importante el alejar el hilo de las zonas húmedas. Si la exploración continúa se irá empalmando en sucesivos tramos todo el conductor necesario, dispuesto en bobinas, que pueden estar medidas y numeradas cuando la exploración se hace en zona conocida.

Tendido de escalas. — Lo primero en tener en cuenta es el procedimiento de sujeción. El más corriente es el de clavija, mosquetón y escala. Puede ser sustituida la clavija por una anilla de cuerda que rodea una roca o un árbol. Cuando se requiere que la escala penda vertical y sin contacto con las paredes, se recurre a una tirolina que se sujeta en sus dos extremos por cualquiera de los procedimientos indicados, poniendo en el centro de la tirolina una polea para la cuerda de seguridad (Fig. 9).

Una vez realizada la fijación de las escalas, se efectúa su introducción, tomando siempre las más usadas para que lleguen al fondo y teniendo siempre la precaución de colocar más metros que los que hayan resultado del sondeo. Es necesario cerciorarse de la posibilidad de recuperación del conjunto con pequeñas maniobras, así como de la seguridad final de que se ha alcanzado el destino sin que haya habido detención en ninguna plataforma o saliente.

Plan de descenso. — Siempre tiene que haber un plan preconcebido con la mayor amplitud. Puede ocurrir que la sima sea desconocida en su totalidad o que se conozca en parte o total-

mente. En el primer caso se seguirán las normas generales y en el segundo se tenderá a corregir los defectos de las otras exploraciones y a subsanar los errores que se cometieron.

Como ejemplo podemos poner el siguiente (Fig. 10):

Sima de Echalecu. — se trata de una sima de 230 metros de profundidad situada en Larra (Pirineo), donde en una exploración (año 1954) se encontró hielo a partir de —60 metros hasta —105 y una gran cascada, también de hielo, de —105 a —135. Existe una primera plataforma a —90, de nieve helada, y una segunda, muy pequeña, a —105. Este año se consigue explorar hasta —180 metros, abandonando por falta de material.

El año 1955, corrigiendo los errores cometidos el año anterior, se prepara minuciosamente un plan en el que está previsto un campamento a —230 metros. El detalle del mismo es el siguiente:

- 1.º Colocación de polea o barra de expansión.
- 2.º Descenso de 90 m. de hilo telefónico.
- 3.º » de 90 m. de escalas.
- 4.º » de A a —90 m.
- 5.º » de A de material.
- 6.º » de B a —90 m.
- 7.º » de 20 m. más de escalas.
- 8.º » de B a —105, preparado para tirar el hilo, teléfono y limpieza.
- 9.º Descenso de 12 escalas de superficie.
- 10.º Fijación de polea en —105 m.
- 11.º Descenso de C a —90 m.
- 12.º » a —90 de material.
- 13.º » de C a —105 m.
- 14.º » de D a —90 m.
- 15.º » de C a la primera vertical.
- 16.º » de hilo telefónico a la primera vertical.
- 17.º » de D a —105 m.
- 18.º » de D a primera vertical.
- 19.º » del campamento de profundidad a —90 m.
- 20.º » de E a —90 m.
- 21.º Paso del material hasta —105 por A a B.
- 22.º Descenso del material del campamento a su fondo desde —105 m.

- 23.° Colocación del resto de los exploradores en el fondo. La serie de operaciones de «ida y vuelta» hasta —230 m. se resume a continuación:
- 24.° Descenso de E a —105 m., cambio de cuerda.
- 25.° » de E a —230 (fondo).
- 26.° » de F a —90 y a —105, cambio.
- 27.° » de G a —90 m.
- 28.° » de F a —230 m.
- 29.° » de H a —90 m.
- 30.° » de G a —230 m.
- 31.° » de I a —90 m., sustituir a A.
- 32.° » de H a —230 m.
- 33.° » de A a —105 m., cambio.
- 34.° » de J a —90 m.
- 35.° » de A a —230 m.
- 36.° » de I a —105 m., sustituir a B.
- 37.° » de B a —230 m.
- 38.° Instalación de H e I en —90 m., tienda de campaña y sujeción de las cuerdas para el ascenso y descenso de materiales.

