

18.3042

Instituto Geográfico y Catastral

---

BONELLI RUBIO

---

ERUPCION DEL VOLCAN  
DEL NAMBROQUE O SAN JUAN  
(ISLA DE LA PALMA)

— 20136 —





ERUPCION DEL VOLCAN DEL NAMBROQUE

INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

X

**CONTRIBUCION AL ESTUDIO**  
**DE LA**  
**ERUPCION DEL VOLCAN DEL NAMIBROQUE**  
**O SAN JUAN (ISLA DE LA PALMA)**

**24 DE JUNIO — 4 DE AGOSTO DE 1949**

P O R

EL INGENIERO GEÓGRAFO,

**JUAN M.<sup>a</sup> BONELLI RUBIO**



MADRID

TALLERES DEL INSTITUTO GEOGRÁFICO Y CATASTRAL

1950

## PRELIMINARES

A las nueve de la mañana del día 24 de junio de 1949 un pastor que se encontraba en las inmediaciones de la montaña del Duraznero, en la isla de La Palma, huyó aterrorizado al ver que se agrietaba la tierra, salía humo de las aberturas y se oían misteriosos ruidos subterráneos. Poco después, hacia las once de aquella misma mañana, se abrió el primer cráter de la montaña del Duraznero que lanzaba al aire una espesa y copiosa columna de humo que fué vista en toda la isla y que sembró la intranquilidad, cuando no el pánico, entre sus pacíficos habitantes. La erupción del volcán de San Juan —si tomamos para su denominación la fecha (24 de junio, San Juan) en que se inició la fase visible del fenómeno— o del volcán del Nambroque —si adoptamos el nombre del principal aparato eruptivo afectado—, había empezado.

Acompañan a esta manifestación de la erupción frecuentes sacudidas sísmicas, de escasa intensidad, que van precedidas o simultaneadas por idénticos ruidos subterráneos a los que aterrorizaron al pastor testigo de los primeros fenómenos externos, y que provocan asimismo el pánico de los habitantes de aquellas comarcas más próximas a la zona volcánica. Ya con anterioridad a la erupción, el día 21 de junio, se sintieron dos intensas sacudidas sísmicas, y los días 22 y 23, inmediatos a la erupción, otras frecuentes sacudidas de poca intensidad, pero que habían sembrado la inquietud como lógicamente cabía esperar. Eran las sacudidas sísmicas premonitorias de la erupción, que no han debido ser únicas seguramente, y cuyo estudio, caso de haber existido algún Observatorio sismológico en las inmediaciones capaz de captarlas, hubieran podido permitir atisbar o entrever algo de lo que se fraguaba en el interior de la tierra isleña y hasta quizá predecir el lugar probable de la futura erupción, basada esta predicción en la migración del epi-

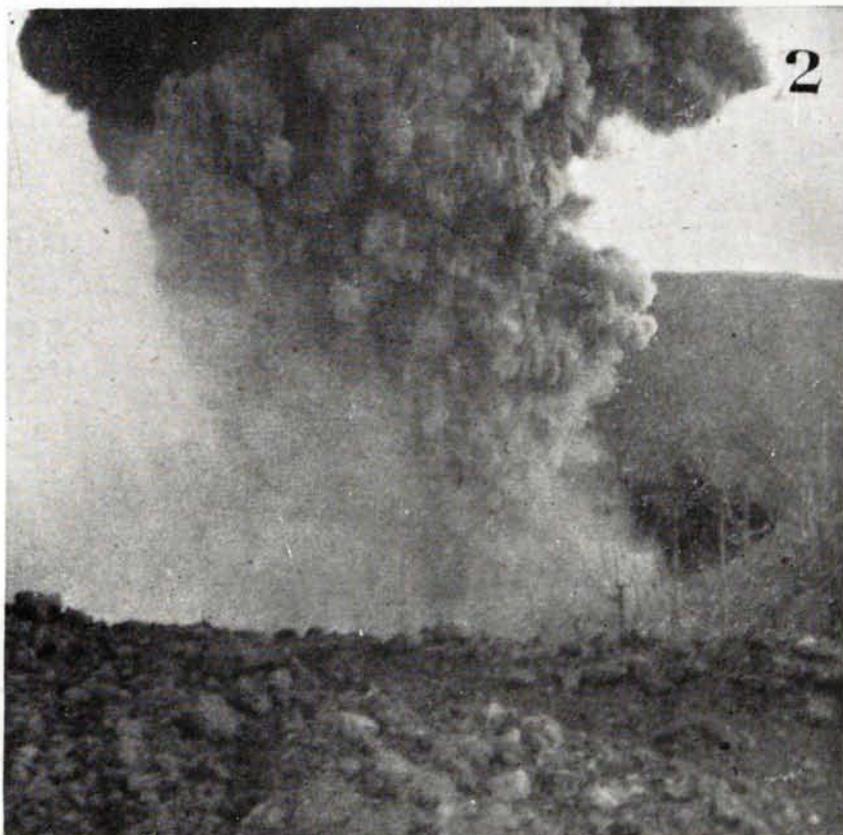
centro de las sacudidas sucesivas, de igual manera que lo han conseguido los norteamericanos, con formidable éxito científico y práctico, en las erupciones de la isla de Hawai (1). Desgraciadamente, y aunque en el programa del Instituto Geográfico y Catastral figura desde hace largos años la instalación en el archipiélago canario de un Observatorio sismológico, cuando menos, todavía no ha podido alcanzarse esa ansiada meta, y se ha perdido con ello una oportunidad preciosa que sólo Dios sabe cuándo volverá a repetirse.

### DIARIO DE LA ERUPCION

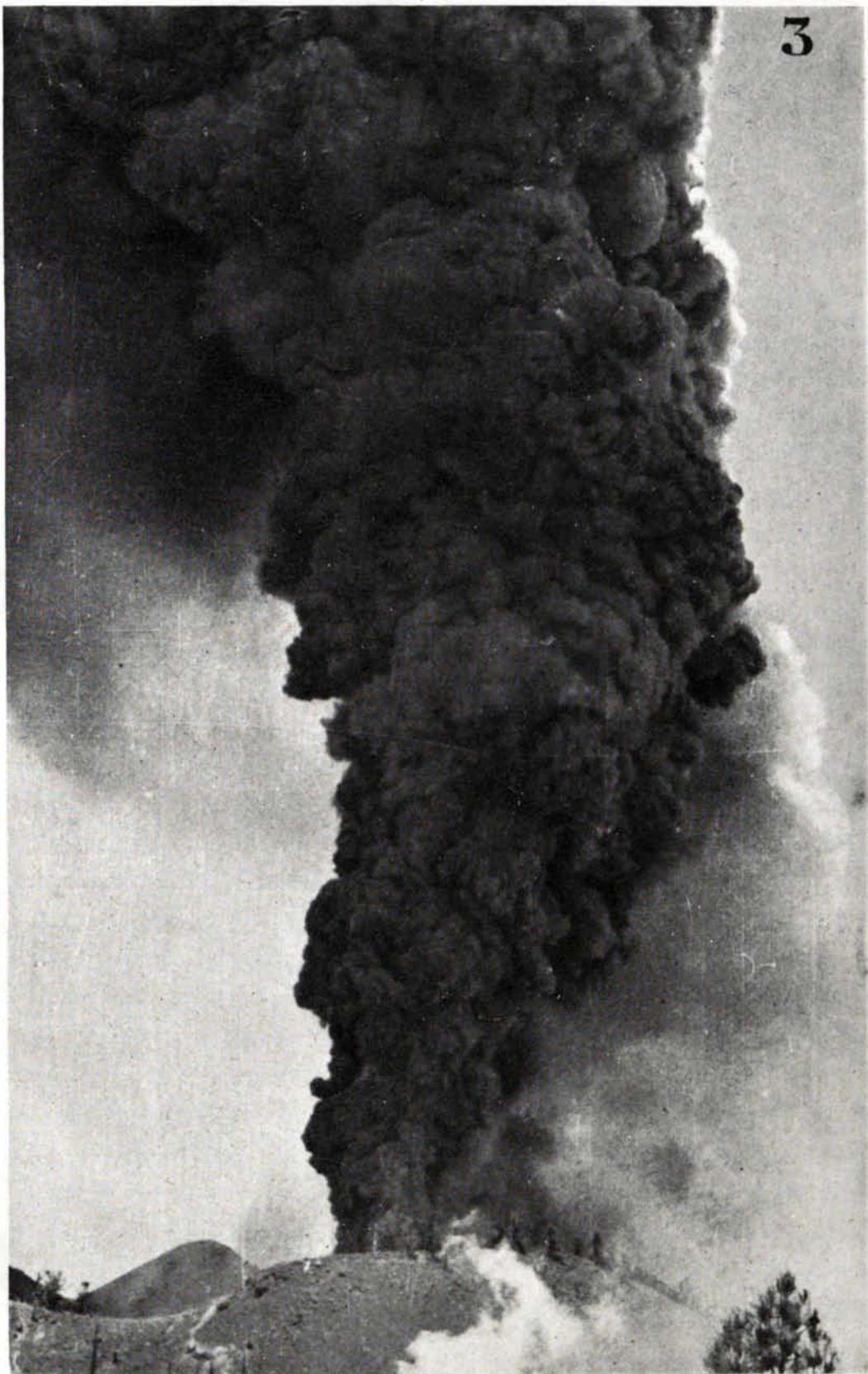
Comenzada el día 24 de junio a las once de la mañana, como queda dicho, continúa el día 25 la actividad del volcán en idéntica forma, arrojando lavas fragmentadas, arena calcinada y «lapili». La densa y negra columna de humo, portadora de estos últimos materiales y que se eleva a gran altura, es arrastrada por el viento y deja caer una lluvia de ceniza sobre diversos lugares de la isla. Las sacudidas sísmicas se repiten frecuentemente, acompañadas siempre de los característicos ruidos subterráneos. Por el personal de observación enviado por las autoridades se llega a definir que el volcán presenta tres bocas: una, de cierta importancia, que alcanza una dimensión de 20 metros de diámetro, y otras dos, más modestas, situadas en dirección Norte de la primera y próximas a ella. En las inmediaciones el terreno se agrieta abundantemente, se aprecian algunos deslizamientos y corrimientos y aparecen algunas emanaciones de gases.

