

LOS TUBOS VOLCANICOS ORIGINARIOS DE MANANTIALES

Por FEDERICO MACAU VILAR,

Ingeniero de Caminos.

Presenta el autor una interesante información sobre la materia reseñada, obtenida en la Isla de Gran Canaria, y de ella se deduce el gran interés que ha de tener el descubrimiento de estos tubos volcánicos para los trabajos de alumbramiento de aguas en terrenos volcánicos.

Introducción.

I. La Isla de Gran Canaria está constituida por materiales volcánicos, vertidos sobre una base de rocas de tipo continental precámbricas.

Las rocas efusivas que a lo largo de los tiempos geológicos han ido saliendo al exterior por los numerosos volcanes ubicados en su reducida extensión superficial, han ido variando de naturaleza y han dado lugar a la formación de un exagerado relieve que alcanza en vertical una altura de unos 1.950 m. sobre una planta casi circular de sólo unos 45 Km. de diámetro.

Durante los ciclos alternativos de actividad y calma relativa del volcanismo isleño, han actuado de un modo continuo, exacerbados por la situación subtropical del Archipiélago, las fuerzas erosivas de las corrientes de agua que, debido a la torrencialidad de las lluvias, han surcado radialmente la topografía de la Isla, con numerosos y profundos barrancos de escarpadas márgenes, que presentan, además, a lo largo de su curso, altos, frecuentes y bruscos desniveles, formando numerosas cascadas, o usando la denominación local, "caideros".

Los mismos frentes de las coladas ácidas, de gran viscosidad y poca movilidad, han contribuido también a la formación de estos bruscos cambios de nivel, tan frecuentes en el accidentado relieve de la Isla.

Desde poco antes de los comienzos del Mioceno, las coladas volcánicas que van depositándose sobre el solar insular, han perdido su naturaleza ácida, arrojando al exterior un magma progresivamente más básico, que, empezando con erupciones tefríticas, ha evolucionado hasta los basaltos plagioclásicos de las erupciones más modernas.

II. Estos magmas básicos, que como es sabido son muy fluidos y por ende más móviles que los de carácter ácido, se extienden a menudo con una relativa gran velocidad, llegando a veces hasta muy lejos de las bocas de los cráteres que los emitieron, rellenando la topografía existente con extensos mantos, frecuentemente de poco espesor, que quedan adosados a las laderas por las que fué resbalando la res-

pectiva corriente o elevando el nivel de los cauces de los barrancos por los que circularon, análogamente a una lenta pero caudalosa corriente hidráulica.

Tanto las fuertes pendientes de estas laderas, como los bruscos desniveles y caideros de los cauces de dichos barrancos, ofrecen óptimas condiciones naturales para la formación, en el interior de la masa de estas corrientes lávicas, de los clásicos tubos volcánicos cuyo origen se debe al enfriamiento progresivo, de fuera hacia adentro, de la parte superficial exterior y de los bordes laterales de dicha masa, por cuyo interior sigue circulando la colada aún al rojo blanco.

Así, pues, cuando una masa de basalto, más o menos lejos ya de su salida al exterior, cae o discurre por una fuerte pendiente y se empieza a enfriar y solidificar externa y marginalmente, en su interior sigue corriendo la parte todavía caliente y fluida que va dejando tras de sí un vacío de forma tubular que queda formando galerías o minas, de formas y secciones variables según las circunstancias locales de: pendiente, velocidad, temperatura, fluidez, caudal del conjunto de la masa aún no solidificada y potencia en general de la totalidad de la corriente.

Este fenómeno es muy frecuente en las coladas basálticas, especialmente en las postmiocénicas de la Isla de Gran Canaria. El geólogo español T. Bravo, ha estudiado con mucho detalle los de la Isla de Tenerife, y a sus trabajos "Aportación al estudio geomorfológico y geológico de la costa de la fosa tectónica del Valle de la Orotava", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, tomo II, año 1952, núm. 1 y "Tubos en las coladas volcánicas de Tenerife", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, tomo Homenaje a E. Hernández Pacheco, pág. 105-115, año 1954, remitimos a los interesados en los detalles de su origen y formación.

Por nuestra parte vamos a fijarnos en el presente trabajo en la particularidad que ofrecen estos tubos, en algunos casos relativamente frecuentes, en los que funcionando como vías de drenaje natural, de a veces amplias extensiones de terreno, dan lugar a interesantes manantiales, algunos de ellos de caudal tan apreciable que son objeto de explotación para fines de riego.

Los tubos volcánicos origen de manantiales.

La extraordinaria fluidez de los magmas basálticos vertidos por los volcanes de Gran Canaria en el actual ciclo básico de su actividad, es la causa de dos características particularmente interesantes desde el punto de vista que nos ocupa.

