

# CONTRIBUCION AL CONOCIMIENTO DE LAS FORMACIONES SEDIMENTARIAS DE FUERTEVENTURA (ISLAS CANARIAS)

P O R

**HANS HAUSEN**

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

## SUMARIO

Prefacio.

- A) Basamento rocoso de Fuerteventura.—B) Formas de superficie del terreno rocoso.
- C) Las formaciones sedimentarias: I, Rocas calizas de vario origen; II, Conglomerados litorales fosilíferos y areniscas calcáreas oscuras; III, Fan-glomerados; IV, Depósitos aluviales; V, Los suelos laborables.
- D) Conclusiones sobre el desarrollo geológico de Fuerteventura.

Bibliografía.

## PREFACIO.

Los datos aportados en este artículo son el resultado de estudios llevados a cabo a lo largo de los años 1953-54 y 1957 en Fuerteventura y de análisis de laboratorio realizados en el país del autor: Finlandia. Los viajes fueron patrocinados por la benemérita Sociedad *El Museo Canario* de Las Palmas de Gran Canaria; de esta institución científica obtuve también una ayuda económica para realizar el trabajo de campo.

Los resultados obtenidos sobre la geología del basamento de la Isla se han publicado, junto con un mapa geológico en colores (escala 1:300.000), en una revista científica de Finlandia (1958) en inglés.

Una traducción del texto al castellano se lleva a cabo actualmente; tal versión será puesta a la disposición de la Sociedad *El Museo Canario*.

Aquellos estudios en el campo se dirigieron principalmente a la geología de la base rocosa, los complejos magmáticos, que componen casi la totalidad de la Isla. Por otra parte, las formaciones sedimentarias se estudiaron, más ocasionalmente, durante los exámenes del terreno, y se recogieron un cierto número de muestras. Los datos obtenidos no son suficientes para un estudio total, pero los rasgos generales de las formaciones y su reparto en la Isla se han precisado. En este informe he tratado de caracterizar en términos breves la petrografía, la formación y las relaciones mutuas de los depósitos sedimentarios.

Se presentaron en mis viajes unas pocas ocasiones de poder examinar restos fósiles de faunas terrestre o marítima en estos sedimentos. Solamente las foraminíferas de las calizas marítimas de la costa de Barlovento han sido estudiadas; muestras de estas rocas se sometieron al análisis del conocido especialista Dr. G. Colom, en Sóller, Mallorca (Balears), el cual, amablemente, aceptó el trabajo. En lo que respecta a las apariciones de conchas fósiles de moluscos, solamente puedo hacer referencia a una publicación titulada: *Contribución al estudio de los terrenos sedimentarios de Canarias*, por M. Martel (1950 ?), en la cual, de acuerdo con lo que el autor informa en otro lugar (1951), la fauna en cuestión es tratada extensamente. No he tenido la fortuna de obtener este importante artículo (el de 1950).

Agradecimientos: el autor está muy reconocido a la Sociedad *El Museo Canario*, de Las Palmas, por el interés demostrado hacia sus estudios y por el apoyo efectivo del que se ha beneficiado. También damos las gracias al Dr. G. Colom, Sóller, por sus amables contribuciones.

#### A) BASAMENTO ROCOSO DE FUERTEVENTURA.

Como es bien sabido, la isla de Fuerteventura difiere de la mayoría de las otras Canarias por la presencia de un viejo basamento, consistente en un amontonamiento de lavas básicas y muchas clases

de rocas intrusivas, un complejo nivelado antes del amontonamiento de los más modernos (Terciarios-recientes) materiales volcánicos. Este basamento se considera como perteneciente al pre-Cámbrico del cercano Sáhara; también aquí se encuentra la misma alineación estructural NNE.-SSO. Los principales tipos rocosos del antiguo complejo son lavas espiliticas en gran amontonamiento, desplazadas a posición casi vertical. En éstas aparecen incrustadas numerosas intrusiones de rocas traquíticas (keratofiras) en forma de diques y láminas concordantes, mostrando la misma orientación que las rocas madres. Este complejo ha sido penetrado por magmas plutónicos de varias composiciones, al principio ultrabásicas y básicas, dando nacimiento a rocas granulares peridotíticas, piroxenéticas y gabroicas. Después aparecieron intrusiones intermediarias y sálicas, produciendo rocas granulares de composición diorítica, nefelínico-sienética y alcalino-sienética. Es un interrogante el de a qué época puedan pertenecer estas intrusiones granulares. Quizá puedan ser consideradas como pertenecientes a la revolución Herciniana, como es el caso de semejantes tipos rocosos en el Sáhara español.

En todo caso, el complejo basamental de Fuerteventura, junto con todos sus tipos intrusivos, ha de ser relacionado con los elementos estructurales del cercano Sáhara, y esta Isla es, aparentemente, sólo una "cinta" de la gran unidad, separada por rupturas ocurridas al borde del bloque continental africano.

Sobre este basamento, después de un período de nivelación, se extendieron grandes masas de lavas basálticas muy fluidas, que forman ahora las series basálticas de los tableros, junto con muchas capas intercaladas de tobas y aglomerados y también con muchos diques basálticos y traquíticos. La actual extensión de esta formación, ligeramente inclinada hacia la costa de Sotavento, es sólo un resto de otra anterior. La cordillera del Este, la hilera de colinas y montañas que sigue la costa de Sotavento, es de la formación en cuestión; pero en lo que respecta a las montañas del Oeste—el área de Trapps—, la cordillera ha sido afectada por la erosión.

De formaciones más jóvenes de rocas ígneas cabe mencionar las volcánicas escudiformes basálticas, cegadas en las tierras bajas, y sus extensos derrames de lavas. Además tenemos los volcanes cua-

ternarios y sub-recientes, esparcidos por la Isla, junto con sus coladas de lava y productos piroclásticos.

Un problema especial lo constituye la explicación de la empinada vertiente norte de la península de Jandía. Una opinión expresada por Georg Hartung (1857) sugiere la presencia de una línea de falla, a lo largo de la cual la mitad norte de las montañas de la península ha desaparecido. S. Benítez Padilla (1945) ve, sin embargo, la forma rudimentaria de la península como el resultado de la acción marina: la mitad norte de un gran volcán basáltico ha sido destruída por el ataque de las olas. Y el autor mismo atribuye a un fenómeno destructivo similar el que se produjo en la línea de la costa del oeste, por el lado de Barlovento de la Isla en su totalidad.

Estas lavas más jóvenes son todas de composición basáltica (alc. basálticas).

Por lo tanto, la mayoría de las rocas en Fuerteventura son basálticas; las sálico-intrusivas juegan un papel muy secundario. Encontraremos también que esta Isla es considerablemente más basáltica (básica) en composición que la mayoría de las otras islas (excepto el Hierro y Lanzarote con los Islotes). Hay que tener presente esta característica fundamental cuando estudiemos las rocas sedimentarias, la mayoría de las cuales fueron, como creemos, no derivadas de la roca madre que contiene hierro y magnesia, sino formadas casi exclusivamente de carbonato cálcico. Ya el claro color de estos sedimentos presenta un contraste impresionante con las negras rocas volcánicas del subsuelo.

Hay, naturalmente también, productos detríticos: conglomerados, areniscas, gravas y arenas y también fangos y arcillas, cuya composición apunta a un origen derivado de las lavas basálticas predominantes y de gabros, piroxenitas, peridotitas, etc.

Uno puede preguntarse cuál es la causa de esta diferenciación en dos grupos bien distintos: de un lado, casi puro carbonato cálcico; del otro, productos varios que reflejan más o menos la composición subterránea (el basalto, etc.). Como veremos más adelante al hablar del carbonato cálcico, éste era en una gran proporción un producto puramente marino que no tiene nada que ver con la descomposición de la roca madre (de las rocas ígneas). Pero un cierto tipo de carbonato cálcico es, sin embargo, resultado indirecto de descom-

posición de la roca ígnea básica: me refiero al llamado "*canto blanco*" o la "*tosca blanca*".

Aparte de todos estos productos puramente exógenos, hemos de considerar los depósitos piroclásticos de los volcanes de edad Cuaternaria y Sub-Reciente esparcidos por toda la Isla. Pero en el transcurso de los tiempos han sido muy descompuestos y de esta manera transformados en suelos; consecuentemente, han de ser tratados juntamente con los depósitos estrictamente sedimentarios de Fuerteventura.

En comparación con las formaciones rocosas ígneas, la participación de las rocas sedimentarias en la composición de la Isla es insignificante. Estas formaciones pueden ser consideradas solamente como una delgada película extendiéndose sobre las rocas ígneas; pero, por otra parte, su expansión es muy importante, a lo menos la de la llamada *tosca blanca* o *canto blanco*, la piedra caliza travertina. Prácticamente toda la Isla ha sido cubierta con este material calizo. Las otras clases de sedimentos están, o confinadas en la proximidad de las costas, o aparecen en forma de franjas y manchas localizadas en los valles y depresiones.

#### B) FORMAS DE SUPERFICIE DEL TERRENO ROCOSO.

Como es bien sabido, Fuerteventura difiere de las otras islas del Archipiélago por su *maduro relieve*, indicativo de que el área que comprende ha sufrido una profunda denudación durante un régimen continental de larga duración, y gran cantidad de material ha sido arrastrado al mar circundante. Durante este proceso, el antiguo elemento estructural, no común en Canarias y precisado en lo que precede, ha salido a la superficie. Sin embargo, la degradación general no llegó a realizar a la perfección un nivel basal que comprendiera la totalidad de la Isla. Han permanecido cuevas montañosas y colinas hasta alturas de 600 a 800 metros, y la península de Jandía tiene en realidad formas alpinas. Pero cuando tomamos la totalidad de la Isla en consideración, los rasgos de las viejas formaciones persisten. Hay un elemento morfológico más joven, constituido por los volcanes esparcidos irregularmente sobre la superficie, pero su presencia no altera la impresión general esbozada anteriormente.

Los principales elementos orográficos de Fuerteventura son: las montañas del Oeste, la cordillera del Este, la península de Jandía, las tierras bajas interiores (juntas con el valle longitudinal) y las acumulaciones volcánicas posteriores.

Las montañas del Oeste, la parte visible del viejo basamento, fueron, en un período anterior, desgastadas, originando una penillanura de naturaleza casi perfecta; y esta superficie puede ser reconocida todavía en la constancia de la altura de las cuestas montañosas y las cumbres de las colinas. Sobre esta superficie fué amontonada una serie de mantos basálticos, hasta dar lugar a una formación extensiva de recubrimiento. En la superficie de esta altiplanicie se formó un sistema de drenaje dirigido hacia el Este, Sureste y Sur. Debido a una posterior elevación del área Oeste (en esa época el centro hidrográfico), las capas basálticas de recubrimiento fueron desplazadas de las porciones elevadas y la vieja penillanura quedó desnuda. Esta re-exposición de la superficie nivelada por los agentes atmosféricos tuvo como consecuencia el que un nuevo sistema de drenaje se originó sobre ella, dirigido hacia el Oeste. Este nuevo ciclo de erosión alcanzó, al cabo, el estadio de avanzada madurez en el nivel. Las antiguas vías de drenaje de la altiplanicie sobreviven en la cordillera Este en forma de muchos valles que la cruzan, con su orientación general apuntando hacia una anterior región-cabecera situada en el Oeste.

Muchas fracturas han cortado la Isla, y el valle longitudinalmente conformado puede ser el resultado de tales desplazamientos. Por supuesto, hubo también muchas fallas menores en diferentes direcciones, pero apenas pueden ser reconstruídas, excepto en donde el magma ha llenado las fisuras en forma de diques.

El viejo relieve de erosión, con sus dos elementos morfológicos sobresalientes—las montañas del Oeste, con los Trapps, etc., y la cordillera del Este, con sus series de tableros basálticos—, fué subsiguientemente alterado en parte debido al derrame de lavas volcánicas. Al principio las bocas volcánicas de los valles altos entraron en acción, enviando copiosas lavas muy flúidas sobre las tierras bajas y a lo largo de los viejos y anchos valles. Muchas de estas inundaciones alcanzaron las costas, y uno puede darse cuenta de que su anterior expansión en la dirección del presente mar debe haber sido

considerable. El relleno con lavas basálticas se repitió muchas veces de esta manera, de tal forma que finalmente las diferencias de altitud en el relieve de la Isla quedaron sensiblemente reducidas. Así han de ser entendidas las extensas llanuras interiores.

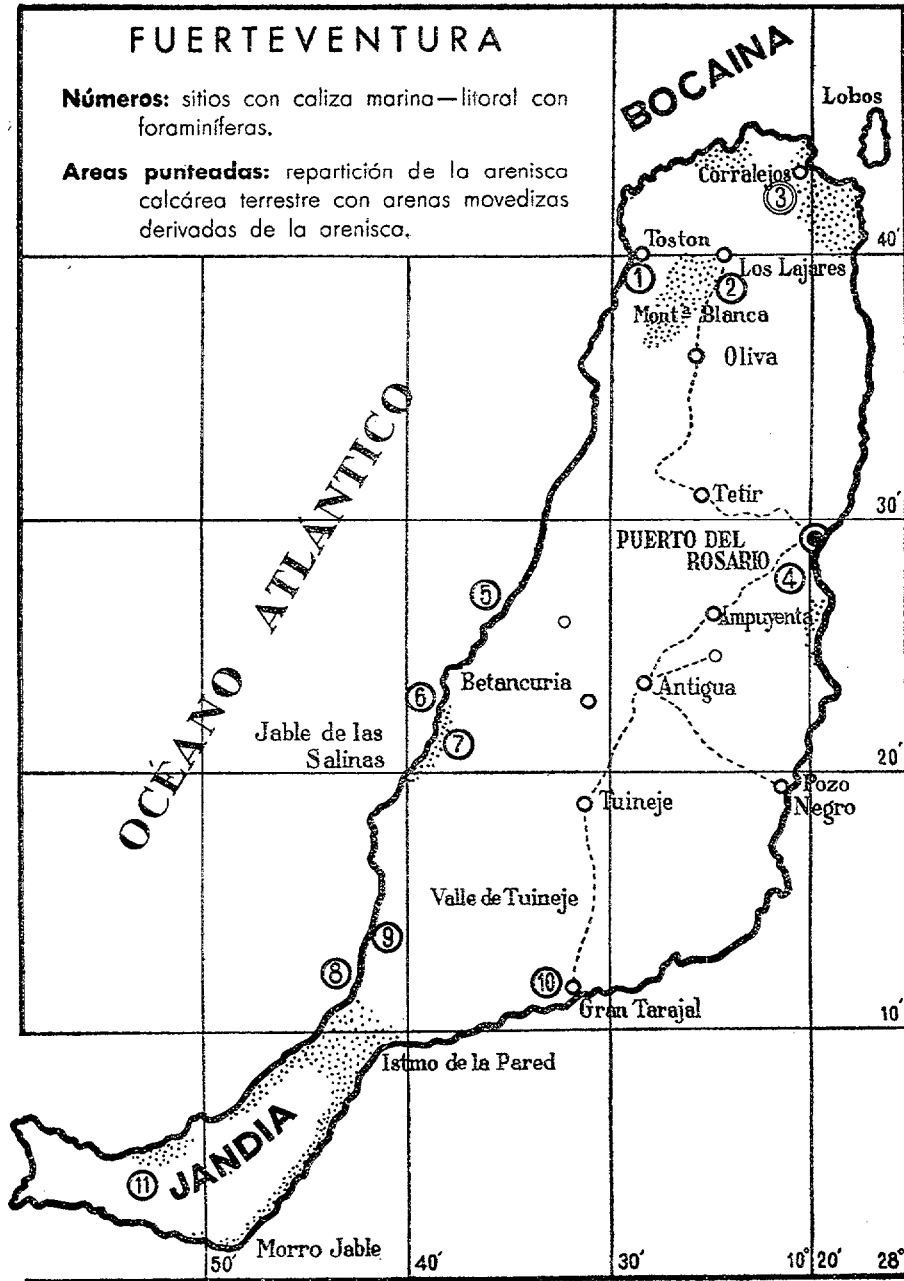
Después vinieron los derramamientos locales de lavas y escorias en muchas partes de la Isla; su papel en el cambio de las condiciones del relieve original no es muy importante. La acción de los volcanes Sub-recientes fué, sin embargo, de una extensión no mucho menor que la de las efusiones de las bocas de los volcanes escudiformes.

