

SOBRE EL DESARROLLO GEOLOGICO DE FUERTEVENTURA (ISLAS CANARIAS)

UNA BREVE RESEÑA

POR

HANS HAUSEN

Profesor jubilado de Geología de la Academia de Abo (Finlandia).

SUMARIO

Introducción.—El basamento.—Denudación regional.—Efusiones basálticas de escala regional.—Formación de una red antigua de drenaje hacia el Sotavento.—Fracturación de la Isla.—Rejuvenecimiento por erosión.—Inundación marina.—Vulcanismo adventicio.—Sedimentos cuaternarios y recientes.—Desplazamientos precuaternarios. — Palabras adicionales referidas a una publicación preliminar de J. M. Fúster y otros (1965).

INTRODUCCIÓN.

La isla de Fuerteventura ofrece mucho interés para el geólogo que estudie la vulcanología, la estratigrafía y la geomorfología, y se ha dicho que ella muestra una clave para una concepción más correcta de la génesis del Archipiélago.

Varios son ya los geólogos que se han dedicado al estudio de

las formaciones de esta Isla (como se puede ver en la lista bibliográfica final: Hausen, 1958 *a,b*). Aparte de una breve visita de Leopold von Buch a principios del siglo pasado, podemos decir que las investigaciones fueron inauguradas hace más de un siglo atrás por Georg Hartung. Aquí no es necesario recapitular cronológicamente los datos consignados por varios investigadores, o relatar sus opiniones. Tendremos ocasión de volver a uno de los autores citados en las páginas siguientes.

El autor tiene ahora la intención de bosquejar en términos relativamente cortos sus propias experiencias e ideas desde el punto de vista cronológico; es decir, vamos a seguir el desarrollo de las formaciones de la Isla y sus evoluciones geomorfológicas, puesto que en realidad están en una relación sumamente estrecha con la historia del vulcanismo y de la tectónica.

Ya han pasado catorce años desde mi primera visita a la isla de Fuerteventura, a la que he estudiado después e improvisadamente, haciendo un último viaje en el otoño de 1966. He publicado también una memoria sobre la geología de la Isla (1958 *a*), acompañada de un mapa geológico en la escala 1 : 300.000. En las páginas que siguen voy a volver sobre esta materia en forma de breves resúmenes; pero quiero añadir a la vez varias concepciones posteriores mías, como también algunas palabras referentes a unas recientes publicaciones de otros geólogos.

EL BASAMENTO.

La cuestión más fundamental en la geología de Fuerteventura es ésta: ¿tenemos afloramientos de rocas o formaciones que puedan considerarse como la verdadera base de los edificios posteriores volcánicos y sedimentarios? El autor había llegado a la conclusión (1958) de que la formación de "Trapps", una serie de capas de rocas básicas y ultrabásicas en posición casi vertical y con un rumbo casi constante de N. 30° E., era la más antigua de todas. La posición de las capas y el rumbo persistente de éstas fueron considerados como resultado de fuertes dislocaciones marginales en relación al Continente Africano. El nombre "Trapps"

significa lo mismo que el concepto de *diabasa* en Alemania de un período anterior; es decir, se trata de rocas basálticas alteradas (de mucha antigüedad). G. Hartung la usaba en su memoria sobre Fuerteventura y Lanzarote. El presente autor ha aceptado la palabra "Trapps" más bien para guardar una cierta continuidad de nomenclatura, aunque (como dice Fúster, 1965) tal expresión no es adecuada a la aparición de su formación (Trapp o Treppe = escalera). E. Jérémine (en su estudio sobre las rocas de Fuerteventura, 1938) aplicó la palabra "espilitas" para tales capas basálticas alteradas, y yo he seguido el ejemplo de la autora parisina al lado de la expresión "Trapps".

Según las últimas investigaciones de geólogos españoles (J. M. Fúster y otros, 1965), el conjunto de "espilitas" no es, como creía yo, una serie de lavas dislocadas en posiciones subverticales con rumbo constante (del Atlas), sino simplemente una enorme reunión de diques que cortan una serie de formaciones encajantes. Hay pues un fundamento más antiguo. Este fundamento está formado por rocas magmáticas básicas y ultrabásicas, además de capas sedimentarias y volcánicas de naturaleza diferente. Volveremos sobre estas formaciones.

La cuestión de la existencia de un basamento o una plataforma más antigua sobre la cual se han edificado formaciones volcánicas posteriores en una isla del Océano no es fácil de resolver. Hay que pensar que lo que se levanta encima del nivel del mar es solamente una pequeña fracción del edificio insular total. Lo que hay debajo de dicho nivel se puede figurar solamente según consideraciones teóricas y extrapolaciones.

Lo mismo se puede decir acerca de la isla de Fuerteventura, aunque ésta se encuentra ya en una zona costera de menos profundidad del declive submarino del Continente.

Por consiguiente, la expresión "basamento", que se usa en la bibliografía geológica de Canarias, hay que tomarla en sentido relativo; es decir, representa lo más antiguo que se puede ver en la estructura supramarina.

La posibilidad de descubrir tal basamento profundo (supramarino) depende naturalmente del estado de erosión en la Isla. En este sentido las Islas Canarias ofrecen diferentes posibilidades.

Tenerife, la isla más grande, por ejemplo, no revela ninguna formación del basamento relativo, porque la erosión en los barrancos no ha llegado a tales niveles. En Fuerteventura las condiciones son, en general, algo más favorables, dependientes del estado, más progresivo de la denudación —hasta cerca del nivel del mar, también en partes interiores de la Isla—. Sin embargo, queda la mayor parte de la estructura geológica en niveles sin alcance.

Con tal reserva se puede constatar que Fúster y otros han descubierto un conjunto magmático de composición básica y ultrabásica que ofrece una interesante disposición en bandas más o menos horizontal. Tiene, según ellos, la mayor extensión superficial en la parte sur de las Montañas de Betancuria. Yo he tenido ocasión de seguir la trayectoria de las mismas rocas no solamente en este sector del sur del área montañosa, sino también por toda la extensión de estas montañas hasta la parte de Tostón. Lamentablemente el mapa geológico mío no expresa estas ocurrencias de perknitas por causa de un error litográfico acerca de los colores convencionales (véase Hausen, 1958 a).

Pero hay además otras cosas en el basamento insular, refiriéndonos a rocas encajantes entre los diques.

Lo de mayor interés es un conjunto estratificado de rocas sedimentarias aflorando en espacios muy estrechos en las laderas del Barranco de la Peña, cerca de su desembocadura por Barlovento. Ya K. von Fritsch habla de hallazgos de "Tonschiefer und Kalke" en Fuerteventura, sin mencionar los lugares (C. Gagel, 1910). En 1953 yo observé una curiosa roca entre los diques, que llamé "zebraíta" por su viva alternancia de capas delgadas claras y oscuras. No se me ocurrió entonces la idea de que fueran restos encajantes entre las capas espilíticas, aquí muy estrechamente colocadas. Durante una corta visita con geólogos finlandeses, en una excursión al Barranco de la Peña, hemos constatado la presencia de rocas sedimentarias aquí junto con los diques. Se trata de capas delgadas de caliza marmorizada y de "escarn" (silicatos calcáreos), según examen posterior de uno de los participantes en la excursión (Prof. K. J. Neuvonen).

Recientemente P. Rothe (Heidelberg) me ha comunicado ha-

llazgos de tales sedimentos en el mismo lugar durante una visita al principio del corriente año.