Por una parte, facilita su extensión sobre una gran superficie de terreno, llegando a veces al frente de sus corrientes de lava a varios kilómetros de distancia del punto de emisión, y los mantos de basalto resultantes suelen tener, por tanto, poco espesor y gran superficie, con lo que su enfriamiento debe haber sido muy rápido, dando lugar a la formación en su masa de numerosas diaclasas de contracción que la cuartejan en la clásica forma prismática tan conocida. En algunos casos, hemos localizado formaciones de este tipo en que las secciones transversales de los verticales prismas originados no tienen un diámetro medio superior a los 2 cm., como por ejemplo, el de la corriente basáltica que cruza la carretera de Las Palmas a Mogán hacia el kilómetro 9; otras veces estos prismas tienen un mayor diámetro, corrientemente de 40 a 50 cm., aunque también hemos tenido ocasión de comprobar en otras corrientes prismas con diámetros superiores a 1,30 m. Sin embargo, la superposición de varias coladas procedentes de otras tantas emisiones, ya sea del mismo cráter o de otros cercanos, logra dar al conjunto de la formación basáltica importantes espesores, formando rellenos de gran potencia.

Por otra parte, quedan intercaladas a veces entre estas capas sucesivas otras más escoriáceas, en las que además de estas grietas naturales se han formado numerosos huecos debidos a las burbujas de los gases que, contenidos en el mismo magma, se desprenden de su masa al quedar ésta con una mayor superficie de contacto con la atmósfera.

Todo ello unido a los efectos de la descomposición que se inicia rápidamente en sus superficies externas al quedar expuestas a los agentes exteriores durante el tiempo transcurrido entre colada y colada, hace que del conjunto de la formación basáltica resulten grandes extensiones de terreno que tienen una gran porosidad, y, por ende, una gran capacidad de absorción y retención de las aguas que pueden recibir procedentes, tanto de las lluvias como de los riegos, o de los mismos barrancos que sobre ellas discurren labrando sus nuevos cauces, y que se van filtrando por su interior quedando retenidas en ellos que actúan como una verdadera esponja.

Cuando debido a las características topográficas del terreno una corriente de basalto, a lo largo de su curso, se encuentra con una ladera de fuerte pendiente o con algún escarpe de gran desnivel por el que se precipita, se forman en su interior los tubos volcánicos, por los que sigue escurriéndose el magma todavía caliente y fluido.

Estos tubos, como se comprende fácilmente por las propias causas de su origen, no tienen, en general, una pendiente uniforme, ya que su curso viene a ser como un reflejo de la forma existente en el terreno primitivo, sobre el que circuló la corriente de lava, ni tampoco en la misma masa de basalto se forma evidentemente un solo tubo, sino que suele haber varios, los cuales a menudo se unen entre sí, llegando a formar con sus confluencias una compleja red de galerías principales y ramificaciones laterales que se extienden por todo su interior, análogamente al conjunto que presenta un río con todo su sistema de afluentes.

Las aguas que se van infiltrando por toda la masa de basalto, impregnándola, al encontrarse con alguno de estos tubos, hallan un fácil camino de circulación, a través de ellos, que quedan así, formando como los colectores de un sistema natural de drenaje en el que se van reuniendo las aguas de que hablamos.

Más adelante, cuando la erosión en su continuo actuar sobre las laderas o el fondo de los barrancos destruye y arrastra los basaltos depositados, deja a veces al descubierto la sección transversal de estos tubos, dando lugar al correspondiente manantial.

Para que este fenómeno tenga lugar, es pues necesario, en general, que se den las siguientes circunstancias:

1.^a La existencia de una formación basáltica relativamente grande sobre un terreno impermeable y, en principio, de pendiente suave, que sea capaz de retener importantes cantidades de agua.

2.^a Que la corriente basáltica se haya encontrado en su curso con alguna pendiente fuerte en dicho terreno subyacente que haya dado lugar a la formación de los tubos volcánicos.

3.^a Que estos tubos por alguna razón (erosión, fallas, acantilados, excavaciones, etc., etc.) afloren al exterior.

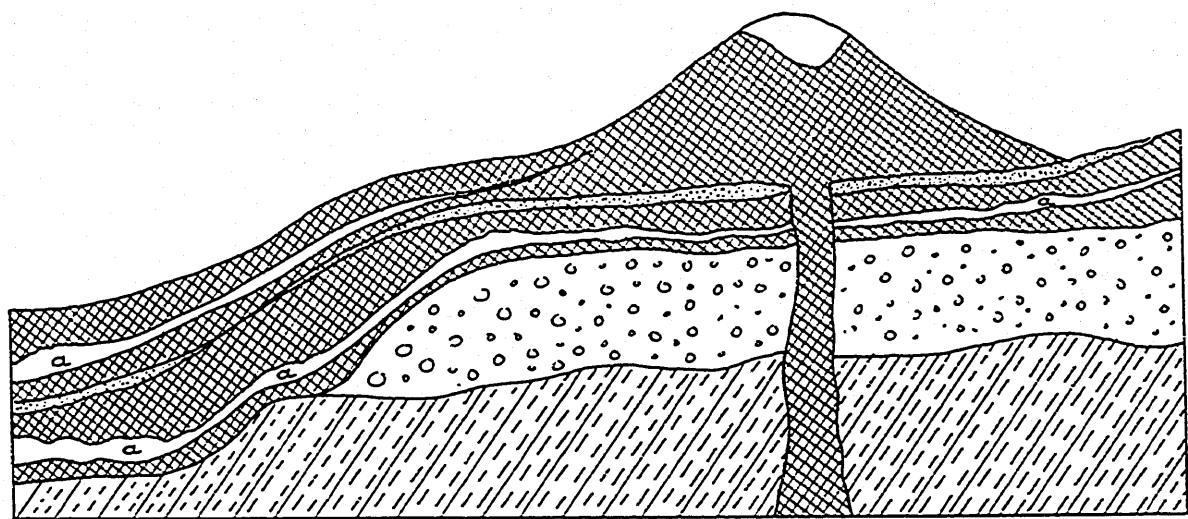
4.^a Que todo lo anterior esté en una zona con aportación de agua suficiente para dar lugar al proceso que acabamos de describir.