En los días siguientes continúa el fenómeno con características similares, si bien decrece la actividad volcánica y aumenta la sísmica, principalmente en las zonas de Jedey, Las Manchas y Los Charcos, produciendo desprendimientos de piedras y derrumbándose algunas viviendas de gente humilde deficientemente construídas. En la montaña de Jedey se origina el desplome de un montículo conocido con el nombre de Los Campanarios.

El día 1.º de julio por la tarde, a las dieciocho horas locales, y coincidiendo con una actividad sumamente moderada de la erupción, se produjo una fuerte sacudida sísmica, sentida en casi toda la isla, que



Fots. 1 y 2.—La fotografía núm. 1 muestra la columna de humo y cenizas emitida por la primitiva boca de la montaña del Duraznero, y la fotografía núm. 2 la boca abierta el día 6 de julio de 1949. (Págs. 2 y 3).



Fot. 3.—Muestra la columna de humo emitida por la boca de la loma del Duraznero, abierta el día 6 de julio.

*(Fot. del autor.)*

dió lugar a nuevas grietas en el terreno y nuevos derrumbamientos de casas en la zona pleistocena, seguida a las nueve de la mañana del día siguiente, día 2, por otra de mayor grado todavía, que fué sentida prácticamente en toda la isla y con verdadero espanto en la zona afectada por las anteriores. Esta sacudida es la mayor de intensidad de todas las habidas durante la erupción.

Continúa el cráter del Duraznero con su actividad moderada durante los siguientes días hasta el día 6 de julio, en cuya mañana, a las ocho horas, y cuando el autor de este trabajo se disponía a emprender la subida al cráter, se vió elevarse violentamente una espesa y gigantesca columna de humo negro que acusaba, al parecer, una reactivación del proceso eruptivo, pero al llegar a la montaña se pudo observar que la columna de humo vista procedía de una nueva boca de mayores proporciones, en la misma loma del Duraznero. Las bocas anteriores sólo desprendían ligeras columnas de humo blanquecino, o más bien vapores, que no forman volutas, y tan poco espesos, que se distinguen perfectamente los objetos a través de ellos. El terreno en las inmediaciones del cráter se hallaba profundamente agrietado y pude observar durante el tiempo que permanecí junto a él, cómo se ensanchaban las grietas y se producían deslizamientos, así como los desmoronamientos de tierras consecuentes con estos fenómenos. En sentido Norte-Sur y a ambos lados del cráter, como a unos 100 metros de distancia, corren amplias grietas en aquella dirección; más al Norte, e inclinándose hacia el Noroeste, las grietas son perfectamente visibles y sumamente importantes en el Llano del Agua y Hoyo Negro. Estas grietas se prolongan vertiente abajo de la isla hacia el Llano del Banco, pero su exploración no pudo ser continuada por el autor.

Transcurren este día y el siguiente con iguales características, lanzando el volcán abundantísimos materiales tenues que forman una nube de un gris oscuro que toma a veces tonalidades rojizas y que, empujada por el alisio, produce una lluvia de materiales magmáticos finísimos que cubre toda la región Sur y Sudoeste de la isla, depositando sobre el suelo una capa de algunos centímetros de espesor. La actividad sísmica ha desaparecido.

En la madrugada del día 8 se inicia la emisión de las lavas por una nueva boca abierta a algo más de media ladera, en el lugar denominado Llano del Banco, boca que, según la descripción dada por D. Simón Benítez, Presidente del Museo Canario y Vulcanólogo notable, en su

conferencia de 19 de agosto de 1949, que pudo visitarla, «se presentaba como una larga y algo sinuosa grieta de un kilómetro de longitud por 100 metros de anchura». Las lavas, en parte por su fluidez y en parte por la accidentada topografía de la isla, avanzan rápidamente en cascada por los barrancos de la montaña hasta llegar al llano de Las Manchas, por donde camina ya más lentamente, aun cuando conserve una velocidad de dos metros por minuto, que pude medir en las cercanías de la carretera general con bastante exactitud. A las dos de la tarde la corriente de lava cortaba esta carretera y continuaba su ruta hacia el mar invadiendo el Hoyo del Verdugo, donde se ensancha ampliamente y aumenta su espesor. El día 10 las lavas se desploman desde el acantilado al mar en las cercanías del Puerto de Naos.

Continúa la emisión de las lavas en los días sucesivos, haciéndose cada vez más flúidas, hasta el extremo de llegar a alcanzar la increíble casi velocidad de dos metros por segundo (D. Simón Benítez) en su momento de máxima fluidez. El día 12 se abre una boca gaseosa que no emite lavas en el Hoyo Negro. Coincidentes con esta apertura se han sentido dos sacudidas sísmicas importantes.

Prosigue la erupción con varias alternativas de emisión de humos, etcétera, y períodos de apaciguamiento, aunque persista siempre la salida de lavas por la boca del Llano del Banco. El día 22 se registran dos sacudidas sísmicas. El 26 cesa la emisión de lava. La erupción parece haber terminado. Sin embargo esto es sólo una pausa en la actividad volcánica, pues el día 30 sufre una reactivación, se abre una nueva boca en el Duraznero y fluye por ella lava muy flúida que corre por la vertiente oriental de la isla, inmune hasta ahora a la erupción, cruza el término municipal de Mazo y se detiene antes de llegar al mar. El día 4 de agosto cesa toda manifestación externa de la erupción, sólo persiste la actividad final en fase de fumarolas.

### ANTECEDENTES DE LA ERUPCION

Históricamente se conocen las siguientes erupciones en la isla de La Palma:

La erupción de Los Llanos, que tuvo lugar en 1585 en la zona de



Fot. 4.—En ésta puede verse, al pie de la fotografía anterior, la que se abrió primitivamente el día 24 de junio, que sólo emite humos blancos y vapores. (Pág. 21).

*(Fot. del autor.)*



Fot. 5. - Se pueden apreciar las grietas abiertas en el terreno a consecuencia de la erupción en las inmediaciones del Cerro de la Paila.



Fot. 6. Grietas en el Llano del Agua.

