



Instituto Geológico y
Minero de España

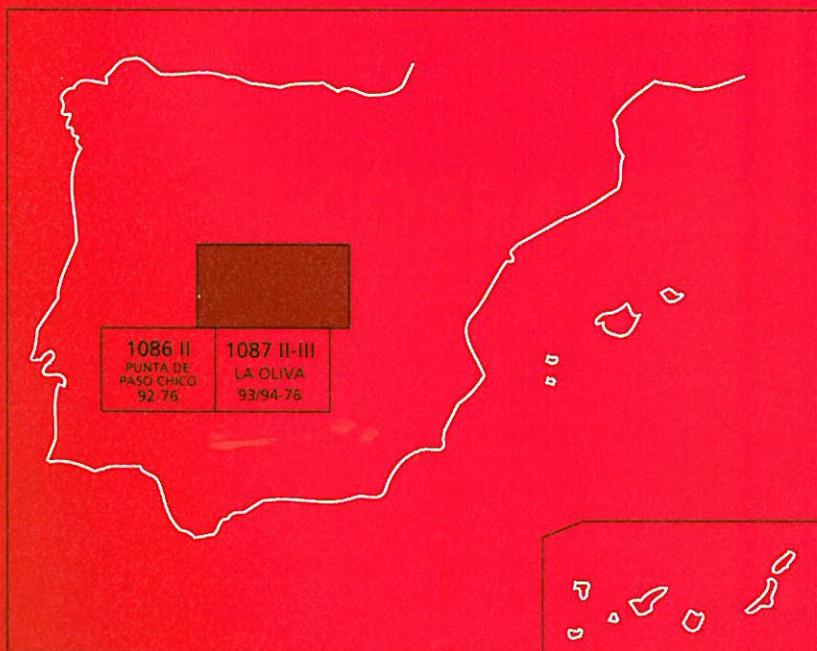
1086 I/1087 I-IV

92-75/93-75/94-75

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Segunda serie-Primera edición



ISLA DE FUERTEVENTURA

TOSTÓN-CORRALEJO

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

TOSTÓN-CORRALEJO

Ninguna parte de este libro y mapa puede ser reproducida o transmitida en cualquier forma o por cualquier medio, electrónico o mecánico, incluido fotocopias, grabación o por cualquier sistema de almacenar información, sin el previo permiso escrito del autor y editor.

© Instituto Geológico y Minero de España
Rios Rosas, 23
28003 Madrid

NIPO: 40504-012-8
ISBN: 84-7840-501-1
Depósito Legal: M-4021-2004

La presente hoja y memoria a escala 1:25.000, *Tostón-Corrales*, ha sido realizada por GEOPRIN, S. A, con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en su realización los siguientes técnicos:

Dirección y supervisión del IGME

— Cueto Pascual, L. A. Ing. Técn. de Minas. (IGME).

Realización de la cartografía

Equipo base:

— Balcells Herrera, R. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
— Barrera Morate, J. L. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas

Colaboradores:

— Ancochea, E. (Dpto. Petrología y Geoquímica UCM). Dr. C. Geológicas.
— Nieto Freire, M. (U. de la Coruña). Cartografía geomorfológica.
— García Meléndez, E. (U. de León). Cartografía geomorfológica.
— Vidal Romaní, J. R. (U. La Coruña). Dr. C. Geológicas. Cartografía geomorfológica.

Redacción de la memoria

Equipo base:

— Balcells Herrera, R. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
— Barrera Morate, J. L. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
— Ruiz García, M.^a T. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas

Colaboradores:

— Brändle, J. L. (Inst. Geol. Econ., CSIC-Madrid). Dr. C. Geológicas. Geoquímica
— García Meléndez, E. (U. de León). Cartografía geomorfológica.
— Meco, J. (U. Las Palmas). Dr. C. Geológicas. Bioestratigrafía y Paleontología
— Nieto Freire, M. (U. de la Coruña). Cartografía geomorfológica.
— Vidal, J. R. (U. La Coruña). Dr. C. Geológicas. Geomorfología
— Rolandi Sanchez-Solis, M. Lic. C. Geológicas. Hidrogeología

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Geológico y Minero de España existe, para su consulta, una documentación complementaria a esta Hoja y Memoria, constituida fundamentalmente por:

- Muestras de roca y su correspondiente preparación microscópica.
- Informes petrológicos y mapas de situación de muestras.
- Fotografías de campo de las unidades ígneas y sedimentarias cartografiadas.
- Mapa geomorfológico a escala 1:25.000.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	9
1.1. INTRODUCCION Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS	9
1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS	11
2. ESTRATIGRAFÍA.....	12
2.1. FORMACIONES POSTCOMPLEJO BASAL.....	14
2.1.1. Fase miocena.....	14
2.1.1.1. Tramo inferior. Grupo Ampuyenta	15
2.1.1.1.1. Coladas basálticas (3)	15
2.1.1.2. Tramo medio-superior indiferenciado	15
2.1.1.2.1. Diques y coladas basálticas (1, 2, 4 y 5)	15
2.1.1.2.2. Cono de tefra (6).....	17
2.1.1.2.3. Colada basáltica del puerto de Tostón (7).....	18
2.1.2. Formación sedimentaria pliocena	19
2.1.2.1. Arenas y conglomerados. Rasa marina (entre+10 y 20 m) (8) ...	19
2.1.3. Fase pleistoceno medio-Holoceno. Episodios recientes	20
2.1.3.1. Coladas basálticas del grupo de Montaña Pajarita y Montaña Negra (9)	20
2.1.3.2. Arenas y conglomerados. Rasa marina jandiense (entre +1 y 2 m) (10).....	21
2.1.3.3. Coladas basálticas (Montaña Los Saltos) (11)	22
2.1.3.4. Arenas eólicas consolidadas (12)	22
2.1.3.5. Depósitos de caliche (13)	24
2.1.3.6. Alineación volcánica Montaña Colorada-isla de Lobos	24
2.1.3.6.1. Coladas basálticas (14)	25
2.1.3.6.2. Edificios piroclásticos (15 y 16)	29
2.1.3.7. Edificio Montaña La Arena (14 y 15).....	38
2.2. FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES	39
2.2.1. Arenas y conglomerados. Rasa marina erbanense (+0,5 m) (17)	39
2.2.2. Arenas eólicas sueltas. Campo de dunas de Corralejo (18, 19 y 20) ...	40
2.2.3. Conos de deyección indiferenciados (21).....	43
2.2.4. Depósitos arenoso-arcillosos (22)	43
2.2.5. Coluviones (23).....	43
2.2.6. Suelos con recubrimientos de lapilli (24)	43
2.2.7. Playas de arenas (25).....	43

7.3. PIEZOMETRÍA	74
8. GEOTECNIA	74
8.1. ZONACIÓN GEOTÉCNICA: CRITERIOS DE DIVISIÓN	75
8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ZONAS	76
8.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.	78
8.4. RIESGOS GEOLÓGICOS	80
8.5. VALORACIÓN GEOTÉCNICA	81
8.5.1. Terrenos con características constructivas desfavorables.	81
8.5.2. Terrenos con características constructivas aceptables	82
8.5.3. Terrenos con características constructivas favorables	82
9. GEOLOGÍA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS	82
10. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO.	85
10.1. DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DEL PIG	86
11. BIBLIOGRAFÍA	87

0. INTRODUCCIÓN

0.1. INTRODUCCIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS

La presente hoja y memoria del Mapa Geológico Nacional, a escala 1:25.000, corresponde conjuntamente a las hojas CORRALEJO (93-75/94-75) y TOSTÓN (92-75) del MTN, localizadas ambas en el extremo más septentrional de la isla de Fuerteventura. Junto con Lanzarote, son las islas más orientales del archipiélago canario.

Por el sur limitan con las hojas geológicas de La Oliva (93-76/94-76) y Punta de Paso Chico (93-76), respectivamente, siendo la línea de costa sus restantes límites.

La razón de haber agrupado en una ambas hojas geológicas es la reducida extensión que tiene por sí sola la hoja de Tostón, según la cuadrícula de división de hojas del Mapa Topográfico Nacional a la escala de trabajo. Al considerar individualmente dicha hoja, las unidades volcánicas y geomorfológicas representadas en ella quedarían, al menos de forma aparente, desconectadas de su contexto geológico más amplio al que pertenecen, lo que restaría visión de conjunto global de la geología del área; igualmente, por otro lado, su descripción sería incompleta y estaría llena de continuas y reiteradas referencias a las hojas colindantes. Por ello, teniendo en cuenta que gran parte de las formaciones volcánicas que aparecen en esta hoja son continuación de las representadas en la hoja de Corralejo, se ha decidido considerar conjuntamente ambas.

Gran parte del área cartografiada es muy moderna desde el punto de vista geológico, pues es el resultado de uno de los últimos episodios constructivos de la isla. Las emisiones volcánicas más recientes son de edad Pleistoceno superior-Holoceno, habiendo originado en esta zona un extenso malpais de lavas basálticas escoriáceas y un gran número de edificios de tefra, que en conjunto ocupan, aproximadamente, un 90% de la superficie representada. Quedan también a lo largo de toda la franja sur de la hoja diversos cerros-isla de materiales basálticos ya muy erosionados y alterados, correspondientes a las primeras emisiones subaéreas miocenas, los cuales permanecen como afloramientos aislados y rodeados por las emisiones volcánicas y depósitos sedimentarios posteriores.