Comparados con la intensidad de la denudación subaérea en Fuerteventura, los resultados de la acción marina son menos significativos y confinados a una zona costera, principalmente a lo largo del lado del viento predominante en la Isla. Aquí encontraremos una terraza rocosa casi continua, situada de 12 a 15 metros sobre el nivel del mar. Esta terraza ha sido erosionada en la formación Trapps y descansa sobre las truncadas capas de Trapps. Su anchura es considerable, alcanzando a veces varios centenares de metros. Sin embargo, ha sido en cierto modo reducida por la abrasión marina en las épocas Sub-Reciente y Reciente. Además, la continuidad de la línea de la terraza ha sido cortada en muchos sectores por la erosión en el curso bajo de los valles que desembocan en la costa. Tal profundización o rejuvenecimiento parece haber sido consecuencia de una regresión del nivel del Océano (¿durante el máximum de glaciación cuaternaria?).

### C) LAS FORMACIONES SEDIMENTARIAS.

Las formaciones sedimentarias de Fuerteventura pueden ser divididas en dos grupos: los sedimentos endurecidos (diagenetizados) y los blandos. Los primeros son de una época más antigua; los segundos, de tiempo reciente. Una posición, en cierto modo indefinida, ocupa la *tosca blanca*, el más duro de todos, pero de época variable.

Por otro lado podemos dividir los sedimentos en las categorías tradicionales: grupos sedimentarios "mecánicos" y "químicos". De ellos, los últimos son cuantitativamente más importantes, como también en el aspecto del uso técnico. En las páginas siguientes adoptaremos otra clasificación, que es la siguiente:



© Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Biblioteca Universitaria. Memoria Digital de Canarias. 2004

Gráf. 1.



I.—*Calizas de variado origen:*

- a) Calizas marinas litorales conteniendo foraminíferas.
- b) Calizas blandas arenáceas terrestres con microfósiles.
- c) Caliza travertina (*tosca blanca o canto blanco*).

II.—*Conglomerados fosilíferos litorales y areniscas pardas calcáreas.*III.—*Fanglomerados.*IV.—*Depósitos aluviales:*

- 1. Acumulaciones de talud en las montañas.
- 2. Gravas y arenas piedemontanas.
- 3. Gravas y arenas de los valles (rellenos de los fondos).
- 4. Rellenos depresionales de arena, fango y arcilla.
- 5. Suelos de descomposición por acción atmosférica (arcilla laterítica, etc.).
- 6. Pedregales y arenas de las playas marinas.

V.—*Suelos laborables.*

Todas estas clases de depósitos sedimentarios no son terrestres *sensu stricto*. El grupo I a), caliza marina, debe ser considerado como un depósito litoral, una arena de dunas calcárea, endurecida en una arenisca calcárea. Además tenemos las gravas de las playas, en parte gravas fluviales reelaboradas.

La edad geológica de estos sedimentos pertenece al período Cuaternario y Sub-Reciente, según el autor ha podido comprobar. Algunos de los fanglomerados pueden ser, sin embargo, aún más antiguos, quizá de la edad Terciaria.

I.—*Calizas de variado origen.*

Fuerteventura es, como ya hemos señalado, la única de las Islas Canarias provista de grandes masas de sedimentos carbonáceos. Uno puede ver que estas rocas son superficialmente las dominantes, incluso en las partes elevadas de la Isla. Sin embargo, estos sedimentos cálcicos no son enteramente de una sola clase. Se pueden reconocer variantes, que tienen un origen y carácter petrográfico distinto. Estratigráficamente han de ser juzgadas también aparte unas de otras.

a) *Calizas marinas litorales conteniendo foraminíferas.* — Rastreando a lo largo de las costas de Fuerteventura pronto se da una cuenta del hecho de que hay, cerca de la orilla del mar, capas de una caliza blanco-amarillenta, bastante dura, estacionada en posición horizontal, pero generalmente a varios metros sobre el nivel del mar. El basamento de esta caliza es, como hemos mencionado, principalmente una terraza de abrasión muy perfecta erosionada en la vieja formación de los Trapps. En algunos sectores la caliza está cubierta por capas de lava basáltica o simplemente por una capa de gravas de espesor variable.

Los mejores afloramientos de esta formación se encuentran en la costa de Barlovento. El autor la ha seguido en algunas partes, estudiando las condiciones estratigráficas. Podemos comenzar en el Norte, siguiendo hacia el Sur (y después hacia el Sudoeste).

Simón Benítez Padilla (de Las Palmas) recogió una muestra, hace tiempo, en las proximidades de Tostón, y el autor obtuvo la pieza para su examen. La roca contiene fragmentos e individuos mal conservados de foraminíferas (véase los datos comunicados por el Sr. G. Colom). Su posición estratigráfica no está sino aproximadamente indicada por el coleccionista. Probablemente la roca se presenta a alguna distancia al sur del pueblo. En la vecindad inmediata del últimamente nombrado se puede ver solamente una escarpadura de capas de basaltos.

Avanzando hacia el Sur encontramos que la caliza aumenta en espesor y se extiende también tierra adentro (hacia el Este), donde la erosión de un barranco en el terreno relativamente blando ha alcanzado una considerable extensión. Más hacia el Sur la caliza queda encima de la formación de Trapps, pero cubierta por capas horizontales de lava basáltica aparentemente de gran extensión (v. gráf. 1).

Aún más al Sur la caliza va disminuyendo en espesor y al fin desaparece; las capas de lava basáltica descansan inmediatamente sobre la formación de Trapps.

El basalto forma una llanura casi perfecta sobre vastas áreas, acabando hacia el Este en el grupo de colinas alrededor de Montaña Blanca.

En el cañón del Barranco del Esquinzo, más hacia el Sur, sólo se ven lavas basálticas.

En la boca del Barranco de los Molinos hay una meseta de basaltos

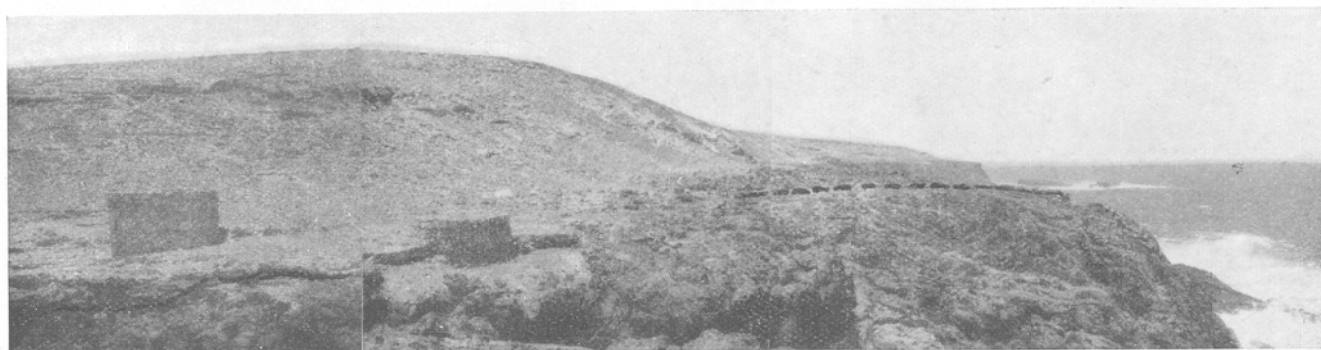


Fig. 1.—Vista panorámica de la terraza marítima cuaternaria producida en la formación Trapp, en la costa de Barlovento de Fuerteventura, al sur de la Playa de los Molinos. Altitud de la terraza, unos 15 m. La parte plana soporta una caliza foraminífera de origen parcialmente eólico. Edad de la línea de la terraza (del nivel oceánico que le corresponde), último Interglaciario. Mirando hacia el sur.—Foto H. H. 1957.

dividida por el propio cañón en dos partes. Hacia el Sur éstas acaban en un alto farallón vertical de unos 20 metros de altitud aproximadamente. Aquí no aparece caliza; sólo las ya mencionadas series concordantes de lavas basálticas. Sin embargo, inmediatamente hacia el Sur hay caliza, ahora por debajo de una cubierta de basalto. La caliza descansa sobre una terraza de la formación de Trapps (Barrio de la Cruz).

Siguiendo la costa más hacia el Sur se encuentra, en la Punta de las Gaviotas, una formación caliza bastante importante, descansando sobre la terraza rocosa de la formación de Trapps (véase el panorama, fig. 1). La disconformidad con las rocas subyacentes es muy evidente, ya que la última ha sido llevada a una posición empinada,

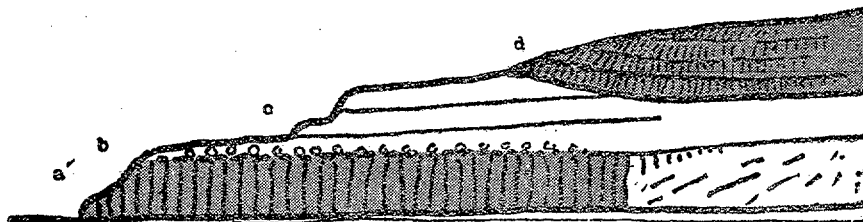


Fig. 2. — Sección vertical, algo esquematizada, del afloramiento de caliza de Ajuy, Puerto de la Peñita, costa de Barlovento (mirando hacia el N.).  
a) La formación Trapp en posición casi vertical.—b) Un conglomerado litoral basto con cantos rodados de rocas cristalinas y una matriz de cal.—c) Caliza foraminífera (en parte eólica).—d) Capa de basalto de olivina, fin de un torrente de lava que puede ser rastreado desde Betancuria.

mientras que la caliza se encuentra en posición horizontal. Esta caliza contiene conchas fósiles de foraminíferas.

En la Punta de las Gaviotas dirigí la vista hacia el Sur y pude ver cómo la costa continúa varios kilómetros con la misma caliza y la misma terraza. No seguí más la terraza, sino que volví hacia el Norte. Más tarde alcancé la costa en Ajuy o Puerto de la Peñita, un pequeño caserío de pescadores, donde hay una interesante aparición de la caliza mencionada ya por J. Bourcart (véase fig. 2). Aquí la caliza ha sido aprovechada en una cantera, y la exposición es muy buena para el estudio. Como el corte de la figura 2 demuestra, aparece de nuevo la terraza rocosa de la formación de Trapps con una altura de unos 12 metros. Sobre ella descansan las capas de caliza de un espesor de unos 15 metros (aproximadamente), una serie de capas más duras y más blandas—más o menos puras—, rocas blanco-amarillentas con-

teniendo foraminíferas. La capa más basal de la caliza descansa sobre un conglomerado de piedras bien redondeadas y una matriz calcárea: un típico conglomerado litoral marino. Los guijarros, consistentes en los tipos de rocas comunes que aparecen a lo largo del Río de las Palmas, que desemboca aquí, han sido primero transportados y desgastados por el río y después redepositados por la marea del Océano. Esto sucedió cuando la costa estaba por lo menos 12 metros más baja que ahora.

La caliza (la de calidad dura) ha sido sometida a un análisis químico, cuyos resultados se consignan en la página 24. La roca ha sido quemada en un horno ladrillero cercano. También una parte ha sido transportada, a juzgar por los trozos de piedra dejados caer a lo largo del camino hacia Pájara.

La caliza está cubierta por una espesa capa de lava de basalto olivínico que puede ser rastreada desde la región de Betancuria. Es evidente que esta lava ha jugado el papel de cubierta protectora de la muy frágil caliza (véanse figs. 3 y 4).

A corta distancia al norte de Ajuy se alcanza la boca del Barranco Grande (o Barranco de la Peña) y aquí no se ve ninguna caliza. En su lugar tenemos solamente la formación de Trapps con sus capas fuertemente inclinadas y, descansando sobre ella, restos de la lava basáltica que aparece también en Ajuy.

Al sur de Ajuy hay un promontorio de la formación de Trapps, una terraza; pero tampoco se ve aquí caliza; sólo una capa de grava bastante espesa. Pero avanzando más hacia el Sur pronto encontramos de nuevo caliza descansando en la terraza rocosa de la formación de Trapps y cubierta a su vez con gravas. Hay un conglomerado basal debajo de la caliza descansando inmediatamente sobre la terraza con guijarros muy bien redondeados de los tipos de rocas que aparecen más hacia el interior y con una matriz calcárea. En ésta hay restos de conchas. No tuve ocasión de recoger muchas muestras o de examinar estas conchas más de cerca. Se recogió una concha de la especie *Tapes* (fam. determinada por el Dr. S. Segerstrale, Helsinki). La altura de la terraza sobre el límite del agua en las mareas altas es aquí de unos 15 metros.

Desde este punto de observación uno puede comprobar con la vista, millas hacia el Sur, la existencia de la caliza, descansando sobre la



Fig. 3.—Ajúy o Puerto de la Peñita, en la costa de Barlovento, boca del Río de Palmas. Sobre una terraza rocosa de la formación Trapp descansa una caliza (conteniendo conchas de foraminiferos) con un conglomerado basal. Esta caliza puede ser de la Edad Cuaternaria. La terraza está a unos 15 m. sobre el nivel de la marea alta.—Foto H. H. 1957.