En la figura 1.^a presentamos el esquema de la formación de los tubos origen de los manantiales de este tipo.

Cuando estas circunstancias no se dan simultáneamente no se acusa la presencia del manantial, y puede ocurrir lo siguiente:

Si falta la primera circunstancia aparecen entonces los tubos al exterior, secos, que es el caso más frecuente, y que es el que ha dado la posibilidad de estudiar y explorar su interior en aquellos casos en que su diámetro lo ha permitido (diámetro que varía desde los pocos centímetros, a veces, hasta varios metros, presentándose entonces como verdaderas cuevas de complicado trazado y difícil recorrido), figura 2.^a.

Si falta la segunda, el agua sigue discurriendo entre las diaclasas o los poros, quedando retenida por el



 Fonolita.
  Conglomerado volcánico.
  Basalto.
  zona escoria cea y descompuesta.

a - tubos volcánicos

Fig. 1.ª — Corte geológico ideal de un terreno basáltico presentando tubos volcánicos.

fondo o por alguna capa impermeable hasta que puede salir al exterior, por cualquiera de los varios sistemas que dan lugar a las clásicas fuentes o nacientes, o simples líneas de humedad, o hasta que se las alumbra artificialmente mediante pozos o galerías.

Si la circunstancia que no se da es la tercera, las aguas siguen su curso subterráneo, quedando a veces perdidas para siempre para fines utilitarios.

Evidentemente, si no hay aportación de agua al sistema no hay manantial.

Sin embargo, es relativamente frecuente en la Isla de Gran Canaria que concurren simultáneamente las cuatro circunstancias, y se encuentren numerosos afloramientos de agua, algunos de ellos muy importantes, cuyo origen es precisamente éste: Una gran masa de basalto que actúa de depósito regulador, la

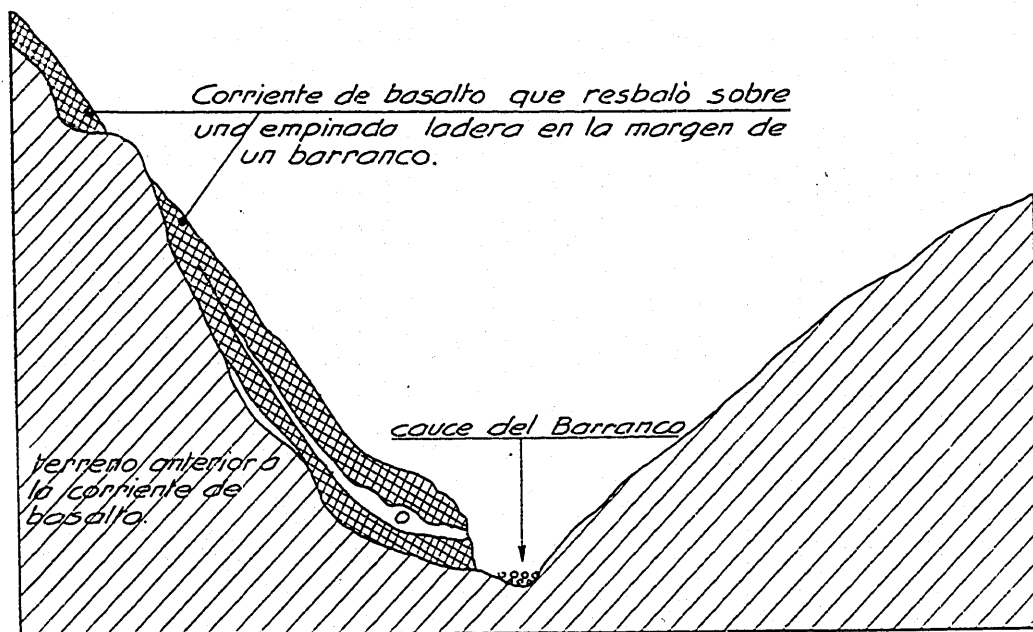


Fig. 2.ª — Corte geológico ideal de la formación de un tubo volcánico en una masa de basalto, que descende por una fuerte pendiente.



Fig. 3.ª — Naciente del arroyo al pie de un "Caidero", en el cauce del Barranco de la Virgen.

presencia de los tubos volcánicos que constituyen el drenaje del basalto y la coducción de las aguas retenidas por él y el afloramiento del tubo al exterior que da lugar al manantial.

Como ejemplos interesantes de lo que acabamos de exponer, nos limitaremos a continuación a describir algunos casos que han sido descubiertos, explorados y estudiados por el autor en el Barranco de la Virgen, en la Isla de Gran Canaria.