*(Fots. del autor.)*

la isla más inmediata por el lado Sur a la Gran Caldera de Taburiente.

En 1646, poco más de medio siglo más tarde, tuvo lugar la erupción de Tegalate, cuyo cráter se abrió en la misma región de la erupción actual, un par de kilómetros más al Sur, en la llamada montaña del Cabrito. Esta erupción derramó sus lavas por la vertiente oriental de la isla en contraposición con la fase principal de la emisión del volcán de San Juan.

Con muy poco intervalo de tiempo, en 1667, tuvo lugar la erupción de Fuencaliente, la más importante de las cuatro históricas que se registran.

Por último, después de un intervalo similar, en 1712, se produjo la erupción del Charco. Desde aquella lejana fecha, la actividad volcánica de la isla de La Palma pasaba por un período de reposo absoluto.

---

#### ANTECEDENTES INMEDIATOS

De haber contado con los registros y las gráficas de un Observatorio sismológico situado en el archipiélago canario, es indudable que se habría contado con datos abundantes y precisos que hubieran sido los antecedentes inmediatos de la actual erupción, pero como los fenómenos de origen volcánico que se han tenido que desarrollar en el subsuelo de la isla con anterioridad a la erupción sólo podían dar lugar a movimientos sísmicos de débil intensidad y pequeña magnitud, registrables tan sólo en sismógrafos próximos, y como los más inmediatos se encuentran en la Península, en las inmediaciones del óvalo bético-rifeño, es evidente que ha escapado a nuestra observación y estudio toda la actividad formativa y premonitoria de la erupción.

En apoyo de la anterior afirmación y a título de ejemplo, damos a continuación un registro de datos macrosísmicos publicados por el Ingeniero D. Luis Cadarso, Jefe, a la sazón, del Observatorio sismológico de Málaga, quien llevado de su celo, había extendido su red de observadores macrosísmicos hasta aquel lejano archipiélago. La información reza así:

| Fecha y hora aproximada                        | Localidad                   | Grado | Observaciones  |
|--|-----------------------------|-------|--|
| 23-VII-1936.—23 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> . | El Paso (Isla de la Palma). | III   | Borde S. de la «Caldera de Taburiente». No se han sentido en localidades lejanas, lo que demuestra su carácter superficial. Tipo volcánico. Se suceden los movimientos sensibles hasta la noche del 25. No tenemos noticias de que se hayan producido fumarolas. |
| 24-VII-1936.— 7 <sup>h</sup> .....             | Los Llanos (Idem íd.)....   | III   |  |
| 24-VII-1936.—14 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> . | Los Llanos (Idem íd.).      |       |  |
| 24-VII-1936.—15 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> . | El Paso (Idem íd.).         |       |  |
| 25-VII-1936.— 6 <sup>h</sup> 50 <sup>m</sup> . | Los Llanos (Idem íd.).      |       |  |
| 25-VII-1936.— 7 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup> . | Los Llanos (Idem íd.).      |       |  |
| 25-VII-1936.— 8 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> . | Los Llanos (Idem íd.).      |       |  |
| 25-VII-1936.— 9 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup> . | Los Llanos (Idem íd.).      |       |  |
| 25-VII-1936.—12 <sup>h</sup> 05 <sup>m</sup> . | Los Llanos (Idem íd.).      |       |  |
| 25-VII-1936.—22 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup> . | Los Llanos (Idem íd.).      |       |  |

Fácil es ver, como lo vió el citado Ingeniero, que este período de actividad sísmica tiene un claro origen volcánico, muestra indudable de la no extinguida actividad volcánica del archipiélago. Posteriormente, por la perturbación grave que nuestra Guerra de Liberación produjo en el Servicio Sismológico, como en tantos otros, no se registran nuevas noticias, si bien los habitantes de la isla recuerdan la existencia de otras sacudidas aun cuando no pueden precisar datos. Nunca se lamentará bastante la falta de un Observatorio sismológico en las Islas Canarias.

#### LIGERA RESEÑA VULCANOLOGICA DE LA ERUPCION

Puede asegurarse que el actual volcán de San Juan es una reactivación de un antiguo aparato eruptivo, cuyas activaciones anteriores han dejado claras muestras en las inmediaciones de los cráteres actuales. Para la mejor comprensión de lo que sigue, se adjunta un ligero croquis de la región de montaña donde se encuentra el primitivo cráter del Duraznero. En él puede verse que las tres primeras bocas vinieron a

abrirse en un collado entre el monte del Duraznero y el cerro de La Paila, un poco más hacia la ladera de aquél. La cuarta boca fué la que se abrió el día 6 de julio, que inició el período más intenso de expulsión de humos, bombas (Wulstenmaterialen) y arena (Eckigesmaterialen), premonitorias de la expulsión de las lavas. Posteriormente se abrió una quinta boca, bastante separada de las anteriores, en dirección Noroeste, en el llamado Hoyo Negro, monte abajo del cerro de la Barquilla, por la que comenzó a fluir la lava.

El propio monte del Duraznero es un antiguo cráter con su típica forma de herradura, clásica en los cráteres canarios, que puede clasificarse como tipo «Homate» de construcción reciente (2), y asimismo el lugar denominado Llano del Agua (que también puede verse en el croquis), es el fondo de otro cráter relleno hoy de materiales de acarreo procedentes de las paredes que le rodean. Así, pues, la erupción actual es, como queda dicho, una reactivación de un aparato eruptivo que en activaciones anteriores dió lugar a la actual constitución y forma del terreno; reactivación excéntrica, típica también del volcanismo canario.

La erupción que tuve la fortuna de contemplar en su período más intenso se caracterizó por la expulsión violenta de un humo negro y denso por la boca núm. 4, acompañada de fuertes explosiones y de lanzamiento de bombas y escorias. En las inmediaciones del cráter trepidaba fuerte y constantemente el terreno; sentado en el suelo, en el cerro de La Paila, se podía percibir perfectamente el latir del subsuelo sometido a las altas presiones de los gases magmáticos y a la erosión de esas fuerzas internas en su trabajo de abrirse paso al exterior.

El surtidor era perfectamente vertical; la nube de humo brotaba a borbotones expandiéndose y girando al elevarse y con el clásico aspecto de coliflor o de «pino del Vesubio»; de vez en cuando se producen derrumbamientos en las bocas de los cráteres, y los materiales de la superficie, refundidos en el interior, salen expulsados después con las lavas fragmentadas. A simple vista se aprecia el ensanchamiento del cráter, consecuencia del trabajo de erosión del surtidor y las grietas que en dirección Norte-Sur corren a banda y banda del volcán; se modifican y amplían sensiblemente dejando escapar ligeras fumarolas. El único gas que pude percibir, tanto en las inmediaciones del cráter como en las grietas abiertas en el Llano del Agua, fué el sulfhídrico.

En el croquis se puede ver también las líneas de dirección fundamentales de las grietas producidas en el terreno por la apertura de

bocas, por las explosiones y por el trabajo de erosiones de los surtidores. La de más a la izquierda, que partía del monte del Duraznero hacia el Nor-Noroeste y corría a lo largo del cerro del Llano, se prolongaba vertiente abajo aumentando sensiblemente de proporciones y con notables deslizamientos del terreno, que alcanzaban la cifra de cuatro y más metros. (En las fotografías que acompañan este trabajo pueden verse las grietas y apreciarse su importancia.)

En el Llano del Agua, que como queda dicho anteriormente está formado por el fondo de un antiguo cráter, el terreno se hallaba surcado por grietas en todas direcciones por causa de ser suelto y movido, flanqueado por las grietas principales. Al fondo, en la dirección del cerro de La Paila, se observaban desprendimientos de gases.

La observación de los pinos en aquella zona fué sumamente interesante. Los había secos, a medio secar y verdes todavía, y como los que estaban secándose lo hacían de la base a la copa, pude deducir las zonas de mayor o menor calor del subsuelo. Fruto de esta observación, junto con la dirección y tamaño de las grietas principales, apunté la posibilidad de que se abrieran nuevas bocas en la falda de la Barquilla y en el Llano del Agua. La primera tuvo confirmación dos días después en el Llano del Banco, por donde se inició la emisión de las lavas. La segunda se abrió el día 12 en el Hoyo Negro, próximo a aquél.