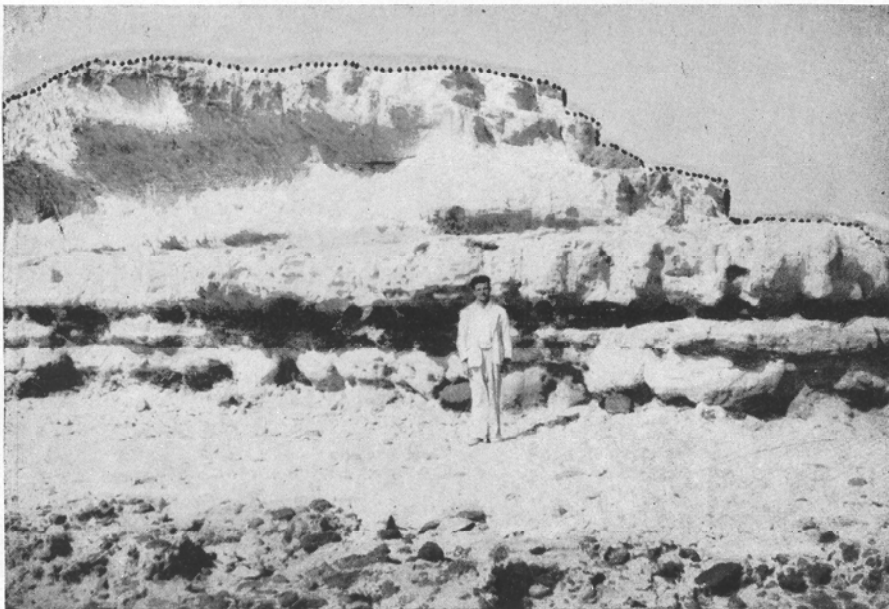


Fig. 4.—La cantera caliza en Ajúy, Puerto de la Peñita. Estratificación debida a estratos alternantes más duros y más blandos. La capa de cubierta basáltica es invisible en la fotografía.—Foto H. H. 1957.



Fig. 5.—Un banco de caliza marítima descansando sobre un aglomerado basáltico oscuro en la boca del barranco de Fayagua, costa de Barlovento. Mirando al Norte.  
Foto H. H. 1957.

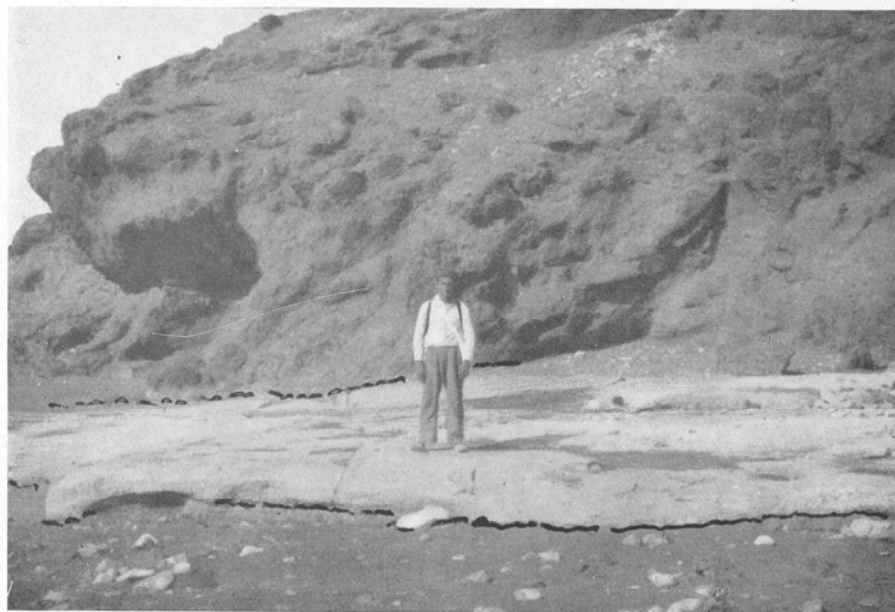


Fig. 6.—Una capa delgada de caliza marina descansando sobre una plataforma erosionada en un acantilado de basaltos, sólo a algunos metros sobre el límite de las mareas. Extremo N. del Istmo de la Pared, costa de Barlovento. Mirando al N.—Foto H. H. 1954.

terraza en cuestión y bordeando una hilera de laderas de colinas elevándose hacia las montañas en el Este.

La terraza parece extenderse algunos kilómetros más, tierra adentro; pero su superficie se eleva suavemente en esta dirección (Este). Aquí tenemos, en efecto, extensos conos aplastados de gravas montañosas radiando desde los barrancos de las montañas. Probablemente estas capas de gravas están sustentadas por lavas basálticas, efusiones contemporáneas de la antigua colada que recorre de arriba abajo por el Gran Barranco (el valle más hacia el Norte).

El autor no siguió la línea costera hacia el Sur, desde aquí, por más tiempo, sino que retornó a Ajuy. En cambio, hice una excursión desde Pájara, por Valle de la Solapa abajo, hasta la costa. Estamos en la región de arenas amontonadas que sigue la costa del Sur durante alguna extensión. Es una región deshabitada, un desolado sector barrido por el viento de la costa de Barlovento, desde el cual las vertientes de dura roca se han retirado más tierra adentro. Alrededor de las bocas del Valle de la Solapa y Barranco de Fayagua se extiende el llamado Jable de las Salinas desde Playa de la Solapa, en el Noreste, hacia el farallón costero en el sector de Cortijo de Chilegua, en el Sureste. Una gran parte de este terreno costero está cubierta de arenas de arrastre, derivadas de capas de caliza frágil y arenácea que en tableros aparecen aquí. Pero hay también bastante cantidad de caliza firmemente diagenetizada bien a la vista, alrededor de la boca del Barranco de Fayagua, formando un prominente "hard pan" en los farallones costeros, descansando sobre oscuras tobas basálticas (véase fig. 5).

También hay algunas canteras situadas en esta región. De una de éstas el autor tomó una muestra. Es una roca bastante pobre en foraminíferas (véase el informe de G. Colom), pero con un alto porcentaje de caliza. Parece constituir una llanura en forma de meseta hacia el Norte de la boca del Barranco de Fayagua, que se interna tierra adentro durante cierta extensión. El mencionado barranco ha producido un amplio portillo en esta meseta, hoy día relleno con masas de gravas arrastradas por el (intermitente) Río Fayagua. Un relleno más antiguo fué formado durante una más elevada posición del nivel del mar, pero desde entonces el terreno se ha elevado y el relleno ha sido erosionado hasta una cierta extensión (véase fig. 11).



En una localidad del lado derecho del lecho, en su curso inferior de este Barranco de Fayagua, donde la caliza marina forma la ladera, aparece un dique eruptivo en una posición profundamente inclinada. Es de color gris pálido-verdoso y corresponde a una tinguaita, una aparición desconcertante de una roca ígnea, si realmente esto ha de ser considerado como un dique. El autor no tuvo ocasión de examinar la aparición más de cerca y solamente tomó una muestra de la roca. Puede conjeturarse la posibilidad de que la "intrusión" sea una "cinta" tectónica, una cresta emergiendo del subsuelo.

El autor posee una muestra de caliza de un punto de la costa, hacia el sur del Jable de las Salinas, en la senda que lleva de Terife a Chilagua, que le fué facilitada de la colección de *El Museo Canario* de Las Palmas. Esta caliza contiene abundantes fósiles de foraminíferas (véase el informe de G. Colom). El autor no visitó esta localidad y no tiene ningún conocimiento de sus relaciones estratigráficas. Probablemente la localidad está situada cerca de la costa y sobre una terraza de abrasión, más o menos elevada sobre el mar.

Marchando a lo largo de la costa, en dirección Sur, llegamos a la región del Cortijo de Chilagua y a una serie de bajos arrecifes, una localidad conocida por Cantera de Chibuyos o Puerto Ugán, no muy distante del Istmo de la Pared que une Jandía con la porción principal. Aquí encontramos un resto de la caliza marina de una extensión considerable (véase la panorámica de la foto, fig. 6). El sedimento se halla en una posición baja; el viejo basamento es aquí invisible, aunque pronto aparece hacia el Norte como una baja terraza. También está a la vista el basamento al sur de Puerto Ugán, formado por rocas de Trapps.

La caliza ha sido explotada en una cantera de cierta extensión. Es de una consistencia bastante firme y bien estratificada, con una capa de conglomerado basal. La caliza contiene muchos restos de foraminíferas (véase el informe de G. Colom).

La parte más baja de la caliza, pero encima del conglomerado del fondo con sus cantos rodados basálticos, está formada por una arenisca calcárea grisácea con granos redondos de rocas basálticas en una matriz cálcica.

Avanzando más hacia el Sur y acercándonos al Istmo de la Pared, encontramos otro afloramiento de caliza, una capa delgada plana,

que cubre la superficie de una terraza de rocas basálticas. La altitud sobre el mar es insignificante: algunos metros (véase fig. 6).

Si ahora dejamos la parte principal de la isla atrás y vamos hacia Jandía, hemos de registrar desde aquí varios afloramientos de la caliza marina amarillenta. El autor sólo visitó uno de ellos, situado en el curso alto del Barranco de las Pilas (parte oeste de Jandía).

Si se sigue el camino carretero que lleva de Morro Jable (costa Sur), a través de la divisoria principal, a Cofete (vertiente Norte de la península), se tiene ocasión de observar la existencia de una caliza amarillenta en capas de posición horizontal, descansando directamente sobre la vieja formación basáltica que forma el conjunto de la cadena montañosa, y en la cual ha sido erosionado el Barranco de las Pilas. La altitud sobre el mar es de unos 200 metros. Algo hacia el Oeste de este punto, en la vertiente opuesta del barranco, hay otro afloramiento de caliza, bien visible gracias a su color claro amarillento, que contrasta con el fondo oscuro de la formación basáltica.

La caliza en cuestión contiene sólo escasos restos de foraminíferas y moluscos. La mayoría de los granos son de caliza amorfa, mezclada aquí y allí con granos pálidos de clinopiroxeno, plagioclasa y alguna sustancia opaca. La matriz es de una calcita finamente granulada. Lo más probable es que sea alguna clase de depósito eólico que una vez llenó una parte considerable del barranco en cuestión, pero que modernamente ha sido destruída salvo algunos restos.

Si ahora volvemos nuestra atención a la costa de Sotavento, encontraremos sólo unas pequeñas y diseminadas formaciones de caliza marina. Empezando en el extremo Norte, en Corralejos (región de La Oliva), tenemos un resto de dichos depósitos, casi escondido bajo arenas movedizas arrastradas. La muestra no fué tomada por el autor, sino que se le facilitó de la colección de *El Museo Canario* (de Las Palmas). Contiene abundantes foraminíferas (véase el informe de G. Colom) y también fragmentos de moluscos. La altitud sobre el mar no es exactamente conocida, pero no puede ser grande a juzgar por la pequeña elevación de esa zona costera.

Otro afloramiento en esta parte norte de la Isla se encuentra más tierra adentro, al norte del volcán Montaña de la Arena, sureste del pueblo Los Lajares. El sedimento es aquí de una consistencia bastante firme y forma una especie de *cuesta* de erosión cara al Norte.

Se ve aquí una cantera abandonada. La altitud sobre el mar es de 100 metros. Microscópicamente la roca no es pura caliza: contiene, excepcionalmente, granos redondos de caliza amorfa, clinopiroxeno y un mineral de ganga. Hay también escasos restos de foraminíferas (véase el informe de G. Colom).

Estudiando esta formación en tal sitio se llega a la conclusión de que el depósito es sólo el resto último de una extensa formación caliza anterior que llenaba el interior de esta parte más septentrional de la Isla y luego fué destruído. Tengo la impresión de que esta caliza representa la parte evanescente de una formación marina miocénica de la época de la gran transgresión. Por supuesto, las condiciones deben ser examinadas más detenidamente y buscados posibles restos microfósiles de la fauna marina de ese tiempo.

Siguiendo la costa de Sotavento en dirección Sur, apenas encontraremos ningún afloramiento de caliza, a simple vista. El autor ha comprobado la existencia de tales solamente en la base de las lavas basálticas que bordean la costa. Una formación de este tipo se encuentra en la boca del Barranco de la Herradura y otra en la boca del Barranco de Las Cabras. Ambas calizas han sido transformadas al estado cristalino debido al calor emitido por las lavas basálticas derramadas. Los restos orgánicos están, por lo tanto, casi ausentes. Sin embargo, estas calizas deben ser consideradas como pertenecientes al mismo grupo que las antes descritas (excepto Los Lajares).

Hay en la costa de Sotavento otra localidad con caliza en la cual la roca contiene restos de foraminíferas; este depósito se encuentra en la vecindad de Gran Tarajal (costa Sur), probablemente sobre una terraza, aquí, en la vertiente que da al mar. El autor ha visitado el lugar, pero no ha descubierto el yacimiento (la vertiente está cubierta con cascotes). Se puso a mi disposición una muestra de *El Museo Canario*, recogida por J. Bourcart hace más de veinte años. La muestra deja ver, en efecto, microscópicamente, restos de foraminíferas (véase el informe de G. Colom).

Y así hemos terminado con todas las formaciones de caliza encontradas a lo largo de las costas; sin duda son en gran parte de origen marino: fango foraminífero, consolidado como sedimentos litorales. Por otra parte, tenemos capas calizas formadas por el viento; han sido llevadas como arenas movedizas desde las playas de la costa y

depositadas, capa sobre capa, fuera del alcance de las mareas. El examen microscópico revela, en la mayoría de los casos, que este material ha sido triturado durante el transporte, estando las conchitas de las foraminíferas en un estado rudimentario, como ha sido comprobado por G. Colom (véase más adelante). Por lo tanto, he considerado estas calizas, aunque conteniendo foraminíferas, quizá de la edad Miocénica, como pertenecientes al período Cuaternario.

Hay, según parece, una excepción a esta clasificación: la dura y bien consolidada caliza que se encuentra en la vecindad de Los Lajares; lo más probable es que sea un banco-depósito miocénico, de la época de la intensa transgresión del Océano por entonces. Este depósito, como hemos visto, no está confinado en la zona costera y su actual posición indica una extensión de los estratos mucho más amplia en esta parte norte de la Isla. Es posible que otros restos de una formación marina miocénica estén aún presentes bajo capas de formaciones más recientes en el fondo de las tierras bajas en el interior.

La mayoría de las muestras recogidas por mí y las que me fueron facilitadas de las colecciones de *El Museo Canario* (Las Palmas) no muestran al microscopio, prácticamente, ningún rastro de granos de silicatos derivados de la roca madre de las formaciones más antiguas. La parte más baja (basal) de la caliza está, sin embargo, en algunos lugares, mezclada con granos o rocas de silicato provenientes del subsuelo, de tal forma que el color claro de la caliza cambia al gris. En el fondo de los estratos que aparecen en algunas localidades de la zona costera se encuentra un conglomerado litoral con guijarros muy bien redondeados, compuestos de todos los tipos de rocas que aparecen en las montañas. La mayoría de estos cantos rodados están aplastados a semejanza de los guijarros de las playas. La matriz es calcárea y contiene, como hemos comprobado, aquí y allá, conchas de moluscos.

