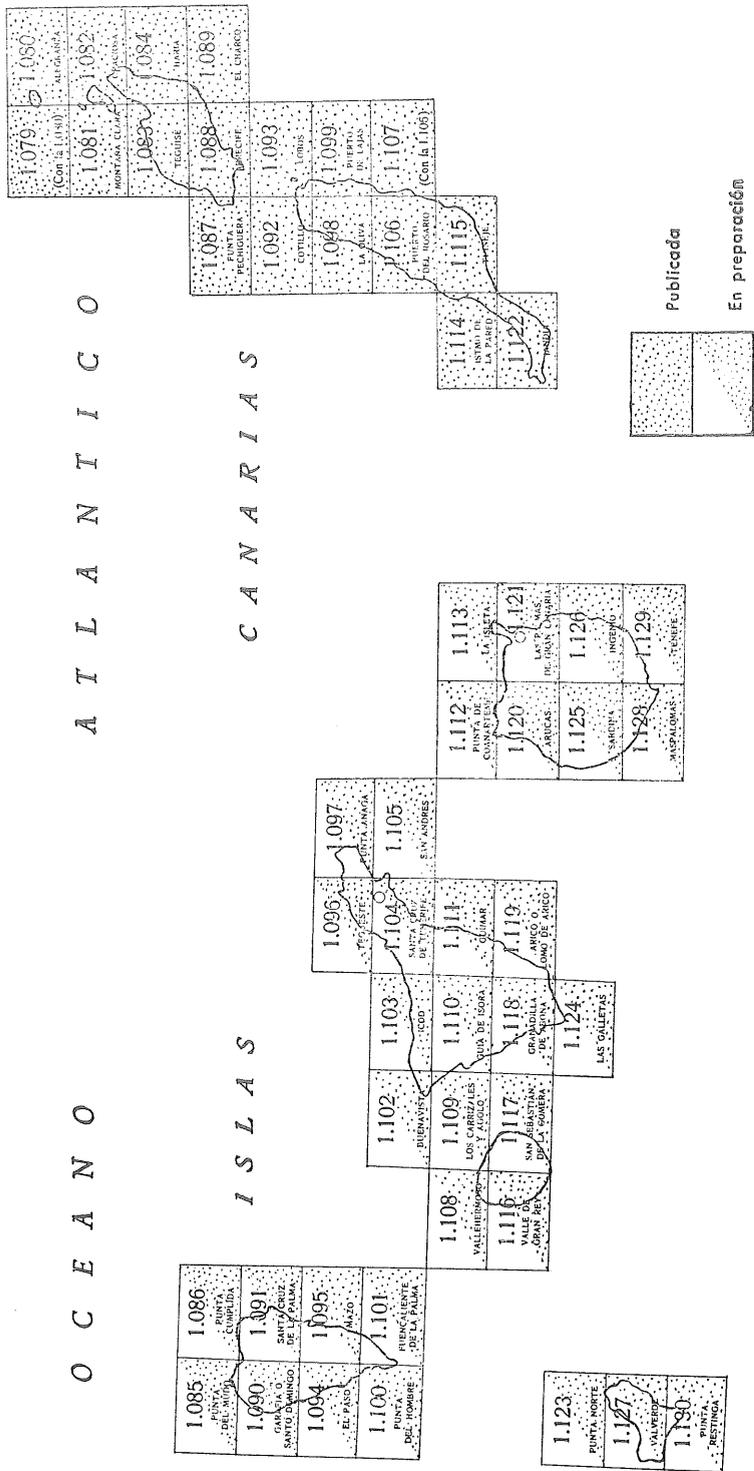


O C C E A N O
A T L A N T I C O
I S L A S
C A N A R I A S



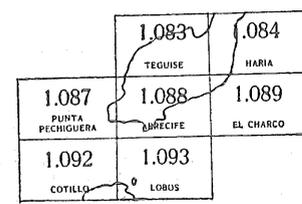
1.088
N.º MAPA NACIONAL

377
N.º ORDEN PUBLICACION

MAPA GEOLOGICO
DE ESPAÑA 1:50.000

ARRECIFE

1.ª EDICION



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA
EN COLABORACION CON EL
INSTITUTO LUCAS MALLADA DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICAS
C. S. I. C.

I.—SUCESION DE LAS UNIDADES GEOLOGICAS QUE FORMAN LA ISLA DE LANZAROTE

La mayor parte de los materiales que constituyen la isla de Lanzarote son lavas, productos piroclásticos, pitones y diques de composición basáltica alcalina, emitidos en una serie de ciclos de intensa actividad volcánica, que quedan separados entre sí por periodos de reposo efusivo e intensa acción subaérea. Los criterios utilizados para determinar las edades relativas y correlación de cada ciclo han sido: posición de los materiales volcánicos con respecto a las playas cuaternarias levantadas a diferentes niveles (se ha obtenido así una sucesión diferente a las indicadas recientemente por E. M. Driscoll, G. L. Hendry and K. J. Tinkler, 1965, y K. J. Tinkler, 1965); posición relativa de sedimentos continentales (caliches, depósitos eólicos de diferentes edades) respecto a los materiales volcánicos; grado de conservación y caracteres vulcanológicos de los edificios volcánicos de cada ciclo. La sucesión obtenida es la siguiente:

ACTUAL - CUATERNARIO

SERIE BASÁLTICA IV.—Lavas basálticas abundantes y conos de lapilli y cinder originados en erupciones históricas o prehistóricas, no recubiertas por caliche.—*Playa levantada de 1-2 m. Idem id. de 5 m.*

SERIE BASÁLTICA III.—Lavas basálticas abundantes con grandes conos de cinder bien conservados, recubiertos por caliche.—*Playa levantada de 10 metros.*

SUBSERIE BASÁLTICA II b.—Lavas basálticas y grandes conos de cinder bastante destruidos por la erosión.—*Playa levantada de 15-20 m.*

SUBSERIE BASÁLTICA II a.—Lavas y conos de características análogas a la anterior.—*Playa levantada de 50 metros. Erosión continental continuada.*

MIOCENO

SERIE BASÁLTICA I.—Grandes erupciones fisurales con periodos intercalados de erupciones centrales que formaron extensas mesetas de mayor superficie que las islas actuales y de varios centenares de metros de espesor. En su base se han encontrado interestratificados sedimentos marinos miocenos, probablemente burdigalienses (Hoja de Arrecife). Todos los materiales son basaltos alcalinos básicos; la base de la serie está atravesada por materiales de composición traquítica.