Una considerable superficie de este sustrato mioceno se halla recubierta por potentes depósitos de arenas eólicas blancas pleistocenas (dunas) e incluso posiblemente también pliocenas, a menudo fuertemente compactadas. El aporte eólico ha persistido desde entonces hasta la actualidad, habiéndose originado, en la parte oriental de la hoja, un extenso campo de dunas, apoyado principalmente sobre las lavas cuaternarias. Este complejo dunar, denominado "Jable" de Corralejo (del francés *sable*=arena), constituye un ecosistema botánico y faunístico de

enorme importancia, además de mostrar un paisaje de singular belleza y único en el archipiélago canario. Sin embargo, desgraciadamente se encuentra en grave peligro ante la fuerte presión turística que soporta y los deseos desenfrenados.

El relieve de esta parte de Fuerteventura es una extensa plataforma muy tendida hacia el norte, con pendientes generalmente inferiores al 5% y únicamente interrumpida por las elevaciones de los cerros de basaltos miocenos o de los edificios piroclásticos cuaternarios que se alzan sobre el malpaís. La mayor parte de estos edificios forman una alineación de conos dispuestos en dirección NE-SO, que indica también un condicionamiento estructural en una parte del relieve de la hoja. En ellos se localizan también las pendientes más pronunciadas (18-11%), siendo las alturas más sobresalientes las del vértice Bayuyo (269 m), Caldera Rebanada (249 m), Las Calderas (245 m), Montaña de Los Corrales (232 m), Montaña de La Culata del Roque (183 m) y Montaña Atalaya de Huriamen (181 m).

La red hidrográfica muestra un control litológico bastante acusado. Es poco densa y escasamente jerarquizada en el malpaís de lavas cuaternarias, donde está constituida básicamente por los canales o depresiones que existen entre los sucesivos lóbulos de lava y que corren paralelamente a ellos. En materiales más blandos, como las arenas eólicas compactadas de la zona suroeste de la hoja, es más tupida y ramificada y los pequeños arroyos vierten en cauces también poco encajados que descienden de los relieves miocenos del área. En estos relieves ya maduros, sigue una pauta más o menos radial y tampoco está muy incidida. La escasez de precipitaciones (menores de 200 mm/año), así como su irregularidad e intensidad, no favorecen la escorrentía superficial, por lo que los cauces suelen estar siempre secos.

El clima de este sector de la isla no es diferente al del resto, calificándose como desértico-cálido, con temperaturas de tendencia elevada y a menudo fuerte insolación. Entre otros rasgos climáticos, destaca la frecuencia de vientos de considerable intensidad y de componente N-NE, principalmente.

La costa es baja y recortada, con numerosas irregularidades a lo largo de su perímetro, excepto en el sector oriental, donde existe una plataforma de abrasión o rasa marina actual que se extiende varias decenas de metros mar adentro. Las playas de esta zona tienen escasa entidad en la costa norte, encontrándose pequeñas acumulaciones de arena a modo de calitas. Sin embargo, alcanzan gran desarrollo a lo largo de la costa oriental, donde pasan gradualmente, hacia el interior, al campo de dunas ya mencionado.

En la costa occidental, al sur de Cotillo, existe otra playa, la del Castillo, cuya amplitud se ve seriamente trastocada por la intensidad de oleaje en determinadas épocas del año. A partir de esta playa hacia el sur, la costa se hace acantilada, existiendo una rasa marina de edad pliocena, a unos 15-20 m de altura, con desarrollo de pequeñas playas al pie del escarpe.

En el extremo de la hoja, a unos 3 km de la isla, se encuentra la isla de Lobos, un pequeño islote de sólo unos 6 km² de superficie. Está constituido enteramente por lavas basálticas cuaternarias que originaron a lo largo de toda la isla un malpaís idéntico al de Corralejo. El relieve es muy bajo, con alturas medias inferiores a 60 m, destacando únicamente el volcán de la Caldera de la Montaña, con 127 m de cota en su cima. La costa de esta pequeña isla es irregular, con bajíos rocosos, desarrollo de algún saladar y escasas playas, siendo la única la playa de la Calera, situada en un pequeño golfo, en la parte sur. Hay que resaltar también la situación geo-

gráfica de esta isla, pues se encuentra en la prolongación de la dirección estructural antes aludida y que condicionó el volcanismo Pleistoceno medio-Holoceno reciente de esta parte de Fuerteventura.

La vegetación en esta área se ve sometida a rigurosas condiciones, tanto climáticas como de sustrato, estando influenciada principalmente por las altas temperaturas, fuerte insolación, falta de agua y altas concentraciones de sales en el suelo. Se caracteriza por tanto por la presencia de comunidades subarbóreas de tipo suculento y halófilas, destacando, entre las más comunes, la aulaga (*Launaea arborescens*) que forma grandes extensiones, y algunos tipos de tabaibas (*Euphorbias*). Asociadas a los sustratos arenosos de la costa, aparecen especies psamófilas, como los típicos y frecuentes balancón (*Traganum moquini*), y uvilla de mar (*Zygophyllum fontanesii*).

La ocupación humana de esta área es escasa, estando agrupada la población en pequeños pueblos o barrios de La Oliva, como Cotillo, El Roque, Lajares y Corralejo. Este último, el principal núcleo urbano de la zona, era un pequeño barrio de pescadores, que ha alcanzado gran desarrollo en los últimos años al amparo de la creciente industria turística.

En cuanto al uso del terreno, es de destacar la ocupación del suelo en el área costera de Corralejo y Tostón, destinada a instalaciones turísticas, siendo nulas o muy reducidas las actividades agrícolas.

En general, dada la orografía poco abrupta de la hoja, los accesos a cualquier punto de la misma son fáciles y relativamente cómodos, bien por carretera o pista de tierra. Las carreteras principales son las que unen Puerto del Rosario, la capital de la isla, con Corralejo, tanto por el interior (GC-600) como por la costa (atravesando el campo de dunas), y otras de rango inferior, entre Cotillo, Lajares y La Oliva. Existen también dos pistas que atraviesan el malpaís desde Lajares a Corralejo por entre los volcanes de la alineación estructural y otra también desde este mismo pueblo a Majanicho, donde se une con la que a lo largo de toda la costa norte va desde Tostón-Cotillo a Corralejo. Su estado es relativamente bueno (salvo en determinadas zonas) pero preferiblemente para vehículos todoterreno. Es más difícil el acceso a diversos puntos del malpaís reciente, por la ausencia de caminos y lo irregular de las superficies lávicas, lo que hace incómodo el tránsito a través de él.

1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

Para la realización de la presente cartografía se ha revisado la información bibliográfica existente, que está constituida por los trabajos geológicos de índole general para toda la isla, aquellos que suministran datos sobre este ámbito geográfico concreto, así como los de las áreas cercanas.

Como principales documentos cartográficos se encuentran el mapa geológico a escala 1:100.000 de la isla de Fuerteventura [AGOSTINI *et al.* (1968)] y fundamentalmente los mapas a escala 1:50.000, de las hojas geológicas de Cotillo (núm. 1092), Lobos (núm. 1093) y La Oliva (núm. 1098), IGME-CSIC (1967a, b) que son los que se han tomado como base.

El primer mapa mencionado consta de una memoria explicativa [FUSTER *et al.* (1968)], que constituye ya un trabajo clásico en la bibliografía de Fuerteventura. En él se realiza un amplio estudio de la geología de la isla, incluyendo aspectos de campo, estudios petrológicos y numerosos análisis químicos de todas las unidades volcánicas que la componen, pero dado su carácter general, no entra en detalles sobre aspectos geológicos concretos de esta área.

Del mismo tipo es la monografía de HAUSEN (1958), que estudia la geología de la isla, aportando cortes geológicos comentados, a veces con gran detalle, y la completa con numerosos análisis petrográficos y químicos de diversas rocas. Este trabajo y su mapa geológico a escala 1:200.000 fueron revisados ya e incorporados al trabajo anterior, aunque su lectura resulta interesante.

De gran interés para el estudio de esta área ha sido también la publicación de CENDRERO (1966) sobre el volcanismo reciente de la isla, aunque en parte fue asimilado, asimismo, al trabajo de FUSTER *et al.* (*op. cit.*).

Desde el punto de vista geomorfológico y bioestratigráfico, cabe citar el trabajo de CRIADO (1987) con un estudio sobre el "Jable" de Corralejo y su dinámica, y por otro lado, a MECO (1975, 1977, 1981, 1982, 1983) y MECO y PETIT-MAIRE (1989) por sus estudios paleontológicos y paleoclimáticos del Cuaternario de la isla.

Las dataciones radiométricas existentes [RONA y NALWALK (1970), ABDEL MONEM *et al.* (1971), GRUNAU *et al.* (1975), FERAUD *et al.* (1985) y más recientemente, CASQUET *et al.* (1989), IBARROLA *et al.* (1989), LE BAS *et al.* (1986b) y COELLO *et al.* (1992)], así como las determinaciones paleontológicas de MECO y PETIT-MAIRE (1989), permiten establecer, con cierta precisión, los criterios cronoestratigráficos de las diferentes unidades volcánicas de la isla. Para este proyecto se han realizado nuevas dataciones K/Ar que completan las zonas sin este tipo de información. No obstante, estos datos absolutos deben ser cotejados con las observaciones de campo para una mejor optimización de dicha información.

2. ESTRATIGRAFÍA

La historia geológica de Fuerteventura se remonta desde tiempos mesozoicos (sedimentos de fondo oceánico) hasta las últimas emisiones volcánicas cuaternarias. La isla presenta dos dominios geológicos claramente individualizados, el Complejo Basal y el volcanismo subaéreo postComplejo Basal (Dominio subaéreo), con evoluciones distintas y, en cierta medida, con transiciones graduales entre ambos. El primero constituye la parte oeste de la isla y está compuesto por una secuencia de sedimentos cretácicos, rocas volcánicas submarinas (en facies de esquistos verdes), rocas plutónicas y una intensa inyección filoniana.