Las lavas que comenzaron a fluir el día 8 eran algo viscosas, de textura muy accidentada que solidificaban rápidamente. En las primeras horas su velocidad fué grande debido, principalmente, a la accidentada topografía, alcanzando muy pronto los puntos de la isla de cota inferior, donde el barranco se ensanchaba formando valle y se suaviza la pendiente del terreno. Ya en esta región, y en el lugar conocido por Las Manchas, la velocidad media fué de dos metros por minuto. Ya en esta parte pude observar perfectamente la formación de lavas cordadas. En días posteriores, las lavas fueron haciéndose cada vez más flúidas hasta convertir la erupción en un verdadero río de fuego.

#### ESTUDIO SISMICO DE LA ERUPCION

Hemos elegido para este estudio la sacudida que tuvo lugar a las nueve de la mañana del día 2 de julio, que fué la más intensa de todas las registradas en este período de actividad volcánica, y que por serlo,



Fots. 7 y 8. Recogen las grietas producidas en el Llano del Agua.

*(La fotografía 7 es debida a la amabilidad del señor Benítez; la 8 del autor.)*



y a falta de las gráficas de un registro sismológico, era la que nos permitía hacer una información macrosísmica de mayores garantías. A pesar de ello, y aunque se han podido reunir más de un centenar de tarjetas de información, como las regiones habitadas de la isla están casi exclusivamente a caballo sobre la carretera principal que, en cornisa, contornea la isla, queda una extensión grande deshabitada, con la consiguiente laguna en la precisión del trazado de las líneas isosistas, no obstante lo cual, los resultados son satisfactorios.

### BREVE RESEÑA GEOMORFOLOGICA

La isla de La Palma, de origen volcánico como todo el archipiélago, está formado —según D. Lucas Fernández Navarro—(3) por un zócalo o base holocristalino dispuesto sobre el Atlántico en un domo alargado de dirección Norte-Sur, sobre el que se asienta una serie completa de materiales eruptivos, dividida en dos zonas: una, de materiales más antiguos, ya alterados, al Norte, y otra, de lavas mucho más frescas, al Sur, que es donde han tenido lugar las erupciones históricas. Todos estos materiales se apoyan sobre el zócalo sin sedimento intermedio alguno y sólo se encuentran algunas zonas de terrenos sedimentarios en la región costera, que han sido consecuencia de un movimiento de regresión epirogénico que se acusa perfectamente por la pendiente suave de la que fué zona litoral, hoy emergida, a continuación del violento escarpe labrado por los trabajos de erosión.

Tanto el cimientó plutónico como la serie petrográfica eruptiva superior están surcados por abundantes líneas de dislocación y ruptura, que forman fuertes barrancos que se alinean paralelamente en dirección sensiblemente Este-Oeste, constituida, en la región afectada por la erupción actual, por la serie de barrancos llamados de Las Galeras, de Los Hombres, de Tamanca y de Las Manchas. Toda esta serie está surcada, a su vez, en sentido normal, Norte-Sur, por otra línea de fractura que corre a lo largo del domo de la isla.

La zona más afectada, sísmicamente, se encuentra ahorquillada sobre el barranco de Los Hombres, en las inmediaciones de Jedey (ver el mapa unido a este trabajo), donde se han arruinado un buen número de viviendas, se han resentido otras y se han abierto algunas grietas en

el terreno, si bien de poca importancia y en terrenos más bien sueltos y movedizos. La dirección principal de estas grietas es siempre normal a la costa.

Las casas derruídas son todas de deficiente construcción; casas de familias humildes edificadas con piedra suelta o recibidas con barro y «pajeros» —nombre que dan en el país a chozas construídas de igual manera— que sirven de almacenes o de albergue de animales.

En Jedey y en Puerto de Naos existen algunas casas construídas con bloques de cemento que se han agrietado. Las de Puerto de Naos son todas de construcción reciente, pues este lugar lleva, o quizás llevaba, camino de ser un lugar de veraneo por encontrarse allí una de las pocas playas con que cuenta la isla. Sin embargo, la construcción no es demasiado buena, pues se limita a colocar sobre una cimentación ligera los bloques de cemento sin un solo pilar armado que sirva de apoyo y sin correa de coronación, apoyando la cubierta simplemente sobre la serie de bloques. Una casa mejor construída la encontré apoyada parte sobre roca y parte sobre tierra y arena, y también se había agrietado. Por último, una casa bien construída y bien cimentada no había sufrido el menor daño.

En Los Llanos, en El Paso y en Fuencaliente se sintieron perfectamente las sacudidas sin que ocurrieran desperfectos. Unicamente en el pueblo citado en primer lugar se agrietó alguna casa de tipo similar al descrito anteriormente del barranco de Los Hombres, así como la Casa-Cuartel o puesto de la Guardia Civil que visité y que se encontraba ya antes de los sismos en estado casi ruinoso.

Consecuente con los movimientos sísmicos observados, los agrietamientos producidos y las viviendas destruídas, fueron evacuados los caseríos y pagos de la comarca de Jedey, cuyos habitantes huyeron espantados al producirse las sacudidas más intensas. En Los Llanos, El Paso y Puerto Naos los movimientos fueron sentidos por todos sin excepción. Se movieron cuadros, golpearon puertas y ventanas, oscilaron las lámparas, se derramó el agua contenida en vasijas y algún reloj de péndola se paró.

De estos datos y del examen cuidadoso de las tarjetas de información macrosísmica recibidas, se han obtenido y trazado las isosistas que figuran en el mapa, que se refieren, como queda dicho anteriormente, a la sacudida principal sentida el día 2 de julio. La zona epicentral queda inmediata a la comarca de Jedey, y el grado que puede asignarse a esta



Fots. 9 y 10. - Estado en que quedaron algunas viviendas de la comarca de Jedey a consecuencia de las sacudidas sísmicas del día 2 de julio de 1949. (Págs. 2 y 13).

*(Fots. del autor.)*



Fots. 11 y 12.—En estas fotografías puede verse la lava arrojada por la boca del Llano del Banco, abierta el día 8 de julio, en el momento de destruir una vivienda rural en Las Manchas. (Pág. 8.)

(Fots. del autor.)

sacudida es el VIII de la escala de Mercalli modificada por Wood y Neumann.

### CALCULO DE LA PROFUNDIDAD HIPOCENTRAL

Para el cálculo de la profundidad hipocentral se ha seguido el método de Kövesligethy empleando las fórmulas abreviadas de Inglada (7).

Los radios medios de las isosistas son:

|                   |               |              |       |             |
|-------------------|---------------|--------------|-------|-------------|
| Isosista de grado | III.....      | $\rho$       | 25,25 | kilómetros. |
| Idem              | íd. IV.....   | $\rho^I$     | 13,52 | >           |
| Idem              | íd. V.....    | $\rho^{II}$  | 8,34  | >           |
| Idem              | íd. VI.....   | $\rho^{III}$ | 4,92  | >           |
| Idem              | íd. VII.....  | $\rho^{IV}$  | 2,64  | >           |
| Idem              | íd. VIII..... | $\rho^V$     | 0,81  | >           |

Aplicando las fórmulas de Inglada para un primer tanteo de la profundidad hipocentral, que son:

$$h > 0,52 \rho; \quad h < 0,72 \rho' \quad \text{y} \quad h = \frac{2}{3} \sqrt{\rho'^2 - (1,8 \rho)^2}$$

resulta:

$$h > 0,42 \text{ kms.}; \quad h < 1,90 \text{ kms.} \quad \text{y} \quad h = 1,47 \text{ kms.}$$

Para obtener una mayor aproximación y una garantía también mayor en los resultados, hemos aplicado también el método completo agrupando las isosistas en las siguientes combinaciones:

$$I_{VIII} - I_{VI}; \quad I_{VII} - I_V; \quad I_{VI} - I_{IV};$$

en donde se ha desechado la isosista de grado III por ser la que ofrece menor garantía.