II.—DESCRIPCION DE LAS FORMACIONES DE LA HOJA NUMERO 1.088, ARRECIFE

La Hoja del mapa 1:50.000 correspondiente a Arrecife abarca casi en su totalidad la parte sudoccidental de la isla de Lanzarote.

Fundamentalmente son tres las unidades que existen en la Hoja: el macizo de los Ajaches, al sur, formado por coladas basálticas horizontales o subhorizontales de la serie I que alternan con niveles piroclásticos y entre los que se ven numerosos paleosuelos (almagres). Estos materiales, junto con los de Famara, en el norte de la isla, son los más antiguos que se encuentran en ella y forman unos relieves abruptos, profundamente erosionados. En la base de esta serie, que asoma en la costa sur (zona de Papagayo) y en la costa oeste (salinas del Janubio) existen formaciones de rocas sálicas (traquitas, traquian-desitas) probablemente intrusivas en las rocas basálticas.

La segunda unidad la constituyen los conos y coladas de las series intermedias (series basálticas II y III), que ocupan en su mayor parte las zonas E. y SW. de la Hoja. Dichos conos se encuentran claramente alineados en dirección NE.-SW., aproximadamente. Bajo estos materiales intermedios aparecen algunos retazos de la serie I no cubiertos por las emisiones posteriores.

Finalmente, la zona NW. se encuentra cubierta por los productos de la gran erupción basáltica que tuvo lugar entre 1730 y 1736 (serie IV) y que originó la alineación de las Montañas de Fuego. También aquí se encuentran algunas elevaciones de materiales de la serie III, que fueron rodeados por las coladas históricas.

En las zonas próximas a la costa existen restos de playas cuaternarias de varias edades que han servido, junto con otros criterios, para establecer la cronología relativa de las diferentes series.

Los sedimentos costeros, coluviones, costras calcáreas de evaporación y dunas fósiles o actuales, son los únicos materiales sedimentarios en la Hoja de Arrecife. Ocupan extensiones muy reducidas, en comparación con las rocas volcánicas.

A) FORMACIONES VOLCANICAS

SERIE BASÁLTICA I.

Características geológicas.—Aparece formando un extenso macizo en la zona elevada de Los Ajaches (extremo SE. de la isla) y pequeños "islotos" erosivos en la zona de la Montaña de la Cinta y del Medio, al sur de Yaiza, en el escarpe de las Salinas del Janubio (costa occidental) y en varios afloramientos aislados de la zona SE. de Tias.

Está formada por grandes paquetes de coladas basálticas superpuestas, cuyo espesor individual oscila generalmente de dos a cuatro metros, llegando raramente a diez metros. Las coladas son de basaltos olivínicos, olivínico augíticos y basaltos plagioclásicos, existiendo también tipos vítreos. Hay tipos masivos, vacuolares y escoriáceos. Tienen disyunción columnar tanto mejor desarrollada cuanto más compacta es la colada.

Entre las coladas hay también niveles importantes de material piroclástico y escoriáceo.

Sobre los materiales de esta serie antigua se han desarrollado gruesas costras calcáreas de desecación (caliches) que a veces empastan y cementan antiguos derrubios.

Los grandes paquetes de coladas son subhorizontales, con un ligero buzamiento, inferior a 10° en general, hacia el SE.

Son muy frecuentes en esta serie los "almagres"; también se encuentran entre las series antiguas, aunque mucho menos frecuentemente, niveles de conglomerados sedimentarios de tipo depósito de rambla que indican periodos de actividad erosiva en las épocas de tranquilidad eruptiva que hubo entre las distintas emisiones. En Los Dises, al sur de la bahía de Avila, aparecen dos importantes niveles de este tipo de conglomerados que tienen el significado de valles fósiles.

También existen, dentro de la serie de basaltos horizontales, discontinuidades de mayor importancia que son verdaderas discordancias angulares, tal como ocurre en Pico Redondo y Pico de la Aceituna, al sur de Femés. Estas discordancias inducen a pensar que, además de la erosión, ha habido durante el periodo de tranquilidad un cierto basculamiento de las series inferiores.

Por todo lo anterior podemos deducir que los grandes paquetes de coladas y piroclastos que forman las series horizontales se originaron a lo largo de un tiempo muy prolongado y no de forma continua, sino que alternaron periodos de actividad eruptiva continuada, con largos periodos de tranquilidad.

Los mantos piroclásticos están formados por lapillis y escorias aglomeradas, con intercalaciones de coladas escoriáceas muy delgadas y poco extensas; son también de naturaleza basáltica y forman en la zona de Los Ajaches una proporción muy elevada del conjunto de materiales de la serie I.

Entre la serie de capas basálticas y de materiales escoriáceos se encuentran fosilizados volcanes de acumulación piroclástica muy destruidos por la erosión antigua. Son antiguos conos de lapilli y cónder en general asociados a pitones o diques que representan sus antiguos conductos de emisión. Las zonas donde más desarrollo alcanzan estas formaciones son: el Pico de la Aceituna, Montaña del Medio, Montaña de la Cinta, rasa de la zona de Papagayo y Salina del Janubio. En el Pico de la Aceituna hay un doble sistema de diques circulares y radiales.

Los diques, también de composición basáltica, tienen espesor reducido, en general entre 0,4 y 1,0 metro, excediendo raramente de los dos o tres metros de potencia. Las direcciones más frecuentes de los diques son la N.-S. (zona de Papagayo y Salinas de Janubio), NNW. (Montaña de la Cinta) y NW. (Pico de la Aceituna, Pico Redondo).

Son también numerosos los pitones antiguos que atraviesan a las series basálticas, y que con frecuencia se ramifican en diques y diques capa, tomando a veces el aspecto de lacolitos.