El Barranco de la Virgen, en la isla de Gran Canaria, nace en la ladera N. del cono del volcán, que forma la Montaña Moriscos a una altura de unos 1 700 m. sobre el nivel del mar, discurriendo, en esta primera parte de su curso, por el cono de basaltos y escorias volcánicas que recubren el subsuelo formado por un conglomerado volcánico procedente de las erupciones peleanas que tuvieron lugar a principios del Terciario y que afloran definitivamente aguas abajo en todo su curso desde la cota 1.500 a la 550, en su confluencia con el Barranco del Rapador.

El barranco, pues, ha ido labrando su curso abriendo profundo surco en este conglomerado, que es además impermeable; a lo largo de él se encuentran abundantes restos de coladas basálticas que, procedentes del volcán de la Montaña Moriscos y de los otros volcanes situados paralelamente a la dirección general del barranco, por ambas márgenes han ido recubriendo este conglomerado que la erosión posterior ha ido dejando de nuevo al descubierto. En la margen izquierda son mucho más abundantes y extensas estas formaciones basálticas, dentro de las cuales se desarrollan incluso otros importantes barrancos.

Gran parte de estas coladas de basalto, procedentes de las erupciones de todos estos volcanes, discurrieron por las laderas del barranco y por el cauce del

mismo, recubriendo todos sus accidentes topográficos, y, en definitiva, elevando el nivel medio de su fondo.

Al hajar los basaltos flúidos y calientes aún y al precipitarse sus corrientes por los antiguos rápidos, labrados en el conglomerado, se formaron en ellos los tubos volcánicos. En los periodos de calma posteriores, la erosión fué destruyendo estos materiales y al retroceder el frente de los rápidos o cascadas a costa de la lengua de basalto superpuesta, quedó al exterior la sección transversal del tubo volcánico. Tal es el caso del Naciente del Arroyo (figuras 3.ª y 4.ª), situado en el mismo cauce del barranco. Tiene, aproximadamente, una sección elíptica cuyo diámetro mayor es el horizontal y mide unos 2,20 m. por 0,95 el vertical, y está al pie de un "caidero" de unos 6 m. de desnivel, con su parte inferior medio obstruida por los derrubios del propio barranco.

Después de una época de lluvias, y después de haberse agotado el curso de agua torrencial que desagua por la superficie del barranco, por la boca del tubo sigue manando agua durante más de dos meses, entrando ya en la estación seca.

El proceso de la formación de este naciente es como indicamos en las figuras 5.ª: en la 5.ª, a, representamos el cauce antes de ser invadido por las coladas basálticas; en la 5.ª, b, el mismo tramo después de quedar recubierto por una de las corrientes de lava, y en la 5.ª, c, el perfil geológico longitudinal actual en el que se ve claramente la formación y constitución del naciente.

En este caso la reducida extensión de los restos de basalto que quedan aguas arriba, es la causa de

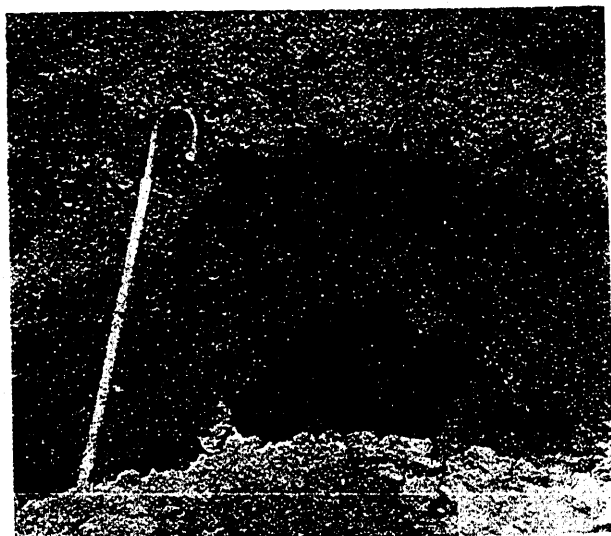


Fig. 4.ª — Naciente del arroyo. Detalle de la boca de salida del tubo, medio obturada por los acárreos del cauce en el Barranco de la Virgen.

que después de la estación de las lluvias, el nacimiento tenga sólo dos meses de vida, tiempo que tarda en drenarse el agua que quedó empapando la masa basáltica, cuya capacidad de retención es evidentemente fija y limitada: por eso la vida del nacimiento es independiente de la cantidad de agua caída siempre que ésta supere el mínimo necesario para colmar los hue-

cos del basalto. Al quedar éstos llenos y agotada el agua que discurre por la superficie, continúa el Nacimiento del arroyo desaguando durante dos meses la retenida por el basalto de aguas arriba.

A lo largo del curso del barranco hay otros varios casos análogos a éste y de importancia parecida, por lo que omitimos su descripción.