Desde los 80 m.a. (Cretácico superior) hasta los 20 m.a. (Mioceno inferior) se van sucediendo estos eventos. El Dominio subaéreo se extiende por la parte norte, este y sur de la isla (Jandía), siendo su período de emisión desde los 23 m.a. (Mioceno inferior) hasta el Holoceno. Estos eventos han ido ganando terreno al mar, agrandando el perímetro costero hasta los límites actuales.

El primer autor que definió una seriación temporal en las unidades geológicas de Fuerteventura fue HARTUNG (1857). Los autores posteriores, como FINCK (1908), FERNANDEZ NAVARRO (1926), BOUCART y JEREMINE (1938), HAUSEN (1958), BLUMENTHAL (1961) y ROTHE (1966), se han ido basando en él para ir actualizando y precisando la estratigrafía general de la isla. Más recientemente, FUSTER *et al.* (1968) culminan un estudio cartográfico y petrológico de Fuerteventura, en el que establecen una nueva estratigrafía general que ha permanecido válida hasta épocas próximas.

Para establecer la estratigrafía general de la isla en este proyecto se han utilizado diversos criterios, tales como criterios de campo (estratigrafías relativas, discordancias, grado de conservación de los edificios, etc.), criterios geocronológicos y criterios petrológico-geoquímicos. De todos ellos, los datos geocronológicos son los que han servido para marcar la pauta general de las principales fases y episodios, debido a la abundante y reciente información disponible. Del análisis de todas las dataciones publicadas hasta el momento, que son RONA y NALWALK (1970), ABDEL-MONEM *et al.* (1971), GRUNAU *et al.* (1975), MECO y STEARNS (1981), FERAUD *et al.* (1985), LE BAS *et al.* (1986b) y COELLO *et al.* (1992), además de las propias edades hechas para este proyecto, se han definido cinco fases en el Dominio subaéreo y seis en el Complejo Basal. En la Tabla 2.1 está representada la cronoestratigrafía resultante.

Tabla 2.1. Cronoestratigrafía volcano-plutónica de Fuerteventura

	Edad (m.a.9)	Fase/Serie
CICLO CUATERNARIO	0-0,8 1,7-1,8	Fase pleistocena media-holocena. Episodios recientes. Fase pleistocena inferior.
CICLO PLIOCENO	2,4-2,9 5,5	Fase pliocena superior. Fase pliocena inferior.
CICLO MIOCENO	12-22,5	Estratovolcanes de Tetir, Gran Tarajal y Jandía.
COMPLEJO BASAL	20-80	Serie plutónica tardía: Edificio Betancuria, Complejo Circular Vega Río Palmas. Serie plutónica de Mézquez. Serie plutónica indiferenciada. Serie plutónica ultracalina. Volcanismo indiferenciado, en parte submarino. Sedimentos de fondo oceánico.

La estratigrafía de la hoja de Tostón-Corralejo es bastante sencilla, pues sólo está representado el dominio subaéreo. En la Tabla 2.2 se pueden observar las fases volcánicas presentes y su correlación con las anteriores cronoestratigrafías más recientes de FUSTER *et al.* (1968) e IGME (1984a-d).

La unidad más antigua corresponde a los pequeños afloramientos lávicos del estratovolcán mioceno de Tetir, que equivalen a lo que FUSTER *et al.* (1968) llamó Serie Basáltica I y el IGME (1984a-

d) Serie Volcánica I. Posteriormente, ocupando la mayoría de la superficie de la hoja, se encuentran los extensos "malpaíses" de la Fase pleistocena media-holocena, que fueron denominados por FUSTER *et al.* (*op. cit.*) como Serie Basáltica IV y por el IGME (*op. cit.*) como Serie Volcánica IV. En esta área, entre ambas fases, hay un lapso de tiempo del orden de 12 m.a. faltando muchas de las erupciones volcánicas habidas en ese período, en otras partes de la isla.

2.1. FORMACIONES POSTCOMPLEJO BASAL

2.1.1. Fase miocena

Las emisiones correspondientes a esta fase parecen ser las primeras manifestaciones volcánicas subaéreas de la isla, aunque en el Complejo Basal existen también algunas unidades de posible origen subaéreo. Durante la emisión de esta fase volcánica, que se produjo en el Mioceno inferior, se construyen tres grandes edificios basálticos, de carácter estratovolcánico y de dimensiones kilométricas, que solapados entre sí conforman el cuerpo principal de la isla. Los materiales de esta fase representados en esta área corresponden al edificio mioceno más septentrional de Fuerteventura, el llamado edificio norte o edificio Tetir. Mientras que en otras zonas de la isla, principalmente a lo largo de su mitad oriental, los materiales de la Fase miocena están ampliamente extendidos, en ésta su representación es muy reducida, limitándose a pequeños afloramientos localizados en su parte sur.

Tabla 2.2. Correlación estratigráfica.

FUSTER <i>et al.</i> (1968) PLAN	MAGNA, IGME (1984a-d)	PLAN MAGNA (1989-1992)
SERIE BASÁLTICA IV. Volcanes con conos de cinder	SERIE VOLCÁNICA IV	FASE PLEISTOCENA MEDIA-HOLOCENA. Episodios recientes.
SERIE BASÁLTICA I. Basaltos fisurales	SERIE VOLCÁNICA I	FASE MIOCENA (Estratovolcán de Tetir)

Desde el punto de vista volcánico, estratigráfico y estructural, pueden definirse dentro de esta fase varios tramos o series separados por discordancias erosivas que representan diferentes períodos de construcción de los edificios miocenos. Por el contrario, en cuanto a los aspectos petrológicos y geoquímicos, los diferentes tramos de estos edificios son relativamente homogéneos entre sí, dominando los términos basálticos sobre otros intermedios o más diferenciados.

En la zona considerada se pueden diferenciar dos tramos dentro del edificio mioceno de Tetir, separados por una discordancia erosiva, no siempre bien visible, en gran parte por la escasa representatividad y poca continuidad de los afloramientos. El tramo inferior quedaría englobado en el denominado Grupo Ampuyenta, debiéndose considerar conjuntamente y de manera indiferenciada los tramos medio y superior, dada la ausencia de criterios claros para separarlos.

2.1.1.1. *Tramo inferior. Grupo Ampuyenta*

Dentro de este grupo se incluyen todos los materiales que aparecen debajo de la discordancia sedimentaria de la base del tramo medio. Está compuesto por materiales lávicos y depósitos brechoides de diversa naturaleza. En esta hoja sólo afloran los primeros.

2.1.1.1.1. Coladas basálticas (3)

Se han asignado a este grupo, y por tanto se consideran del tramo inferior, las coladas que afloran en la costa occidental, en la Caleta de Cotillo, a lo largo de la playa del Castillo-Aljibe de la Cueva, constituyendo un acantilado de cota máxima 10 a 20 m sobre el nivel del mar.

Están caracterizadas por ser lavas coherentes, pero muy alteradas, de escasa potencia y no tienen estructuración interna apreciable. Son rocas de composición basáltica y texturas porfídicas, con abundantes fenocristales de olivino oxidado y piroxeno que destacan en la matriz oscura. Su vesicularidad es marcada y las vacuolas suelen estar rellenas por ceolitas o carbonatos. A menudo aparecen tipos ankaramíticos, muy ricos en cristales de piroxeno hexagonal o cuadrático, con tamaños que a veces pueden estar próximos o sobrepasar el centímetro.

La red filoniana que afecta al tramo inferior de este edificio mioceno, al igual que ocurre en los otros dos más meridionales, es considerablemente densa, en ocasiones del orden del 30-40%. En esta área, sin embargo, la entidad de los afloramientos no permite una buena apreciación de la misma, aunque para la superficie que abarcan el número de diques es importante. Son diques basálticos, a veces de largo recorrido, verticales en su mayoría, pero tendidos en algunos casos y con espesores superiores al metro, generalmente.

La erosión que afecta a este conjunto de materiales es muy acusada, siendo el rasgo erosivo más espectacular la rasa marina o plataforma de abrasión labrada sobre ellos durante el Plioceno, apareciendo los diques que las atraviesan truncados por esta discordancia.

2.1.1.2. *Tramo medio-superior indiferenciado*

2.1.1.2.1. Diques y coladas basálticas (1, 2, 4 y 5)

Los afloramientos correspondientes a este tramo se encuentran localizados también en las áreas meridionales de la hoja. Constituyen relieves prominentes sobre el área circundante la Montaña de la Costilla (130 m de altura sobre su base), la Montaña de la Mareta (95 m) y la Culata del Roque (130 m), entre otros, o la Montaña Atalaya de Huriamen (110 m), el afloramiento más oriental de esta área. A pesar de estas considerables alturas, sus laderas se encuentran suavizadas por el adosamiento de las dunas a sus costados o por los abundantes conos de deyección y coluviones que descienden de ellos. Aparecen como pequeños cerros de perfiles alomados y planta subcircular o alargada, a veces en forma de herradura. Están más o menos separados o aislados unos de otros, al estar rodeados en sus partes inferiores, tanto por arenas

eólicas adosadas a ellos como por coladas de lava relativamente recientes que se canalizaron por los valles tallados en estos materiales.

Hacia el sur, los materiales de este tramo se prolongan en áreas cercanas, aflorando con morfologías semejantes, como relieves residuales entre los materiales emitidos más tardíamente en fases eruptivas pliocenas y cuaternarias. Aproximadamente a partir de La Oliva y hacia el sur de la isla, su presencia en superficie es ya constante y cada vez volumétricamente más importante. Hacia el oeste, van quedando ocultos bajo la cobertera detrítica superficial.

Desde el punto de vista paleomorfológico, estos relieves miocenos debieron marcar el límite acantilado de la costa septentrional de Fuerteventura, mientras que se originaba la rasa marina durante el Plioceno. La superficie de rasa así generada sobre las coladas miocenas (quizás mayoritariamente del Grupo Ampuyenta) serviría de asiento a algunas de las emisiones posteriores que contribuyeron al crecimiento de la isla en dirección norte.