El paquete de coladas, escorias y material piroclástico de la serie I

tiene una potencia visible superior a los 550 metros; ésta fue seguramente mucho mayor, pues la erosión la ha denudado intensamente y su base queda por bajo del nivel actual del mar. Morfológicamente es muy análoga a las grandes formaciones de basaltos de meseta (tableland, series de Hausen, 1959). Son los restos de una formación de erupciones fisurales muy extensas en las que esporádicamente aparecerían erupciones de carácter central con acumulación local de productos piroclásticos.

En la base de las series horizontales aparecen (Salinas de Janubio y zona del Papagayo) rocas de tipo traquítico, unas veces en masa y otras con aspecto tobáceo, y cuyas relaciones con los paquetes basálticos no se aprecian con claridad. Es posible que sean intrusivos en el material que las rodea, pues se han visto algunos diques de composición similar.

Las de la zona de Papagayo fueron descritas por primera vez por E. Hernández-Pacheco, y son las más extensas. Puede homologarse con formaciones análogas de rocas sálicas que aparecen en la base de la serie I en la isla de Fuerteventura; de ello puede deducirse, con reservas, que en la Hoja de Arrecife la base de esta serie no debe estar muy por debajo del nivel del mar actual.

Junto a las Salinas de Janubio, intercaladas entre las coladas de la base de la serie I, se han encontrado unas delgadas capas de calizas arenisco-calcareas, con estratificación cruzada y restos de fauna. Estas capas se prolongan bastante hacia el norte, pues entre los materiales piroclásticos del cono de El Golfo (serie IV) se han encontrado fragmentos de dicho material sedimentario, arrojados como bombas durante la erupción de 1730-36.

El estudio en sección delgada, realizado por el Dr. Saavedra, pone de manifiesto que contienen: *Amphistegina lessoni*, *Cibicides globatulus*, *C. haidingeris*, *Quinqueloculina* sp., *Turborotalia* sp., fragmentos de *Lithothamnium*, Briozoos, Lamelibranquios, Gasterópodos, Equinidos, *Balanus* y *Sérpulas*.

Esta asociación indica, sin duda alguna, edad terciaria, probablemente burdigaliense.

En Fuerteventura, entre la malla de diques que atraviesa las rocas del macizo de Betancuria, han sido encontradas calizas con macrofauna de edad similar, o tal vez pertenecientes al Oligoceno superior, lo que, por un lado, permite datar con seguridad la edad de la serie de basaltos horizontales (serie I) y, por otro, confirmar la idea de que la densísima red filoniana encontrada en el macizo antiguo de Fuerteventura no es otra cosa que las raíces de las grandes emisiones basálticas que dieron lugar a dicha serie y que cubrieron una superficie mucho mayor que la actualmente ocupada por ambas islas.

En el estudio petrográfico de los basaltos de la serie horizontal se ven:

1. Basaltos holocristalinos (poco frecuentes).

2. Basaltos porfídicos (más de las dos terceras partes del total).
3. Basaltos del tipo traquítico o traquibasaltos (frecuentes).

Dentro del primer grupo se distinguen:

a) Rocas microgranudas, con textura dolerítica, con mucha plagioclasa, olivinos alterados casi totalmente a iddingsita y pequeños cristales aislados y abundantes de piroxeno.

b) Rocas microgranudas con textura dolerítica predominante, pero en algunas partes con fenocristales de olivino, alterados en el borde a iddingsita o serpentina. Tanto la plagioclasa como el piroxeno varía en abundancia y son frecuentes, además, las ceolitas, analcima y productos serpentínicos amarilloverdosos.

Dentro de los basaltos porfídicos se ve toda la serie: desde porfídicos holocristalinos, con pasta formada de plagioclasas, piroxenos y opacos con algún cristal pequeño de olivino totalmente alterado, a basaltos porfídicos hipocristalinos con una pasta compuesta de los minerales anteriores, más vidrio. La cantidad de vidrio varía, llegando en algunas rocas a poder considerarse por su abundancia como un vitrificado de composición basáltica.

Aparte de la textura, se diferencian unos tipos de otros por los minerales que aparecen como fenocristales.

1. *Con olivino*.—Es el tipo más frecuente de todos los basaltos de la serie I. El olivino es el fenocristal único en muchos basaltos de este grupo. Son frecuentes también los fenocristales de augita, menos abundantes que los de olivino.

Dentro de este grupo, en cuanto a la textura, se distinguen:

a) Basaltos porfídicos holocristalinos: Los olivinos pseudodimorfos, alterados a iddingsita o serpentina en las grietas y bordes. Los piroxenos en cristales alotriomorfos sin alterar y por el color rojizo, la macla, zonado y ángulo de extinción parece ser una augita rica en titanio. Las plagioclasas en cristales grandes, idiomorfos, maclados y con frecuencia corroídos.

La pasta formada por plagioclasa, a veces abundante y con cierta semejanza a la textura traquítica, piroxenos, ceolita, analcima, apatitos y carbonatos secundarios rellenando huecos y asociados generalmente con las ceolitas.

b) Basaltos porfídicos hipocristalinos: Los fenocristales de olivino totalmente alterados a iddingsita, lo que indica su riqueza en Fe. La pasta con menor cantidad de plagioclasa, piroxenos y opacos.

2. *Sin olivino en fenocristales*.—Son poco frecuentes y están casi totalmente formados por plagioclasas, tanto en fenocristales como en la pasta. Los fenocristales son prismáticos con tendencia idiomorfa, los bordes corroídos y alterados a carbonatos. La pasta a veces, por su textura, recuerda a la de las traquitas.

En algunas hay también algún fenocristal de piroxeno.

3. *Basaltos de tipo traquítico*.—Este tipo de basalto se caracteriza por la abundancia de plagioclasas en formas tabulares, que tienen una orientación fluidal que recuerda a la textura traquítica típica. No sue-

len tener fenocristales, y si los hay son poco abundantes, generalmente de plagioclasa o menos frecuente de olivino transformado en serpentina o iddingsita. En la pasta se encuentran, además, piroxenos, ceolitas, algún olivino alterado y opacos. Algunas son muy vacuolares, con carbonatos secundarios.