Sobre la extensión de tales restos de formación sedimentaria no hay todavía más datos, y la búsqueda se hace muy difícil por causa de la estructura densamente colocada de los diques de espilitas.

J. M. Fúster y otros (1965) consideran en el conjunto más antiguo que los diques también unas rocas sálicas alcalinas y sus desviaciones magmáticas algo más básicas, rocas que afloran en macizos 'estratiformes' en las cercanías de Río de Palmas, es decir en la parte central de las Montañas de Betancuria. Según estos autores, los diques cortan *igualmente* estos macizos y, por consiguiente, ellos son de edad anterior.

En este punto soy de opinión contraria. Yo he recorrido toda el área montañosa en cuestión y he encontrado una multitud de sitios donde se pueden ver intrusiones de sienitas, porfiditas y aplitas. Pero también hay casos con diques penetrantes en los macizos plutónicos. Eso se explica fácilmente en tal modo que hay diferentes generaciones de diques, como veremos más adelante. Pero la verdad es que donde aparecen las masas plutónicas sálicas la frecuencia de los diques disminuye considerablemente, hablando en favor de lo arriba expuesto.

Hay además una unidad magmática de composición sálica llamada por Fúster y otros "pórfidos circulares". Este conjunto, que tiene sus mayores afloramientos en el macizo de la Atalaya, es de naturaleza traquítica, y lo he considerado como facies de contacto endógeno a las sienitas alcalinas. He encontrado las mismas rocas por toda la extensión de las montañas de Barlovento hasta la parte de Los Lajares, en el Norte. La aparición de estas rocas generalmente no es circular, pero sí en forma de diques innumerables e intrusiones lenticulares, alternando con las capas espiliticas básicas y las capas ultrabásicas. Esta repartición bivalente alterante deja a todo el basamento una impresión muy variada ("montañas rayadas").

Fúster y otros incluyen también en los conjuntos de edades más antiguas que los diques varios elementos litológicos que vamos a tratar más adelante.

Todavía queda por decir algo sobre la formación de 'Trapps' o del conjunto de capas subverticales de diques con su rumbo constante de N. 30° E. y con su extensión total de al menos 70 kilómetros.

Caminando por los barrancos al atravesar el conjunto de diques en las montañas de Barlovento se puede constatar, kilómetro por kilómetro, la misma variación de las capas: un tipo de grano fino y de color gris verduzco oscuro, alternando con un tipo negro de grano más grueso y de aspecto más fresco, aparentemente más joven. Junto con ellos se ven filones numerosos de una roca traquítica de color gris claro, porfídico, de grano visible en la pasta. Estas últimas capas deben pertenecer a la fase de intrusión regional de un magma traquítico, como arriba se ha mencionado. Para hacer el conjunto todavía más variado aparecen de vez en cuando los "arteres" y diques más gruesos de pórfidos sieníticos, o de tipos asociados.

La aparición de todo este sistema de diques es, como he dicho, extraordinariamente densa, no dejando casi espacio para rocas encajantes. La anchura total de todo el conjunto es considerable, desde la costa de Barlovento, en el Oeste, hasta la base del volcán de Gairía, en el Este —es decir, que los diques se extienden también bajo el fondo del valle tectónico longitudinal de la Isla y forman además el subsuelo del campo de hundimiento al sur de Tuineje—, hasta las cercanías de Gran Tarajal.

La estrechez de los diques en cuestión es verdaderamente extraordinaria, como también la persistencia de la posición tectónica. Tal frecuencia le recuerda a uno la que domina los diques de las islas de la zona costera de Escocia occidental.

La misma frecuencia aparece también, como se sabe, en la isla de La Palma, 200 kilómetros distante de Fuerteventura; así, pues, este fenómeno tectónico puede ser típico de las Canarias.

La totalidad de magmas básicos que han rellenado todas estas fracturas tensionales debe ser muy grande, y uno piensa en los recursos que hay en el subyacente Sima. Como hemos mencionado, hay en Fuerteventura grandes recursos de magmas básicos según Fúster y otros, siendo por ello una porción relativamente más antigua de la Isla. Pero no se debe suponer que de tal reserva hayan

salido los magmas básicos en las fracturas, teniendo en cuenta que los diques cortan las mismas masas básicas de profundidad.

Otra cuestión que se presenta al geólogo al confrontar la enorme multitud de diques es la de una posible extrusión del magma en la superficie.

Como veremos más adelante, una planicie de denudación, que se extiende sobre toda el área de las Montañas de Barlovento, parece que ha destruido, durante su desarrollo, tales acumulaciones volcánicas, y muy probable algo más de las formaciones subyacentes junto con los diques. Vamos a tratar a continuación sobre una formación misteriosa de aglomerados que aparece fuera del límite de las montañas del Oeste, es decir en la 'frontera de erosión' de la Cordillera oriental. Posiblemente se ha conservado algo de tales acumulaciones volcánicas de este período remoto.

Como hemos visto, el basamento de Fuerteventura contiene una estructura complicada y difícil de interpretar. La mayor dificultad para un análisis de la estratigrafía antigua la ofrecen los diques o las espilitas con su frecuencia enorme. Para el geólogo es un trabajo verdaderamente de detective reconstruir una estratigrafía, como también una tectónica, perteneciendo a las capas encajantes, es decir de un tiempo anterior a la fracturación intensa regional, que abrió caminos para el magma formativo de los diques. Hasta el momento estas posibilidades parecen muy limitadas. En primer lugar nos referiremos a las capas sedimentarias de Ajuy, donde hay vagos rastros de una tectónica de plegamiento con orientación de los ejes de deformación en un rumbo muy diferente a aquel que domina el sistema de los diques.

DENUDACIÓN REGIONAL.

El estudio de la morfología de Fuerteventura es de suma importancia para la aclaración del desarrollo geológico en general. Sin tener en cuenta los períodos de acción exógena y su lucha contra las fuerzas acumulativas del vulcanismo, no es posible seguir la creación de la estructura isleña.

Lo que llama la atención en Fuerteventura, más que en las otras Islas, es el estado de relativa madurez de las formas de relieve. Toda la región elevada de Barlovento tiene el carácter de "Mittelgebirge": colinas redondas y suaves y valles abiertos. Lo mismo se puede decir de la Cordillera oriental, aunque aquí hay escarpadas debido a la formación de tableros.

Existe la tendencia de las cimas a llegar a alturas más o menos iguales hasta acercarse a una *penillanura*, a pesar de que esta penillanura se ha cortado por sistemas de valles. Denudación hacia una penillanura continuó hasta niveles bajos, con la superficie del mar como base determinante. Después se levantó el terreno con la consecuencia de erosiones, formando valles y barrancos, y así resultó una ruina de penillanura.

Pero a pesar de su estado mal conservado, dicha penillanura es de gran importancia como plano cronológico (*datum plane* de los americanos). En los restos (disueltos y elevados) de la penillanura vemos ahora las *raíces* de todas las rocas encajantes y de los diques —la superestructura ha desaparecido—. Así se han despejado también las masas plutónicas de sienitas, etc., en la parte central de las Montañas de Betancuría.

EFUSIONES BASÁLTICAS DE ESCALA REGIONAL.