Las relaciones entre este tramo de coladas y las del Grupo Ampuyenta no son claramente visibles, al estar los contactos entre ellas siempre cubiertos por materiales detríticos de diverso tipo. No obstante, tanto los datos cartográficos como los topográficos, permiten deducir una clara superposición y adaptación de los materiales más jóvenes al relieve mioceno de esta formación, siempre de manera discordante.

Estas emisiones miocenas dieron lugar a apilamientos de numerosas coladas basálticas afaníticas masivas y "pahoehoe", que configuran una estructura tabular, más marcada hacia la parte superior, buzando en conjunto unos 8 o 10° hacia el noroeste. En la parte alta del apilamiento tabular, hoy relegado a cerros más o menos aislados, suele existir un escarpe morfológico bastante continuo de paredes casi verticales, en donde las coladas exhiben una disyunción columnar bastante llamativa.

Se observan a veces, como por ejemplo en la Montaña Atalaya de Huriamen, cómo en los niveles de carácter "pahoehoe" intercalados en la secuencia se desarrollan zonas cordadas que indican una procedencia de las lavas de zonas situadas al SO del afloramiento.

De manera aislada aparecen intercalaciones de depósitos tobáceos muy oxidados y de escasa extensión, a veces fácilmente confundibles con coladas de lava intensamente alteradas. Composicionalmente son también coladas basálticas olivínico-piroxénicas, en ocasiones de carácter ankaramítico, muy oscuras y de matriz afanítica. Tienen un grado de alteración acusado, pero más notable en los niveles inferiores, pues hacia arriba suelen estar algo más frescas. Los olivinos están siempre iddingsitizados y las vacuolas aparecen rellenas de ceolitas y otros productos secundarios.

Cabe distinguir dentro de este tramo, aunque de manera local, niveles de coladas de basaltos plagioclásicos (trauibasaltos) dispuestos subhorizontalmente y de escasa potencia (generalmente de 2 a 3 m). Es posible observarlos en Montaña de La Mareta, en la ladera oeste de la Montaña de la Culata del Roque o en la ladera sur y oeste de la Montaña Atalaya de Huriamen, a una cota casi siempre en los 90 y 110 m. Son rocas oscuras, algo oxidadas, en las que destacan grandes placas de cristales tabulares de plagioclasa (entre 1 y 2 cm de longitud) que resaltan enormemente cuando la luz solar incide sobre ellas, dando un brillo muy llamativo. Debajo de las coladas aparecen con frecuencia niveles de materiales arcillosos de color rojizo.

La red filoniana de esta formación en este sector no es particularmente importante, en comparación con otras zonas de la isla. Se trata de diques de composición eminentemente basáltica o traquibasáltica, encontrándose subordinados los de naturaleza sálica, principalmente traquíticos.

Generalmente los diques son verticales o subverticales, con buzamientos entre 60° y 85° , cortando transversalmente a las coladas, aunque en ocasiones son muy oblicuos, casi concordantes con ellas. Con frecuencia, por efecto de una erosión diferencial entre ellos y las coladas que atraviesan, muestran un resalte topográfico, en ocasiones de hasta 2 m de altura, sobre la roca encajante y contactos netos respecto a ella. Otras veces, sin embargo, no tienen ninguna expresión morfológica, apareciendo al mismo nivel que la roca caja; incluso a escasa distancia de ellos pasan inadvertidos, distinguiéndose de la roca que cortan por la disyunción transversal a sus bordes a lo largo de cierta distancia.

Suelen tener recorridos visibles de varias decenas de metros, en algunos casos con direcciones divergentes (a veces con diferencias de hasta 15°), y potencias medias entre 70 y 120 cm los basálticos y 90 a 130 cm los sálicos; estos últimos también con diaclasado perpendicular al contacto y bordes enfriados muy vítreos, con grosores milimétricos o centimétricos.

En muestra de mano los diques tienen tonalidades oscuras de carácter afanítico o débilmente cristalinos, con escasos fenocristales de olivino, casi siempre iddingsitizados. Los diques sálicos tienen una coloración verdosa-ocre, son también afaníticos o afíricos y con frecuencia están bastante alterados, particularmente caolinizados.

En cuanto a sus direcciones principales, parece existir un predominio en los diques básicos a orientaciones comprendidas entre $N10^{\circ}E$ y $N100^{\circ}E$, mientras que los diques sálicos medidos tienden a tener direcciones casi perpendiculares a las de aquéllos, entre $N90^{\circ}E$ y $N125^{\circ}E$, si bien existen otros con orientaciones más norteadas.

Establecer relaciones cronológicas precisas entre los dos tipos de diques, básicos y sálicos, no es fácil, pero prácticamente en la mayor parte de los casos observados, los diques básicos cortan a los sálicos, como por ejemplo ocurre en la ladera este de Montaña de los Corraletes o en la Atalaya de Huriamen.

Respecto al área de procedencia de estas coladas basálticas los buzamientos de las mismas, hacia el NE indican que aquéllos debieron estar situados en áreas más meridionales, donde se localizaría la zona central del edificio mioceno de Tetir.

2.1.1.2.2. Cono de tefra (6)

Enterrado bajo una potente colada basáltica en la Caleta de Cotillo, existe un pequeño centro de emisión de tefra muy erosionado, constituido por escorias vesiculares muy oxidadas y compactadas, bombas basálticas poco vesiculares y formas alargadas, con tamaños entre 5 y 40 cm y fragmentos de lava vesicular. Está atravesado por un dique basáltico subvertical de 1 m de espesor y dirección $N80^{\circ}E$.

2.1.1.2.3. Colada basáltica del puerto de Tostón (7)

En el puerto de Tostón-Cotillo, en la costa oeste, existe una potente colada basáltica de reducida extensión superficial, que aunque composicionalmente es similar a las coladas miocenas adyacentes, presenta ciertas características que la diferencian de ella. Efectivamente, su elevada potencia, mayor frescura de la roca, incluso su posición estratigráfica, aunque poco clara, son aspectos que no permiten incluirla en el Grupo Ampuyenta, sino considerarla como un episodio independiente, tardío, de la Fase miocena de esta área.

Se trata de una colada basáltica de unos 20 m de potencia visible, que procedente de algún lugar del interior de la isla llegó a la línea de costa entrando posiblemente en el mar, aunque en su base visible (zona de Charco del Guelde) no presenta "pillow-lavas". Está formada por una roca coherente, de color negruzco y matriz afanítica, en la que son visibles escasos y diminutos fenocristales de olivino iddingstizados. El retroceso de la costa, debido a la acción erosiva del mar, ha ocasionado en ella un acantilado de unos 20 m de altura, en cuyo frente actual exhibe disyunción columnar. También han quedado aislados algunos restos, en forma de islotes a escasos metros de la costa. Atravesando la colada aparecen algunos diques basálticos subverticales con dirección norteadada.

En la cartografía del IGME-CSIC (1967a-b), se considera a este afloramiento como un cuerpo intrusivo perteneciente a la formación de basaltos miocenos. Tal idea podría obtenerse en un principio, por el aspecto masivo que presenta, fuerte potencia, elevada coherencia de la roca y acusada disyunción columnar vertical, pero la observación de una base característica de colada, tanto en la caleta de Cotillo como en el Charco del Guelde, descartan dicha consideración.

Dos son las cuestiones a destacar de esta colada: su edad y su procedencia. En cuanto a su edad, fue datada radiométricamente por ABDEL MONEM *et al.* (1971), obteniendo una edad de 20 m.a., posteriormente recalculada por COELLO *et al.* (1992) en 21,2 m.a. En el mismo trabajo, el último grupo de autores en una nueva datación, en el mismo lugar, obtienen una edad de 16,1 m.a. Estas edades parecen resultar demasiado antiguas, si se consideran el resto de las edades obtenidas en el edificio Tetir, y en el caso particular de esta colada, que parece discordante sobre las coladas miocenas inferiores. Puede tratarse, por tanto, de una colada que presente problemas de datación, por lo que los datos obtenidos han de considerarse con precaución.

Por otro lado, llama la atención también la edad de 13,7 m.a. de COELLO *et al.* (*op. cit.*) en otra muestra a escasa distancia hacia el sur, en el acantilado de la costa occidental, entre Rincón de los Morteros y Punta del Mallorquín (hoja de Punta de Paso Chico), debajo de los depósitos marinos pliocenos. Estas coladas se consideran como de los tramos más bajos del edificio Tetir, por lo que, en este caso, este dato parece resultar demasiado bajo.

Respecto al área de procedencia, no es fácil su explicación, dado que no existen en la zona centros de emisión de esta edad a los que pueda atribuírseles. Como hipótesis, podría proponerse que se haya descolgado, como una colada "intracanyon", desde algún centro eruptivo relativamente cercano, pero hoy desaparecido, emplazado sobre el Complejo Basal (hoja de la Oliva) o sobre los propios relieves miocenos previos.

2.1.2. Fase pliocena. Episodio sedimentario

2.1.2.1. Arenas y conglomerados. Rasa marina (entre +10 y 20 m) (8)

Las numerosas terrazas marinas que existen a distintas alturas a lo largo de toda la isla ponen de manifiesto la existencia de movimientos verticales en el nivel del mar desde tiempos miocenos. Uno de los ejemplos más espectaculares de estas variaciones iso-eustáticas se observa a lo largo de la costa occidental de Fuerteventura, desde Tostón-Cotillo y sin interrupción hasta la punta de Jandía, continuando por el sur de la isla hasta Costa Calma o Costa Esmeralda. A lo largo del litoral se manifiesta una rasa marina tallada en el Complejo Basal y en los basaltos miocenos, a alturas entre los 60 m (en Morro Jable) y la decena de metros. Sobre esta plataforma de abrasión descansan unos depósitos marinos fosilíferos, datados como Plioceno inferior y siempre cubiertos por depósitos detríticos e incluso coladas basálticas pliocenas.