Del estudio petrográfico de las rocas traquíticas se distinguen dos tipos:

a) Traquitas calcoalcalinas, en las que predominan los minerales claros, con fenocristales de sanidina o anortosa y plagioclasa, éstos en menor cantidad. La pasta está formada por microlitos prismáticos de sanidina en más o menos disposición fluidal, con piroxenos y opacos. Algún tipo tiene fenocristales de piroxeno.

b) Traquitas con olivino. Un tipo más básico que el anterior, con olivinos en fenocristales y en microcristales formando la pasta, totalmente alterados a óxidos de hierro.

En los basaltos de la serie I aparecen diferenciaciones pegmatitoides de rocas granudas y aspecto plutónico que unas veces forman venillas de colores claros de varios centímetros de espesor y otras forman manchas de forma irregular. También pueden formar diques de espesores variables entre un decímetro y dos o más metros, que tienen un paralelismo bastante definido entre los contactos.

Pueden considerarse como gabros alcalinos del tipo essexitas o teschenitas, dependiendo del contenido en feldespatoides.

Mineralógicamente están constituidos por: augita titanada, plagioclasa, feldespato potásico, nefelina, analcima y magnetita.

Pueden ser equigranudas o porfídicas, y entonces tienen además una mesostasis constituida por microlitos de feldespato potásico, piroxeno y opacos.

Estas vetas granudas se asocian en general a pitones, como, por ejemplo, en la Montaña del Medio.

SUBSERIE II-A.

Características geológicas.—Entre la serie I y la serie II hubo un lapso de tiempo muy largo sin actividad volcánica y con intensa acción erosiva que arrasó considerablemente los macizos de basaltos antiguos, originando los rasgos principales de la morfología actual de éstos.

Durante este periodo de tranquilidad volcánica se desarrolló la playa levantada de 50 metros, que es anterior a los materiales de la serie II-A, los cuales son ya cuaternarios.

Los edificios volcánicos de la serie II-A están generalmente mal conservados, con el cráter parcialmente destruido por la erosión. Sobre conos y coladas hay una red de barrancos relativamente desarrollada y también una costra de caliche bastante potente.

El cono de la serie II mejor desarrollado en la Hoja de Arrecife es Montaña Roja, situado en parte de la hoja de Punta Pechiguera.

Es un volcán con lapillis, bombas, piroclastos gruesos y un copete de escorias soldadas en el borde del cráter, el cual está poco des-

truido. A partir de él, y de forma radial, se extienden coladas escoriáceas. Todos los materiales son de composición basáltica.

Al norte de Playa Quemada hay una serie de conos cubiertos por coladas posteriores, de los cuales el mayor es el Morro de las Atalayas, y que pertenecen a la subserie II-A. Están rodeados y parcialmente cubiertos por coladas posteriores de la subserie II-B.

Caracteres petrográficos.—Las lavas de Montaña Roja son basaltos muy básicos, porfídicos, con fenocristales de olivino subidiomorfos, corroídos y muy escasos, y pequeños fenocristales de augita titanada. La pasta es microcristalina, con abundante piroxeno y algo de olivino, plagioclasa y opacos. Algunas bombas con pasta completamente vítrea y fenocristales de olivino. Las vacuolas tienen rellenos secundarios de carbonatos.

SUBSERIE II-B.

Características geológicas.—También incluidos en la serie II, pero pertenecientes a épocas algo más recientes, están los materiales que llamaremos de la subserie II-B.

Está formada por conos de características similares a los anteriores (es decir, formados por acumulación de lapilli, piroclastos gruesos, bombas y escorias soldadas) que han emitido coladas generalmente escoriáceas. El grado de conservación de los edificios y coladas de esta serie es mayor que el de los volcanes de la subserie anterior, pero las diferencias no son muy grandes, por lo que es difícil separar unos de otros cuando no hay criterios más seguros que el morfológico.

El carácter de las erupciones de los volcanes de esta serie, al igual que los de la subserie II-A y serie III, es predominantemente efusivo, dominando claramente las lavas sobre los productos piroclásticos. No obstante, también ha habido fases explosivas importantes con abundante proyección de piroclastos; incluso algunos volcanes que no arrojaron lavas.

Entre las lavas, que son de basaltos olivínicos, se encuentran a veces enclaves de dunita, y también son frecuentes las bombas de este tipo de roca, como por ejemplo en Caldera Gritana. En la zona del Morro de las Atalayas se ha encontrado una bomba de arenisca de granos de cuarzo, cuarcita y matriz arcillosa-ferruginosa.

Hay que tener en cuenta que tanto el criterio del caliche como el del grado de conservación de los edificios no se pueden aplicar con mucho rigor, pues aquél se desarrolla de manera diferente en los piroclastos que en las lavas, y dentro de éstas también hay diferencias entre las lavas masivas y las escoriáceas. Igual podemos decir de la erosión, que no actúa con igual intensidad en un cono de lapilli que en uno de lavas escoriáceas.

Los volcanes de la subserie II-B que hay en la Hoja de Arrecife son: Montaña Bermeja, junto a Playa Quemada, la alineación formada por Caldera Gritana, Caldera Riscada, Montaña Majada, Montaña Casa, Montaña Mojón, Montaña Norte (que es un pequeño cono adosado a

los dos anteriores), el gran volcán Tinasoria y la Montañeta, que está cubierto parcialmente por materiales posteriores. Todos estos volcanes vertieron las coladas que se extienden hacia el SE. La Montañeta no emitió lavas, o si lo hizo fueron cubiertas totalmente por los productos de la serie III. Lo mismo ocurre con Tinasoria.

Finalmente, al SE. de Montaña Blanca hay unos restos de conos cubiertos en gran parte por lapillis de la serie III.

Caracteres petrográficos.—El tipo de basalto predominante en esta serie es porfídico, con fenocristales de olivino subidiomorfos o idiomorfos (rara vez alotriomorfos), a menudo corroídos y alterados. También en ocasiones escasos fenocristales de augita. La pasta es microcristalina con augita predominante y también algo de plagioclasa, aunque escasa, y bastantes granos de opacos. El grado de cristalización de la pasta varía, llegando a ser completamente vítrea.