En las páginas siguientes publicamos el resultado del examen microscópico de las muestras de calizas de mi colección en lo que respecta a la aparición de foraminíferas fósiles. Este estudio fué amablemente realizado por el Dr. G. Colom. Mencionamos las formaciones en el orden que se suceden unas a las otras a lo largo de las costas.

## Foraminíferas de las calizas.

## 1.—Tostón (S. Benítez). Costa noroeste.

Caliza arenosa conteniendo restos de foraminíferas bastante desgastados. Entre éstos se pudieron reconocer las siguientes conchas: *Elphidium* esp. *Quinqueloculinas*. Restos del gén. *Amphiroa*.

## 2.—Los Lajares. Restos esparcidos de foraminíferas.

## 3.—Corralejos. Costa norte.

En una pasta de caliza recristalizada (calcita) hay restos de *Melobesias*, algunos de los cuales pertenecen al gén. *Amphiroa*. Las foraminíferas son numerosas con *Cibicides* cf. *lobatulus* (W.-J.); *Textularia* cf. *sagittula* Defr.; *Amphistegina* esp. *Elphidium complanatum* d'Orb.; *Triloculina*, *Quinqueloculina*, etc.

## 4.—Barranco de las Cabras. Curso bajo. Capa basal de una serie de lavas basálticas.

Raros y mal conservados restos de organismos.

## 5.—Bahía de las Gaviotas, al sur de la Playa de los Molinos. Costa oeste.

En una pasta recristalizada de caliza (calcita) hay numerosas foraminíferas: *Cibicides* cf. *lobatulus* (W.-J.), *Textularia* cf. *sagittula* Defr., *Amphistegina* esp. *Elphidium complanatum* d'Orb. *Miliolas* son escasas en la muestra de que se dispone. Hay también *Melobesias* y algunas secciones de *Equinidos* (espinas).

## 6.—Cantera caliza de Ajuy, Puerto de la Peñita. Costa oeste. Tres muestras de una caliza pálido-amarillenta, bastante firme y bien estratificada.

La roca contiene numerosas foraminíferas con *Cibicides* cf. *lobatulus* (W.-J.), *Textularia* cf. *sagittula* Defr., *Amphistegina* esp. *Triloculina*, *Quinqueloculina*, *Elphidium* cf. *complanatum* y fragmentos de *Melobesias*. También pueden verse algunas esp. *Anomalina* y raros fragmentos de moluscos, equinodermos y brioniozoos (?) (los nombrados en primer término recristalizados con la matriz caliza). En los tipos más detríticos de calizas, la esp. *Amphistegina* y los restos de moluscos son numerosos.

7.—Extremo norte de Jable de las Salinas. Costa oeste. Canteras calizas.

En una matriz de calcita finamente granulada hay restos bien redondeados de *Melobesias* y *Miliolas*. Además hay algunas secciones de espinas de *Equinidos*.

8.—Cantera de Chibuyos, Playa de Ugán, al final del Barranco de Chilegua, en la costa oeste.

Banco de calizas bien estratificadas. En una matriz de calcita finamente granulada de foraminíferas se encuentran *Melobesias*, espinas de *Equinidos*, etc. Entre los nombrados en primer lugar han sido reconocidos *Cibicides* cf. *lobatulus*, *Textularia* cf. *sagittula*, *Triloculina*, *Quinqueloculina*, pero no en gran abundancia.

9.—Entre Terife y Chilegua. Costa oeste.

Abundancia de foraminíferas, a saber: *Cibicides* cf. *lobatulus*, *Textularia* cf. *sagittula* Defr., *Elphidium* cf. *complanatum* d'Orb., *Amphistegina* sp., *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Anomalina* esp. (??).

10.—Gran Tarajal (J. Bourcart), vertiente costera del sur.

En una matriz recristalizada (calcítica) hay numerosos restos de organismos marinos. Entre las foraminíferas hay *Amphiroa* (*Melobesias*), *Cibicides* cf. *lobatulus* (W.-J.), *Textularia* cf. *sagittula* Defr., *Triloculina*, *Quinqueloculina*, *Amphistegina* cf. *Lessoni* d'Orb., *Elphidium* sp. Hay también restos visibles de *Equinidos* (espinas) y fragmentos de conchas de moluscos.

11.—Barranco de las Pilas, Península de Jandía.

Restos de caliza amarillenta descansando sobre un substratum basáltico. También de composición arenácea con restos orgánicos, tales como fragmentos de *Melobesias* y conchas de moluscos.

Sedimentos de tal tipo están, en realidad, estrechamente relacionados con el Miocénico superior de la Península Ibérica y las Baleares. En este caso la edad puede corresponder al Tortoniense. No se puede garantizar que las calizas foraminíferas en cuestión sean en realidad de este tiempo, teniendo en cuenta el hecho de que tanto los *Cibicides* cf. *lobatulus* como la *Textularia* cf. *sagittula* pueden aparecer desde el bajo Mioceno hasta el tiempo actual. Consecuentemente, no son típicos del Mioceno. Pero considera el Dr. Colom este grupo de sedimentos como pertenecientes al Vindoboniano en general.

En las calizas canarias, dice el Dr. G. Colom, hay un absoluto predominio de las dos especies mencionadas sobre las demás. Las otras especies están presentes ocasionalmente, y las *Miliolas* no aparecen en número notable en las muestras examinadas. Juzgando a vista de estos hechos, el Dr. Colom considera los sedimentos en cuestión como pertenecientes a profundidades algo mayores: de 50 a 100 metros, y no formaron depósitos litorales, en los cuales los restos de conchas de *Quinqueloculinas* y *Triloculinas* aparecen en abundancia.

Las afirmaciones del Dr. Colom antes señaladas se refieren, por supuesto, al banco fangoso original del mar Miocénico, depositado (como se presumía) a profundidades de 50 a 100 metros. Estos sedimentos del fondo fueron, sin embargo, elevados en tiempos posteriores a nivel del mar, donde estuvieron sometidos a la abrasión marina y se redepusieron. Así, más tarde, durante la Edad del Hielo, cuando el nivel oceánico era considerablemente más bajo que el actual, los redepósitos sedimentos fangosos fueron de nuevo reelaborados, esta vez por el viento, y redepósitos sobre una amplia terraza rocosa que ha sido descrita en las páginas anteriores. Tales sedimentos eólicos cálcicos depositados, más tarde se endurecieron y convirtieron en calizas.

Esta terraza caliza cuaternaria (que contiene conchas de foraminíferos *Vindobonianos*) es la que ahora encontramos a lo largo de las costas de Fuerteventura. El depósito de este material eólico tuvo lugar antes de la emisión de las lavas basálticas volcánicas escudiformes del interior de la Isla. En los sectores en los que no se formó esta cubierta de lava protectora, las calizas en cuestión fueron de nuevo reelaboradas (durante el período Cuaternario) por los vientos, y la materia calcárea fué redepuesta como sedimentos en muchas partes del interior, donde con el tiempo estuvo sometida a una ligera diagénesis. Estas generaciones más jóvenes de sedimentos calcáreos serán tratadas en las páginas siguientes.

El estudio de las playas elevadas a lo largo de las costas del Atlántico ha avanzado considerablemente en los países del Norte, tales como Escocia, Irlanda e Inglaterra; también hacia el Sur, en España, Portugal y Marruecos, sus cualidades han sido algo estudiadas. W. Ramsay (1930) piensa que un estudio más atento revelará la evi-

dencia de la existencia mundial de dos estadios de líneas costeras en el Cuaternario—el Tirreniense y el Monastirense—, indicando una elevación eustática de la superficie del mar durante estas épocas interglaciares cuando el clima era más cálido que actualmente. De estos dos estadios, el Monastirense corresponde a un nivel costero (terrazza, etc.) de unos 15 a 18 metros de elevación. Ambas líneas de terrazas, la Tirreniense y la Monastirense, pueden ser señaladas también en las zonas costeras que rodean el Mediterráneo.

Le parece al autor que la línea de terraza de Fuerteventura (y Lanzarote) puede corresponder al estadio Monastirense (Cuaternario medio) en el último período interglaciar y que las calizas (que contienen conchitas de foraminíferos de la época *Vindoboniana*) han sido depositadas durante la época de la última glaciación bajo el dominio de un clima más seco, cuando la Isla tenía una mayor extensión que ahora.

La presencia de terrazas costeras cubiertas de caliza en las islas del Atlántico parece que fué observada por primera vez por Carlos Darwin durante su estancia en la isla de Santiago, en el Archipiélago de Cabo Verde (2.<sup>a</sup> edición, 1876), durante su vuelta al mundo en el "Beagle". Conviene transcribir aquí las observaciones del gran naturalista en lo referente a esta cuestión: "Este stratum (de depósito calcáreo) es muy sobresaliente (en la costa SE. de la isla) por su color blanco y por la extrema regularidad que sigue en una línea horizontal a lo largo de la costa en algunas millas. Su altura media sobre el mar, medida desde el límite superior de unión con la sobrepuesta lava basáltica, es de unos 60 pies, y su grosor, aunque varía mucho debido a las desigualdades de la formación (basáltica) que la sustenta, puede estimarse en unos 20 pies. Está compuesta de materia blanca, calcárea, en parte formada de restos orgánicos, en parte de una sustancia que puede ser con propiedad comparada, en apariencia, con la argamasa. Fragmentos de rocas y guijaros (de los estratos subyacentes volcánicos) están diseminadas en este lecho, formando frecuentemente un conglomerado, especialmente en la parte inferior".

La base de las capas calizas se encuentra aquí a unos 40 pies, esto es, 12 metros sobre el nivel del mar. Ello corresponde muy bien con la escasa altitud de la terraza de Fuerteventura, cuya edad pudiera ser, de acuerdo con lo que parece probable, la del Cuaternario medio.

En la pequeña isla Quail, que se encuentra fuera de Puerto Praya



(Santiago), Darwin encontró muchas conchas fósiles, la mayoría de las cuales representan especies vivientes. Por lo tanto, su opinión es que la fauna en cuestión pertenece al "período Terciario inferior". De acuerdo con la moderna terminología, esto significa Cuaternario inferior, ya que la palabra *Cuaternario* fué introducida en 1854 (y Darwin escribió sus afirmaciones en 1844). También es de interés destacar su afirmación de que la formación caliza de Santiago fué cubierta por una inundación de lava basáltica, como en el caso de Fuerteventura.

Hay también otros datos del mundo Macaronésio insular referentes a la aparición de líneas costeras elevadas con terrazas soportando depósitos calizos o de arenas calcáreas. En publicaciones más recientes, no asequibles para mí, como las de Francisco Hernández Pacheco (1940, 1948), se mencionan formaciones de orillas elevadas en las costas del oeste africano. Entre estas orillas elevadas se encuentra una que alcanza la altura de 10 a 12 metros, y en los sedimentos litorales relacionados con esta orilla han sido recogidas conchas semifósiles de moluscos. En las mismas capas litorales se han encontrado útiles humanos de piedra correspondientes al Achelense. Es concebible que esta línea costera se corresponda con la observada en Fuerteventura-Lanzarote, indicando una sumersión de estas tierras litorales en el tiempo del último período interglacial.

Antes de este período—o durante el desarrollo de máxima glaciación—la situación tiene que haber sido completamente diferente. La retirada eustática del límite del Océano debió ser considerable, especialmente manifiesta a lo largo de las costas con una amplia plataforma (bajío enfrente de la actual orilla). Fué una gran regresión marina siguiendo a las intrusiones Terciarias (máximum en tiempos del Mioceno, cuando se formaron las mucho más elevadas terrazas de Gran Canaria, Islas Salvajes, Madeira y Azores).

Esta regresión de la edad Cuaternaria media fué una época de aumento de áreas de tierra en el Archipiélago Canario (especialmente en lo que respecta a las islas más orientales), y este es el aspecto geográfico que pudiéramos aplicar a una "Atlántida". No está claramente demostrado si existió o no durante este tiempo una conexión terrestre con el Continente africano a lo largo del actual Cabo de Mogador, pero parece haber sido posible, ya que los sondeos, entre

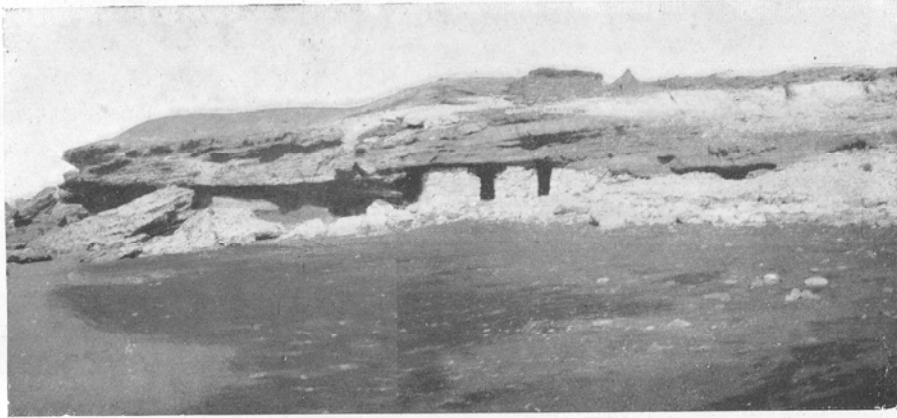


Fig. 7.—Cantera caliza en Puerto Ugán, región de Chilogua. El banco descansa sobre la formación de Trapps sólo a algunos metros sobre el límite de la marea. El sedimento es de Edad Cuaternaria posterior, pero está formado de cieno foraminífero, probablemente de origen Terciario.—Foto H. H. 1953.

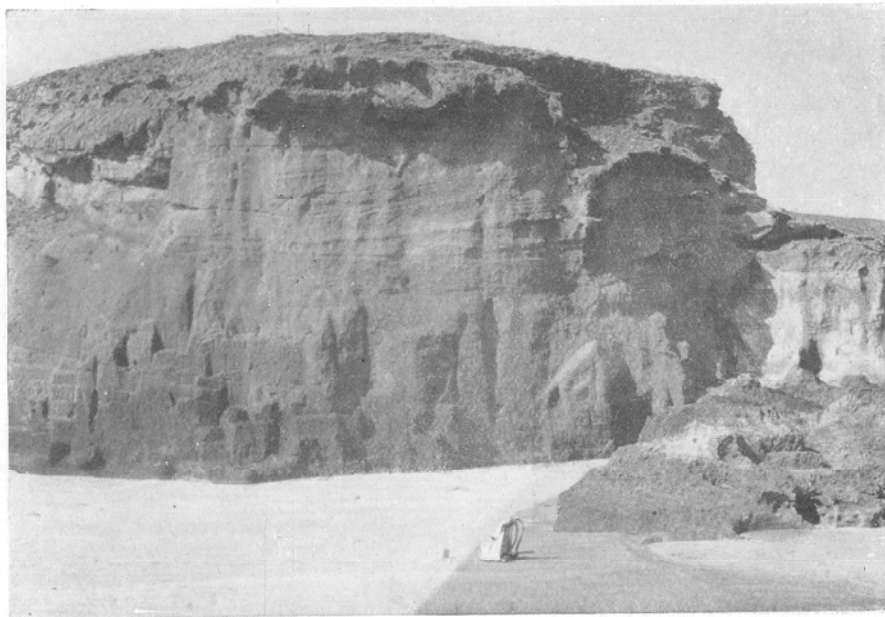


Fig. 8.—Risco de erosión en la costa de Sotavento, a algunos kilómetros al sur de Puerto del Rosario, mostrando arena de dunas diagenetizada, rematada con una cubierta de tosca. Playa Blanca en la marea baja. La estratificación es perceptible en la fotografía. Foto H. H. 1953.