Preparación personal. — Antes de realizar el descenso, el espeleólogo deberá comprobar su sistema de iluminación, cerciorándose de que el depósito de agua del generador de acetileno está lleno y de que hay suficiente carburo en el correspondiente compartimiento. Tendrá que asegurarse de que el aparato eléctrico está en condiciones, así como del buen funcionamiento del silbato. También es imprescindible colocarse el atalaje o anilla de seguridad con todo cuidado, comprobando los nudos uno por uno. Se convencerá de que nada falta en sus bolsillos (brújula, carnet de notas, bombillas, boquillas, pilas, etc.). Se colocará el laringófono o el teléfono y en el caso de que utilice este último aparato llevará unas pinzas para poder tomar contacto con el cable telefónico a la altura y en el momento necesarios. Y, por último, se encordará cuidadosamente al atalaje o a la anilla de cuerda.

Técnica de escalada. — Se emplean los nudos clásicos. El tejedor, que es muy seguro para encordar; el bulín, que se emplea mucho por el primero de cuerda; el as de guías, utilizado para asegurar; el doble de guías y el de posición, para unir dos cuerdas de igual grosor; el prusik y otros.

Las clavijas se usan siguiendo las normas de la escalada, en cuyo detalle no podemos entrar. En cuanto a los descensos más corrientes son: el Dulfer, Dolomiti y Comici.

La tirolina es muy útil cuando se trata de hacer salvar al material o al espeleólogo su paso sobre agua o sobre grieta profunda. Las chimeneas se vencen con las distintas técnicas conocidas (Figs. 11 y 12).

Equipo de seguridad. — Ha de estar formado por lo menos por dos hombres, que deben adoptar la correcta posición de hombros y piernas, estando preparados siempre para recibir un fuerte tirón y manteniendo tensa la cuerda. Estarán constantemente atentos a las señales acústicas, y los tirones de ayuda serán acompañados a la distancia entre los peldaños de la escala, teniendo siempre presente que el espeleólogo sube por sus propios medios.

Atado de la cuerda de seguridad. — Puede hacerse directamente sobre el cuerpo, lo que es un mal sistema, porque en el caso de quedar colgado dificulta la respiración. Otro método es sobre anilla de cuerda y mosquetón. Otro es el de la silla inglesa y, por último, el atalaje. En todos los casos hay que cerciorarse de que el mosquetón está completamente cerrado por la rosca de seguridad.

Sistema de ida y vuelta. — En toda operación vertical es necesario actuar con doble número de metros de cuerda que los que haya que descender (Fig. 11). Esta maniobra es muy utilizada en los descensos de material y personal.

Técnica de escalas. — Siendo un ejercicio de gran dureza, se requiere: junto con un buen entrenamiento, una posición correcta que permita el máximo rendimiento con el menor esfuerzo. Las posturas más corrientes son: escala pegada a la pared, vertical absoluta, paso de comba, plataformas inclinadas, pasos concavos donde se acumulan piedras (Figs. 13, 14, 15, 16 y 17).

El descanso en la escala se hace mediante los mosquetones de la anilla de seguridad o del atalaje, en los cables de la escala y no en los peldaños.

El rappel de escala se emplea cuando no hay suficiente número de metros para cubrir una vertical y consiste en sustituir los espacios ocupados por algunas escalas por cuerdas y poder de este modo continuar la exploración de pozos inferiores.

En cuanto al pitonado de escalas sólo se emplea en las gran-

des verticales, donde es necesario fijarlas para aumentar la seguridad, evitando de este modo el giro de la cuerda de seguridad y que el que desciende cambie involuntariamente de posición. Es una maniobra útil el lastrar el extremo interior de la escala.