Se trata de un nivel marino fósil, constituido por arenas marinas compactadas de color claro, con abundantes restos de fauna y a menudo un nivel de conglomerados de cantos de diversa naturaleza en su base. Su espesor máximo observado en esta área oscila entre 1 y 2 m. Generalmente están cubiertos por costras de caliche.

Estos depósitos marinos de inicios del Plioceno ya habían sido citados en la bibliografía geológica-paleontológica de la isla. Así, haciendo una pequeña revisión histórica, ROTHPLEZ y SIMONELLI (1890) mencionaban ya algunos fósiles terciarios (*Strombus coronatus*, *Nerita plutonis*) procedentes de Fuerteventura, pero sin especificar localidad. Posteriormente, HAUSEN (1958), CROFTS (1967), LECOINTRE, *et al.* (1967) y KLUG (1968) describen depósitos marinos de la costa oeste de Fuerteventura y de Jandía y los consideran cuaternarios, si bien HAUSEN (1967) insinúa algunas dudas sobre su antigüedad. Por otro lado, las primeras dataciones radiométricas de coladas en relación con los depósitos marinos, [ABDEL MONEM (1971)], indican una edad terciaria para éstos. Finalmente, MECO (1975, 1977, 1981, 1982, 1983), por el contenido paleontológico los asigna al Plioceno inferior y MECO y STEARNS (1981) lo confirman con nuevas dataciones K/Ar.

En el área de Tostón, la erosión marina afectó a las coladas basálticas miocenas del Grupo Ampuyenta, arrasando su superficie y truncando los diques que las cortan. Se originó una plataforma de abrasión subhorizontal o suavemente inclinada, con una playa fosilífera de arenas y conglomerados, que hoy queda levantada entre 10 y 20 m, siendo visible entre Playa del Castillo y la de Aljibe de la Cueva. Hacia el norte queda interrumpida a partir del potente espigón del puerto de Tostón. Aunque la discordancia erosiva es claramente visible en esta zona, no ocurre lo mismo con el nivel marino, pues se halla prácticamente arrasado, ya que la cobertera detrítica de la superficie del glacis que lo cubre no fue suficiente protección para preservarlo adecuadamente. Como se observa en las barranqueras que cortan la superficie de erosión, los afloramientos no presentan buenas condiciones de observación y a veces están completamente encalichados. Contrariamente, su continuación hacia áreas meridionales es mucho más patente (hoja de Punta de Paso Chico), ya que la emisión de las coladas del volcán La Ventosilla (Plioceno superior) sobre esta playa fósil contribuyó a su preservación, quedando intercalada entre las coladas basálticas miocenas y pliocenas.

A nivel insular, el contenido paleontológico de estos depósitos es bastante rico, siendo los fósiles más abundantes y característicos *Gryphaea virleti* (Deshayes), *Nerita emiliana* Mayer, *Strombus coronatus* DeFrance, *Arcilla glandiformis* (Lamarck), *Lucina leonina* (Basterot), *Rothpletzia rudista* (Simonelli) y *Patella ambroggii*, además de infinidad de algas calcáreas y grandes moldes de *Haliotis* sp. Semejante contenido fósil indica un litoral cálido. A escala regional, estos depósitos se corresponden paleontológicamente con los del sur de Lanzarote, donde están situados a techo de los basaltos antiguos de esta isla, y con los del noreste de Gran Canaria, a su vez en relación íntima con el Ciclo Roque Nublo.

A pesar de las condiciones de observación, las playas del Castillo y del Aljibe de la Cueva, al sur de El Cotillo, son localidades fosilíferas muy importantes. Hay una gran concentración de *Rothpletzia rudista* Simonelli en la Playa del Aljibe de la Cueva, la cual se vuelve muy rara en otras localidades. Otros fósiles colectados, además de los citados anteriormente, son: *Nucella plessisi* (Lecointre), *Conus pelagicus* Brocchi, *Mitrolaria semicanalis* Bronn, *Theridium* sp., *Conus mercati* Brocchi, *Conus pelagicus*, Brocchi, *Arca tetragona* Poli, *Barbatia barbata* (Linné), *Glycymeris violacescens* (Lamarck), *Chlamys pefelis* (Linné), *Pecten benedictus* Lamarck, *Spondylus gaederopus* Linné, *Hinnites ercolanianus* Cocconi, *Hytissa hyotis* (Linné), *Ostrea lamellosa* (Brocchi), *Cardita ajar* Bruguiere, *Linga columbella* (Lamarck), *Ctena eburnea* (Gmelin), *Chama gryphina* Lamarck, *Laevicardium oblongum* (Chemnitz), *Tellina strigosa* Gmelin, el coral *Trochocyathus cuculliformis* Simonelli y dientes palatinos de peces *Chrysophrys* sp.

2.1.3. Fase pleistocena media-Holocena. Episodios recientes

Dentro de esta fase, en esta hoja, se han individualizado varios pulsos alternantes volcano-sedimentarios, cuya sucesión cronológica, de más antigua a más moderna, es la que se describe a continuación.

2.1.3.1. Coladas basálticas del grupo de Montaña Pajarita y Montaña Negra (9)

Estas coladas se encuentran representadas en el borde sur de la hoja, desde el pueblo de Lajares hasta la costa oriental, hallándose localizados sus centros de emisión en zonas más meridionales (hoja de La Oliva). Son, por tanto, zonas algo distales del gran campo volcánico situado al sur.

Desde el punto de vista cartográfico, hay que resaltar la dificultad que existe en separar con precisión estas coladas de otras más recientes [(lavas del malpaís de Montaña La Arena, las atribuibles a Montaña Los Saltos (hoja de La Oliva) y, en menor medida, de las del Malpaís de Corralejo)] dadas las semejanzas morfológicas y composicionales de los malpaíses que originan todas estas erupciones.

Los criterios empleados para separar estos grupos de lavas son el grado de conservación del malpaís y sus relaciones estratigráficas con otros materiales con los que están en contacto. En cuanto al primero, el malpaís de estas coladas parece estar más degradado con respecto a los otros, con superficies más aplanadas y suavizadas, e incluso parece que con mayor coloniza-

ción de líquenes. No obstante, en la zona de Lajares no está clara su separación de las coladas de Montaña La Arena, y menos aún de las lavas de Montaña Los Saltos, manteniéndose también esta imprecisión conforme se avanza hacia el sur, pues a pesar de que estos dos malpaíses presentan mejor conservación, su delimitación es complicada. Hacia el norte, las lavas recientes del aquí llamado Malpaís de Corralejo parecen apoyarse sobre ellas, si bien las relaciones tampoco se observan con claridad. Por ello, dadas todas estas limitaciones, en la cartografía se han señalado los contactos entre estas coladas como discordantes supuestos.

Menos duda ofrece, sin embargo, la posición estratigráfica de las arenas eólicas del Pleistoceno con respecto a estas coladas, pues parecen apoyarse claramente sobre el malpaís, tal y como se observa en la zona de El Quemado o en los alrededores de Montaña Atalaya de Huriamen, e incluso en pequeñas excavaciones artificiales, para diverso uso, en Lajares.

A partir de los centros de emisión situados más al sur, las lavas se derramaron principalmente hacia el NNE y E y SE, por un amplio valle abierto hacia el norte entre las elevaciones basálticas miocenas. En su desplazamiento, las lavas rodearon, e incluso cubrieron, los relieves miocenos más bajos, llegando a la costa septentrional y oriental.

Son lavas basálticas olivínico-piroxénicas, de color oscuro y matriz afanítica, muy vesiculares, con vesículas alargadas y a menudo de gran tamaño. En su superficie es frecuente observar un mosaico o disyunción poligonal más o menos regular, muy característico. La potencia visible que presentan las unidades lávicas individuales es de 50-80 cm y es común que muestren estructura "pahoe-hoe" con superficies cordadas muy llamativas. Más al sur, en lugares de observación más favorables, se observan potencias entre 1 y 2 m, con las zonas internas de las coladas masivas y con disyunción columnar.

En algunos puntos, por ejemplo en la zona de El Quemado, las coladas tienen una costra de caliche en su superficie, en ocasiones de espesor notable (10-20 cm), que también suele rellenar las grietas y fisuras.

Hacia el este, antes de entrar en el "Jable" de Corralejo (campo de dunas), quedan parcialmente cubiertas por un pequeño manto de arenas blancas transportadas por el viento desde la zona de dunas. Entre ambas zonas se ha trazado un contacto o límite de paso gradual, pues realmente es la misma unidad volcánica, solamente que con un leve recubrimiento de arena, quedando marcada así, además, el área de mayor influencia afectada por la removilización de arenas. El campo de dunas se asienta en parte sobre estas coladas y no permite ver el contacto entre ellas y las más recientes del Malpaís de Corralejo, quedando al descubierto sólo una pequeña franja justo en la línea de costa, que en función del flujo general seguido, se atribuye a coladas de esta fase.

2.1.3.2. Arenas y conglomerados. Rasa marina jandiense (entre +1 y 2 m) (10)

La posición del nivel del mar a principios del Pleistoceno superior (límite inferior situado en 120.000 años) quedó también registrada por la presencia de depósitos marinos fosilíferos, que, distribuidos discontinuamente, aparecen a lo largo de la costa de la isla.