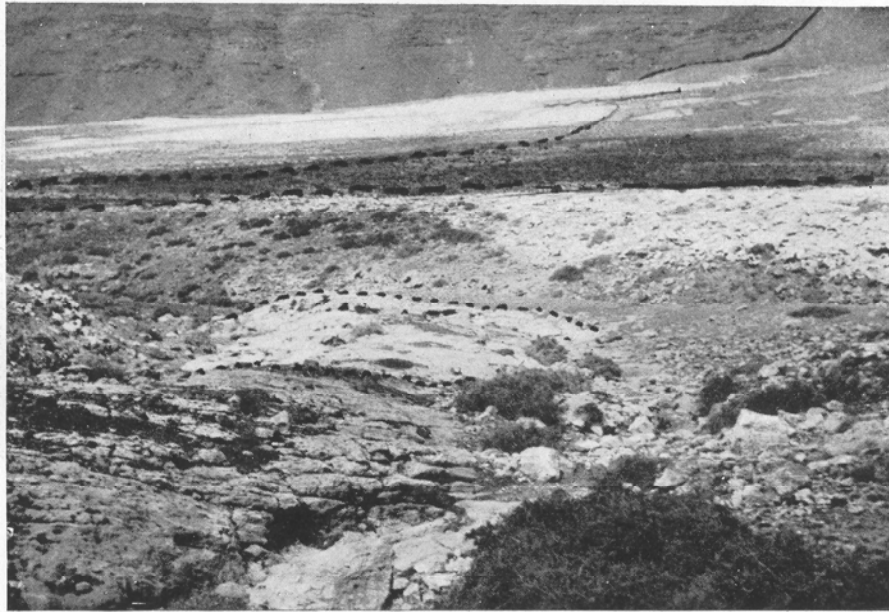


Fig. 9.—Un resto de erosión de arenisca calcárea eólica descansando sobre basalto. Barranco de las Pilas, 200 m. sobre el mar. Península de Jandia.—Foto H. H. 1957.



Fig. 10.—Un «cake» de 0,5 m. de espesor, de un conglomerado basáltico basto, descansando sobre una plataforma de abrasión de basalto. El conglomerado contiene conchas marinas fósiles incrustadas en una matriz arenosa oscura. 4 km. al sur de Puerto del Rosario, en el camino a Matorral.—Foto H. H. 1953.

Alegranza y el Continente a lo largo del Banco de la Concepción, alcanzan cifras relativamente pequeñas.

Volveremos a estas cuestiones de cambios eustáticos de nivel en el capítulo final. Aquí solamente se puede afirmar que el estudio de las playas elevadas en el área de las Canarias ha sido hasta el presente bastante elemental, y lo mismo puede decirse sobre los otros grupos insulares de los archipiélagos macaronésicos. No me refiero solamente a las playas supramarinas, sino también a las submarinas, cuyo estudio requiere, naturalmente, las técnicas usadas por los oceanógrafos (sondeos acústicos, estudio de muestras de los sedimentos del fondo sacadas por taladros, etc.).

#### Aprovechamiento práctico de la caliza marina.

Puesto que las calizas que contienen foraminíferas marinas en Fuerteventura están confinadas a la costa de Barlovento, la parte prácticamente más deshabitada de la Isla y falta de toda clase de comunicaciones, excepto sendas sobre las montañas o las superficies de gravas de los lechos de los valles, a lo largo de los cuales los vehículos motorizados sólo dificultosamente se pueden mover, es comprensible que el material pétreo en cuestión haya permanecido casi intacto hasta el presente. Hay sólo dos excepciones: la cantera de Ajuy, en el Puerto de la Peñita, y la cantera de Puerto Ugán, en la costa de Chilegua, más hacia el Sur. El primer lugar puede ser alcanzado siguiendo el lecho seco del Barranco de Pájara y Barranco de Río de Palmas; la otra, desde el Cortijo de Chilegua bajando hacia la costa por un camino carretero entre los campos (fig. 7). Desde Chilegua a Gran Tarajal existe un camino carretero que está casi terminado.

Pero sigue la explotación de las mencionadas canteras, aunque ha sido muy insignificante, y los métodos de extracción empleados, de la clase más elemental e irracional. De todas maneras, el material es bueno y merecería una consideración más seria en lo relativo a métodos de extracción y mejoras de transporte.

Como ilustración de la composición química del material pétreo de la cantera de Ajuy, véase el siguiente análisis de una muestra:

*Caliza foraminífera. Cantera de Ajuy, Puerto de la Peñita.  
Colec. Hausen.*

Partes insolubles (en HCL) .....	2,30 %
Sesquióxidos .....	0,64 "
MgO .....	1,20 "
CaO .....	53,06 "
CO <sub>2</sub> .....	42,25 "
H <sub>2</sub> O .....	0,59 "
TOTAL .....	100,04 % <sup>1</sup>

Hay, por supuesto, algunas variaciones en pureza, y a más profundidad la caliza está mezclada con granos de silicatos y pequeños fragmentos rocosos.

b) *Calizas blandas arenáceas terrestres con macrofósiles.*—Más extensos afloramientos de calizas marinas que los anteriormente tratados representan una amarillenta y finamente granulada piedra arenisca calcárea, ligeramente diagenetizada, que ha de ser estudiada aparte de los sedimentos marinos, ya que es siempre terrestre. El material en sí mismo, la finamente granulada arena, que compone el sedimento pudiera ser en último término de origen marino, esto es, limo calcáreo secado en las playas y arrastrado tierra adentro por transporte de los vientos. Por lo tanto, los depósitos en cuestión han de ser clasificados como eólicos (arena de dunas). El espesor es en ciertas partes considerable—hasta de 10 metros, a veces más—, y los estratos pueden ser bien estudiados en los muchos cañones secos que cortan el depósito. Las intercalaciones de conglomerados son muy raras; las únicas capas de tal clase son aquellas compuestas de nidos fosilizados de *Antophora* (que aparecen a millones) en una gran extensión. Algunas veces forman también la capa superficial, que está más firmemente cementada que las capas inferiores de masa de grano fino.

Pero estos nidos fosilizados (calcita cementada) no son los únicos restos de vida orgánica de este ciclo de sedimentación eólica: hay

<sup>1</sup> Analista: Aulis Heikkinen (Instituto Geológico de Finlandia).

también abundancia de conchas de caracoles, bien conservadas, de *Helix* y de *Stenogyra*. Están irregularmente distribuidas a través de toda la (mal estratificada) masa calcárea.

Ahora, con el mapa en la mano, podemos observar los lugares más importantes de esta clase de sedimentos, empezando por el extremo Norte.

Primero tenemos la costa a lo largo del Estrecho de la Bocaina. Aquí encontramos, en la vertiente costera de Montaña de la Mancha, hacia el mar, importantes capas de esta arenisca, cortadas por barrancos (todos secos, por supuesto). La parte que no está cortada está cubierta de gravas y de arenas arrastradas, derivadas de la misma arenisca.

Más estratos de esta arenisca calcárea aparecen en los alrededores de Corralejos y más hacia el Sudeste. Puesto que el depósito está en su mayoría escondido bajo eyecciones volcánicas y arena arrastrada, es difícil hacerse una idea de la extensión real de la arenisca. Indudablemente, las amplias acumulaciones de dunas, más hacia el Sur, en el Jable del Moro, son derivadas de estas afloraciones calizas.

Entre los volcanes de Montaña Blanca y Montaña Roja hay otro afloramiento de la misma arenisca, una especie de plataforma cortada en dos por un barranco, cuyas paredes revelan un buen perfil. Aquí hay abundancia de conchas de *Helix* y *Stenogyra*, distribuidas en las capas de arenisca. La posición sobre el nivel del mar puede ser de unos 100 metros.

Una región que tiene los depósitos en cuestión muy bien desarrollados se encuentra alrededor de un centro orográfico que hay al oeste de La Oliva, Montaña de la Blanca. Aquí todos los barrancos que irradian de la montaña han sido rellenados con la arenisca, frecuentemente hasta un espesor de 10 metros y más. Después de que se completase el relleno, la parte rellenada ha sido erosionada vigorosamente, de tal modo que se han formado profundos cañones, rejuveneciendo los barrancos. Estos cañones tienen a veces paredes verticales, en las cuales el sedimento se presenta excelentemente, mostrando las menos profundas estratificaciones propias de las arenas de dunas, pero con abundancia de los mencionados gastropodos. En realidad, la totalidad del paisaje de la región está dominado por estos rellenos de are-

nisca y por las enormes masas de arenas arrastradas originadas por la corrosión de los vientos alisios.

La acción de las aguas, en tiempo de chaparrones torrenciales que se producen en ocasiones en el invierno, ha causado esta peculiar erosión. El material arenoso ha sido trasladado, ya hacia el Norte, a lo largo de la Playa del Río de Tostón, formando una amplia playa aluvial, ya hacia el Sur, llenando el fondo del Barranco del Esquinzo.

Hacia el Este, el terreno cubierto de arenisca alcanza los alrededores del reciente volcán Montaña de Arena (elevándose hacia el Norte desde el pueblo de La Oliva). Aquí se puede ver que las coladas de lava dirigidas en dirección Oeste (varias lenguas de lava pegajosa y apelotonada) han discurrido sobre la arenisca calcárea en cuestión. Esta es, pues, de una fecha anterior a la actividad del volcán.

Si vamos más hacia el Sur y seguimos la costa de Sotavento, encontraremos areniscas calcáreas, de la naturaleza descrita, en Playa Blanca, a unos kilómetros al sur de Puerto del Rosario, localidad ya mencionada por J. Bourcart (1938). Aquí hay un risco de erosión (véase fig. 8) en el borde interior de una amplia playa, un perfil vertical que muestra la misma arenisca calcárea con su estratificación cruzada, vieja arena de dunas, cubierta por una lámina de tosca blanca. Hacia abajo el sedimento se va haciendo más oscuro, debido a una mezcla de granos de silicatos. Sin la menor duda este sedimento, que anteriormente tenía una extensión más amplia en dirección al mar, ha sido sucesivamente destruído debido a la transgresión en el período Sub-Reciente. Un rasgo peculiar de este depósito son las numerosas cavidades verticales en forma de tubos en la parte inferior de su perfil en la playa. Esta parte inferior del depósito está más firmemente diagenetizada.

A lo largo de la costa de Barlovento hay varias afloraciones de la misma arenisca blanda, aparentemente en estrecha relación con la terraza caliza anteriormente descrita. El depósito más extenso de la primera se encuentra en la baja área costera, alrededor del curso inferior del Barranco de Fayagua. La extensión de este sedimento no ha sido fijada con más precisión.

El mayor desarrollo de la caliza en cuestión se encuentra en la costa de Barlovento de la Península de Jandía y en el bajo Istmo de la Pared (fig. 9), donde forma una especie de meseta. Los afloramien-

tos a lo largo del borde costero más hacia el Oeste están parcialmente escondidos bajo una cubierta de despojos y tosca, descubierta en las barrancas erosionadas en la vertiente y en los arrecifes marinos a lo largo de la playa arenosa. Aquí la arenisca está perceptiblemente bien estratificada y anteriormente tenía una extensión mucho más amplia, esto es, dentro del área ahora conquistada por el Océano.

Resumiendo: la arenisca calcárea de grano fino está, como hemos visto, ampliamente extendida sobre la superficie de la Isla, a pesar del hecho de que la erosión ha transportado al mar grandes masas del sedimento. También los alisios han atacado a la misma y deshecho los granos en las partes superficiales, formando así enormes masas de arenas movedizas.

Uno puede preguntarse que de dónde proviene esta cantidad copiosa de materia calcárea extendida sobre un área formada en su mayor parte de lavas basálticas y sus productos piroclásticos. Sin duda deben haber sido llevadas tierra adentro por el viento, desde limos costeros que quedaron desnudos bajo las fuerzas subaéreas durante una elevación de la superficie de la tierra con sus fangos de foraminíferos. Fué un proceso algo posterior al de la formación de la caliza descrita anteriormente.

La abundancia de nidos de *Antophora*, las conchas de *Helix* y *Stenogyra*, todo apunta a un régimen climático algo más húmedo que el que prevalece en nuestros días. En ese tiempo parece que Fuerteventura y Lanzarote formaban una masa de tierra de considerable extensión y que ciertamente esta área incluía también las pequeñas islas del norte de Lanzarote. En esta última Isla hay también vastas áreas cubiertas de la misma clase de sedimentos.

c) *Caliza travertina*.—Las calizas travertinas (*tosca blanca o canto blanco*), el más extenso de los depósitos calcáreos de la Isla, han de ser consideradas como productos precipitados químicamente. No se han formado en el tiempo presente; pertenecen a un período anterior de un distinto régimen climático. Las concentraciones calizas se formaron por un proceso estacional de evaporación. Soluciones procedentes de abajo han surgido hacia la superficie por la tracción capilar.

La caliza travertina es generalmente dura y finamente granula-



da, y cuando se encuentra en estado puro, compacta. Tiene una cierta semejanza con la conocida caliza litográfica de Solenhofen, de la Alemania del Sur. En el corte vertical, hacia abajo, hasta la roca madre subyacente se van haciendo más numerosos los fragmentos de lavas, y finalmente hay una roca brechíoide con una matriz calcárea. Aún más abajo, la roca madre, generalmente un basalto, se encuentra atravesada por venas de caliza: es una masa rocosa impregnada de caliza. Abajo del todo se transforma en la roca pura primaria (en niveles profundos alcanzados sólo en los pozos de aprovechamiento de aguas).

La parte propiamente superficial de la travertina, cuyo espesor puede ser sorprendentemente grande—hasta 10 metros y más—, es, como se dijo, generalmente maciza, pero en algunos lugares se puede observar una ligera estratificación. Mas los planos de estratificación no son horizontales, sino ondulados, de acuerdo con las irregularidades de la superficie de la roca subyacente (el lecho de roca brechíoide). Una travertina pura puede ser prácticamente carbonato cálcico y por ello es explotada en gran escala y calcinada en hornos en la vecindad de Puerto del Rosario.