Ahora llegamos a una fase muy importante en el desarrollo geológico de la Isla: las emisiones en gran escala de lavas muy fluídas de basaltos (básicos y ultrabásicos) con sus tobos intercalantes. Esto produce la formación de tableros, un tipo bien desarrollado en las Canarias.

No se ha podido reconstruir la geografía del tiempo de las efusiones en esta parte de Canarias. Se ha pensado que las Islas Purpurarias entonces estaban unidas con el Continente Africano, y eso es posible. Tampoco se sabe con certeza qué extensión tenía la tierra en las regiones de los Purpurarios de entonces. Muy probable es que tuviésemos aquí una superficie mucho más extensa que la de ahora.

Juzgando por la inclinación general de las capas basálticas de los tableros parece que las lavas salieron del Oeste, tal vez de fracturas en una región fuera de la costa presente de Barlovento. Las lavas se movieron hacia el Este y el Sureste.

Por medio de una multitud de efusiones de lavas y de sedimentación de tobas se formó una cobertera de gran espesor (*table land*) con cierta inclinación hacia el Sotavento.

El basamento, que fue cubierto por las lavas basálticas, se puede suponer que representaba una penillanura con varias clases de rocas antiguas. Pero todo eso fue cubierto por las lavas.

El autor descubrió en 1953 una capa de gran espesor de conglomerados polymictos en la base de algunos cerros tableros, descansando debajo de los basaltos. Esta ocurrencia es de suma importancia para la interpretación de la estratigrafía. He descrito el hecho brevemente en mi memoria 1958 a, y supuesto que se trata aparentemente de arrastre de denudación transportado al Este antes de las emisiones basálticas de los tableros.

En su nota preliminar de 1965 Fúster ha mencionado aquella ocurrencia y supuesto que se trata de depósitos de nubes ardientes, pero de dónde proceda no se dice.

Es una roca —o más bien una masa de piedras y bloques— de varios tamaños, y rocas en una pasta terrosa relativamente blanda. Estratificación no se observa con certeza. Puede llamarse más bien un aglomerado, piroclástico o no, esa es la cuestión. Teniendo en cuenta que entre los bloques incluidos hay rocas de las montañas de Barlovento, se puede suponer que el material ha llegado del Oeste, como producto de explosiones freáticas (?). En todo caso, el transporte del material ocurrió antes de la emisión de los basaltos de tableros o en el principio de ella.

Varios diques cruzan el aglomerado, como se puede ver, por ejemplo, en Montaña del Tao, una colina ya bastante erosionada de los aglomerados.

Las emisiones basálticas que siguieron después de la deposición del aglomerado duraron un tiempo largo, juzgando por el gran espesor de la cobertera. En Jandía se nota un espesor de cerca de 800 metros, y originalmente sería probablemente mucho mayor. En la serie

hay que contar también con las capas de tobas y además intercalaciones de traquitas, como capas lenticulares conectadas con diques de la misma roca. Hay además en Jandía rocas de traquita penetrando los basaltos en forma de pitones.

La cobertera se extendía probablemente sobre toda el área de la Isla actual y también mucho más allá en varias direcciones. No se sabe si la cobertera formó una capa continua, más o menos plana, o si se habían individualizado ciertos grandes volcanes escudiformes que se habían unido. Según lo que demuestran las inclinaciones, parece que Jandía es una parte más separada, perteneciente a un escudo antiguo individualizado, con sus sitios de erupción propios, mientras que el resto de la Isla (es decir, la cordillera oriental) conserva rastros de otro escudo mucho más extenso.

Las inclinaciones de las capas basálticas son generalmente suaves y hay que suponer que son originales, pero hay seguramente perturbaciones posteriores. En todo caso, los tableros forman un contraste curioso comparándolos con el conjunto de diques en el Oeste, que son, como se ha dicho, subverticales. ¡Resultan dos elementos estructurales de posición tan diferente de su anisotropía!

Volveremos a los tableros en otra ocasión.

FORMACIÓN DE UNA RED ANTIGUA DE DRENAJE HACIA EL SOTAVENTO.

Después de la terminación de las grandes efusiones de basaltos y la consolidación de la cobertera así formada, pasó un período largo de relativa calma endógena. La Isla formó una plataforma suavemente inclinada hacia el Este y es muy probable que tenía conexión inmediata con el Continente Africano, junto con la isla de Lanzarote. Donde ahora corre el estrecho del mar, al lado de la costa continental, existía anteriormente un valle con rumbo al Sur por donde pasó un río. Las aguas que corrieron por las superficies de la cobertera de Fuerteventura se dirigían hacia este río principal, y así nacieron varios tributarios canarios al río africano antiguo.

La existencia de una red de tributarios desde el Oeste no es una fantasía. Hay aún en el tiempo actual indicios muy evidentes de

tales valles, pero en formas rudimentarias, como veremos más adelante al hablar de la fracturación de la Isla. Lo que causa una impresión asombrosa es la anchura de estos valles transversales que cortan la cadena montañosa de Sotavento. Hay algunos valles de una cierta anchura normal, pero otros tienen un perfil transversal de unos kilómetros. El largo es generalmente no muy grande, máximo cerca de 5 kilómetros, pero eso depende de que los valles han sido 'descabezados' no solamente en su curso superior, sino también en el curso inferior: desembocan bruscamente en una costa de origen tectónico.

FRACTURACIÓN DE LA ISLA.

(Véase el bosquejo tectónico, fig. 1.)

Los tiempos de una calma relativa terminaron de tal modo que la plataforma basáltica fue atacada por movimientos de la costra terrestre, probablemente de carácter marginal africano. Las líneas principales de fracturas corren, como se puede ver, longitudinalmente al lado de ambas costas y por un curso medio dentro de la Isla. Aparte de estas líneas principales existían ciertamente líneas secundarias transversales, formándose campos de hundimientos.

Los efectos principales de estas fracturas fueron varios bloques o "horsts", resultando un relieve tectónico, reemplazando al relieve de erosión anteriormente formado. Por la parte de Barlovento se levantó un conjunto de bloques. En la zona longitudinal media se formó un valle tectónico de 40 kilómetros de extensión, y en el Sur se abrió un campo de hundimiento ligado con el Valle longitudinal. También en el Norte se formó otro campo, donde ahora se levanta la montaña solitaria de Tindaya, que es un cono volcánico sálico.

En la parte más al Sur de la Isla se formó el Istmo de La Pared, cortando una concreción antigua de la cobertera. Destacable es también la línea de ruptura que determina la presencia de la costa recta con rumbo Este-Oeste al Oeste de Gran Tarajal.