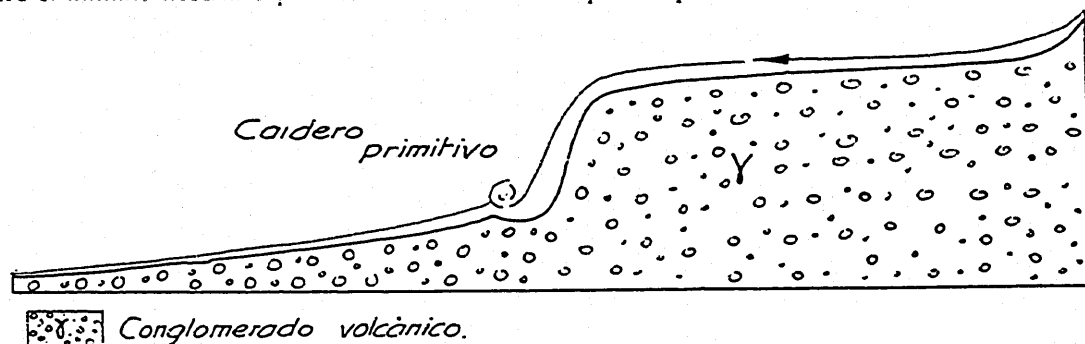


Fig. 5ª, a. — Corte esquemático del cauce del Barranco de la Virgen, en el nacimiento del arroyo.

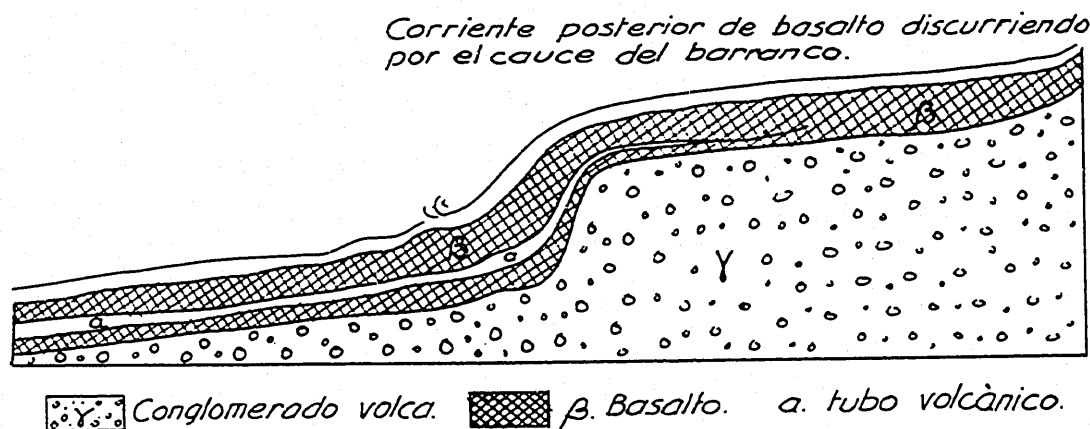


Figura 5ª, b.

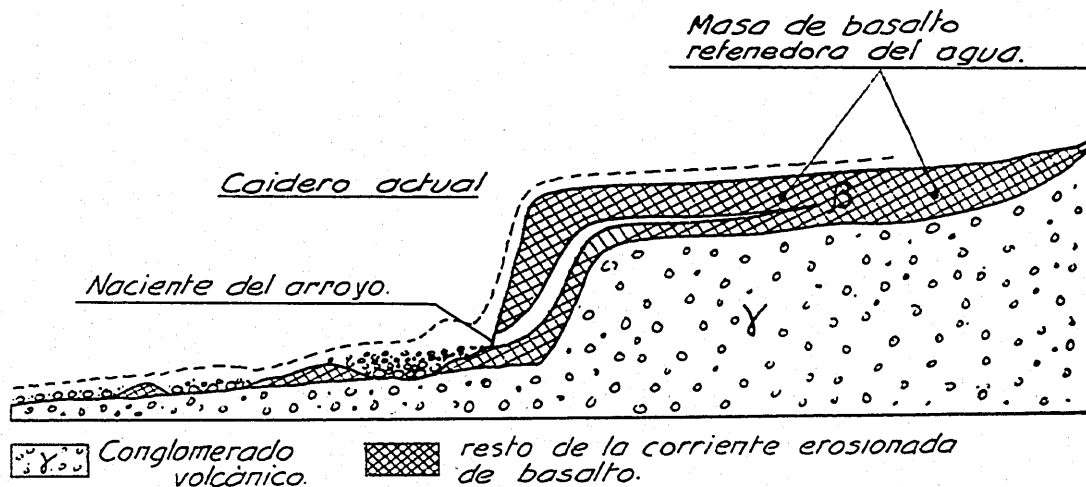


Figura 5ª, c.



Fig. 6.^a — Bocas de salida de dos tubos volcánicos contiguos, en la margen derecha del Barranco de la Virgen.

Más aguas abajo y en la ladera de la margen derecha, localizamos también dos tubos contiguos (figuras 6.^a y 7.^a), de diámetros respectivos de 1.10 y 0.60 m., separados entre sí unos 2 m. Por la gran pendiente de la ladera y la poca extensión del basalto que los contiene, no dan origen a manantial alguno, pero, en cambio, han permitido en parte la exploración interior de los mismos, especialmente por el de mayor diámetro, por el que pudimos penetrar hasta una longitud de unos 15 m.

Por su interior, de sección perfectamente circular, presenta unas paredes de gran rugosidad, en las que quedan en algunos puntos chorretones de lava solidificados colgantes del techo y paredes en formas que recuerdan las estalactitas. A unos 10 m. de la boca presenta este tubo una ramificación hacia la izquierda de menor tamaño, de unos 50 cm. de diámetro, por la que no pudimos penetrar y sí solamente ver con una linterna su prolongación en dirección ascendente varios metros más hasta un cambio de dirección. Por la rama principal, a partir de los 15 metros, se hace difícil seguir por su interior por la reducción que va presentando en su sección, pero con la ayuda de una linterna pudimos apreciar también su prolongación en varios metros más, hasta también un cambio de dirección en su desarrollo longitudinal.