No hay ningún análisis químico hecho expresamente para este trabajo del autor. Uno ha sido publicado anteriormente por el Sr. Chamorro y Cuervas-Mons (1951). Los datos se reproducen aquí:

*Caliza travertina, Fuerteventura.* La localidad no está exactamente indicada (probablemente en la vecindad de Puerto del Rosario).

SiO <sub>2</sub> .....	2,80 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	1,28 "
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	0,84 "
CaO .....	48,38 "
MgO .....	3,20 "
SO <sub>2</sub> .....	0,45 "
CO <sub>2</sub> + H <sub>2</sub> O .....	43,05 "
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O .....	0,10 "
TOTAL .....	100,10 %

Contenido de carbonato cálcico puro = 86,21 %.

Puede afirmarse que prácticamente la totalidad de la Isla está cubierta por esta caliza travertina (una real "coraza"). Hay algunas excepciones: las formaciones más recientes. Las incrustaciones travertinas tuvieron lugar hasta la época Sub-Reciente o hasta el final del período Cuaternario (quizá un poco antes). La cobertura caliza ha fijado el estado del desarrollo del relieve desde un período que antecede al presente. Ninguna travertina se está formando en el régimen climático actual.

Los recientes campos de lava—los *malpaíses*—no están cubiertos por esta travertina, ni los rellenos de gravas y arena en los valles y las depresiones de las tierras bajas. En las altas montañas la caliza no se ha depositado o sido cubierta por suelos más recientes, de una naturaleza marrón y laterítica (más o menos mezclados con piedras). Donde esta cubierta del suelo ha sido arrastrada por las (ocasionales) lluvias torrenciales, la "coraza" está expuesta a la intemperie (por ejemplo, Montaña de la Blanca).

Como ya observó J. Bourcart (1938), la costra travertina continúa en algunos lugares a lo largo de la costa bajo el nivel del Océano. Esto indica que la precipitación de la caliza tuvo lugar en un tiempo en el cual la Isla estaba más alta y era más extensa que ahora (en el período Cuaternario).

Una cubierta muy continua de travertina se encuentra en las vertientes orientales de la Isla, especialmente en los alrededores de la capital, Puerto del Rosario. Aquí están situados la mayoría de los hornos, y las canteras no están lejos. Las últimas son simplemente hoyas abiertas en las laderas o en el campo llano.

También han sido observadas por el autor vastas superficies de travertina en las llanuras de la costa de Barlovento, especialmente entre Tostón y Barranco del Esquinzo. Igualmente a lo largo de las costas de Jandía hay tales coberturas que alcanzan las llanuras de Punta de Jandía.

Una curiosa afloración de caliza se encuentra en el lado Sur de una baja colina al SO. de Matorral, en la costa de Sotavento (en el Llano del Dinero). Esta caliza puede ser una especie de depósito de incrustación (sinter) con la caliza cristalizada como calcita en largas formas prismáticas, presentadas en bellas zonas acentuadas por la diferencia de colores (*roca de caramelo*).

La presencia de una capa caliza espesa y bastante pura cubriendo la mayoría de la superficie de Fuerteventura es un hecho aparentemente curioso cuando se toma en consideración la composición de la roca madre, en su mayoría de naturaleza basáltica. Hemos de aclarar que no hay calizas más antiguas en la Isla en una extensión tal que puedan ser consideradas como la roca madre de la caliza travertina.

Los depósitos calizos descritos en las páginas precedentes están limitados en su mayoría a las zonas costeras, mientras que la travertina está generalmente extendida también en las montañas, bien por encima de los niveles de los afloramientos de calizas costeras.

Queda, pues, por describir la fuente de la materia caliza travertina en el terreno volcánico en sí mismo. Sin duda, la evaporación superficial es la responsable del movimiento ascendente de las soluciones calizas desde el subsuelo. La fuente última de esta caliza (las soluciones de calcio-bicarbonato) tiene que ser la roca usual que forma los minerales de las materias volcánicas, la plagioclasa y el Ca contenido de piroxenos y hornblendas. El contenido medio de CaO, observado en 20 análisis de basaltos publicados hasta ahora, es 11 por 100<sup>2</sup>; rocas ígneas pobres en calizas, como la sienita y las traquitas, de presencia más reducida, no han sido tenidas en cuenta en este cálculo aproximado.

La formación de soluciones circulantes de bicarbonato cálcico y su movimiento ascendente debido a la evaporación en la superficie no armoniza con las condiciones climáticas actuales. Requieren un régimen más húmedo, con lluvias estacionales alternando con tiempos de sol intenso. Tales condiciones existieron probablemente durante ciertos períodos del Cuaternario. La actual precipitación atmosférica es, como sabemos, bastante insignificante (unos 200 mm.), y hay una falta considerable de aguas subterráneas, excepto, quizá, en niveles muy profundos (agua del nivel basal de la Isla).

La cubierta de travertina fija una fecha estratigráfica, al menos en sentido relativo: podemos hablar del "tiempo pre-travertino" y del "tiempo post-travertino", siendo el último idéntico a los períodos Sub-Reciente y Reciente. Estudiando el desarrollo geomorfológico de la Isla, este "plano de fecha" puede ser importante.

---

<sup>2</sup> Son análisis consignados en la obra de J. Bourcart y E. Jeremine y en otra sobre Fuerteventura del presente autor (1958).

Excepto la vecina isla de Lanzarote, ninguna otra isla del Archipiélago Canario ofrece similares cantidades de carbonato cálcico puro. Hay dos circunstancias que pueden explicar la diferencia: 1) el antiguo relieve de la Isla, y 2) el régimen climático más "africano" de las Islas más orientales, Fuerteventura y Lanzarote, en el período Cuaternario posterior. También el relativamente alto contenido de cal en las rocas ígneas básicas debe ser tomado en consideración (cfr. con Gran Canaria, donde abundan rocas pobres en silicatos de cal).

## II.—*Conglomerados fosilíferos litorales y arenas calcáreas oscuras.*

A lo largo de la relativamente baja costa de Sotavento, donde la acción marina es de violencia mucho más reducida, se han conservado largas franjas de lechos planos de conglomerados y arenas oscuras, ambos conteniendo gran cantidad de restos de conchas de moluscos (depósitos litorales del último período interglacial?).

He constatado la existencia de tales lechos a lo largo de varios kilómetros hacia el norte y el sur de Puerto del Rosario, donde yacen justamente sobre el límite de la actual marea alta, extendiéndose tierra adentro, en algunos lugares, unos cien metros más o menos. Las capas descansan sobre un lecho firme de basaltos formando superficies aplanadas.

El conglomerado tiene un espesor bastante insignificante, de 0,50 a 1 metro, y se compone de piedras pesadas, más o menos angulares, de la roca subyacente. Las piedras están cementadas por una matriz caliza oscura. En ésta hay fragmentos de conchas de moluscos que parecen pertenecer a la fauna actual (*Patella*, etc.), aunque no se ha efectuado un examen muy detenido de los ejemplares. Hay vastas extensiones de este conglomerado en algunos lugares; en otros han sido destruidos por la acción de la resaca. En algunas plataformas ribereñas, donde los conglomerados han sido reducidos a placas aisladas, se encuentra bajo ellos una arenisca calcárea oscura, inmediatamente encima del lecho rocoso. En otros lugares hay la misma arenisca descansando sobre el conglomerado, como en el caso de Puerto Lajas, al norte de Puerto del Rosario. Una localidad donde se ha

conservado una capa bastante extensa de estos estratos es en el camino al Matorral, a cuatro kilómetros al sur de la capital. Aquí también abundan fósiles en la arenisca. Las capas están sólo a un metro sobre el nivel de la marea alta y ocupan una depresión poco profunda en el plano de la costa (fig. 10).

Es evidente que estos depósitos, que siguen estrictamente la línea costera, tienen que haberse formado en la línea litoral, pero no en el tiempo presente, aunque las capas coinciden prácticamente con el nivel oceánico. Parece que se formaron en un tiempo en que el nivel del Océano era ligeramente más alto, y esto probablemente sucedió durante el último período interglacial. Una regresión de naturaleza eustática siguió y a su vez fué sucedida por una nueva ingresión del mar. De aquí que las conchas fósiles incrustadas puedan ser del mismo último período interglacial.

### III.—*Fanglomerados.*

Gruesos conglomerados que se encuentran en las laderas de algunas montañas de erosión, aquí y allá, en la Isla, son restos ocasionales de unos depósitos de esta clase, anteriormente mucho más extensos. Se puede quizá hallar aún más cantidad de tales rocas si se buscasen con más atención de la que yo les pude dedicar. Aquí sólo pueden ser señaladas algunas afloraciones ocasionalmente encontradas.

En el camino que va del pequeño establecimiento de la costa de Sotavento, llamado La Torre (en la boca del Valle de la Torre), a Pozo Negro, encontré primero un borde de basalto, después un abarrancado terreno de vertiente cortada por las aguas hacia el mar, formado de un conglomerado grueso. Las piedras que hay en él son de basalto bastante mal conservado. El espesor de este depósito de conglomerado alcanza en un lugar al menos 10 metros. Descansa sobre unos viejos basaltos desgastados. La formación de conglomerados limita hacia el Sur con un borde de basaltos antes de que se entre en la parte terminal del Valle de Pozo Negro.

Se ve que este conglomerado es un depósito que antedata el período Reciente, en parte por su estado de diagénesis y su impregnación con cal y también por el resultado de la erosión de los barrancos.

No siguió la formación del conglomerado cuesta arriba y tierra adentro, pero parece estar en conexión con las montañas que se elevan hacia el Oeste: Lomo Cumplido. El área cubierta por estas viejas gravas es llamada Pedregal de Majada Cabrones y marca un estadio en el largo proceso de denudación que redujo la altura de las colinas que componen la cordillera del Este. La precedente extensión del conglomerado fué con anterioridad más amplia hacia el Este; la abrasión oceánica ha destruído una parte considerable de él.

Otra afloración similar en naturaleza fué descubierta a algunos kilómetros al oeste de Gran Tarajal, en la costa Sur. El amplio valle en forma transversal, Valle de la Lapa, es un valle corto, con relleno de gravas del tipo corriente en la cordillera del Este. Pero al fin de este valle hay, en la vertiente derecha (en una montaña de basalto, La Lapa), un conglomerado bastante firmemente cementado por cal. Forma un arrecife colgante hacia el mar de unos 5 metros de altura. La superficie del depósito se inclina suavemente desde la montaña hacia este borde y está cubierta con una espesa "coraza" de travertina. Probablemente este fanglomerado es un tipo común en las amesetadas montañas; sin embargo, rara vez está expuesto a la luz del día debido a la cubierta de arrastres, travertina, etc. Gracias a la presencia del arrecife de abrasión noté que tal conglomerado realmente existe aquí.

#### IV.—*Depósitos aluviales.*

Los materiales detríticos, de composición y tosquedad varia, que se comprenden bajo la expresión arriba mencionada, pertenecen al "período post-travertino". Llenan los valles y depresiones y también algunas fajas costeras. Su volumen debe ser considerable, aunque no contamos con datos precisos.

Han sido identificadas las siguientes *clases* de depósitos aluviales:

1. *Acumulaciones de talud de las montañas*, consistentes en piedras angulares y piezas de peñas mezcladas, a causa de desprendimientos.
2. *Gravas y arenas piedemontanas.*
3. *Gravas y arenas fluviales formando rellenos en los valles y extendiéndose en largas deltas al fin de los mismos.*

4. *Rellenos de las depresiones por arena y fangos y también productos arcillosos.*

5. *Arena eólica* (arena calcárea) en las áreas donde aparece la arenisca calcárea.

6. *Pedregales y arenas en las playas de la costa.*

Podemos dividir también los productos en cuestión en dos grupos convencionales: 1) *sedimentos de origen mecánico*, y 2) *sedimentos de origen químico*. Los primeros son, por supuesto, de un mayor volumen en sentido cuantitativo. Los últimos son de la más extraordinaria importancia, suministrando los suelos laborables de la Isla. Los principales productos del desgaste químico atmosférico son los derivados de las cenizas volcánicas, de grano más fino, depositados en el período Cuaternario, como ya hemos apuntado. Las principales áreas de tales suelos, consistentes principalmente en fangos y arcillas que van del rojo ladrillo al rojo-pardo oscuro, se encuentran en la región de Antigua, Valles de Ortega y alrededor de Tuineje. Aquí también se aprovecha alguna agua subterránea. El relleno de la depresión de La Oliva, en el norte de la Isla, sufre de sequía y de falta de agua subterránea.

El arrastre de materiales por los ríos intermitentes (barrancos) de Fuerteventura es actualmente de importancia reducida. El transporte anual de materiales parece ser insignificante en lo que respecta a las gravas, mientras que las tierras más finas son arrastradas a alguna distancia por las lluvias torrenciales en invierno. Y esta migración se repite anualmente hasta que llega a la costa. Las arcillas y fangos más finos son llevados en suspensión por las rápidas corrientes de agua a una mayor distancia, hasta donde encuentran obstáculos (tales como presas) y se sedimentan.

Referente a los suelos de Fuerteventura no hay datos precisos a mano, y a este respecto todavía queda por hacer mucho trabajo. También debería elaborarse un mapa agrogeológico, aun sin hablar de la investigación de las condiciones de las aguas subterráneas. Se cree por personas residentes en Fuerteventura desde hace largo tiempo, hombres dedicados a la agricultura, que la solución del problema del agua subterránea asentaría la vida económica de la Isla sobre bases completamente nuevas. En este sentido hay algunos aspectos prometedores, especialmente relativos a la gran cuenca de Tuineje, en el Sur,

y concerniente también en algún grado a la Península de Jandía, donde el volumen de las precipitaciones atmosféricas es relativamente más grande y, consecuentemente, los recursos de agua subterránea, probablemente, los más prometedores.

1. *Acumulaciones de talud.*—Como se señaló en la introducción, el relieve de la Isla está generalmente en un estadio maduro, aunque hay colinas de vertientes escarpadas y *cuestas* aquí y allá. Las laderas montañosas más escarpadas se encuentran en los riscos de la cordillera del Este, dando cara al valle interior longitudinal. Este rasgo topográfico depende de la presencia de capas de dura lava descansando sobre blandos estratos basales de la formación de “brechas”. En resumen, las colinas denominadas *fortalezas* son de este modo de formación: cumbres planas y flancos perpendiculares que más hacia abajo se convierten en una falda más suave.