Así fue cortada la cobertera basáltica en viarias direcciones, for-

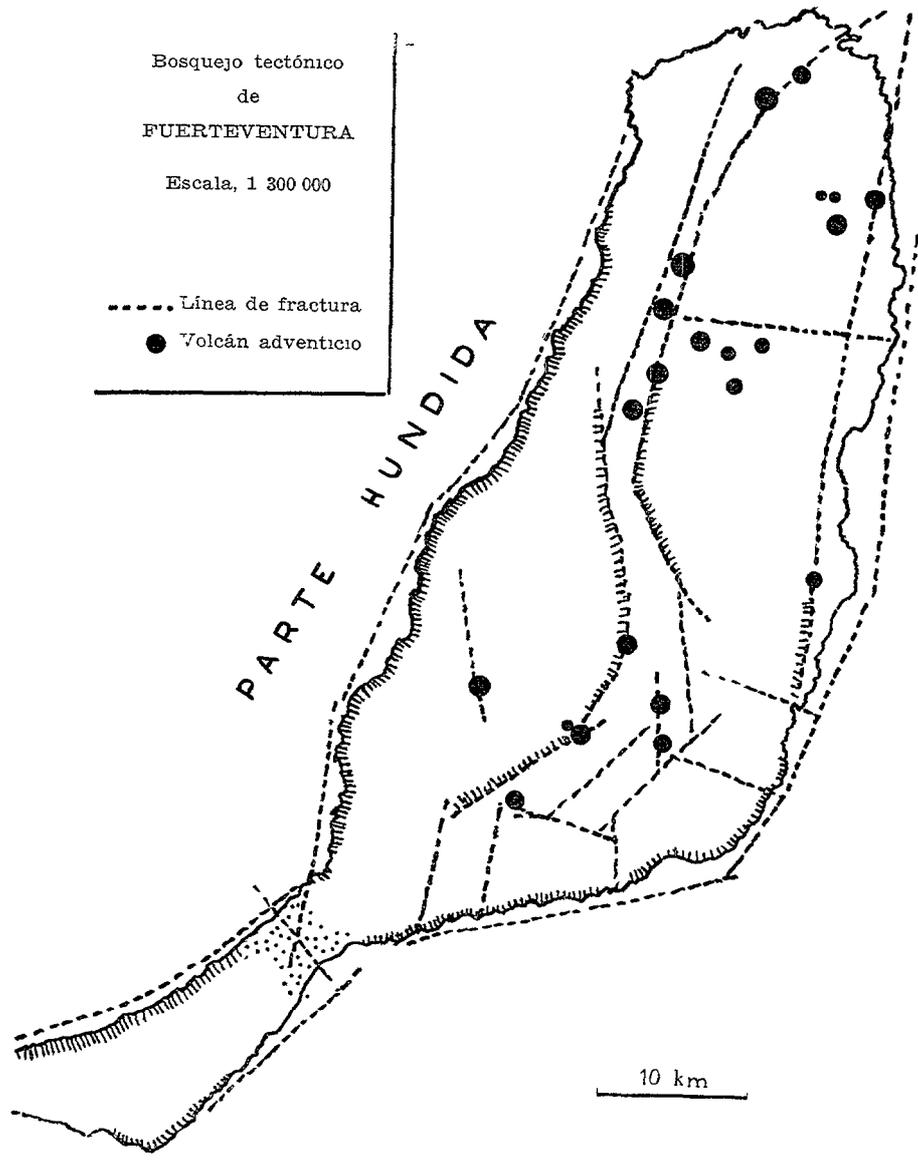


Fig 1

mándose una gran cantidad de bloques, separados por valles tectónicos y campos de hundimiento.

En estrecha conexión con las fracturaciones y hundimientos se despertó una nueva fase de vulcanismo basáltico. Esta fase se manifestó como erupciones de tipos locales y se formaron volcanes bajos escudiformes, llenando los fondos de las partes bajas. Fueron verdaderos rellenos de lavas, como en el Valle longitudinal y en sus ramificaciones. Estos fenómenos ya fueron descritos en la publicación mía de 1958, *e*. Las lavas son de carácter ultrabásico y tenían una gran fluidez.

REJUVENECIMIENTO DE LA EROSIÓN.

El relieve nuevo, creado por las fracturaciones en la cobertera y en su basamento, despertó nueva actividad de erosión, principalmente en los bloques elevados. La destrucción fue tan energética, que la corbeta desapareció casi completamente de las regiones elevadas del Oeste, quedando solamente algunos restos en forma de 'fortalezas' basálticas en las cimas. *La antigua penillanura de las montañas de Betancuría fue exhumada*. En el otro lado (al Sotavento), que representa la parte relativamente baja de la Isla (excepto algunas cimas), fue conservada gracias a su posición hundida (relativamente al basamento). Así se formó la gran *frontera de erosión* de los tableros del Este, con su cara hacia el Oeste, indicando una continuación ya no existente. Dentro de los tableros la morfología fue modificada también como se puede ver de las figuras 2 y 3.

La erosión en los bloques trasladó grandes cantidades de arrastre a las llanuras y a los fondos de los valles, donde se formaron capas gruesas de acarreo y arena, cubriendo las coladas de los volcanes escudiformes. Así el Valle longitudinal fue rellenado en sus fondos por arenas y por los conos de eyección el lado del pie de las montañas. Ejemplos típicos son el relleno del Campo de la Concepción, el campo de Tefía y la cuenca de Tetir.

Con la gran detracción de arrastre se formaron los valles actua-

les en las montañas. Junto con la erosión lineal ha cooperado la descomposición mecánica de las rocas, y el resultado ha sido formas suaves de divisorias y colinas. El perfil longitudinal de los valles ha llegado a cierta madurez, y saltos en los fondos son raros, con excepción de la Angostura de la Peñita en el Valle de Río de Palmas,

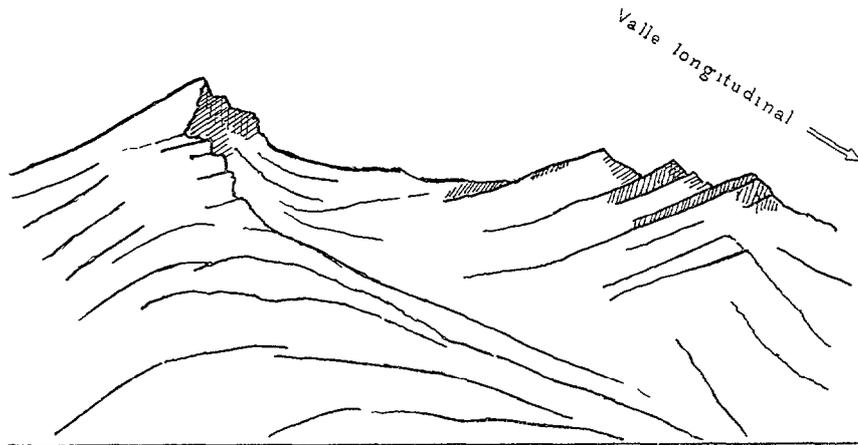


Fig. 2—Montaña Aceitunal, vista hacia el sur desde la cima de un volcán cerca de Matilla. Formas de erosión en la formación basáltica de tableros inclinados al este (Dib. H. H.)

la cual atraviesa la barrera formidable de un macizo sienítico. En este lugar se ha construido una de las escasas presas de la Isla.

INUNDACIÓN MARINA.

Ya durante el proceso de denudación en las montañas del Oeste, es decir, después de la exhumación de la cobertera, la Isla se hundió a cierta profundidad. Sobre la superficie del basamento exhumado se depositaron capas de conglomerado basal, seguido por espesas capas de caliza marina, constituido en gran parte por foraminíferas (Hausen, 1958 b); además, con varias especies de fósiles marinos de conchas y coralinos (Fúster y otros, 1965).

Estas capas marinas litorales descansan con *gran discordancia* sobre la base antigua con sus innumerables diques. Una tal discor-

dancia perfecta se puede ver en los lados del Barranco de la Peña, cerca de Ajuy. ¿Era una ingresión marina de la Edad Helveciense? (Fúster, 1965).