Este tipo de tubo volcánico corresponde al representado esquemáticamente en la figura 2.^a.

Mucha más importancia tiene para nuestro estudio el tubo volcánico que da lugar al Naciente de Las Madres, por lo que vamos a hacer su descripción con un poco más de detenimiento.

El cauce primitivo del barranco de la Virgen,

labrado, como hemos dicho, sobre el conglomerado volcánico impermeable, antes de las erupciones basálticas postmiocénicas, presentaba un estrechamiento precisamente en el punto donde hoy está el Naciente de Las Madres, formando allí una garganta que las lenguas de basalto posteriores procedentes de ambas laderas han estrechado hoy todavía más.

Al paso de esta garganta, que está precisamente en la confluencia de este barranco con el del Rapador, se formó un caidero por la diferencia de cotas entre los fondos de ambos barrancos, quedando el de la Virgen a nivel superior.

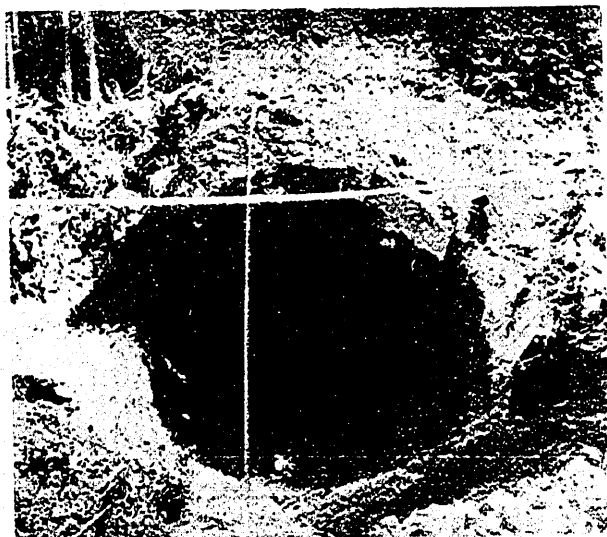


Fig. 7.^a — Detalle del tubo mayor explorado, de la figura anterior.

Aguas arriba de este punto y a unos 2 Km. de distancia, surgió en la margen izquierda del barranco, pero casi en cauce del mismo, un moderno volcán que extendió un amplio manto de basalto por todo él y por el cauce de otro afluente suyo, el Barranco Oscuro. Parte de la corriente de lava siguió aguas abajo el curso del barranco que fué rellenando, encontrándose, a su paso por Las Madres, con el caidero existente en la confluencia con el Barranco del Rapador, por el que se precipitó para seguir el curso del mismo, única salida de dicha corriente, que quedó marginalmente parada por las mismas paredes de conglomerado que formaban la garganta.

Al quedar parada la corriente por sus frentes laterales, se inició naturalmente su enfriamiento superficial y sólo pudo seguir fluyendo por su parte central, que correspondía precisamente a la salida por el caidero.

La brusca pendiente de éste y el antes dicho enfriamiento de los bordes de la corriente de lava, dieron lugar a la formación del tubo por el que siguió manando la lava caliente aún, del interior, que continuó hacia aguas abajo por el cauce del barranco.

Cesado el período de erupción del volcán en cuestión, la erosión vuelve a entrar en acción y el barranco de la Virgen vuelve a abrir su curso a través de la masa de basalto que lo obturó temporalmente, aunque quedando algo desviado de su antiguo lecho, por circular precisamente ahora, en la mayor parte de este nuevo trecho de su curso, por la línea más vulnerable a su fuerza erosiva, que es precisamente el borde de la corriente de basalto a lo largo de su línea de contacto con la antigua margen del cauce y mientras el barranco del Rapador recorta al frente de la colada que invadió lateralmente su cauce desde



Fig. 8.* — Tubo volcánico encontrado en el interior de la galería del nacimiento de Las Madres, por el que mana la mayor parte del caudal de dicho nacimiento.

la confluencia del barranco de la Virgen, éste hace retroceder aún más el nuevo frente de basalto, vol-