Es natural que, bajo la influencia de la descomposición mecánica de los bancos de lava, el pie de estas colinas esté cubierto con *un piedemonte, de piedras angulosas* deslizadas desde los bancos de arriba. Esta masa pétreo se va moviendo hacia abajo, con el tiempo, bajo la influencia de la acción solar alternando con la acción del frío nocturno: a la expansión del volumen de las piedras bajo los rayos del sol se suma la gravitación, en un movimiento de empuje descendente que se repite cada día.

Pero también en las *cuestas* menos pronunciadas hay un deslizamiento de arrastre. Por ejemplo, si uno viaja sobre el relieve más maduro de las montañas del Oeste, entre Pájara y Chilegua, se siente impresionado por las largas y suaves *cuestas* que se encuentran en todos los lados de las colinas y lomas (véase fig. 11), en las cuales difícilmente se percibe un solo crestón. Todas las superficies están cubiertas por una masa, por un manto de piedras angulares procedentes del lecho rocoso subyacente.

Hay en Fuerteventura otra clase de terreno rocoso descompuesto mecánicamente: un basalto olivínico de grano bastante grueso, o una “brecha” basáltica que se desmenuza en la superficie en pequeñas piedras angulares del tamaño medio de un terrón de azúcar. Las partes superficiales del terreno rocoso descompuesto varían en espesor, a veces varios metros. La superficie es muy suave y blanda a la pisa-



da; las vertientes, fáciles de escalar. La mayor parte de la "roca podrida" está impregnada de cal, tanto que a veces se ha formado una "brecha" de cementación cálcica (no una "brecha" tectónica). Cuando hay diques de basalto de grano fino cortando tales masas descompuestas, se alzan en relieves como muros de piedra.

Tal clase de terreno de lecho rocoso enormemente desmenuzado, una especie de sedimento mecánico autóctono, se encuentra a lo largo del borde oeste de la cordillera del Este, donde las capas colgantes consisten en duros basaltos. En el lado Este de la amplia depresión de Tuineje dan lugar a unas extensas y suaves faldas, un paisaje algo especial. Un terreno bastante parecido se encuentra en donde importantes capas de tobas oscuras o puzzolanas afloran en las vertientes.

La aparición de este manto de piedras angulares en las colinas de Fuerteventura depende, por supuesto, de la diferencia relativamente pequeña entre la base de erosión y los niveles más altos del relieve. La erosión lineal parece ligera. La mayoría de los valles tienen un perfil longitudinal suave. Hasta aquí la mayor parte del transporte del detritus se efectúa por medio de un deslizamiento "seco" a lo largo de las faldas. Los valles tienen un perfil transversal en forma de V y su fondo queda bloqueado por las masas de piedras angulares. Pero las lluvias invernales dan lugar a ríos intermitentes de rápidas corrientes en los barrancos, y éstos tienen poder suficiente para transportar su peso un poco corriente abajo, y en el transcurso de los años para arrastrarlo a lo largo del valle. Durante este transporte (tantas veces interrumpido), las piedras se desgastan, convirtiéndose en guijarros, gravas y arena hasta. Así llegamos a los materiales de transporte fluvial (categoría núm. 3).

2. *Gravas y arenas piedemontanas* (de deposición acuática).—Las masas de pedregales arriba caracterizadas se han movido principalmente por medio de la fuerza de la gravitación directa. Hay, naturalmente, muchos depósitos más en las montañas que se han formado con la participación del agua corriente de arroyos de corta duración. Estos han puesto en movimiento las masas desprendidas de arriba y las han traído abajo al borde de las cuencas y los valles. Aquí se han depositado como conos de deyección anchos, a veces uniéndose a cin-



Fig. 11.—Una perspectiva del pais montañoso desde Pájara, en el camino a Fayagua. Las vertientes están cubiertas con un manto de piedras angulares de la roca madre. La masa se desliza lentamente colina abajo.—Foto H. H. 1954.



Fig. 12.—Curso bajo del Barranco de Fayagua (mirando al O.) con un amplio relleno de grava cuya superficie se acomoda al actual nivel del mar. En el fondo, partes erosionadas de colinas de gravas anteriores más importantes. A lo lejos, una cuesta caliza (claramente coloreada).—Foto H. H. 1957.

tas piedmontanas, que poco a poco pasan a los horizontales sedimentos de las llanuras.

Tales conos de deyección, pedregales y arenas (en parte tierras finas también) producen con el tiempo nuevas masas listas para el transporte lineal que pasa por los valles y barrancos.

3. *Gravas y arenas fluviales (reellenos de los valles)*.—Esta clase de sedimentos está muy extendida en Fuerteventura. La mayoría de los valles, tanto en las montañas del Oeste como en la cordillera del Este, están en gran parte ocupados con materiales de transporte fluvial. En el curso alto de los valles este relleno está estrechamente limitado a las vertientes cercanas, pero pronto encontramos (progresando valle abajo) que el relleno se ensancha en un amplio llano de fondo con muchos cursos abandonados de torrentes serpeantes. Un ejemplo típico de este fenómeno es el valle de La Solapa (oeste de Pájara), que desemboca en la costa de Barlovento; otro, el valle de Fayagua, más al Sur, que también se ensancha en un llano de gravas (véase fig. 12).

El espesor del relleno de un valle tal puede ser considerable, como se demuestra donde una erosión lineal más reciente ha abierto un cañón en el relleno. He encontrado espesores hasta de 10 metros. Probablemente la mayoría de estos reellenos de gravas han sido depositados en un período anterior de un régimen climático algo diferente, de mayor humedad y de lluvias. El depósito más extenso de gravas de corrientes fluviales se encuentra en la depresión de Tuineje, en la parte sur de la Isla. Se verá allí un amplio sistema ramificado de cursos de agua, barrancos poco profundos, la mayoría secos en nuestro tiempo, pero que tienen reellenos de gravas. Se unen en una confluencia general más abajo, al entrar en el amplio portillo de aguas (o desagüe) hacia la costa, en Gran Tarajal. Esta ancha pero corta apertura está ocupada por una llanura de gravas y arenas.

Muchos de los regueros de los valles que llegan a la costa han sido atacados por la resaca y se ha acumulado una enorme barrera de gujarros, especialmente en la costa de Barlovento. Parece que el relleno de gravas tuvo continuación anteriormente más afuera del límite de la tierra, porque entonces el mar se encontraba a niveles más bajos.

4. *Rellenos de las cuencas y llanuras por arenas y fangos.*—Hay en Fuerteventura varias tierras bajas interiores en las que se ha efectuado la acumulación de materiales fluviales, especialmente en pasados tiempos, de más lluvias. En algunos casos existía anteriormente un lago en la depresión que se rellenó o se desaguó. Puesto que no se han hecho ningunas perforaciones profundas en tales rellenos, la sucesión de los estratos en los mismos no puede ser establecida. Sin embargo, en la superficie hay principalmente sólo sedimentos de grano muy fino (arcillas y fangos).

Un relleno típico depresional se encuentra en la parte norte de la Isla, en La Oliva. Este pueblo está construído sobre la superficie perfectamente plana de tal relleno, que es en la capa superior un fango marrón. Hace muchos años se excavó un pozo en este terreno en busca de agua, pero sin éxito. Una muestra de la tierra fina extraída de este pozo fué analizada químicamente (por Woodcock y Mellers, de Londres), y los datos obtenidos han sido amablemente comunicados al autor por el Sr. T. B. Dorta (de Santa Cruz de Tenerife) :

Hela aquí:

SiO <sub>2</sub> .....	48,28 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	15,14 "
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .....	10,2 "
CaO .....	6,72 "
MgO .....	2,58 "
Na <sub>2</sub> O y K <sub>2</sub> O .....	1,76 "
SO <sub>3</sub> .....	tr.
CO <sub>2</sub> y H <sub>2</sub> O .....	15,32 "
TOTAL .....	100,00 %

El muy elevado contenido de hierro depende de la composición del material primario de que se deriva el fango: las tobas basálticas de las vertientes circundantes. Este material ha sido sometido a una larga descomposición química y después llevado por el agua hasta la depresión en cuestión.

Otra depresión se encuentra algo más al Sur; es la cuenca de Tetir, en la cual el relleno superficial es una arcilla marrón-rojiza. Parece que esta depresión estuvo una vez llena de agua, y el lago

tenía su desagüe hacia el Este, a lo largo del Barranco de Herradura. Era un lago Cuaternario, de una época de más lluvias. La presencia de un "salto" en el mencionado barranco indica la existencia de un salto de agua retrocedente (donde la presa de almacenamiento había sido construída y subsiguientemente rellena de arena y fango).

Una depresión de amplia circunferencia se halla en el valle del centro, y su seca superficie es conocida con el nombre de Llano de la Concepción. Muestra en su superficie arena, fango y alguna incrustación de yeso. Aquí también existió un lago, probablemente en el Cuaternario, y su desagüe fué a lo largo del Barranco de los Molinos, hacia la costa de Barlovento. En este llano se ha excavado un pozo hasta el lecho rocoso de lava basáltica amigdaloides, pero no se ha encontrado agua alguna.

Un relleno depresional hay también al este de Triquivijate, en la vecindad de Rosa del Taro. El desagüe era a lo largo de una barrera montañosa hacia el Norte, al Valle de Casillas del Angel, por medio de una garganta profunda cortada en las series de basaltos amigdaloides que aparecen aquí. El antiguo relleno de este lago desaguado se puede ver todavía hasta un espesor de cinco metros al menos, bien estratificado. La acción de lluvias posteriores ha rebajado algo esta meseta de sedimentos con barranquillos separados por pináculos.

5. *Las arenas de dunas* están en estrecha conexión con las anteriormente descritas areniscas blandas calcáreas, puesto que han derivado de ellas por la corrosión del viento. Los más importantes de los campos de estas finas arenas calcáreas movedizas están en el Norte, en el Oeste y en el Istmo de la Pared.

En el Noreste, entre Corralejos y Los Apartaderos, se extiende un amplio cinturón de arenas amontonadas por el viento a lo largo de la costa de Jable del Moro, donde las dunas han sido en parte fijadas por la vegetación. El material ha sido suministrado por las capas de areniscas calcáreas del subsuelo, a alguna distancia de la costa. El material suelto se formó, no tanto por la corrosión del viento, sino más bien por la acción marina durante estadios más altos del nivel del mar en el curso del Cuaternario.

Una región llana alrededor de Los Lajares es también un amplio campo de arenas amontonadas por los alisios, limitando al Norte por

el joven *malpais* de lava de los volcanes de allí. Las arenas han sido originadas por extensos afloramientos de arenisca calcárea en la región de colinas al oeste del volcán Montaña de la Arena, donde los pequeños valles han sido llenos de arenisca. También aquí las dunas han sido fijadas en parte por una vegetación de matorrales.

En la costa de Barlovento, SO. de Pájara, hay otro campo de arenas calcáreas de dunas, bastante extenso, conocido por el nombre de Jable de las Salinas y por Jable de Vigocho más tierra adentro. Aquí los vientos alisios soplan sin obstáculo alguno, produciendo una multitud de "barchanes"<sup>3</sup>. El material ha de ser buscado en la arenisca calcárea pálido-amarillenta y capas de caliza, que aparecen en la parte subterránea de este sector de la costa. Que la mayoría de los sedimentos se hayan acumulado aquí es consecuencia de la existencia de una llanura baja: la costa está aquí libre de montañas.

Ahora hemos de mencionar el más importante de los campos de arena de Fuerteventura, el Jable del Istmo de la Pared, cubriendo casi la totalidad del terreno llano que separa las montañas de Jandía de las de Chilegua. Este *jable* forma una amplia zona que se extiende de Norte a Sur, un camino libre para los vientos alisios. En el extremo Norte de la zona hay una rama que sigue la costa de Barlovento de Jandía, una zona de arena que se extiende en dirección Sudoeste. También estas vastas acumulaciones de arena tienen su fuente primaria en las areniscas de material calcáreo que aparecen en el subsuelo, un manto que yace sobre el fundamento basáltico.

Es notable que estas masas sueltas de arena, llevadas por el viento en una distancia tan grande, sean de una composición calcárea tan pura, lo que se manifiesta ya en su color pálido-amarillento. Se esperaría mezcla de granos de material basáltico, puesto que la mayoría del lecho rocoso está formado por tales rocas, fácilmente descompuesto en la superficie en una especie de grava angular: pero no los hay.

Estas *arenas movedizas* parecen ser comunes también en la norteña isla de Lanzarote y en la cercana Graciosa, como he comprobado en excursiones realizadas a ellas. Lanzarote está cruzada en dirección

<sup>3</sup> Esta expresión significa lomitos de arena en forma de media luna, acumulaciones típicas en desiertos donde domina el alisio con rumbo persistente.

Norte-Sur por una amplia zona de arena movediza (calcárea) llevada por el alisio desde la Bahía de Penedo, en el lado Norte, al aeropuerto de Guasimeta, en el Sur. Una gran parte de Graciosa está también cubierta por fina arena, formando innumerables pequeñas dunas en los matorrales esparcidos sobre el terreno. Probablemente hubo durante una posición más baja del nivel oceánico, cuando las Islas del Este estaban unidas a una sola masa de tierra, un manto continuo de arena moviéndose desde Alegranza hasta Punta de Jandía (y también más allá a lo largo de la actualmente submarina llanura, hacia el Sur).

6. *Pedregales y arenas de grano medio en las playas de la costa.* Esta clase de sedimentos ha sido al principio nada más que el acarreo fluvial, traído a la costa por los ríos intermitentes (barrancos). Aquí en la orilla del mar se ha mezclado naturalmente en cierto grado con material suelto formado por la acción de la resaca contra los acantilados del mar. Las barras litorales, especialmente potentes, se han acumulado en la terminación de los valles anchos, donde se han depositado también arenas en gran extensión en el lado interior de la barra.

En los sectores de la costa donde afloran acantilados de areniscas calcáreas y de tobas de consistencia blanda se han formado playas anchas de arena (Corralejos, Jable del Moró, Jable de las Salinas, Istmo de La Pared, etc.).

La formación de las barras mencionadas debe ser una consecuencia de transgresión del Océano en tiempo Sub-Reciente; el curso bajo de los valles ha sido cortado sensiblemente.

#### V.—*Los suelos laborables.*

Los *suelos* en Fuerteventura deberían merecer una atención especial en relación a su importancia para la progresiva agricultura. Por supuesto, no es suficiente estudiar los suelos en su sitio y fijar la extensión y reparto de las diferentes clases de los mismos; deberían también ser cuidadosa y sistemáticamente investigados en el laboratorio. Resumiendo: debería llevarse a cabo un *examen agrogeológico*

detallado de la Isla, y al mismo tiempo hacer investigaciones sobre las aguas subterráneas, cuyos recursos parecen ser un tanto prometedores, al menos en algunas partes.

Estas clases de estudios solamente pueden ser efectuados si hay suficientes fondos económicos y otras condiciones adecuadas. El autor no tuvo ni ocasión ni recursos para tal fin; de aquí que los datos dispersos que ahora se consignan han de ser considerados como sugerencias para una investigación futura.