Estos depósitos fueron descritos por MECO (1975, 1977) y más tarde denominados jandiense por MECO *et al.* (1987). Donde están especialmente conservados es en la costa sur y sureste, desde la Punta de Jandía hasta Pozo Negro, siendo algunas localidades importantes Matas Blancas, Pozo Negro y Las Playitas, este último lugar escogido como localidad tipo por presentar una estratigrafía más completa y un contenido paleontológico bien preservado debajo de un coluvión antiguo [MECO (1986a, 1986b, 1988, 1990)].

En el área cartografiada los depósitos jandiense no tienen una representación extensa, apareciendo siempre en afloramientos pequeños, a altura entre 1 y 2 m, en ocasiones no siempre bien definidas. A menudo, sobre ellos se han depositado otros más recientes, el erbanense, correspondientes al Holoceno superior. Los lugares donde aparecen son: Charco del Guelde, Caleta del Cotillo, Playa de Marfolín (dudoso), Punta del Marrajo, Roques del Puertito, Tres Hermanas y Caleta del Palo, Éstos cuatro últimos en la isla de Lobos. En el afloramiento de la parte norte de la caleta de Cotillo, situado a 1-2 m por encima del nivel actual del mar, presentan una posición estratigráfica bien definida; se encuentran apoyados sobre coladas y diques basálticos truncados, de edad miocena, y directamente debajo de coladas basálticas del Malpaís de Corralejo, los cuales al emplazarse quemaron ligeramente estos depósitos.

Se trata de depósitos constituidos por areniscas biodetríticas calcáreas de color claro, o algo grisáceas, que cementan a techo un conglomerado de cantos basálticos, y engloban abundante fauna marina.

La fauna, preferentemente acumulada en el antiguo cordón litoral, se caracteriza por la presencia (un cuarto de la población muestreada; el muestreo no ha sido realizado en esta área) de un grupo de origen ecuatorial africano no viviente en la actualidad en Canarias. Se trata de los *Strombus bubonius* Lamarck, *Conus testudinarius* Bruguiere, *Harpa rosea* Lamarck, *Murex saxatilis* Linné y el coral *Siderastrea radians* (Pallas). Esta arribada de fauna ecuatorial viene acompañada de una extraordinaria proliferación de lapas del grupo *Patella ferruginea* Gmelin de gran tamaño y morfología muy variada (la mitad de la población muestreada) y también una mayor abundancia de *Thais haemastoma* (Linné) (una quinta parte de la muestra). El restante y escaso 2% de la población está constituido por una quincena de especies, entre las que figuran *Cymatium parthenopaeum* (von Salis), *Charonia nodifera* (Lamarck), *Cantharus viverratus* (Kiener), *Conus papilionaceus* Bruguiere y *Spondylus gaederopus* Linné.

2.1.3.3. Coladas basálticas (Montaña Los Saltos) (11)

Se atribuyen al edificio volcánico Montaña de Los Saltos, situado en las inmediaciones de La Oliva (hoja geológica del mismo nombre), algunas coladas basálticas localizadas en la zona de El Quemado, al este de Lajares. Como se dijo anteriormente al hablar de otras emisiones pleistocenas, no existe seguridad en la delimitación de las coladas de estos edificios, debido a la similitud de los malpaíses que originan, por lo que sus contactos se indican como supuestos.

La superficie de estas coladas, al igual que la de otras semejantes de la zona, es relativamente llana y se halla colonizada por líquenes. Presentan estructuras "pahoehoe", a veces con superficies cordadas, y su espesor es escaso. Son rocas oscuras, muy escoriáceas y vesiculares, que corresponden composicionalmente a basaltos olivínico-piroxénicos.

2.1.3.4. Arenas eólicas consolidadas (12)

Durante el Pleistoceno superior (entre 120.000 y 10.000 años) se acumularon a lo largo de toda la costa de la isla abundantes depósitos de arenas de carácter eólico que constituyeron campos de dunas litorales de considerable extensión. En lo que respecta al área cartografiada, estos depósitos fueron en gran parte fosilizados por emisiones volcánicas posteriores que detuvieron su dinámica. Actualmente quedan localizados lejos de la línea de costa, puesto que aquéllas provocaron el crecimiento de la isla a expensas de ganar terreno al mar. En otras zonas que no fueron cubiertas por estas coladas recientes, se instalaron sobre ellas, modernamente, otros arenales o "jables", en parte originados por removilización de la arena de estos propios depósitos, como son el caso del "jable" de Corralejo, en la costa oriental de la hoja, o el "jable" de Jandía, en el sur de la isla.

Estas paleodunas afloran actualmente en la zona de Montaña Atalaya de Huriamen y con mucha mayor extensión en las inmediaciones de la población de Lajares, desde donde se prolongan enormemente hacia el suroeste. Constituyen, por tanto, un inmenso campo de dunas que quedó en gran parte cubierto por el volcanismo posterior.

Se apoyan sobre coladas basálticas pleistocenas que yacían en la costa, hasta donde se habían canalizado desde sus centros de emisión, y al ir progradando hacia el interior (como consecuencia de la acción de los vientos del noroeste), fueron superponiéndose sobre los relieves miocenos costeros, quedando adosados a ellos.

La acción de escorrentía de las aguas superficiales ha hecho que se excaven numerosas barranqueras en estos depósitos, determinando una red de drenaje de tipo dendrítico. Aunque no son barrancos demasiado profundos, permiten apreciar potencias de arenas de al menos 20-25 m y además su constitución interna, en donde se muestran estructuras propias de deposición eólica.

En detalle se observa que son arenas bioclásticas, de componentes marinos, con estratificación cruzada y grano fino, formadas por diminutos fragmentos de caparzones de moluscos, compactados por un cemento calcáreo. Incluidos en las arenas se encuentra una gran cantidad de gasterópodos de tierra, enormes cantidades de nidos de antophoras, moldes de vegetales samófilos, nivelillos de cantos y pequeñas bolsadas de depósitos aluviales. En algunas secciones transversales, tanto en esta área como en otras cercanas, se puede establecer una estratigrafía más o menos fina. Así, PETIT-MAIRE *et al.* (1986) y MECO y PETIT-MAIRE (1989), reconocen al menos cinco episodios dunares separados entre sí por niveles de gasterópodos que datan por radiocarbono y determinan al mismo tiempo unas condiciones paleoclimáticas específicas en las islas orientales del archipiélago durante esta parte del Cuaternario. Un régimen climático caracterizado por la aridez que representan los episodios dunares quedaría interrumpido sucesivamente por intervalos más húmedos o lluviosos que favorecería el crecimiento y desarrollo de vegetación xerófitica con la consiguiente colonización de gasterópodos de tierra, de tipo *Hemicycla glasiensis* (Shuttleworth), *Rumina decollata* (Linné), varias especies de *Helicella* sp. y la proliferación de avispas (nidos de antophora). Delatando estas pausas lluviosas en el régimen árido, han aparecido también en la terminación de las dunas huevos de aves, probablemente de pardela, que según WALKER *et al.* (1990) está extinta y clasifican como *Puffinus holei*, que aprovecharían el cese de los vientos para nidificar. En la terminación de las dunas es frecuente

también la presencia de ciertas cantidades de arcilla que forma un paleosuelo poco desarrollado, indicando asimismo un cambio climático que afecta al régimen de vientos. Al restablecerse las condiciones áridas, la invasión de arena cubriría las comunidades vegetales y animales allí desarrolladas hasta el siguiente episodio lluvioso que traería consigo de nuevo la vida. El proceso se repetiría así al menos cuatro o cinco veces.

La edad de estas dunas viene determinada por las dataciones radiométricas de C-14 de los niveles de gasterópodos, realizadas por este grupo de autores, tanto en los depósitos de esta área como en los similares de la zona sur de la isla. Obtienen una edad de 24.000 a 30.000 años para los niveles más bajos, 15.000 ± 200 años para los intermedios, en la zona de Corralejo, y en el nivel más reciente, 9.800 ± 140 años, en Jandía, en el sur de la isla.

2.1.3.5. *Depósitos de caliche (13)*

Aunque el proceso de encalichamiento está bastante generalizado a lo largo de toda la isla, en esta zona no tiene demasiado desarrollo, debido a la relativa juventud de la mayor parte de los materiales presentes en ella. Afecta principalmente a las coladas basálticas miocenas, a algunas de las emisiones pleistocenas, así como a diversos tipos de depósitos detríticos, si bien no alcanza la magnitud que tiene en otras áreas.

Estas formaciones de caliche, además de rellenar grietas y fisuras de las rocas, constituyen costras calcáreas sobre las rocas volcánicas, las dunas pleistocenas, las arenas y conglomerados de la rasa pliocena y sobre los depósitos detríticos de los conos de deyección, principalmente en sus zonas llanas y distales. Las potencias observadas en los distintos afloramientos oscilan entre algunas decenas de centímetros y 1-1,5 m en zonas de la costa. Son materiales de color crema muy compactados y duros, que, vistos en detalle, presentan a veces una estructura concrecional.

Su formación parece corresponder a un clima alternadamente húmedo y cálido-seco, con concentración de sales (carbonato cálcico) en los niveles superficiales, al ascender por capilaridad durante la evaporación del agua en las estaciones o periodos secos.

2.1.3.6. *Alineación volcánica Montaña Colorada-isla de Lobos*

Se agrupa bajo la denominación de alineación volcánica Montaña Colorada-isla de Lobos, al extenso campo de volcanes y lavas que está localizado en la parte más septentrional de la isla de Fuerteventura, el cual alcanza en el área cartografiada más del 90% de su superficie.

Corresponde a las últimas erupciones volcánicas que han tenido lugar en la isla de Fuerteventura. Aunque no existen dataciones absolutas que puedan fecharlas con exactitud, la posición relativa de estos materiales con respecto a otras de tipo sedimentario y caracterizados paleontológicamente, ha permitido datarlas con cierta precisión. Esta cronoestratigrafía relativa las sitúa entre finales del Pleistoceno superior, es decir, entre unos 30.000 años y 15.000 años.