Es claro que tal ingresión del mar sobre la superficie de la Isla impidió el proceso de erosión con la formación de los sistemas de drenaje. Pero a ello siguió una emersión de la Isla y continuaron los ríos con su trabajo excavatorio. Las capas marinas calcáreas fueron así atacadas, cortadas y en gran parte destruídas. Es difícil

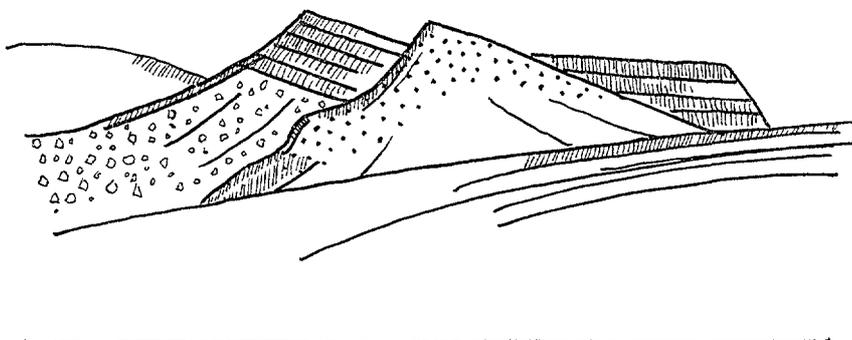


Fig 3 —Una vista hacia el este con Cerro del Campo (izq), un cono volcánico (centro) y Montaña Rosa del Taro, Cordillera oriental con basaltos de tableros Aglomerado en la base del Cerro del Campo (izq) (Dib. H. H)

establecer la línea exacta de expansión de las capas marinas. El mapa preliminar geológico de la Isla dibujado por Fúster parece que deja demasiada extensión a tales capas friables.

VULCANISMO ADVENTICIO.

Aunque Fuerteventura es una isla de un relieve de denudación dominante, no carece de volcanes aislados en varias partes. Los conos que se levantan son de varios tamaños y de edad variable. Hay conos relativamente grandes, en parte con cráter-calderas (descritas por el autor: 1958 a) y en parte insignificantes de edad reciente. Las coladas de lavas que han emitido estos volcanes son de poca extensión. Relativamente más extensos son los campos de

lavas en el extremo Norte y en el centro de la Isla. Las Montañas de Betancuria están prácticamente desprovistas de conos adventicios, con excepción de en la cercanía de Pájara. De tiempo histórico no hay signos de vulcanismo. Las lavas son en general ultrabásicas.

Entre los volcanes adventicios hay, sin embargo, *dos categorías*, salvo las de edad. En mi primera visita a la Isla no me fijé en la presencia de un tipo de volcanes basálticos, que tiene gran importancia en la formación del relieve. Estos son los *volcanes escudiformes*, que aparecen en las llanuras del Valle longitudinal y en algunos otros valles. Estos manifiestan su presencia en forma de escudos de un radio grande y de faldas suaves —formas tan aplastadas que, al principio, el viajero no se fija en la presencia de ellos—. Pero las cantidades de lavas que han surgido de tales centros son muy grandes. Gracias a su fluidez, las lavas han corrido rápidamente por los terrenos de las llanuras de poco declive, llenándolos y buscando su salida al mar por valles que desembocan en las costas. En tiempos posteriores estas inundaciones lávicas han sido cubiertas por arenas y tosca calcárea, y tales mantos han contribuido a esconder los escudos. En mi mapa geológico (1958 *a*) de Fuerteventura no he indicado la presencia de estos escudos lávicos por estar tapados por sedimentos. Pero donde la erosión posterior ha cortado aquella cobertera y creado un cañón en el relleno lávico del subsuelo he puesto signo negro a tales cursos de erosión, como también en las escarpaduras de al lado de las costas. En realidad, la extensión de lavas de volcanes escudiformes es mucho más extensa de lo que se puede juzgar del mapa o en apreciaciones ligeras obtenidas en excursiones.

El otro tipo de *volcanes adventicios* es el de *conos de escorias y de arena volcánica* (bombas, lapillis). Estos conos tienen, gracias al material suelto y movable, faldas determinadas por la gravitación, es decir de cerca de 33°. En la cima se encuentra un cráter o un largo cráter-caldera, como es el caso en los volcanes del Norte. Típica para estos cráteres es la forma de herradura, siempre con la apertura hacia el Norte o Noreste. Tal forma la han adquirido a causa de los alisios del sector Norte-Noreste, que

han dominado el régimen climático ya desde los tiempos de erupción.

Aparte del material piroclástico, los volcanes adventicios han producido lavas basálticas, emitiendo coladas hasta cierta distancia. En el Norte las coladas se han unido en un campo largo de lavas, mientras que en el Centro hay lenguas individuales en ciertas direcciones.

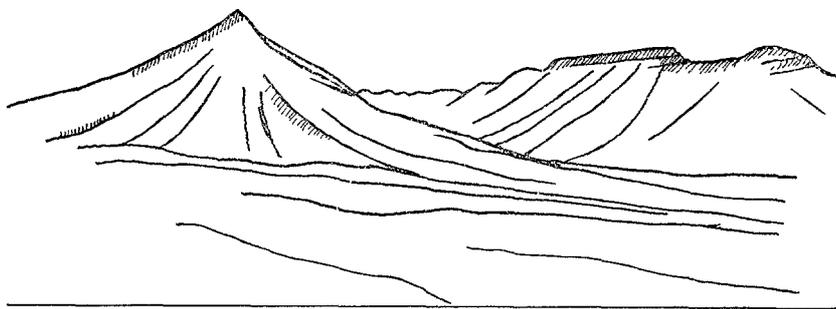


Fig. 4.—Morfología de una parte de la Cordillera oriental con cerros aislados por la erosión. A la izquierda. Montaña Sombrero. Vista hacia el sureste, desde Triquivijate (Dib H. H.)

Como he podido comprobar, casi todos los volcanes adventicios, incluso los escudiformes, están compuestos de material muy básico (Hausen, 1958 a). Hay, sin embargo, una excepción algo sorprendente: la Montaña de Tindaya, situada en el Norte de la Isla, en la prolongación del Valle longitudinal. Este cono está constituido, como constató ya J. Bourcart (1938), por una traquita bandeada. Muy probablemente la lava viscosa fue acumulada en forma de cúpula ('Quellkuppe') sin emitir coladas de lavas. Este cono se encuentra geológicamente aislado y no puede ser muy antiguo tampoco, a juzgar por las formas relativamente poco erosionadas. Es un epígono raro de las intrusiones previas que se encuentran en la serie basáltica de tableros, como por ejemplo en la Península de Jandía, donde aparecen en forma de "necks" o roques. Tindaya ha sido rodeada por coladas de lavas de volcanes escudiformes, pues la Montaña en cuestión es un acumulado de tiempo anterior a ellos. Es algo misterioso este cono solitario,

levantándose encima de la llanura de Esquinzo, sin conexión con las estructuras limítrofes.

E. Jerémine (1938) señaló la semejanza de la lava de Tindaya con las sienitas de Betancuria en sentido geoquímico, y eso es verdad, como se puede ver también por un análisis de sienita publicado posteriormente por mí (1958 a). No es posible, sin embargo, según mi juicio, combinar los dos cuerpos como contemporáneos; eso no lo permite tampoco el desarrollo morfológico.

SEDIMENTOS CUATERNARIOS Y RECIENTES.