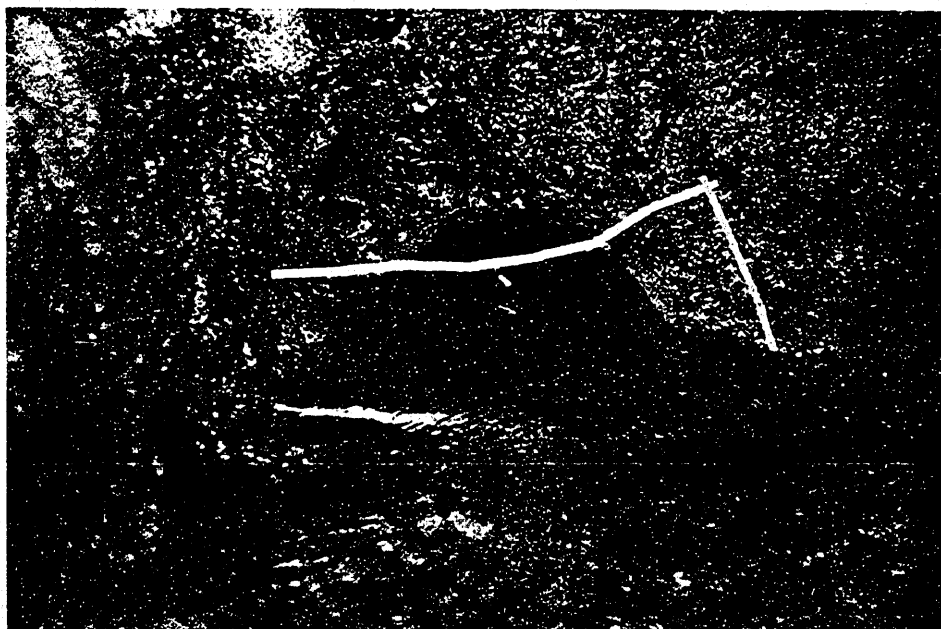


Fig. 9.* — Detalle del tubo anterior. Obsérvese la profundidad del mismo por la caña introducida en su interior.

viendo a dejar al descubierto, principalmente en la margen izquierda, el fondo de conglomerado de la angostura primitiva.

Aguas arriba quedaron las lavas cubriendo una gran extensión superficial de terreno, y la misma fluidez que facilitó esta gran expansión superficial a costa de su espesor, fué a su vez la causa de que se

dar con el tubo volcánico allí formado, por el que circulaba una muy apreciable cantidad de agua, que no baja en el máximo estiaje de los 10 l./seg. (figuras 8.^a y 9.^a).

Evidentemente, el caudal de dicho nacimiento es variable a lo largo del año, por ser, como se desprende de todo lo dicho, muy sensible a la acción de las llu-

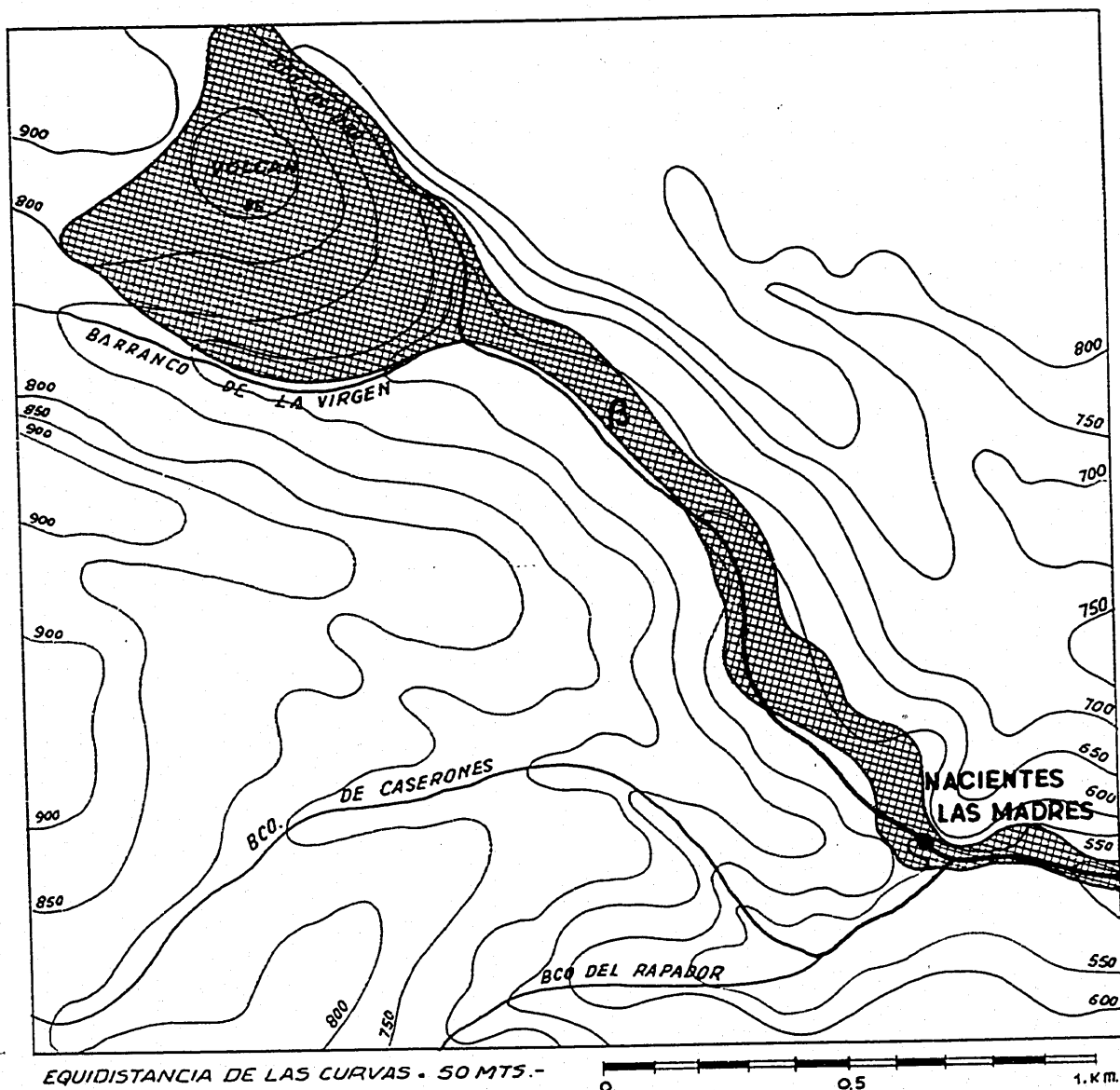


Fig. 10. — Croquis topográfico de la corriente de basalto del volcán del nacimiento de Las Madres.