En la bibliografía geológica se les conoce también como "malpaís de Caldera Encantada", [CENDRERO (1966)], o también como volcanes de Bayuyo. En adelante, no obstante, se hará referencia a estas erupciones como el Malpaís de Corralejo, dado que es esta población la que da nombre a todo esta área.

Estos volcanes tan recientes fueron ya mencionados por diversos autores, como BOUCART y JEREMINE (1938), HAUSEN (1958) y FUSTER *et al.* (1968), quienes los asignan a una edad cuaternaria. CENDRERO (1966) es el autor que más en detalle los estudia, junto con otros volcanes de edad similar situados en otras partes de la isla, y realiza un extenso trabajo sobre la morfología de sus lavas, su petrología y geoquímica.

Las erupciones que dieron lugar a estos materiales responden a un volcanismo fisural que sigue una directriz de componente NE-SO puesta de manifiesto por la alineación e imbricación de numerosos edificios volcánicos según esa dirección. Asimismo, paralelamente a la fractura principal, existe otra más al norte, a lo largo de la cual se disponen otros tres conos de tefra, que quedan rodeados por las lavas que proceden de la alineación dominante. También hay algún edificio más o menos aislado (Montaña del Cuervo), difícil de encajar según una dirección determinada.

Según los datos estratigráficos de campo, el sentido de propagación de la gran fractura parece que fue evolucionando desde el SO hacia el NE, pues así se desprende de la superposición relativa de los edificios. En el extremo NE de esta directriz tectónica, la actividad volcánica dio lugar a la formación de la isla de Lobos, situada a unos 2 km de distancia al NE de Fuerteventura. Bajo el estrecho canal de agua que separa ambas islas, CENDRERO (1966) señala la existencia de algunos pequeños edificios situados sobre la alineación principal.

El marco paleogeográfico existente en el momento de emisión de estos volcanes debía ser semejante al que existe actualmente al oeste y suroeste de la hoja, es decir, debieron surgir sobre la suave superficie de glacis que se extendía desde los relieves miocenos (Montaña de la Costilla, La Mareta, Huriamen, etc.) hasta la costa. Cubrirían así no sólo las prolongaciones más distales y hundidas de los basaltos miocenos, sino también las lavas basálticas de episodios pleistocenos anteriores, que desde el interior habían llegado a la costa norte. Los volcanes más septentrionales pudieron haber surgido incluso sobre o cerca de la línea costera.

2.1.3.6.1. Coladas basálticas (14)

A partir de las fisuras eruptivas se derramaron grandes volúmenes de lavas basálticas que fluyen en todas las direcciones, aunque en menor medida hacia el sur, inundando todo este sector de la isla, al mismo tiempo que contribuyeron a agrandar el perímetro insular por esta área. Los puntos de salida de las lavas actualmente no son visibles, al estar cubiertos generalmente por los edificios piroclásticos dispuestos a lo largo de la alineación principal. En su desplazamiento hacia la costa, las coladas cubrieron también parte del campo de dunas que existía en la zona (semejante al actual de Corralejo), tal y como se observa en algunos solares de Corralejo o en los límites meridionales del malpaís, además de la información suministrada por los pozos de agua excavados en la zona.

El que no aparezcan "islotos" de materiales más antiguos entre las lavas del malpaís es un argumento ya señalado también por CENDRERO (1966), para pensar que los volcanes se emplazaron en una zona relativamente llana, ya erosionada y que sus lavas ganaron terreno al mar.

Las coladas iban surgiendo en gran número desde los distintos puntos de emisión a lo largo de esa fractura, recorriendo algunas de ellas distancias cercanas al kilómetro. A medida que se desplazaban truncaban a otras, las cubrían y las sobrepasaban, originando así un entrelazado de lóbulos imbricados o superpuestos unos a otros, sin disposición ordenada. Ante tal situación es prácticamente imposible cartografiar cada una de estas lenguas de lava o asignarlas a un centro de emisión determinado. No obstante, mediante un detenido estudio fotogeológico, es posible ir trazando los límites de numerosas coladas, si bien de manera incompleta y no siempre precisa.

Los materiales lávicos emitidos originaron un extenso malpaís de lavas "aa" o en bloque, muy escoriáceas y caóticas, en las que se pueden observar diversos tipos de estructuras y morfologías. El desplazamiento de las coladas era en forma de morrenas con gran desarrollo de bloques y cascotes sueltos en superficie, que conforme se movían, caían y rodaban hacia los lados o al frente, volviendo estos últimos a ser englobados en la corriente lávica a medida que avanzaba. De esta manera, las coladas al abrirse camino formaban largos costillares en cuyos frentes y laterales se acumulan grandes fragmentos y cascotes de lava con taludes muy pronunciados, de alturas entre 2 y 3 m, si bien en algunas zonas al sureste de Montaña Colorada o Calderón Hondo (coto de Don Pedro y Hoya del Cura) pueden llegar a tener potencias del orden de 10 a 15 m. El tamaño y forma de estos bloques es muy diverso, desde algún metro cúbico hasta sólo algunos centímetros y sus formas son cuadráticas o más bien irregulares, sin una forma definida. Son asimismo altamente vesiculares, con una superficie rugosa, áspera y espinosa. A veces, en su superficie se desarrolla, por enfriamiento y retracción, una disyunción poligonal bastante regular.

Dado el aspecto caótico de las coladas, sus partes internas por lo general sólo son visibles en áreas periféricas del malpaís (principalmente cerca de la costa) o en los solares excavados cerca de Corralejo. También, aunque en menor medida, dentro del malpaís se pueden apreciar donde las coladas están rotas o han sufrido algún colapso posterior a su asentamiento. En estas partes, bajo el cascotal de la superficie, la lava es masiva o más coherente y menos vesicular, con vesículas alargadas o irregulares y en ocasiones con algún relleno de ceolitas o carbonatos. A menudo, en estas zonas se desarrolla una acusada disyunción columnar, con columnas anchas y potencia visible entre 2 y 2,5 m. En la rasa costera actual, tallada sobre estas coladas, es posible apreciar con frecuencia una disyunción columnar de planta bastante regular (hexagonal o pentagonal) e incluso disyunción esferoidal. La base de las coladas está formada por cascajo, generalmente de poco espesor.

En muestra de mano, las rocas son oscuras, porfídicas o débilmente porfídicas, con matriz afañítica, en la que destacan diminutos cristallitos de olivino relativamente frescos. Debido a la oxidación superficial de la roca, el malpaís adquiere una coloración global rojiza marronácea. La acusada colonización por líquenes de diverso tipo, con coloraciones verdosas, amarillentas o blancuzcas, agrega a la masa de lava y al paisaje en general del malpaís un aspecto aún más ruinoso y desolado. Desde el punto de vista composicional, son rocas basálticas.

Un aspecto bastante común en las coladas de este malpaís es que a veces aparecen zonas abombadas o arqueadas, de formas subredondeadas en planta y dimensiones de varios metros de diámetro con una grieta longitudinal en su zona central y otras radiales, dejando a ambos lados flancos inclinados con superficies planas pero cuarteadas, asemejando un mosaico. Son los denominados "túmulos". La presión hidrostática de la lava aún líquida, que fluye bajo una costra ya solidificada y fría, es la que ha provocado el abultamiento y su rotura.

Otra característica muy frecuente en el Malpaís de Corralejo es la presencia de innumerables hornitos repartidos por toda su superficie, así como en la isla de Lobos; a menudo se confunden con pequeños conos de escorias. Estos hornitos aparecen en ocasiones alineados, y parece observarse un mayor predominio de ellos en las zonas adyacentes a los edificios más nororientales de la alineación principal. Son particularmente notables algunos hornitos al norte del edificio Las Calderas, junto a la pista que cruza el malpaís desde Lajares a Corralejo (sólo parcialmente indicada en el mapa topográfico de base), o también delante del cráter de Bayuyo, y cerca de la Montañeta del Morro Francisco. En el fondo de algunos cráteres, como el de Las Calderas o el de Montaña San Rafael (el volcán más noroccidental), también aparecen numerosos hornitos en las coladas que surgen de su base. No son, sin embargo, un rasgo exclusivo de las erupciones recientes de esta parte de la isla, pues también aparecen en otras, aunque en ellas son más escasos.

Estos hornitos son pequeños montículos de forma cónica o pseudocónica agrietados o con una abertura en su cima, tal que a veces pueden confundirse con los "túmulos". Están constituidos por la acumulación en unos casos fundamentalmente de fragmentos de lava y en otros predominantemente de escorias y bloques de lava escoriácea vesicular de formas irregulares. En el primer caso, cabe pensar en la posibilidad de que se trate realmente de típicos hornitos, originados por la liberación súbita y explosiva de gases acumulados en la colada bajo la costra de lava ya solidificada, y en el segundo, de hornitos "enraizados", que a veces funcionan como verdaderos volcancitos, con emisión de lavas incluso. En ocasiones constituyen auténticos espigones de lava muy prominentes, con las paredes externas formadas por un mosaico de lava afanítica, de superficie lisa pero cuarteada. La altura que alcanzan tales estructuras es muy variable, desde escasamente los 2 m hasta 10-20 m, como es el caso de algunos de los ejemplos mencionados.