Las fórmulas a emplear son:

$$\alpha = \beta \log e; \quad \beta = \frac{0,6 - (\log r' - \log r)}{r' - r} \quad \text{y} \quad \begin{cases} r = \sqrt{h^2 - \rho^2} \\ r' = \sqrt{h^2 - \rho'^2} \end{cases}$$

en donde  $\alpha$  es el coeficiente de absorción sísmica y  $r$  el radio de la esfera de propagación correspondiente a cada isosista;  $h$  es la profundidad hipocentral a ensayar en cada tanteo.

Para el valor de  $h = 0,42$  se obtuvieron los siguientes resultados:

$$r_{\text{VIII}} = 0,913; \quad r_{\text{VII}} = 2,673; \quad r_{\text{VI}} = 4,94; \quad r_{\text{V}} = 8,35 \quad \text{y} \quad r_{\text{IV}} = 13,53;$$

que para las tres combinaciones de isosistas dan:

$$\beta_1 = \frac{0,6 - (\log 4,94 - \log 0,913)}{4,94 - 0,913}; \quad \beta_2 = \frac{0,6 - (\log 8,35 - \log 2,673)}{8,35 - 2,673};$$

$$\beta_3 = \frac{0,6 - (\log 13,53 - \log 4,94)}{13,53 - 4,94};$$

o sea

|                          |                                      |                                      |
|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| $\beta_1 = 0,120850$     | $\beta_1 - \beta_0 = 0,049886$       | $(\beta_1 - \beta_0)^2 = 0,00248861$ |
| $\beta_2 = 0,058087$     | $\beta_2 - \beta_0 = 0,012878$       | $(\beta_2 - \beta_0)^2 = 0,00016582$ |
| $\beta_3 = 0,033955$     | $\beta_3 - \beta_0 = 0,037009$       | $(\beta_3 - \beta_0)^2 = 0,00136967$ |
| $\Sigma\beta = 0,212892$ | $\Sigma(\beta - \beta_0) = 0,099772$ | $[\Delta\Delta]_{0,42} = 0,00401310$ |
| $\beta_0 = 0,070964$     |                                      |                                      |

De igual manera se ensayaron los valores de  $h = 1,47$  y  $h = 1,9$ , que dieron:

$h = 1,47$ :

$$\beta_0 = 0,060485; \quad \Sigma(\beta - \beta_0) = 0,066159; \quad [\Delta\Delta]_{1,47} = 0,00186817;$$

y

$h = 1,9$ :

$$\beta_0 = 0,046931; \quad \Sigma(\beta - \beta_0) = 0,086295; \quad [\Delta\Delta]_{1,9} = 0,00336677;$$

de los que se desprende que

$$[\Delta\Delta]_{0,42} > [\Delta\Delta]_{1,47} < [\Delta\Delta]_{1,9}.$$

Se ensayaron entonces los valores de  $h = 1,40$ ,  $h = 1,50$ ,  $h = 1,55$  y  $h = 1,60$ , con los que, procediendo en la misma forma expuesta más arriba, se llega a

$$[\Delta\Delta]_{0,42} = 0,00401.$$

$$[\Delta\Delta]_{1,40} = 0,00195.$$

$$[\Delta\Delta]_{1,47} = 0,00185.$$

$$[\Delta\Delta]_{1,50} = 0,00184.$$

$$[\Delta\Delta]_{1,55} = 0,00176.$$

$$[\Delta\Delta]_{1,60} = 0,00216.$$

$$[\Delta\Delta]_{1,90} = 0,00337.$$

de cuyo examen se desprende fácilmente que puede tomarse como valor definitivo de la profundidad hipocentral el de  $h = 1,55$  kilómetros, con un error menor de 0,01 kilómetros, y que coincide muy satisfactoriamente con el obtenido en el primer tanteo rápido efectuado; valor además, pequeño, característico de las profundidades hipocentrales de los sismos que acompañan a las erupciones volcánicas (4).

### CÁLCULO DE $M$ Y $E$

Obtenida la profundidad hipocentral trataremos ahora de calcular la magnitud  $M$  del sismo definida en principio por C. F. Richter como el logaritmo de la amplitud máxima del sismograma expresada en milésimas de milímetro que registraría un sismógrafo de torsión «standard» de corto período (período propio, 0,8 segundos; amplificación estática, 2.800; amortiguamiento casi crítico) de un sismo a una distancia epicentral de 100 kilómetros, y ampliada después por Gutenberg y Richter para los sismos ocurridos en cualquier parte y registrados por otro tipo de instrumento. Al mismo tiempo que la magnitud  $M$ , podremos obtener la energía  $E$  liberada por el sismo; cuyos valores nos permitirán adquirir un concepto definido de su importancia.

Para ello emplearemos las fórmulas dadas por Gutenberg y Richter (5) que son:

$$M = 2,2 + 3,6 \log \frac{R}{h}$$

y

$$\log E = 11,1 + 6,4 \log R - 3,2 \log h,$$

en las que  $R$  es el radio de la isosista límite de perceptibilidad y  $h$  es la profundidad hipocentral.

Procede, pues, en primer lugar, obtener el radio  $R$ , límite de perceptibilidad por la fórmula

$$R = 1,5^{(n-1,5)} r_n,$$

que, partiendo de las distintas isosistas, da para  $R$  un valor promedio de 41,8 kilómetros.

Como este valor de  $R$  y el ya obtenido anteriormente de  $h = 1,55$  kilómetros, tenemos:

$$M = 2,2 + 3,6 (\log 41,7 - \log 1,55)$$

Y

$$\log E = 11,1 + 6,4 \log 41,7 - 3,2 \log 1,55,$$

que dan:

$$M = 7 \frac{1}{4}$$

y

$$E = 10^{21} \text{ ergios;}$$

valor de la energía liberada más bien modesto con relación a la magnitud y de acuerdo con el origen plutónico y no tectónico de la sacudida sísmica estudiada.

## CONCLUSIONES

No pretendemos en esta modesta contribución al estudio del volcán de La Palma establecer toda una doctrina plutogénica acerca del citado volcán, que, por otra parte, será muy difícil de establecer en ningún caso; pero sí creemos que podemos llegar a determinadas conclusiones que permitan explicar con cierta garantía el mecanismo de la actual erupción,

El origen de la erupción es un misterio para la Ciencia y puede que lo siga siendo durante mucho tiempo. No sabemos el por qué de estas manifestaciones de las fuerzas inmensas que se desarrollan en el interior de nuestro planeta. Según W. Bowie «la actividad volcánica parece encontrarse en áreas de levantamientos recientes, o donde los levantamientos todavía tienen lugar. Probablemente los volcanes son

meros accidentes en los procesos envueltos en el decrecimiento de la densidad y el incremento de volumen de los materiales de la corteza». B. Gutenberg (6), por su parte, admite que «la profundidad de las raíces de los volcanes es todavía una cuestión muy debatida. Hay una fuerte correlación entre la línea de los volcanes activos, las líneas de los sismos de profundidades intermedias (80 a 100 kilómetros) y las anomalías positivas de la gravedad (exceso de masa a profundidades entre 60 y 80 kilómetros), así como una correlación entre las líneas de volcanes recientemente extinguidos y las de sismos originados a profundidades entre 150 y 250 kilómetros».

Sea cual sea la razón primaria del volcán, lo que resulta indudable es que su manifestación externa sólo tiene lugar cuando las tensiones internas en las bolsas magmáticas son capaces de vencer la resistencia de las capas superiores de la corteza. Llegado este momento, el volcán entra en actividad y el fenómeno se presenta a la contemplación del hombre con toda su hermosura y grandeza, pero es lógico que en este vencimiento de la resistencia de la corteza elija en busca de su salida las líneas de mínima resistencia, esto es, las de dislocación y fractura, por cuanto estas líneas vienen a ser lugares geométricos de los puntos de mínima resistencia, y es lógico también que a lo largo de esas líneas se vayan situando los cráteres de un mismo aparato eruptivo intermitente en sus diversas y espaciadas activaciones.