Este tipo es el más frecuente en la zona del Morro de las Atalayas, Caldera Gritana y Caldera Riscada.

En Montaña Bermeja las lavas son similares, pero hay también alguna muestra en la que los fenocristales de augita son tan abundantes como los de olivino.

SERIE BASÁLTICA III.

Características geológicas.—Los volcanes de la serie III son similares a los de la serie anterior, si bien en general presentan mayor proporción de piroclastos y son también de mayor tamaño. La costra de caliche que tienen es, sobre todo en los más recientes, bastante reducida, y el grado de erosión pequeño. En muchos casos es bastante difícil distinguir los conos de la serie III de los pertenecientes a la II por las razones anteriormente apuntadas.

Las lavas arrojadas por estos volcanes son, como en los conos de la serie II, basaltos olivínicos escoriáceos en su mayoría, y también presentan xenolitos de rocas plutónicas muy abundantes en Caldera Gaida. Asimismo se encuentran dúnitas y gabros en forma de bombas en el cono de la Atalaya de Femés.

Los volcanes de la serie III son muy numerosos en esta Hoja, y las lavas que emitieron ocupan una gran extensión. La Atalaya de Femés es el mayor y el que mayor cantidad de lava emitió. Hacia el SW. se encuentra la Caldera de Masión; hacia el NE. se alinean los pequeños conos de Montaña Miguel Ruiz y Montaña Mesa, la última en el límite del malpaís de 1730-36; Montaña de la Vieja, rodeada de lavas históricas; Montaña Chupaderos, Montaña Diana, Montaña Peña Palomas, Montaña del Caletón, Montaña Negra y Montaña de Juan Bello. Junto a Tinasoria empieza una alineación paralela formada por los volcanes de Caldera Guardilama, Caldera Gaida, Cerro Tegoyo, volcán de cota 375, Montaña Bermeja y Montaña Tersa.

Montaña Blanca, Monte Guatisea y en los pequeños volcanes de La Cueva y Caldera Honda (formado en realidad por tres volcanes imbricados) forman otra alineación orientada al NNE.

Otra alineación de conos volcánicos, que se prolonga en la hoja de Teguíse, está formada por Monte Mina, Caldera Herrera y Montaña de Maneje.

Todos estos volcanes son conos de cinder y lapilli bien estratificados. En algunos casos la emisión de productos piroclásticos fue abundante; los mantos de estos productos son muy abundantes al SE. de Montaña Blanca.

Por último, y en forma de "islotos" no cubiertos totalmente por las coladas y lapillis de la serie IV, hay varios conos de la serie III: Montaña el Golfo, Montaña Hernández y Montaña Tremesana están alineados hacia ENE. Caldera de Chozas, Montaña de la Vieja Gabriela, Pico Redondo y La Mancha forman un gran islote, alargado en la misma dirección. En el borde norte de la Hoja asoman en parte los restos de conos que constituyen una alineación NE. en la hoja de Teguíse.

Caracteres petrográficos.—En el estudio petrográfico de la serie III se distingue: 1. basaltos doleríticos. 2. basaltos porfídicos.

1. Este tipo de basalto es más abundante y con una textura dolerítica más marcada que en la serie I.

Están formados por láminas tabulares muy abundantes de plagioclasa, entre las que quedan los cristales de olivino y augita. Los olivinos son más o menos idiomorfos y están ligeramente alterados a iddingsita. La augita, rica en titanio, se presenta en cristales alotriomorfos, agrupados y sin alterar. Se encuentran además ceolitas y carbonatos secundarios.

Predominan los tipos escoriáceos.

2. En los basaltos porfídicos se encuentran variedades holocristalinas e hipocristalinas, siendo más abundantes las primeras. Tanto unas como otras están bien conservadas. Los olivinos están sólo algo alterados a iddingsita. Aunque el piroxeno en la pasta es abundante, es poco frecuente como fenocristal. La plagioclasa es abundante, pero nunca forma fenocristales.

SERIE BASÁLTICA IV.

Caracteres geológicos.—Esta serie corresponde, en la Hoja de Arrecife, a los materiales emitidos durante la erupción que hubo entre 1730 y 1736. Los conos son principalmente de lapilli fino y bombas con algo de escorias soldadas, pero en menor proporción que en los volcanes de las series anteriores.

Los caracteres de esta erupción han sido descritos, de acuerdo con los relatos de testigos presenciales, por Hartung (1857) y Hernández-Pacheco, E. (1907, 1909).

También en esta serie dominan las coladas sobre los productos piroclásticos, aunque estén a veces cubriendo grandes extensiones, a varios kilómetros del punto de emisión, como puede apreciarse al sur del malpaís.

El aspecto del malpaís es muy característico, con superficies irre-

gulares, escoriáceas y rugosas, de color negro, que destacan fuertemente sobre los terrenos circundantes. También existen coladas, menos frecuentes, de superficies cordadas. La vegetación apenas se ha establecido sobre los malpaíses de esta erupción; está representada por líquenes, que recubren sobre todo las superficies de lavas cordadas. Son muy frecuentes en este malpaís los tubos volcánicos, de los que hay magníficos ejemplos.

En los basaltos de esta serie son muy frecuentes los enclaves de dunita, gabro, gabro anortosítico y otras rocas plutónicas, las cuales también se presentan en bombas.

En esta serie de erupciones, además de conos de acumulación hay también grietas por las que únicamente salieron lavas, siendo muy escasos o inexistentes los piroclastos. Asimismo son frecuentes en el malpaís pequeños conos de escorias u "hornitos" producidos por pequeñas explosiones sin emisión de lavas.

Los volcanes de la serie se hallan dispuestos según una gran fractura de dirección NE.-SW., constituyendo la alineación de las Montañas de Fuego.

Caracteres petrográficos.—Los productos de estas erupciones son basaltos de textura en general dolerítica, con plagioclasa, olivino y piroxeno; de estos minerales, el más abundante suele ser la plagioclasa; son frecuentes las variedades con vidrio intersticial y en todos los minerales opacos son relativamente abundantes.