De conformidad con el estado progresivo de la denudación de la Isla, los materiales de transporte gravitatorio, así como también los productos de descomposición mecánica y química, son de gran expansión en las llanuras y al lado de las costas bajas, dejando una impresión de desierto por falta de vegetación forestal. Se puede decir que Fuerteventura es una miniatura del desierto Sahariano, del cual está separada por un estrecho no muy ancho.

La denudación de la Isla es un proceso que, como hemos visto, empezó ya en tiempos precuaternarios, continuando, solamente con interrupciones de vulcanismo adventicio (con sus lavas expansivas), hasta hoy día. Así se han acumulado capas espesas, suavizando además el relieve: los pies de las escarpaduras han sido los sitios de conos de eyección de gravas y cantos rodados, especialmente ligados a las montañas de tableros de la Cordillera oriental. Estos mantos inclinados ocupan, en realidad, una parte grande de la superficie, faldas poco usables, cubiertas de costra de tosca de cal o con una vegetación escasa de matorral.

En los fondos de los valles y en las cuencas hundidas (tectónicamente) se encuentran los depósitos principales de arenas.

Los sedimentos relativamente más antiguos son arenitas diagenetizadas. Hay también en ciertos lugares conglomerados, esto es, gravas consolidadas por la infiltración de cal, que indudablemente son de edad mayor. Pero por lo demás se trata de sedimentos no consolidados.

Clasificación de los sedimentos cuaternarios y recientes:

1. Arrastres piemontanosos.
2. Gravas y arenas fluviales.
3. Arenitas calcáreas blandas.
4. Arenas calcáreas movedizas.
5. Arcillas lacustres o de inundaciones.
6. Tierra de descomposición parda mediterránea.
7. Evaporitas calcáreas (tosca).

Las tierras de descomposición son en gran parte derivadas de cineritas de los volcanes adventicios.

De mucho interés son las arenitas calcáreas, indudablemente cuaternarias. Son de origen terrestre, sedimentadas por los vientos en las cuencas abrigadas del Norte de la Isla y alcanzan a veces un espesor considerable. Estratificación apenas hay, con excepción de bandas horizontales de nidos de *Antophora* fosilizados. Tienen estos depósitos importancia práctica en la fabricación de cemento.

En tiempos posteriores estas mismas arenitas han sido trituradas por los alisios y han resultado grandes masas de arena movediza calcárea, cubriendo vastos terrenos. Tales migraciones de arenas blancas se pueden ver al Oeste del Istmo de la Pared, donde afloran las arenitas. Una gran parte de la Península de Jandía ha sido invadida por las arenas movedizas.

Una tierra parda rojiza, de composición *Terra rossa mediterránea*, alcanza una extensión considerable en el interior de la Isla. Ella debe su existencia a un régimen climático que ya no existe hoy. Son los basaltos que han dejado el material primario.

Para el cultivo de dicha tierra arcillosa compacta necesita mezclarse con arenas calcáreas.

Un producto superficial que cubre casi toda la Isla, lo mismo valles que cimas, es la tosca calcárea: una costra dura de estratificación perceptible que llega a un espesor de varios metros. Es una evaporita típica del clima reinante de la Isla, y la cal procede de los basaltos del subsuelo, que casi siempre son ricos en cal (en forma de plagioclasas), en minerales féficos (piroxenos) y en

apatita. Cuando las soluciones de bicarbonato surgen de la profundidad por las grietas de la roca, se transforma en carbonato de cal acercándose a la superficie.

Resumiendo: los depósitos cuaternarios y recientes de Fuerteventura se puede decir que son productos bastante variables, diferenciados y no diferenciados químicamente. Los productos calcáreos son en parte de origen marino (arenas y conchas de las costas como material primario) y en parte producidos químicamente extraídos de las rocas firmes basálticas. Los depósitos reflejan cambios del clima. Fuerteventura es la isla canaria *más rica en cal*.

DESPLAZAMIENTOS PRECUATERNARIOS. (?)

Al mencionar la ingresión marina terciaria, que dejó capas de caliza fosilífera sobre una terraza de abrasión en el basamento, nos hemos referido a unas localidades en la cercanía de Puerto de Ajuj, costa de Barlovento. Esta terraza perfecta fue descrita e ilustrada ya por el autor (1958 b). En tal publicación la terraza, junto con las capas de caliza, fueron consideradas como de edad cuaternaria, aunque según G. Colom los foraminíferos aparentemente son de edad terciaria (Vindoboniano). El autor explicó la edad cuaternaria en tanto que los sedimentos calcáreos fuesen redepositados durante el cuaternario; el material original, por su parte, sería de edad terciaria.

Tal concepción parece ser errónea, según lo que he visto y leído posteriormente. La terraza tan perfectamente formada en el basamento de la costa de Barlovento no puede pertenecer al período cuaternario (ingresión eustática interglacial). Los depósitos de caliza aquí están realmente en posición original, sedimentados durante una ingresión del mar terciario (Mioceno).

Un indicio de que la terraza debe ser de edad mucho más antigua (Terciario) es el siguiente: cuando se sigue la costa de Barlovento hacia el Sur en la dirección del Istmo de la Pared, uno puede observar que la terraza (con sus bancos de calizas sobrea-

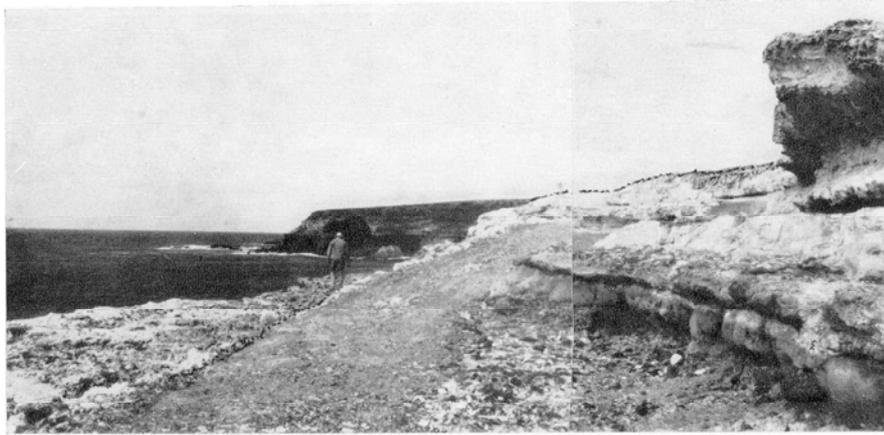


Fig. 5.—Vista panorámica de los afloramientos de caliza marina terciaria al norte del Puerto de Ajuy, desembocadura del Barranco de la Peña, Barlovento. La caliza descansa, con aglomerado basal, sobre una terraza de abrasión elevada en el basamento (Foto H. H., 1966)