De acuerdo con este concepto debe admitirse una línea general de fractura en la isla de La Palma que corre de Norte a Sur paralelamente al domo de la isla y situada, probablemente, en el subsuelo al Oeste de ella, por cuanto las sondas marinas acusan una mayor depresión en la costa occidental que en la oriental, al igual que en las demás islas del archipiélago, detalle sumamente interesante que deberá ser tenido en cuenta cuando se quiera explicar la génesis geológica de las Islas Canarias, cuya presencia al borde del geosinclinal mediterráneo y su falta de relación geológica o parentesco con la cadena montañosa del Norte de Africa constituyen todavía un misterio.

Junto con esa línea de dislocación fundamental y normalmente a ella, existe una serie de menor importancia acusada, asimismo, por la alineación de cráteres en dirección Este-Oeste que son testigos mudos de pasadas actividades volcánicas, nacidas todas ellas de un mismo aparato eruptivo moderno que abarca toda la zona Sur de la isla, dejando la parte Norte, por el contrario, como residuo del antiguo volcanismo

que dió lugar a la formación de la isla con su poderoso cráter de explosión de la Caldera de Taburiente.

Esta hipótesis de una línea de dislocación desplazada ligeramente hacia el Oeste, nos lleva a concebir un volcán con su chimenea más próxima a la vertiente occidental, lo que explicaría por qué la zona pleistosista de las sacudidas sísmicas sentidas se encuentra en esa misma región, puesto que estas sacudidas de origen plutónico han de producirse durante el desgarre de los estratos superiores al ser vencida su resistencia por las tensiones internas.

Las sacudidas sentidas pueden clasificarse según dos grupos de significación distinta: unas, las menos intensas, más numerosas y frecuentes, son simultáneas y coincidentes con las explosiones propias de la erupción, y pueden ser explicadas como producidas por los trabajos de erosión de los gases magmáticos. Otras, las más intensas, son premonitorias de las fases o momentos principales de la erupción.

Esta clasificación está basada en la observación y estudio del siguiente cuadro, en el que se han puesto en columnas diferentes las actividades sísmica y volcánica antes y a lo largo del período eruptivo:

| Fecha        | Sismicidad            | Actividad volcánica                  |
|--------------|-----------------------|--------------------------------------|
| Junio...21   | Sacudida intensa.     |                                      |
| 22           |                       |                                      |
| 23           | Sacudidas más débiles |                                      |
| 24           |                       | Se abre la primera boca.             |
| 25-30        | Idem frecuentes.      | Nubes de ceniza. Explosiones.        |
| Julio... 1-2 | Sacudida intensa.     | Intensidad moderada.                 |
| 3-5          | Sacudidas débiles.    | Idem íd.                             |
| 6            | Idem íd.              | Se abre nueva boca. Actividad.       |
| 8            | Idem íd.              | Empieza emisión de lava.             |
| 9-12         | Idem íd.              | Continúa emisión.                    |
| 12           | Dos sacudidas.        | Se abre boca del Hoyo Negro.         |
| 13-21        | Calma.                | Continúa la salida de lavas.         |
| 22           | Dos sacudidas.        | Idem íd.                             |
| 23-25        | Calma.                | Idem íd.                             |
| 26           | Idem.                 | Cesa la emisión de lavas.            |
| 27-29        | Idem.                 | Calma.                               |
| 30           | Idem.                 | Sale lava por la boca del Duraznero. |
| 1-4          | Idem.                 | Cesa la erupción. Fumarolas.         |

Si se examina el cuadro anterior se verá que ha habido sacudidas intensas los días 21 de junio, 2 de julio y 22 de julio, y que las manifestaciones eruptivas importantes han sido los días 24 de junio, 6 de julio y 26 de julio, en que cesa la emisión por la boca del Llano del Banco, lo que da una diferencia respectiva de días de tres, cuatro y cuatro en cada caso. Parece, a primera vista, que no debiera haberse tenido en cuenta para este cómputo las fechas apuntadas en último lugar, por cuanto más que una manifestación de una actividad, es la cesación de toda actividad o, al menos, de la emisión principal de lavas. Sin embargo, se ha tenido en cuenta y tomado en consideración porque creemos que permite explicar un curioso incidente de esta erupción; incidente constituido por el cese de la salida de lava por el cráter del Llano del Banco, y la aparición de esa misma lava cuatro días después por la boca del Duraznero.

A nuestro parecer, la explicación de este suceso puede ser la siguiente: La sacudida sísmica del día 22 ha sido producida por un desprendimiento importante de los estratos superiores que ha puesto un grave obstáculo a la salida de lava por la boca del Llano del Banco. Ésta busca entonces nueva salida, y asciende monte arriba por la primitiva—y no cerrada—chimenea del Duraznero, boca que alcanza cuatro días después, el 30, y que produce la presencia de las lavas en la región oriental de la isla. Por eso hemos tenido en consideración esa sacudida del día 22, y juzgamos interesante hacer notar que, de ser cierta, esta explicación nos daría una velocidad de ascenso de la lava (diferencia de cota de la boca del Duraznero a la del Llano del Banco. Ver mapa.) de unos 100 metros por día. Se acompañan a este trabajo dos cortes transversales de la isla con objeto de poder apreciar la accidentada topografía de ella y conseguir una más fácil comprensión de lo dicho en el párrafo anterior, así como lo concerniente a las líneas de dislocación y fractura. Si pudieran llevarse a cabo determinados trabajos de geodesia y nivelación de alta precisión para dar cota a diversos puntos bien escogidos de la isla, con el fin de estudiar los movimientos lentos que ahora pueda experimentar el terreno, se llegaría a obtener datos de suma utilidad en la interpretación de los fenómenos ocurridos y en la propia constitución y formación de la isla.

Queda por determinar la cantidad aproximada de lava arrojada por el volcán a lo largo de toda su manifestación eruptiva, con objeto de darnos así una idea de su magnitud e importancia. Para ello hemos pla-

nimetrado las superficies cubiertas por las lavas, clasificándola en tres porciones diferentes: la zona ganada al mar, la zona occidental, por donde brotó originariamente la lava, y la oriental, invadida por la fase final de la erupción. Las planimetrías se han obtenido del levantamiento topográfico hecho por la Comisión Geográfica Militar, y sus resultados son los siguientes: zona ganada al mar 800.000 metros cuadrados; zona occidental 2.500.000 y zona oriental 900.000. A estas zonas se les han asignado los espesores medios de 50, 5 y 2 metros, respectivamente, con lo que resultan para cada zona 40, 13 y 1,8 millones de metros cúbicos, que arrojan un total de 54.800.000 metros cúbicos de lava expulsada en el total de la erupción; cantidad no excepcional pero sí bastante importante. Los palmeños pueden sentirse orgullosos de su volcán.

Madrid 30 de mayo de 1950.

## BIBLIOGRAFIA

- (1) JAGGAR: *Volcanoes declare war.*
  - (2) SCHNEIDER: *Vulcanische Erscheinungen der Erde.*
  - (3) FERNÁNDEZ NAVARRO (LUCAS): *Datos sobre el volcanismo Canario.*  
FERNÁNDEZ NAVARRO (LUCAS): *Islas Canarias.*
  - (4) INGLADA: *Estudio de las erupciones volcánicas por medio de las sacudidas sísmicas que las acompañan.*
  - (5) GUTENBERG Y RICHTER: *Earthquake, Magnitude, Intensity, Energy and Acceleration.*
  - (6) GUTENBERG: *The structure of the Earth.*
  - (7) INGLADA: *Nuevas fórmulas para abreviar el cálculo de la profundidad aproximada del foco sísmico por el método de Köveslighety.*
- H. S. WASHINGTON: *The Crust. Of the Eart.* (Del libro «Internal constitution of the Earth»).



Fots. 13, 14 y 15.—La fotografía núm. 13 ofrece un aspecto de la lava en su avance por el Valle de las Manchas. La núm. 14 es una vista de la lava en el momento de cortar la carretera general en las cercanías de la ermita de San Nicolás. La núm. 15 muestra al fondo de la fotografía, como una mancha más clara, el río de lava. (Págs. 3 y 8.)

*(Estas dos últimas fotografías son debidas a la amabilidad del Sr. Benítez.)*

16



17



\* Fots. 16 y 17.—Dos aspectos de la Caldera de Taburiente. Fotografías tomadas desde las inmediaciones de la Montaña Quemada, en la subida al Refugio Forestal.