También existen, como en las series anteriores, tipos porfídicos con fenocristales subidiomorfos de olivino, a veces corroído, y escasos fenocristales de augita; la pasta es en estos casos un agregado microcristalino de plagioclasa y piroxeno en proporciones análogas, cristales de magnetita y vidrio en proporción variable, nunca muy elevada.

Los xenolitos en las series basálticas II, III y IV.—Los basaltos de las series cuaternarias de Lanzarote presentan con frecuencia inclusiones de rocas no volcánicas, en forma de xenolitos en las lavas formando el núcleo de bombas, o como fragmentos aislados expulsados en las fases explosivas de las erupciones. Las inclusiones más abundantes son las rocas plutónicas (dunitas, peridotitas, gabros de diferentes tipos), pero existen también fragmentos de areniscas grauwáckicas con granos de cuarcita y cuarzo en una matriz arcillosa y de óxidos de hierro recristalizada parcialmente y fragmentos de calizas organógenas.

Esto indica que en Lanzarote, en el substrato, existe un macizo antiguo similar al que aparece en Fuerteventura en la zona de Betancuria, formado principalmente por rocas plutónicas atravesadas por infinidad de diques. También se han visto en Fuerteventura, entre la densísima malla de diques que atraviesan esas rocas, restos de rocas sedimentarias (calizas, cuarcitas y grauwáckas). La presencia en ambas islas de rocas sedimentarias detríticas con abundante cuarzo (mineral inexistente en las rocas de Canarias, si exceptuamos la pequeña cantidad que hay en las riolitas de Gran Canaria), es un dato de extraor-

dinario interés, puesto que dichos materiales han de proceder necesariamente del exterior, probablemente del continente africano, en épocas en que las islas estaban unidas a él.

DESCRIPCIÓN PETROGRÁFICA.

Peridotitas.—El tipo de enclave dominante es el de las dunitas, siendo frecuentes las harzburgitas y poco las lertzolitas y werhilitas.

Las dunitas presentan texturas en mosaico, equigranudas, con olivino incoloro, alotriomorfo, raramente alterado, agrietado, con extinción ondulante y muy ricos en Mg. Además, en todas las dunitas se encuentran espinelas, que en algunas rocas llegan a ser muy abundantes.

En los tipos que tienen piroxeno domina el rómbico, también alotriomorfo, de incoloro a pardo, sin alterar y con extinción ondulante y exoluciones finas de piroxeno. El piroxeno monoclinico, que es poco frecuente, varía de un color verdoso a incoloro.

Gabros olivínicos.—Presentan textura holocristalina, con plagioclasa como mineral más abundante, piroxeno monoclinico y olivino. Las plagioclasas son alotriomorfas y están macladas, en su mayor parte, politéticamente.

Los clinopiroxenos alotriomorfos presentan fuerte birrefringencia y unas características líneas de exolución, según direcciones determinadas del cristal. En varias muestras encontramos cristales maclados y extinción ondulante, esto último como consecuencia de haber sufrido la roca fuertes tensiones.

Los olivinos en general son limpios o bien con borde alterado a iddingsita, alotriomorfos e incluso idiomorfos, esto último a modo de pequeñas agrupaciones de cristales dentro de la roca.

Intercalados entre los anteriores, encontramos granos de magnetita.

Hiperitas olivínicas.—Con la aparición de ortopiroxeno pasamos insensiblemente a las hiperitas olivínicas. En general presentan un predominio de plagioclasa sobre clinopiroxeno, ortopiroxeno y olivino. Las demás características microscópicas son idénticas a las encontradas en los gabros olivínicos.

Gabros.—Son similares a los gabros olivínicos, pero sin la presencia del olivino. Aquí perdura como mineral más abundante la plagioclasa.

Gabros anortosíticos.—Cuando la plagioclasa forma la casi totalidad de la roca, como pasa en algunas muestras, y sólo aparece el clinopiroxeno en los pequeños intersticios dejados por dichas plagioclasas, pasamos a los gabros anortosíticos, de los que hay muy pocas muestras.

B) FORMACIONES SEDIMENTARIAS

PLAYAS LEVANTADAS.

Playa de 50 metros.—Se presenta bien desarrollada al sur de Los Ajaches. Se extiende desde los 40 hasta los 70 metros aproximadamente. En la parte alta está formada por un conglomerado de cantos

de basalto, de 10 centímetros de diámetro medio, y matriz arenosa. La parte baja es más arenosa y tiene cantos de la arenisca superior, lo que prueba que la playa se formó al irse retirando el mar, de arriba a abajo. El conjunto está muy cementado por cemento calcáreo y contiene *Astrea*, *Ostrea*, *Exogyra*, *Strombus* y *Conus*.

Este nivel es anterior a la serie II, y únicamente se presenta sobre materiales de la serie I.

Playa de 20 metros.—Está bien representada en la zona de costa comprendida entre la Punta del Papagayo y las Salinas del Janubio. La parte baja de esta playa es de arenas con intercalaciones de depósitos salinos, y la parte alta de conglomerado con cantos basálticos y matriz arenosa. Bien cementada por cemento calcáreo. Hacia el interior aumenta la proporción de cantos, que son menos rodados. Presenta *Ostrea*, *Patella*, *Lithorina*, *Conus*, *Spondilius* y *Púrpura*? En algunas zonas esta playa está incrustada de caliche con posterioridad a su formación.

Esta playa, en contra de lo afirmado por Tinkler (1966), se apoya sobre las lavas de Montaña Roja, las cuales, a su vez, son posteriores a la playa de 50 metros.

Playa de 10 metros.—Además de la zona Papagayo-Salinas del Janubio, está bien desarrollada entre la Peña del Burro y el aeródromo de Guasimeta. Es una playa que, como las anteriores, tiene una base de arenisca, y la parte alta más rica en cantos y con restos fósiles. La parte baja está más cementada en general. Presenta *Patella*, *Strombus*, *Conus*, *Venus*, *Lithoria* y *Mactra*?

Los materiales de la serie II-B son anteriores a esta playa, mientras que los de la III se superponen a ella, tal como puede apreciarse en la playa de Los Pocillos y en las Salinas del Berrugo.