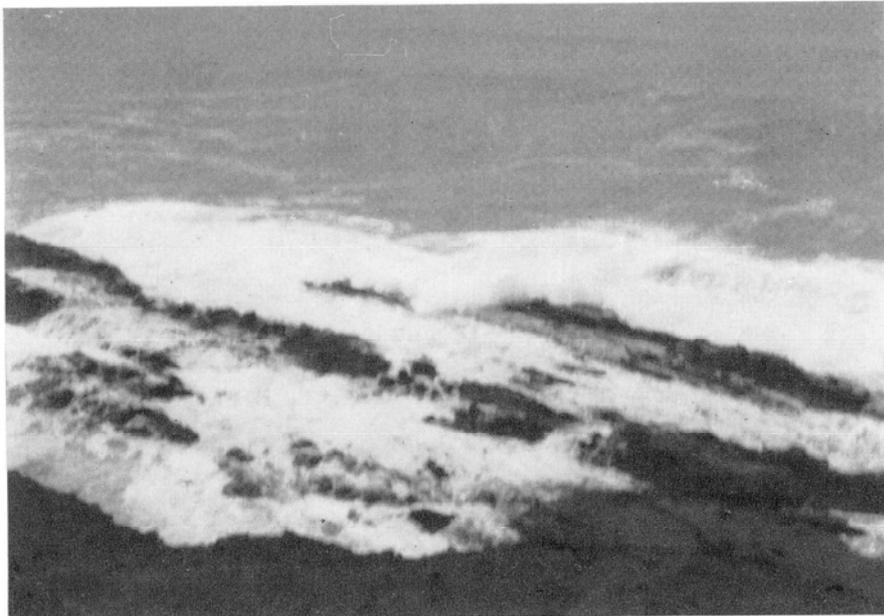


Fig. 6.—Afloramiento de los diques paralelos de rumbo Nornoreste del basamento. Se ve un plano de abrasión deliberado de la caliza terciaria. El plano corresponde a la terraza elevada de Ajuy más al norte de Barlovento, Ugan.

cientes) desciende poco a poco en esta dirección, en tal modo que cuando se llega a Puerto Ugán la terraza está sólo unos metros por encima de la superficie del mar, y un poco más adelante el plano de la terraza se hunde en las olas (véanse las figs. 5 y 6).

Eso indica que la línea costera antigua, marcada por una terraza de abrasión, se ha desplazado a niveles más bajos en la dirección Sur. En la base del Istmo de la Pared, separando Jandía del cuerpo principal de la Isla, la línea costera en cuestión se halla a nivel *debajo del mar*. Se ha producido, por consiguiente, un desplazamiento de a lo menos 15, quizás 20 metros en una época del Cuaternario y aun puede ser precuaternario (?). Esta depresión del bloque insular se manifiesta también en la modelación del relieve de las montañas. Progresando al Sur hacia el Istmo se observa que las formas del terreno se achican más y más y las colinas quedan más escudiformes, los valles más abiertos.

Otra consecuencia de tal hundimiento oblicuo de la Isla es el hecho también significativo de que en la parte hundida se han conservado restos de la cobertera en forma de 'fortalezas', mientras que en las partes más al Norte toda la cobertera ha sido destruída.

Para fijar la edad de tales hundimientos no hay pruebas suficientes. Lo único que se puede pensar es que la depresión de la parte Sur de la Isla ha ocurrido en tiempos post-miocenos (Plioceno ?), apenas menos tardío que el Cuaternario. En este sentido faltan todavía investigaciones especialmente morfológicas.

En el Museo Canario de Las Palmas se guardan, en la colección paleontológica, macrofósiles con *Strombus*, etc., encontrados en posición elevada en Jandía, pero en la bibliografía no hay noticia de tales hallazgos. Durante mi rápida visita a Jandía en 1966 he visto una terraza muy marcada formada en la serie basáltica de tableros al lado de la costa de Sotavento. La altura de esta terraza fue estimada hasta cerca de 100 metros sobre el mar, y ahora nos preguntamos si es aquella terraza contemporánea a la de la costa de Barlovento arriba descrita. En caso de contemporaneidad, las diferencias de alturas resultarían considerables.

* * *

Esta breve reseña basta, yo creo, para dar al lector extraño y apenas orientado en las condiciones geológicas de Canarias una idea de la importancia que tiene un estudio de *agencias exógenas* en la aclaración de la estratigrafía volcánica de las Islas y especialmente de Fuerteventura. “La llave de la geología de Canarias”.¹ Seguir el desarrollo puramente magmático (plutónico-volcánico) para revelar la historia geológica de cada Isla no es suficiente. Apenas se necesita subrayar que las Islas Canarias son más bien *ruinas* de edificios volcánicos: las formaciones han sido colocadas unas sobre otras con grandes lagunas de estratigrafía (o con “*breaks*”, como dicen los americanos). En las Islas, las dos fuerzas antagonistas, endógenas y exógenas, han establecido una riña, resultando que la victoria ha quedado una vez en uno de los antagonistas y otra en manos del otro.

Especialmente la isla de Fuerteventura ofrece grandes posibilidades para tales estudios, y es de esperar que en un futuro no lejano hayamos de obtener informaciones mucho más íntimas de la lucha geológica arriba indicada.

¹ M BLUMENTHAL, 1961

NOTAS ADICIONALES REFIRIÉNDONOS A UNA PUBLICACIÓN PRELIMINAR
SOBRE LA GEOLOGÍA DE FUERTEVENTURA POR J. M. FÚSTER CASAS
Y OTROS (DEL AÑO 1965).

La memoria mía sobre la Geología de Fuerteventura, publicada en 1958 (a) en Helsingfors, ha sido ampliamente comentada y criticada en la nota arriba indicada. En el texto de la presente publicación ya he tenido ocasión de discutir algunos problemas, pero considero necesario ahora volver a las cuestiones en forma más concentrada. Cierto es que la nota de Fúster y otros es de naturaleza preliminar y el material recogido se encuentra todavía bajo investigaciones de Laboratorio. Pero como yo estoy en vías de terminar con mis estudios canarios (que han durado ya veinte años) me será permitido decir algunas palabras sobre este tema.

Yo he leído la nota citada con mucha atención, he revisado mis anotaciones hechas en el campo durante los viajes de 1950, 1953, 1954, 1957 y últimamente de 1966 (cuando tuve ocasión de discutir varias cuestiones con mis colegas finlandeses participantes en una excursión a la Isla).

El basamento.—Todavía faltan indicios para fijar las rocas de máxima antigüedad en la Isla. La idea de Fúster y otros sobre la antigüedad máxima de las perknitas no está suficientemente demostrada. Si estas perknitas son el magma madre de la Isla, entonces uno se puede preguntar de dónde vienen las masas copiosas de algunas sienitas, traquitas, etc. Considerarlas como derivadas del magma ultrabásico es, según mi juicio, imposible, esto es como restos finales de diferenciación magmática. Fuerteventura no es una isla oceánica de estilo Hawai; es sub-continental. Las capas espiliticas, es decir, los "Trapps", son de edad variable: hay al menos dos, probablemente tres generaciones de diques, y la mayoría de los diques deben ser más antiguos que las sienitas, etc.

En *el mapa geológico preliminar de Fúster* el basamento no tiene ninguna expresión de signos convencionales, con excepción de las perknitas en el Sur. En lugar de estas rocas (de "Trapps", sienitas, pórfidos, etc.), el mapa indica gran propagación de: 1.º, ignimbritas, y 2.º, capas submarinas. El gran conjunto de los

diques paralelos no tienen su expresión en el mapa, aunque forman el elemento más llamativo de toda la Isla. En lugar de eso el mapa indica la extensión de las capas superficiales mencionadas, que ocupan áreas más o menos adecuadas. Según mi juicio, tales capas se pueden comparar con alfombras, cubriendo las formaciones antiguas, aunque las últimas son las más salientes en la estructura. Yo, por mi parte, no he descubierto ignimbritas; solamente tobas relativamente jóvenes en las faldas de las montañas. Yo me permito declarar que el mapa mío sobre Fuerteventura en escala 1 : 300.000 refleja con mayor realidad los rasgos fundamentales geológicos que el bosquejo de Fúster (refiriéndome a la región de Betancuria). Eso lo digo a pesar de que he denominado al conjunto de los diques subverticales "Trapps", es decir, espilitas en forma de lavas dislocadas. En todo caso aquella formación anisotrópica debe recibir una signatura especial cartográfica, así como he procedido yo, sea cual sea la cuestión de génesis de estas capas subverticales.