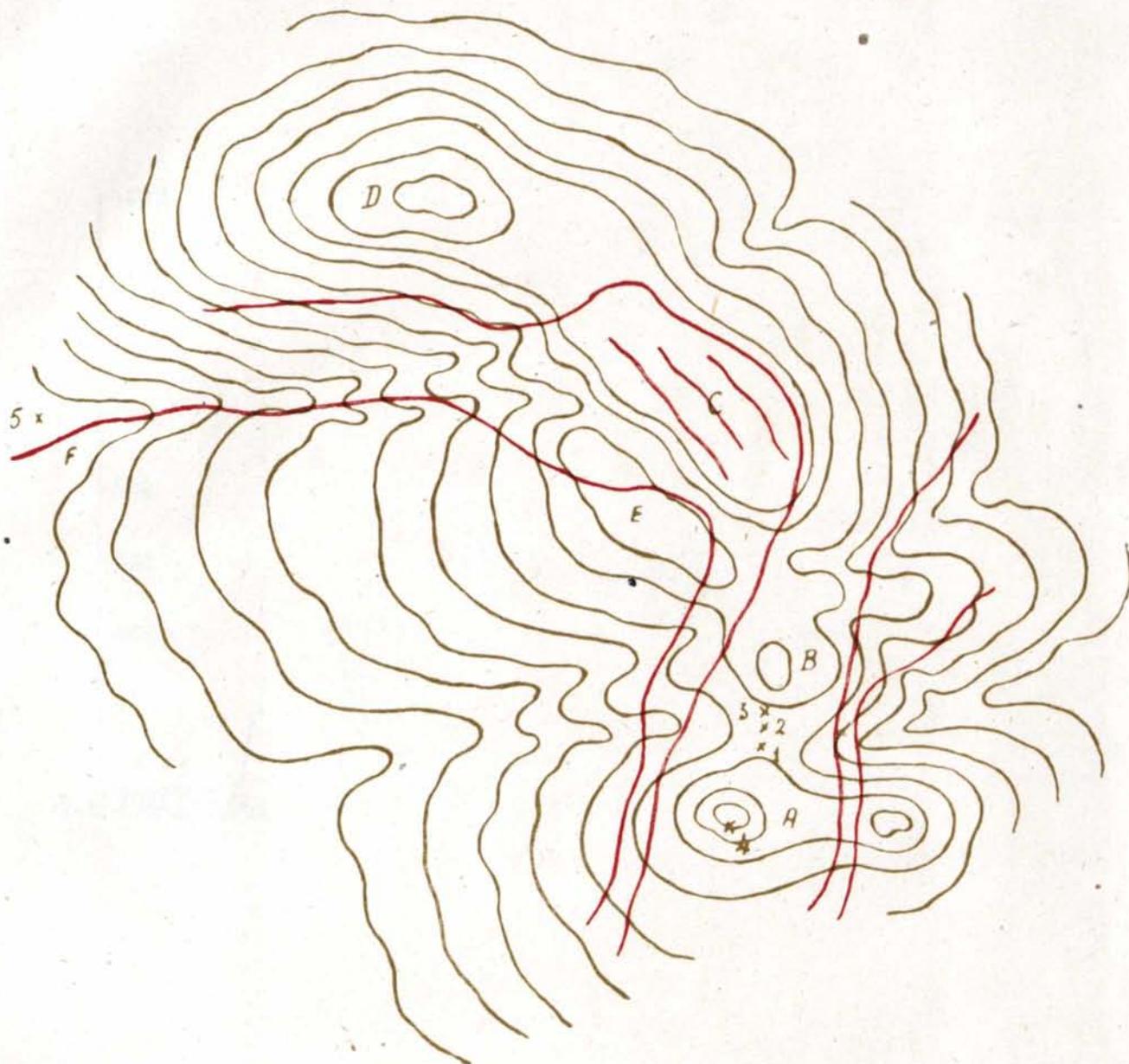
Fot. 18.—Otro aspecto del río de lava. (Pág. 8).

*(Esta fotografía se debe a la amabilidad del Sr. Benítez.)*



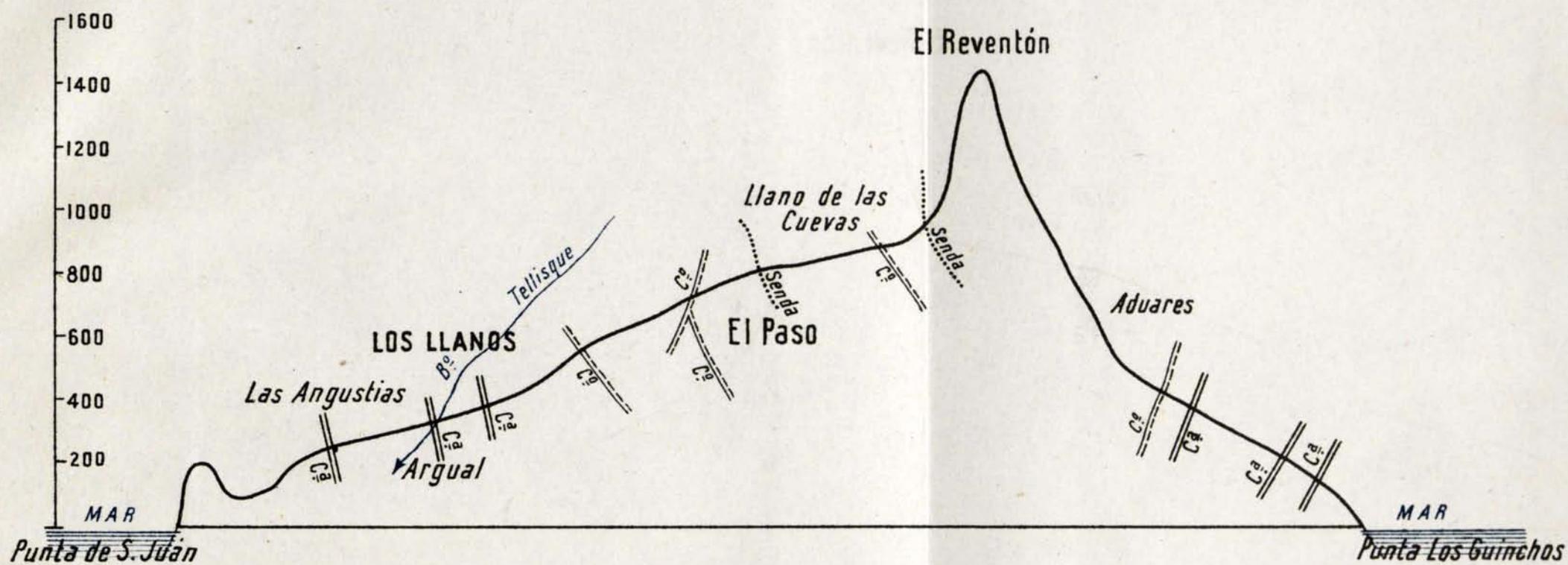
Fots. 19 y 20.—La fotografía núm. 19 ofrece una vista de la columna de humo de la boca del Duraznero tomada desde las cercanías del Birigoyo. La núm. 20 es un aspecto de la evacuación del valle de las Manchas por sus habitantes ante la invasión de las lavas.