Playa de 5 metros.—Se observa bien en la zona del sur de Montaña Roja. Está formada por un conglomerado de cantos de basalto, de arenisca y de lapilli no muy soldados, con matriz arcillo-arenosa y cemento calcáreo. En algunos puntos la parte alta es un microconglomerado calcáreo con restos fósiles y la parte baja presenta abundantes cantos planos. En general no está muy cementada.

Playa de 1 metro.—Está presente prácticamente todo a lo largo de la costa y, al igual que la anterior, bastante destruida por la erosión actual. Tiene la base de cantos de basalto escoriáceo y algunos de arenisca, y la parte alta de arenisca con cantos y restos fósiles de *Patella*, *Murex* y *Púrpura*. El conjunto está bastante cementado.

OTROS MATERIALES SEDIMENTARIOS.

Además de las playas, otros materiales sedimentarios de interés son los "jables", que no son otra cosa que arenas calcáreas, de origen marino, formadas principalmente por restos de foraminíferos y que el viento ha arrastrado de las costas hacia el interior. A veces estas arenas forman dunas.

Hay dos tipos de jable: el antiguo, cementado por caliche, y el reciente, suelto y móvil, que sigue desplazándose en la actualidad.

El jable antiguo está representado en la Hoja por unas pequeñas zonas, casi completamente cubiertas por los materiales de la serie IV, en la costa oeste, y por unos pequeños costrones situados al sur de Los Ajaches y al norte del aeródromo de Guasimeta; el primero de estos dos está asociado a la playa de 50 metros, por lo que debe ser anterior a la serie II, y el segundo, cubierto por piroclastos de la serie III, debe tener el mismo significado, puesto que también se encuentra situado alrededor de 50 metros de altura, sobre productos de la serie I, y en lo que debe representar la antigua línea de costa.

El jable actual se encuentra en varias playas a lo largo de la costa sur y en las Salinas del Janubio.

En los rellanos situados entre la Atalaya de Femés y Montaña Roja hay cantidad de polvo rojizo, de procedencia africana, que constituye un verdadero lóes; este polvo es bastante abundante en la isla y cubre, en mayor o menor grado, los materiales de todas las series, exceptuando la serie IV.

Otros depósitos sedimentarios son los conos de derrubios. Los hay de dos tipos: unos antiguos, cementados por caliche, y otros actuales, sueltos, que se encontraron sobre los anteriores, formando entre ambos un depósito de pie de monte, el cual está muy desarrollado en la vertiente oeste de Los Ajaches. También en algunos valles y barrancos hay cantidades considerables de aluviones, de carácter similar a los derrubios recientes, es decir, sedimentos groseros, mal rodados y sin clasificar. Cuando estos depósitos son algo extensos sirven de asiento a cultivos, como ocurre en el valle al NE. de Femés.

III.—SINTESIS GEOLOGICA

Podemos resumir como sigue los rasgos principales de la historia geológica de la isla:

Sobre el substrato antiguo, formado de materiales plutónicos con retazos de materiales sedimentarios (no expuesto en superficie), y pasado un periodo de erosión, se extendieron las grandes coladas que originaron las series horizontales, las cuales en su base presentan algunas intrusiones sálicas de tipo traquítico.

Seguidamente hubo un largo periodo de tranquilidad volcánica, con intensa actividad erosiva, durante el cual se desarrolló la amplia red de grandes barrancos que cortan a los macizos de basaltos horizontales. Probablemente en esa época las precipitaciones fueron más abundantes que en la actualidad. También se formó en este periodo la amplia rasa que entre 40 y 60 metros se extiende al SW. y NW. de Los Ajaches y que actualmente está cubierta en parte por emisiones posteriores. La playa de 50 metros se originaría al final de este ciclo erosivo,

Los principales rasgos morfológicos de los macizos antiguos se deben a este gran periodo erosivo: la erosión posterior ha introducido únicamente modificaciones de detalle.

La banda de afloramientos de la serie I que se encuentran entre El Guardia de Abajo y Guasimeta representa lo que probablemente fue la línea de costa antes de que las coladas de las series II y III ganaran terreno al mar, hacia el SE.

Otro dato morfológico de interés es la presencia en la costa sur de Los Ajaches de barrancos colgados, lo que puede ser debido al levantamiento de dicha costa o bien a que la erosión máxima sea aquí más intensa que la torrencial.

La presencia de la rasa de abrasión marina que antes hemos citado indica que la hipótesis de Hernández-Pacheco, E. (1909), que explica los fuertes escarpes morfológicos de Los Ajaches y Famara (norte de la isla) como producidos por una fuerte y continuada erosión marina, es correcta, debiendo desecharse la idea de Hausen, H. (1959), que atribuye dicho relieve a una fracturación con fallas de gran salto. Como prueba de este aserto está la existencia al pie de Los Ajaches (zona SW.) y en las Salinas del Janubio, de los mismos niveles de la serie I, los correspondientes a las rocas traquíticas de la base. Dichos niveles se continuarían sin interrupción desde el Janubio, por debajo de los materiales de la serie III, hasta la vertiente SE. del citado macizo; no hay, pues, fracturación sino rasa de erosión marina.

Pasado el periodo de erosión se produjeron las tres series de emisiones basálticas cuaternarias intercaladas con respecto a las playas en el orden que sigue: serie II-b, playa de 20 metros; serie II-a, playa de 10 metros; serie III, playas de 5 metros y 1 metro, serie IV.

Durante el tiempo comprendido entre la fase erosiva citada y la actualidad se ha venido desarrollando la costra calcárea de desecación (caliche), que en mayor o menor grado cubre los materiales de las series I, II y III. La presencia de esta costra indica unas características climáticas diferentes de las actuales.

En cuanto a la tectónica de la zona, hemos de resaltar el hecho de que no han sido observadas en ningún punto fallas con salto; únicamente hay profundas fracturas abiertas, de distensión, que han servido de vías de salida a diques y materiales eruptivos. La falta de fallas visibles es otro dato en contra de la hipótesis de Hausen, H. (1959), para interpretar el escarpe de Los Ajaches.