produjera un rápido enfriamiento en toda la masa, que quedó sumamente agrietada, como es típico, además, en todos estos basaltos relativamente modernos.

En el frente y al pie del caidero recubierto de basalto, apareció un manantial y al procederse a la apertura de una galería para el mejor aprovechamiento de su caudal, a los pocos metros se tuvo la suerte de

encontrar el interior de la masa basáltica que lo alimenta no está saturada de agua retenida.

Después de la época de las lluvias, que suele ser en esta isla en noviembre y diciembre, su caudal se estabiliza en unos 80 l./seg., que va disminuyendo paulatinamente hasta llegar a un mínimo, en octubre, del orden de los 45 a 50 l./seg.

En este caso, la extensión de la masa del basalto

retenedor del agua es tal, que su drenaje dura más que la intermitencia anual de las épocas lluviosas, por lo que dicho manantial no se seca nunca, actuando, por tanto, este basalto, como embalse regulador de la alimentación del naciente.

Tenemos que hacer notar aquí que aunque a primera vista puedan parecer estos caudales muy reducidos, son, sin embargo, de capital importancia en esta isla, en la que el problema principal es el de la retención y utilización del agua para los riegos, ya que toda su economía es casi única y exclusivamente agrícola.

Para mayor claridad de lo que acabamos de exponer, acompañamos un croquis topográfico de la zona del naciente de Las Madres, en el que señalamos la extensión superficial de la corriente de basalto de que acabamos de hablar (fig. 10).

Como hemos dicho, al abrir la galería para el mayor aprovechamiento del caudal del naciente que afloraba al exterior, se dió la feliz coincidencia de cortar casi transversalmente el tubo volcánico que actúa de colector general del drenaje de todo el basalto de aguas arriba y por el que circula este apreciable caudal, que es hoy explotado continua y eficazmente.

El tubo en cuestión es de sección circular, de 80 centímetros de diámetro en su boca junto a la galería, diámetro que va en disminución hacia aguas arriba. Debido a la corriente de agua que por él circula no se puede hacer un reconocimiento detenido de su interior, pero desde su boca y con buena iluminación, se aprecia perfectamente su constitución interna, favorecidos, por otra parte, por la claridad, nitidez y limpieza que la propia corriente de agua le proporciona.

El último tramo del tubo cortado por la galería tiene una longitud hacia aguas arriba de unos 8 metros, y en su misma boca afluve a él otro, que viene de un nivel superior y con mayor pendiente, y que tiene 23 cm. de diámetro, y por el que también escurre una pequeña corriente de agua, muy difícil de medir, pero que calculamos del orden de 0,5 l./se-

gundo: su longitud es superior a los 5 m., medidos por medio de una caña que pudimos introducir hasta el primer cambio de dirección o pendiente.

Sus paredes carecen de las asperezas que hemos apreciado en otros tubos, pero ello es debido a la acción erosiva de la corriente de agua que circula siempre por su interior y que ha ido con el tiempo puliendo su superficie, casi perfectamente cónica y de sección, como hemos dicho, prácticamente circular.

En esta masa de basalto que constituye el depósito regulador de su caudal, hemos realizado varias experiencias y mediciones, cuyo resultado creemos de interés dejar aquí consignado.

En plena estación seca y con el caudal del naciente estabilizado y aforado sistemáticamente cada dos horas, abrimos aguas arriba del naciente a unos 2 Km. de distancia, un pozo de 2 m. de profundidad por el que se vertió un caudal de 30 l./seg. durante tres días consecutivos; a las veinticuatro horas de empezada la experiencia, y sin que en la cuenca hubiera habido aportación externa alguna de agua, el caudal del naciente acusó un aumento creciente, que quedó estabilizado a las sesenta y cinco horas: resultó, pues, que la velocidad media del agua a través de este basalto es de 1,84 m./hora, cifra que comparada con la que se obtiene en un filtro de arena, en el que con un 30 por 100 de huecos la velocidad es de 3 m./hora, nos permite calcular, aproximadamente, en un 15 por 100 el porcentaje de huecos existentes en dicho basalto.

Dada la frecuencia con que aparecen estos tubos volcánicos en las formaciones basálticas modernas, creemos que puede ser de mucho interés la busca y localización de los mismos en las diversas formaciones geológicas que pueden contenerlos, pues es indudable que su hallazgo ahorraría muchos trabajos de alumbramientos de agua, que tan precisos y necesarios son para la fertilización y mayor aprovechamiento de los terrenos volcánicos, además del interés científico que ofrecen dentro del campo del estudio de la morfología volcánica.