Formación de tableros basálticos de la Cordillera oriental.— Aunque esta parte de la Isla queda fuera de los límites de la región considerada por Fúster y otros, él menciona brevemente un depósito de aglomerados, que se encuentra en la base de unos cerros al Este del Valle longitudinal (región de Ampuyenta). He llamado a este depósito conglomerado, mientras que Fúster lo considera como producto de erupción de nubes ardientes. Se trata de una roca bastante suelta, una mezcla de bloques y piedras incluidas en una masa arenosa o terrosa. La estratificación es apenas perceptible. La composición es polymicta, con tipos de rocas de las montañas del Oeste. El espesor llega a un centenar de metros (quizás más). Este depósito está cubierto por la formación basáltica de tableros.

Teniendo en cuenta la denudación profunda que ha atacado a la región de Barlovento en tiempo ante-basáltico, con el resultado final de una peni-llanura, que junto con la erosión de los valles ha transformado tal región en un "*Mittelgebirge*", uno se siente obligado a buscar los sitios donde se han depositado los arrastres, que deben hallarse en los alrededores del área de denudación. Cuando encontré esta formación clástica la clasifiqué como tales arrastres,

especialmente en vista de la composición polymicta de piedras del Oeste.

La deposición de estas masas relativamente sueltas tuvo lugar en los tiempos del principio de las grandes efusiones de lavas basálticas sobre la superficie de la peni-llanura. En las montañas de Barlovento toda la cobertera volcánica fue destruida posteriormente, pero aquí en la región de Ampuyenta (junto con los tableros de basaltos) se han conservado las capas subyacentes del 'conglomerado', y eso gracias a hundimientos tectónicos de la parte Este de la Isla.

Yo no quiero negar la posibilidad de que estos 'conglomerados' en realidad sean piroclásticos, pero en tal caso más bien son producto de explosiones freáticas; pueden ser de la fase introductiva del período de vulcanismo que creó la cobertera basáltica. En todo caso es un depósito de mucho interés.

Las ignimbritas de Fúster.—Las ignimbritas señaladas por este autor me han causado mucha consternación. No he encontrado ninguna ignimbrita en todos mis viajes, y, sin embargo, Fúster dedica un espacio largo en su mapa para tal roca especial. Pero no anuncia, sin embargo, un punto de salida de tales masas de material sálico.

El área señalada por Fúster como de ignimbritas la conozco bastante bien, pero no he visto ninguna ignimbrita en los afloramientos de los barrancos o las faldas de las montañas, que están constituídas exclusivamente por la formación de diques con intrusiones magmáticas posteriores. Hay capas superficiales de toba parda y costra de tosca de cal. Hay también una cantera (cerca de Santa Inés) de tobas estratificadas, pero siempre aparece en la profundidad el basamento antiguo. El relieve se presenta como formas de erosión medio-maduras y faltan por completo las mesas (o tableros) que caracterizan a los depósitos de ignimbritas.

El único punto en donde hubiesen sido posibles explosiones, creando ignimbritas, sería en el volcán solitario de Tefía, en el Nor-noreste del área en cuestión; pero este cono es de basalto, no de riolita (como sería necesario). Hay un cono de material sálico en la Isla: Montaña de Tindaya, pero este cono queda demasiado

lejano para haber podido jugar el papel de centro de tales erupciones.

Las capas submarinas de Fúster. — El bosquejo de este autor señala una extensión considerable, dentro de las montañas de Barlovento, de capas bajo tal signatura. Comprenden dos grupos litológicos: uno de rocas volcánicas, otro de calizas. El grupo primero abarca "pillow" lavas y 'tobas almojadillas', esta última designación es una novedad para mí. Estas rocas ocurren en un área donde he recorrido las montañas en todas direcciones y me extraña no haberlas visto, y sí únicamente el conjunto de las espilitas y varias intrusiones de rocas sálicas de profundidad (Barranco de los Molinos, por ejemplo). En cuanto a las calizas marinas deben ser idénticas a las calizas marinas aflorantes en la costa misma y mencionadas arriba en el texto. Me extraña que Fúster haya señalado una extensión tan grande para estas calizas fosilíferas. Los hallazgos nuevos de microfósiles son interesantes, confirmando la Edad Terciaria. Yo, por mi parte, he expresado anteriormente (Hausen, 1958 b) que las capas de caliza blanca de Ajuy, descansando sobre una terraza del basamento con gran discordancia, tal vez sean de Edad Cuaternaria, aunque G. Colom describe foraminíferas terciarias en ella. Mi explicación (idea) era que estas capas representan depósitos *secundarios* de material deteriorado de calizas terciarias, pero parece más probable que en realidad la terraza sea de Edad Terciaria.

Cuando se depositaron estas capas de cal marina la terraza ya estaba formada, y por consiguiente la denudación de las montañas de Barlovento había progresado bastante, aunque un levantamiento posterior de la Isla ha causado erosión en estas mismas capas (Barranco de la Peña).

La serie de perfiles transversales de las montañas de Barlovento que reproduce Fúster en su nota son lamentablemente de una calidad que no permiten entenderlos, faltando además noticias de situación de cada uno de éstos. Es de esperar que el trabajo definitivo sobre la geología de Fuerteventura presentará perfiles transversales de la estructura, compilados sobre la base topográfica ya existente en la escala 1 : 25.000. En cuanto a tales perfiles, uno se encuentra confundido también observando lo que ha publicado

M. Blumenthal (1961) de la parte media de la Isla. (En cuanto al mapa en sí parece que contiene errores que hay que achacar a la tipografía, sin que el autor haya tenido ocasión de corregir tales errores.)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

(Referencias más completas véanse en HAUSEN, 1958 a)

- S BENÍTEZ (1945): *Ensayo de síntesis geológica del Archipiélago Canario* "El Museo Canario", Las Palmas
- M BLUMENTHAL (1961): *Rasgos principales de la geología de las Islas Canarias, con datos sobre Madeira*. "Boletín del Instituto Geológico y Minero de España", LXXII. Madrid.
- J. BOURCART y E. JÉRÉMINE (1938). *Fuerteventura*. "Bulletin Volcanologique" Serie II. Tomo IV. Naples.
- FÚSTER CASAS y otros (1965): *Nota previa sobre la geología del macizo de Betancuria, Fuerteventura (Islas Canarias)*. "Estudios Geológicos", volumen XXI. Instituto "Lucas Mallada", C. S. I. C. España, Madrid.
- HANS HAUSEN (1958 a): *On the geology of Fuerteventura (Canary Islands)*. (With a geologic map.) Societas Scient Fennica. Comm. Phys. Math XXII. 1. Helsingfors
- HANS HAUSEN (1958 b): *Contribución al conocimiento de las formaciones sedimentarias de Fuerteventura (Islas Canarias)*. ANUARIO DE ESTUDIOS ATLÁNTICOS, núm. 4 Madrid-Las Palmas.