En el esquema tectónico que acompaña al mapa se observa claramente la tendencia NE.-SW. de la mayor parte de las fracturas. Se ve también que las fracturas antiguas, correspondientes a la serie I, se desvían bastante de la tónica general (1). Estas fracturas se cerraron

con la penetración de los diques y no volvieron a funcionar posteriormente. Estos hechos sugieren que, muy probablemente, hubo dos épocas de fracturación: la que corresponde a los diques de la serie I y otra posterior durante la cual se abrieron las grietas que han estado funcionando como vías de salida de los productos volcánicos durante todo el Cuaternario, hasta la actualidad. Estas últimas son fracturas que siguen abiertas y que han actuado en fases diferentes (por ejemplo, la alineación de las Montañas de Fuego —1730-36—, de la serie IV, sigue una grieta que sirvió de salida a erupciones de la serie III. Igual podemos decir de la fractura de la serie III y la de la línea Atalaya de Femés-Montaña de Juan Bello, que tienen una zona de confluencia). Incluso dentro de una misma serie, los distintos conos han ido apareciendo de manera irregular a lo largo de la grieta durante un largo periodo de tiempo.

Es curioso notar que en la Hoja de Arrecife las fracturas se van desplazando hacia el norte con el tiempo, si bien esto es algo con valor puramente local, ya que tanto en Lanzarote como en Fuerteventura, que puede considerarse como una misma unidad, las alineaciones de series distintas alternan sin seguir un orden determinado.

Esta Memoria explicativa ha sido redactada por:

A. Cendrero, J. M. Fúster y J. Sagredo.

BIBLIOGRAFIA

- BENÍTEZ PADILLA, S. (1945): "Ensayos de síntesis geológica del archipiélago Canario".—Estudios Geológicos, núm. 3, pp. 3-19.
- BLUMENTHAL, M. (1961): "Rasgos principales de la geología de las islas Canarias, con datos sobre Madeira".—Bol. Inst. Geol. y Minero de España. T. LXXII, pp. 1-130.
- BRAVO, T. (1954): "Geografía general de las islas Canarias. Tomo I".—Goya Ediciones. Santa Cruz de Tenerife.
- BRAVO, T. (1964): "El volcán y el malpaís de La Corona, La Cueva de los Verdes y Los Jameos".—Publicaciones del Cabildo Insular de Lanzarote. Arrecife.
- BRUN, A. (1908): "Quelques recherches sur le volcanisme au Pico de Teide et au Timanfaya".—Arch. Sc. phys. nat. Geneve. V. 25.
- BUCH, L. von (1825): "Physikalische Beschreibung der Canarischen Inseln".—Berlín.
- CALDERÓN Y ARANA, S. (1884): "Areniscas y dunas de las islas Canarias".—R. Soc. Esp. Hist. Nat. Actas. V. 13.
- DRISCOLL, E. M.; HENDRY, G. L., and TINKLER, K. J.: (1965): "The geology and Geomorphology of Los Ajaches, Lanzarote".—Geol. J. Vol. 4, pp. 321-334.

(1) Sólo figuran en el mapa las zonas de penetración filoniana más importantes. Los diques son en realidad mucho más numerosos en la serie, pero la mayor parte no se pueden representar.

- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1919): "Las erupciones de fecha histórica en Canarias".—R. Soc. Esp. Hist. Nat. Mem. V. 11. M. 2.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1925): "Datos sobre el volcanismo canario".—Bull. Volcan. V. 51.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1926): "Iles Canaries".—Cong. Geol. Internacional XIV. Excursión A-7.
- FERNÁNDEZ SANTÍN, S.: "Diferenciaciones pegmatoides en las series basálticas horizontales".—(Inédito.)
- FRITCH, K. von (1867): "Reisebilder von den Canarischen Inseln".—Petermanns geogr. Mitt. Erg. 122, pp. 1-44.
- FÚSTER, J. M.; IBARROLA, E., y LOBATO, M. P. (1952): "Análisis químicos de rocas españolas publicados hasta 1952".—Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid.
- GAGEL, C. (1910): "Die mittelatlantischer Vulkaninseln".—Handbuch der regionalen Geologie. V. 7 (10). Heidelberg.
- HARTUNG, G. (1857): "Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuerteventura".—Neue Denkschr. allgem. Schw. Gessells. f. d. gesam. Naturwiss. Zurich.
- HAUSEN, H. (1959): "On the geology of Lanzarote, Graciosa and the Isletas (Canarian Archipiélago)".—Soc. Scient. Fennica-Comment. Phys.-Math. V. 23, n.º 4.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1910): "Estudio geológico de Lanzarote y de las Isletas Canarias".—R. Soc. Esp. Hist. Nat. Mem. V. 6.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1960): "En relación con las grandes erupciones volcánicas del siglo XVIII y 1824 en Lanzarote".—El Museo Canario, núm. 73-74, pp. 239-254.
- KLUG, H. (1961): "Zur Oberflächengestaltung des Nordlichen Lanzarote (Kanarische Inseln)".—Mainzer geographis. Studien, páginas 163-176.
- LÓPEZ RUIZ, J.: "Estudio vulcanológico y petrológico de las Isletas de Lanzarote".—(En prensa.)
- PÁEZ, A.: "Enclaves de rocas plutónicas no peridotíticas dentro de los materiales volcánicos de las islas Canarias".—(Inédito.)
- ROTHER, P. (1964): "Fossile strausseneier auf Lanzarote".—Natur. und Museum 94 (5). Frankfurt a. M. 1, 5.
- SAGREDO, J.: "Origen de las inclusiones de dunitas y otras rocas ultrabásicas en las rocas volcánicas basálticas".—(Inédito.)
- SAPPER, K. (1906): "Beiträge zur Kenntnis von Palma und Lanzarote".—Petermanns Geogr. Mitt., vol. 52, pp. 143-153.
- SIMONY, O. (1892): "Die Kanarischen Inseln, insbesondere Lanzarote und die Isletas".—Schr. Ver. z. Verbreit. naturw. Kennt. v. 22.
- TINKLER, K. J. (1966): "Volcanic Chronology of Lanzarote (Canary Islands)".—Nature, vol. 209, pp. 1122-1123.
- ZEUNER, F. E. (1958): "Líneas costeras del Pleistoceno en las islas Canarias".—An. Est. Atlánticos, núm. 4.