Los mejores suelos de Fuerteventura parecen estar en relación con las antiguas cenizas volcánicas depositadas en tiempos geológicos anteriores al período Reciente. Estos sedimentos, más o menos finamente granulados y que cubren algunas veces vastas superficies, han sido sometidos a descomposición química y transformados en un "*braunlehm* meridional" de un color marrón-rojizo. Las principales áreas de tales suelos arcillosos se encuentran en la región de Antigua-Ampuyenta, Valles de Ortega y Tuineje; por lo tanto, en el amplio valle intramontano que hay en el centro de la Isla. Este suelo es, como veremos, de un grano muy fino y puede ser arrastrado muy fácilmente por las lluvias torrenciales. Y ese ha sido el sino de varias áreas, al menos en algunas partes. En la estación seca la tierra es muy dura si no se riega. Por ello se suele mezclar principalmente con sedimentos de grano más basto. Otro procedimiento usual es cubrir las áreas cultivadas con una capa de "lapili", el llamado "picón", para preservarla de la evaporación y para recoger la humedad de las nubes nocturnas que se adhiere al terreno. El suelo "*braunlehm*" constituye una cubierta de un medio metro de espesor y descansa algunas veces sobre el *canto blanco*.

Aparte de esta tierra arcillosa de grano fino hemos de considerar también una clase de suelos que no están confinados a las tierras bajas, sino que se dan en las vertientes de las montañas y también en las extensas vertientes costeras en el Este. Estos consisten en una tierra calcárea de grano fino y de color marrón-chocolate, mezclada con piedras angulares de la próxima roca madre subyacente o de la caliza travertina. Esta tierra, cubriendo el terreno rocoso por un metro o más, es relativamente la más extensa. Es producto de la descomposición atmosférica en las condiciones climáticas actuales. En



las sierras y en las cumbres de las colinas ha sido muy atacada por las aguas, y profundas zanjás la han cortado frecuentemente.

Este suelo, más o menos mezclado con piedras, es también laborable e incluye sustancias nutritivas, aparte de su contenido de cal, que es siempre alto. Pero la cuestión básica es la obtención del agua subterránea, y este problema no ha sido todavía resuelto en la mayor parte de la Isla. En las regiones donde es posible obtener el agua (la mayoría de naturaleza salobre) y es elevada a la superficie por medio de un molino de viento, las cosechas de tomate son buenas. Un terreno típico para cultivo de tomates es esta clase y se encuentra en los tableros de Tuineje, en las partes del Suroeste. Aquí se extiende un área todavía insuficientemente cultivada, pero con la esperanza de poder obtener agua.

Hay todavía otra clase de suelo: el antes mencionado de arena movediza calcárea. Estas áreas, generalmente muy secas, son susceptibles de aplicarse a ciertos cultivos de secano. Son las áreas del norte de la Isla, que están sometidas a una total ausencia de agua subterránea.

La *destrucción de los suelos* es un problema muy serio en esta tierra privada de cubierta vegetal y expuesta a las muy ocasionales, pero torrenciales, precipitaciones de lluvias. El agua superficial busca su camino falda abajo, hacia los cauces principales, por medio de innumerables zanjás, cuyas cabezas se ramifican en incontables brazos. Al cabo de algunos años una superficie continua ha sido seccionada de acuerdo con el mal "patrón de la tierra", y sólo unas pocas manchas han sido respetadas. Un ejemplo típico de esta destrucción de suelos lo suministra el valle de la Matilla, donde una serie de viejas capas piroclásticas han sido atacadas de esta manera. Muchas laderas, cubiertas de parda tierra mezclada con piedras, han sido seccionadas de una manera similar, de tal forma que la subyacente *tosca blanca* o *canto blanco*, una superficie rocosa muy dura, ha quedado expuesta a la luz del día.

Pero no sólo las lluvias torrenciales son fuerzas destructivas: el viento alisio, que sopla casi constantemente desde el sector Norte, tiene su parte en la destrucción del suelo, como se encontrará en varios casos, donde la erosión por el agua de las lluvias ha hecho el

trabajo preliminar formando las zanjas. Además, las movedizas arenas de las dunas pueden cubrir en algunos lugares el suelo laborable, si las dunas no han sido fijadas por una vegetación de matorral. Esta amenaza de las arenas movedizas no es, sin embargo, de la misma escala que la que encontramos en la norteña isla de Lanzarote.

#### D) CONCLUSIONES SOBRE EL DESARROLLO GEOLÓGICO DE FUERTEVENTURA.

Las rocas sedimentarias y las acumulaciones sueltas de materiales detríticos han sido depositadas en esta Isla sobre una vieja superficie de denudación de "relieve maduro" (no una penillanura). Esta superficie—aunque un poco alterada por la aparición de modernos conos volcánicos—puede ser considerada como la continuación occidental de la superficie de denudación del cercano Continente. La isla de Fuerteventura estaba en el pre-Mioceno en cierta conexión con aquél. Es imposible decir cuánto se extendía hacia el Oeste la superficie en cuestión. En tiempos posteriores tuvieron lugar en esta área muchas fracturas y desplazamientos, aparentemente en conexión con la inquietud de la corteza terrestre durante el plegamiento de las montañas del Atlas.

En el Mioceno hubo, como sabemos, una transgresión del Océano, y las Islas Canarias fueron consiguientemente algo sumergidas bajo el mar. Signos de esta transgresión se encuentran en las actualmente playas elevadas de Gran Canaria y La Palma y también en las Islas Salvajes (al norte de Tenerife). En Fuerteventura no he encontrado tales elevados sedimentos litorales en forma de orillas de caliza, excepto en un solo lugar, al sureste de Los Lajares (región de La Oliva). La formación de caliza es aquí de consistencia mayor que la de las calizas de la costa de Barlovento, siendo, como hemos visto, de tiempo Cuaternario. La caliza de Los Lajares está, a juzgar por el mapa topográfico, a unos 100 metros sobre el mar.

Es sin duda un fenómeno curioso el que las calizas marinas miocénicas estén prácticamente ausentes de la superficie de Fuerteventura. Ciertamente es que una erosión posterior ha tenido lugar, aunque muy ligera (en el Cuaternario). Hemos de suponer, sin embargo, que los estratos

calizos miocénicos puedan estar escondidos en el fondo de las tierras bajas y que están cubiertos por los posteriores derrames de lavas basálticas, por gravas, arenas, fangos y arcillas. Hasta un cierto punto, consiguientemente, la erosión puede haber destruido los estratos en cuestión.

He buscado signos de playas elevadas en el paisaje abierto, pero sin éxito. Ni aun en las montañas de Jandía, en el extremo Suroeste, he podido encontrar nada parecido a viejos acantilados marinos, a no ser que el límite interno de la llanura de Punta de Jandía pueda ser considerado como la posición de la transgresión marina; está a unos 100 metros aproximadamente sobre el mar.

En la vecina isla norteña de Lanzarote no hay, que conozca el autor, tampoco ninguna playa miocénica. No se ha encontrado ninguna caliza correspondiente a esta época. Los altos acantilados marinos que dan cara al Estrecho del Río, opuesto a la isla de Graciosa, son un elemento morfológico relativamente joven, y si ha existido alguna clase de terrazas cortadas en la formación basáltica, han sido destruidas por la erosión posterior. La única parte de la Isla en la que se puede sospechar la existencia de un viejo límite de abrasión es en la vertiente costera del Noreste, entre Guatiza y Arrieta. Aquí tenemos una llanura costera, que se inclina suavemente, limitada tierra adentro por un abrupto costado montañoso. Este límite está aproximadamente a unos 100 metros sobre el mar. He seguido tal límite por algún trecho, pero sin observar ningunos sedimentos de playas.

En el Plioceno la transgresión oceánica había acabado, y fué seguida por una regresión, probablemente relacionada con movimientos de la corteza terrestre. De nuevo se puede establecer una conexión con el Continente africano, y Fuerteventura ganó en circunferencia. En este período el área de las Canarias estuvo sujeta a desplazamientos a lo largo de líneas de fractura que corrían, según la opinión general, de NE. a SO. Parece que estas fracturas fueron la consecuencia de fuerzas tensionales al borde del bloque Sial sahariano hacia la depresión abisal atlántica.

Puede que existan algunos sedimentos descansando sobre la superficie pliocénica en Fuerteventura, pero no he podido comprobar su existencia debido a la cubierta de sedimentos más recientes.

En esa época Fuerteventura y Lanzarote formaban probablemente una sola área y, al mismo tiempo, una península africana; la conexión terrestre ha sido establecida sobre el poco profundo mar que ahora separa Alegranza de Lanzarote y además sobre el Banco de la Concepción.

El límite del área terrestre pliocénica hacia el Oeste (contra el profundo fondo del mar) se encuentra probablemente a lo largo del borde del bajío o zócalo insular (1.000 m. isobata).

Este descenso (de regresión) del nivel oceánico fué principalmente un cambio eustático debido al hecho de que la orogenia alpina agrandó las depresiones oceánicas. Esta posición más baja del nivel oceánico (aunque es imposible decir cuánto más bajo que la actual superficie) persistió durante todo el período preglacial. En esa época Fuerteventura era de una circunferencia mayor que la actual, estando quizá indicados sus límites por el borde del bajío (vertiente de 500-1.000 m. isobata). Los valles de Fuerteventura tenían sus bocas a bastante distancia respecto a la presente línea costera, y se puede ver, al estudiar los valles transversales de la cordillera oriental, que su curso bajo ha sido claramente cortado. Este es especialmente el caso de las bocas de los valles más al Sur.

En esta época de general regresión, el fango foraminífero del Océano Miocénico quedó al descubierto en el área del zócalo insular. A pesar de un cierto grado de diagénesis que pudo haber ocurrido en esta clase de sedimento (caliza marina del banco arenoso), el viento reelaboró el material y formó arenas calcáreas movedizas.

Esta arena calcárea (ex-fango foraminífero) se conservó móvil durante los siguientes estadios de glaciación y de retiro de los glaciares terrestres durante la Gran Edad del Hielo.

De las líneas costeras formadas durante el período Cuaternario en Fuerteventura sólo he sido capaz de comprobar la existencia de una, la antes mencionada terraza rocosa de 12-15 metros de elevación que se da a lo largo de la costa de Barlovento. Puede corresponder a la llamada línea costera "Monastiriana" del Mediterráneo y parece tener una gran extensión también a lo largo de las costas del Océano Atlántico (W. Ramsay, 1930). Es verdad que la terraza en cuestión soporta una caliza marina que contiene foraminíferos del Mioceno (?); pero estas conchas están generalmente desgastadas y en fragmentos,

indicando una reelaboración por la resaca, por el viento o por ambos. Consecuentemente, me inclino a considerar la caliza como parcialmente litoral y parcialmente eólica (dunas fosilizadas) de un fango más antiguo, redepositado en la terraza en cuestión en el último estadio interglacial de la edad de las Glaciaciones; por tanto, antes de la última regresión del mar.

Las arenas de dunas de material calcáreo estaban extendidas igualmente por el interior de la Isla y se depositaron en estratos bastante importantes en muchos lugares, llenando depresiones y barrancos, pero extendiéndose también sobre el terreno llano, especialmente en Jandía. Esta arenisca caliza blanda contiene en abundancia nidos del género *Antophora*, fosilizados en piezas calcáreas duras. Estos están especialmente acumulados en estratos distintos a niveles diferentes, aunque es difícilmente visible la estratificación de la masa. Es una especie de "conglomerado", principalmente en capas delgadas. Si una de estas capas se encuentra en la superficie, es fatigoso el caminar sobre ella. Puesto que la arenisca contiene también conchas de *Helix* y *Stenogyra*, es aparentemente todo él un depósito terrestre llevado por los vientos desde las regiones litorales.

La mayor parte de este sedimento calcáreo blando está libremente expuesto en la superficie del terreno. Pero en algunas partes ha sido cubierto por lavas basálticas, y éste es también el caso de las calizas marinas (litorales), como se ve al estudiar sus condiciones a lo largo de la costa de Barlovento. Estas lavas pertenecen a los volcanes escudiformes de los valles y tierras bajas.

La formación de la caliza travertina comienza probablemente en el tiempo de deposición de los elementos calcáreos eólicos, puesto que su superficie está a veces incrustada con *tosca*. Esta última ha sido igualmente cubierta por las lavas basálticas. Pero tenemos también depósitos más recientes de la misma hornada, probablemente hasta la época Sub-Reciente, cuando el clima cambió por otro más seco. Actualmente no hay una precipitación química tal de carbonato cálcico.

Brändö, Helsinki. Año Nuevo de 1958.

## BIBLIOGRAFIA

- BENÍTEZ PADILLA, S.: *Ensayo de síntesis geológica del Archipiélago Canario*. Las Palmas, 1945.
- BOURCART, J., y JÉRÉMINE, E.: *Fuerteventura*. "Bulletin Volcanologique". Serie II. Tome IV. Naples, 1938.
- CALDERÓN Y ARANA, S.: *Areniscas y dunas de las Islas Canarias*. "Actas de la Real Sociedad Española de Historia Natural". Tomo XIII. Madrid, 1884.
- CHAMORRO Y CUERVAS-MONS, M.: *Plan de riegos e industrialización de las Islas de Lanzarote y Fuerteventura*. Las Palmas, 1951.
- DARWIN, CH.: *Geological Observations on the volcanic Islands and Parts of South America visited during the voyage of H. M. S. "Beagle"*. Second Edition. London, 1876.
- FRITSCH, KARL VON: *Reisebilder von den Canarischen Inseln*. "Petermanns geogr. Mitteilungen". Gotha, 1867.
- HARTUNG, GEORG: *Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuerteventura*. Zürich, 1857 (con mapa editado 1858).
- HAUSEN, HANS M.: *Hidrografía de las Islas Canarias. Rasgos generales y riegos de culturas subtropicales*. "Instituto de Estudios Canarios". Universidad de La Laguna. Monografías. Sección IV. Ciencias Naturales. La Laguna de Tenerife, 1954.
- *Fuerteventura. Some geological and geomorphological aspects of the Oldland of the Canarian Archipelago*. "Acta Geographica", 15, núm. 2. Helsingfors, 1956.
- *On the geology of Fuerteventura (Canary Islands)*. With a geologic map in the scale 1:300.000. "Societas Scientiarum Fennica". Commentationes Physico-Mathematicae XXII. 1. Helsingfors, 1958.
- MARTEL, M.: *Génesis del Archipiélago Canario*. "Revista de Estudios Geológicos", núm. 13. Instituto Lucas Mallada de Investigaciones Científicas. Madrid, 1951.
- RAMSAY, WILHELM: *Changes of Sea Level resulting from the Increase and Decrease of Glaciations*. "Fennia", 52, núm. 5. Helsinki-Helsingfors, 1930.

(Traducción de José Mario Páez.)