Cuando en una vertical aparece una galería horizontal en la cara opuesta a la que se encuentra el que desciende, hace falta la maniobra de péndulo, para la cual el explorador se coloca en la escala a menor nivel que la galería, dándose el mismo impulso en la pared o bien ayudado por los compañeros. Es muy importante al regreso el evitar el choque de espalda con la pared de partida.

El plegado de escalas se realiza según la Fig. 18, existiendo también otros procedimientos menos prácticos.

Técnica de torno. — Los modelos empleados son de variadísima forma y mecanismo, y todos ellos pretenden conseguir el ascenso y descenso de hombres y material sin el esfuerzo considerable que requieren las otras técnicas. Dado el carácter de la presente exposición, resulta imposible el estudiar con detalle este procedimiento, que, junto a evidentes ventajas, presenta graves defectos, siendo el más saliente de todos la imposibilidad de control por el propio explorador de sus movimientos.

Descenso de material. — Lo más corriente es la cuerda, de menor calibre que la de escalada, empleada en sistema de ida y vuelta. También es muy frecuente el uso del dispositivo llamado telesférico, que consiste en una cuerda tirante por la que se desliza una armadura metálica de la que penden los sacos tubulares, que tropiezan con menos obstáculos que otro tipo de embalaje.

El material ha de ir perfectamente embalado en cajas metálicas herméticamente cerradas y etiquetadas. El detalle de las etiquetas, así como el orden de los bultos, varía mucho según el tipo de exploración de que se trate, aunque debe ser este problema uno de los que vayan mejor resueltos en la organización.

Campamento de profundidad.—Cuando la exploración obliga a hacer noche o pasar días en el interior de la cavidad es imprescindible la instalación del campamento, utilizándose tiendas isotérmicas que aislen de la humedad y mantengan una buena temperatura, colchonetas neumáticas, sacos de dormir y abundante ropa seca. Debe organizarse de acuerdo con la superfi-

cie, con objeto de que se siga el día de 24 horas. Si la empresa es de gran importancia, convendrá instalar el material antes de la exploración definitiva, formando campamentos en el número que se considere necesario.

Exploración náutica. — Cuando el río no es demasiado profundo, se puede progresar a su largo vistiendo trajes de goma de una pieza que protegen hasta la altura del pecho. Si es profundo hay que recurrir a los botes neumáticos, en equipo de dos o de tres, yendo todos los exploradores con chaleco salvavidas y empleando el sistema de cuerdas de ida y vuelta.

Las cascadas se vencen desviándose de su trayectoria mediante barras de expansión y a veces deteniendo el curso del agua durante el descenso. En las bóvedas sumergidas, se puede intentar el vaciamiento mediante tubo de goma, que lleva el agua a zonas de nivel más bajo o tanteando con una especie de flotador, que permite comprobar la existencia de aire al otro lado. Para atravesar sifones hace falta el equipo de buzo con escafandra autónoma.

Hielo. — La exploración en estas condiciones es sumamente peligrosa y debe realizarse tomando todo género de precauciones, comprobando cuidadosamente el estado de dicho hielo y vigilando los cambios de temperatura.

Obstrucciones. — Son muy frecuentes las originadas por derrubios o hundimiento de una bóveda, siendo los explosivos el único procedimiento para abrirse paso.

TERCERA FASE

No hay una acción completa de un grupo de espeleólogos si no se atiende de modo principal a lo que justifica su existencia, esto es, a la labor científica hacia la cual van encaminados todos los esfuerzos que pudiéramos llamar de tipo deportivo. La Topografía, Geología, Paleontología, Zoología y Botánica, Hidrología y tantas otras ramas del saber, que están estrechamente relacionadas con la Espeleología, v o ue serán tratadas en este Congreso por prestigiosos especialistas.