## Croquis de la situación de los cráteres y grietas principales del terreno.



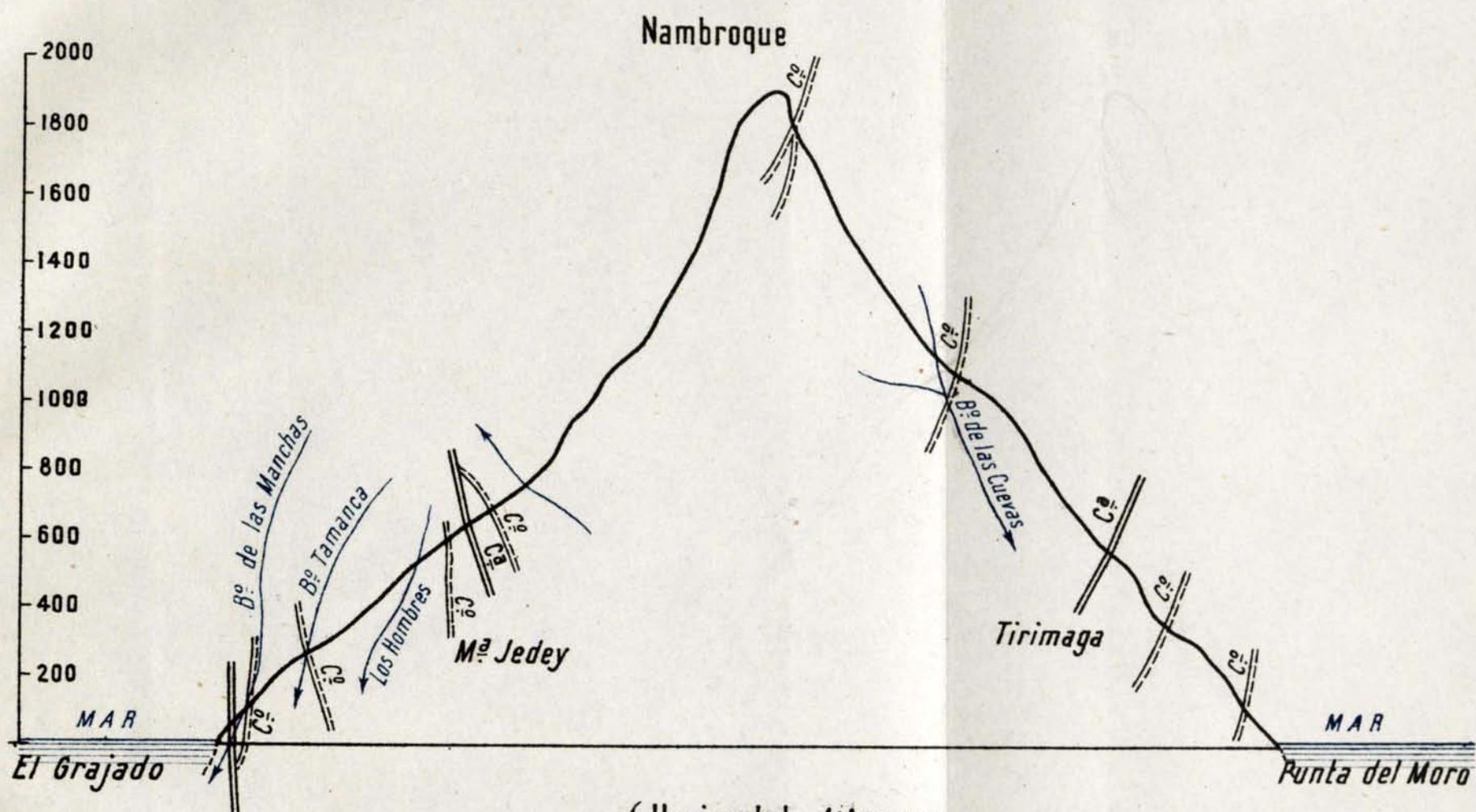
- A Monte del Duraznero.
  - B Cerro de la Paila.
  - C Llano del Agua.
  - D La Barquilla.
  - E Cerro del Llano.
  - F Barranco de Tamanca.
  - 1 2 3 Cráteres abiertos el día 24 de junio.
  - 4 Cráter abierto el día 6 de julio.
  - 5 Cráter abierto el día 8, por donde empezó a *fluir* la lava.
- Las líneas en rojo señalan las grietas más importantes.

# CORTE N° 1

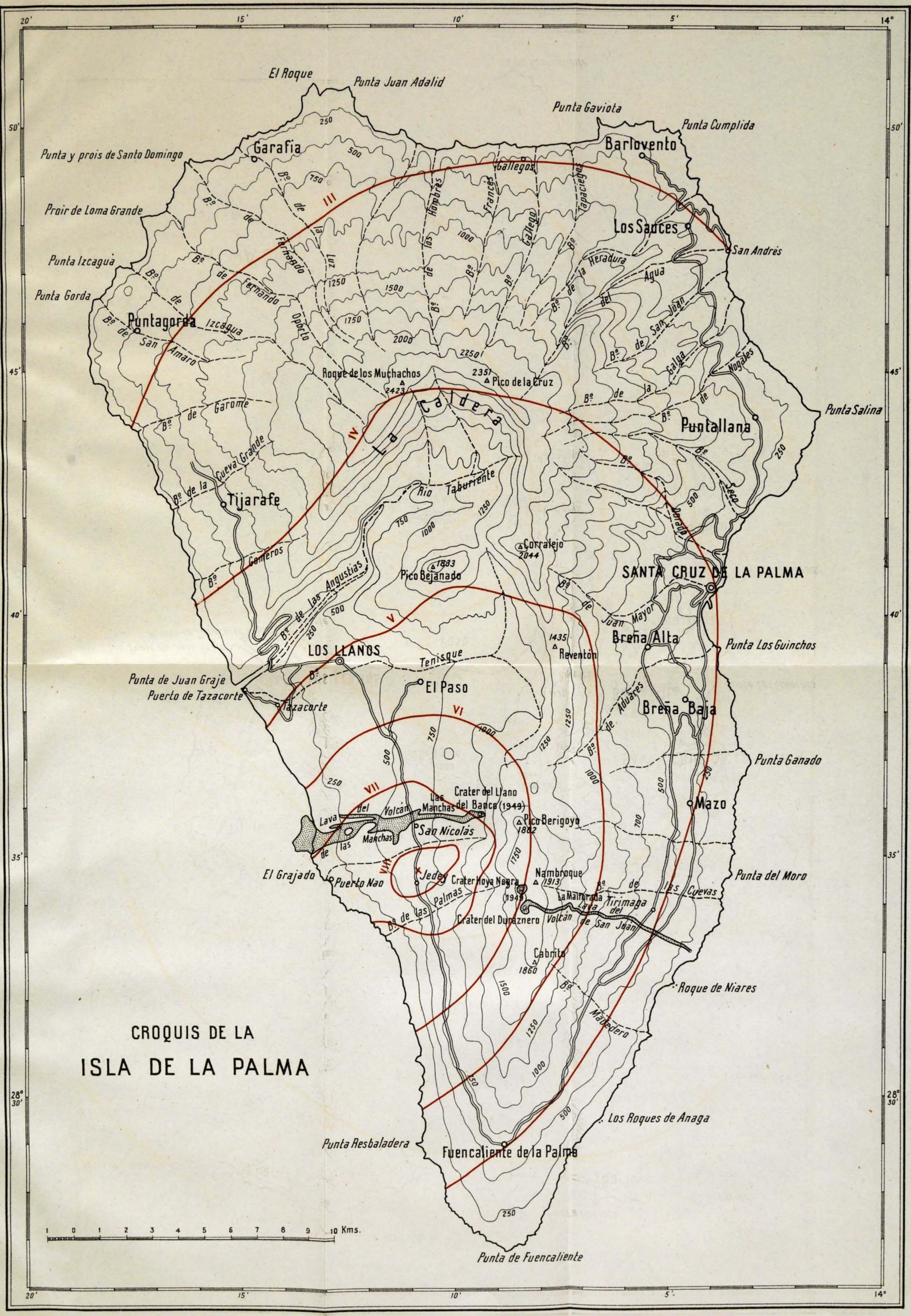


Escalas { Horizontal = 1:100.000  
Vertical = 1:20.000

# CORTE N° 2



Escalas { Horizontal = 1:100.000  
Vertical = 1:20.000



CROQUIS DE LA ISLA DE LA PALMA

## FE DE ERRATAS

---

En las fotografías existe un error de paginación que debe salvarse en la forma siguiente:

| <u>Fotografías</u> | <u>Dice</u>   | <u>Debe decir</u> |
|--------------------|---------------|-------------------|
| 1 y 2              | (Pág. 2 y 3)  | (Pág. 6 y 7)      |
| 4                  | (Pág. 21)     | (Pág. 6)          |
| 9 y 10             | (Pág. 2 y 13) | (Pág. 6 y 14)     |
| 13, 14 y 15        | (Pág. 3 y 8)  | (Pág. 7 y 8)      |

Defecto que esperamos haya subsanado el lector, puesto que van colocadas entre las páginas correspondientes.