A tenor de la superficie cubierta por la lava y la escasa potencia de las coladas, puede deducirse que eran lavas bastante fluidas, si bien existieron flujos mucho más viscosos, que formaron coladas más potentes y de escaso recorrido. A pesar de su carácter relativamente fluido y la superficie topográfica más o menos llana por la que discurrieron, no es frecuente observar en ellas grandes tubos volcánicos, aunque se han visto algunos de pequeñas dimensiones. Se puede citar, por ejemplo, uno muy pequeño cerca del camino de Lajares a Majanicho, entre Las Vistas y Los Roques, con una altura visible total de 1,80 m y una longitud de unos 6-7 m. Sus paredes internas son completamente lisas, lo que indica que ha sufrido ya un cierto grado de erosión. Tiene dos pequeños "jameos", es decir, aberturas originadas por desplome del techo, que permiten ver su estructura interna, constituida por delgadas capas de lava muy vesicular y arqueadas. Otro tubo, pero con dimensiones métricas (5-6 m de longitud y 3 m de altura), se encuentra en Corral de Las Vistas, al norte de Montaña La Mancha. También tiene el techo

arqueado y formado por lavas "pahoehoe" muy delgadas y vesiculares (10-12 m), constituyendo un tableado inclinado muy llamativo. La corteza externa es más irregular y escoriácea.

Como se observa en la cartografía, entre los materiales arrojados durante estos procesos magmáticos existe un claro predominio de material lávico sobre los depósitos piroclásticos, los cuales están únicamente representados en los edificios de tefra alineados según las directrices tectónicas y por pequeñas acumulaciones en su base o en las cercanías de Lajares. No obstante, esta ausencia de mayor cantidad de material piroclástico puede ser más aparente que real, pues es posible, y de hecho parece que fue así, que su distribución original fuese más extensa, habiendo quedado enterrados bajo ingentes cantidades de lava emitidas por fisuras en estadios más tardíos, después de haberse edificado los conos de cinder principales. Efectivamente, bien a lo largo de la alineación principal de conos, bien paralelamente a ellas, o a lo largo de direcciones conjugadas, aparecen a veces grietas eruptivas, a partir de las cuales se emitieron coladas que recubrieron los piroclastos esparcidos por todo, el área, así como las coladas anteriores e incluso los flancos inferiores de los conos.

Particularmente notables son las fisuras eruptivas situadas al pie del flanco nororiental de Montaña Colorada y Calderón Hondo o entre este último volcán y Caldera Rebanada. Son fracturas alargadas, a veces de centenares de metros de longitud, y su interior se halla siempre colapsado, con cascotes de lava sueltos rellenándolos; otras veces son huecos más o menos circulares de varios metros de diámetro. Se observa cómo la lava desbordó a ambos lados de las grietas y en algunos sitios se acumuló a poca distancia de ellos, debido a su mayor viscosidad, originando así una especie de meseta más elevada sobre el malpaís. Hacia el lado noroccidental, este resalte es más tendido y las lavas parecen haber alcanzado mayor recorrido. Por el contrario, hacia el sureste, la distancia alcanzada es menor y constituyen auténticas morrenas de bloques y cascotes que forman un escarpe muy pronunciado de unos 15 m de altura sobre su base.

Otras grietas eruptivas semejantes aparecen cerca de Hoya del Cura y Morro de Bayuyo, con emisión a través de ellas de lavas también muy viscosas y en bloques caóticos.

También aparecen fisuras o grietas eruptivas con orientaciones conjugadas respecto a la fisura principal, NE-SO; en ocasiones se manifiestan no sólo por un hundimiento de bloques a lo largo de cierta longitud, sino también por la alineación de hornitos o pequeños conos de "spatter".

Las lavas, al irse aproximando a la línea de costa, cubrieron primero las dunas que se extendían, al igual que actualmente, por todo, el área y luego las playas que jalonaban la costa. Al entrar en el mar originaron morfologías avanzadas que ampliaron la superficie insular. Playas fósiles como la de edad jandiense también quedaron cubiertas por la invasión de lavas, tal y como se observa en la Caleta de Cotillo, en la costa occidental. Las coladas se extendieron todavía más allá de la costa y sobre ellas la erosión marina actual va creando una plataforma de abrasión bastante extensa. Sobre la rasa, en bajamar, se observa una costra calcárea poco potente, pero bastante generalizada, con algunos restos de fauna de gasterópodos.

Es precisamente en la costa donde más a menudo se encuentran enclaves de rocas ultramáficas englobados en las lavas, si bien no es un rasgo demasiado frecuente, así como tampoco es encontrarlos en los núcleos de bombas arrojadas por los volcanes. Son xenolitos de tipo peridotítico (dunitas) de formas alargadas, subredondeados o subangulosos y de tamaños variables,

entre 2 o 3 cm y 8-12 cm los mayores observados. Enclaves de este mismo tipo han sido observados también en coladas de la costa este de la hoja de la Oliva, y junto con otros similares hallados en lavas cuaternarias de la isla de Lanzarote, fueron estudiados en detalle por SAGREDO (1969).

Sobre las coladas, en las zonas costeras, se han instalado campos de dunas como el de Corralejo y otro más pequeño en la costa norte de Cotillo. Parte de la arena removilizada de estos arenales es lanzada por el viento hacia el interior, formando así un delgado manto de arena (de espesor centimétrico) sobre estas coladas recientes, principalmente al oeste del citado campo de dunas de Corralejo y al norte de la hoja, aunque también una considerable extensión de lava al norte de Tostón-Cotillo se halla recubierta de arena. Al igual que en el caso de las coladas de episodios pleistocenos anteriores (apartado 2.1.3.1.), esta zona de lavas con recubrimiento de arena se ha separado en la cartografía del resto de la unidad, mediante un contacto de paso gradual.

En la costa este, a partir de Bajo los Matos hacia el sur, las coladas que afloran junto al mar se han asignado a episodios de Fase pleistocena, únicamente por su cercanía con las coladas de esta fase mejor representadas en la hoja, puesto que el recubrimiento de arenas no deja ver el contacto entre ellas y las recientes y el criterio petrológico no sirve tampoco para separarlas.

A lo largo de todo el malpaís se encuentran numerosas zonas o depresiones endorreicas que quedaron más o menos cerradas por las coladas que se desplazaban desde sus centros de emisión. En ellas se acumulan, por lavado y escorrentía superficial, materiales arenoso-arcillosos de color marrón.

Sin tener en cuenta la superficie de lavas que pueda estar bajo el agua, el área total visible que cubrieron las lavas puede estimarse en unos 110 km², siendo el volumen total emitido mucho más difícil de evaluar. No obstante, un cálculo muy superficial del mismo puede cifrarse en algo menos de 1 km³.

2.1.3.6.2. Edificios piroclásticos (15 y 16)

La mayoría de los edificios piroclásticos originados durante estas erupciones se encuentran alineados según la directriz tectónica de orientación NE-SO, a lo largo de la cual forman una cadena de volcanes de más de 5 km de longitud. Son todos edificios de cinder, originados durante actividad de tipo estromboliana.

En general, su grado de conservación natural es alto, habiéndose producido las mayores alteraciones en su morfología por las labores de extracción de sus piroclastos. En la Tabla 2.3, se presenta un resumen de las características morfológicas y petrológicas más sobresalientes de estos edificios, y en la Figura 2.1, la situación de los centros de emisión.

Edificio Montaña Colorada. Es el edificio más suroccidental de la alineación volcánica y parece estar realmente constituido por dos edificios superpuestos, abiertos hacia el noroeste, presentando una morfología en forma de media luna. Su base se encuentra situada a unos 100 m de altura sobre el nivel del mar, y desde ella se eleva 144 m. Sus dimensiones máxima

y mínima son, aproximadamente, 750 x 350 m y el ángulo de inclinación de su ladera meridional es de unos 30°, el cual es característico dentro de este tipo de edificios volcánicos.

Tabla 2.3. Resumen de las características morfológicas y petrológicas de los principales centros de emisión

EDIFICIO	DIMENSIONES				ESTADO DE CONSERVACION	MATERIALES EMITIDOS
	Cota (*)	Altura (**)	Anchura máx. min.			
Mña. Colorada	100	144	750	350	Medio, escasa vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Calderón Hondo	170	100	600	550	Medio-alto, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Caldera Rebanada	90	159	875	375	Medio, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Caldera Encantada	90	159	740	600	Alto, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Las Calderas	130	130	740	700	Alto, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Bayuyo	100	169	1.000	750	Alto, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Montaña San Rafael	100	169	860	700	Alto, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Montaña Morro Francisco	50	47	460	200	Medio, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Caldera de Lobos	0	127	675	375	Alto, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Montaña Lomo Blanco	70	74	500	500	Medio, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Montaña de la Raya	50	29	200	180	Medio, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Montaña de la Mancha	70	82	500	500	Medio, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Montaña del Cuervo	50	45	500	325	Bajo, sin vegetación	Coladas y piroclastos basálticos
Montaña La Arena	300	120	840	700	Alto	Coladas y piroclastos basálticos

(*) De la base sobre el nivel del mar.

(**) Sobre su base.

El cono está constituido por lapillis, escorias y bombas relativamente sueltos y poco oxidados (color negro), principalmente en las zonas internas, presentando la costra externa más enrojecida debido a la oxidación sufrida. Los lapillis tienen tamaños comprendidos entre 0.5 y 3 cm y se disponen en capas que buzan hacia el exterior del edificio. Hacia la parte alta del cono aumenta su granulometría, apareciendo niveles de lapillis más gruesos e incluso de tamaño bloque, además de mayor cantidad de escorias gruesas, retorcidas y oxidadas, en conjunto con mayor grado de consolidación. Intercaladas entre las escorias y lapillis y de manera dispersa, se observan bombas de composición basáltica, de carácter porfídico, con fenocristales de olivino y zonadas, con el núcleo más vesicular que los bordes, que son más vítreos y afaníticos. Tienen formas irregulares, esféricas o en huso y sus tamaños oscilan entre 10 y 40 cm.

Al pie del edificio la superficie aparece cubierta por piroclastos. De su base parece que surgieron coladas que corrieron principalmente hacia el noroeste.

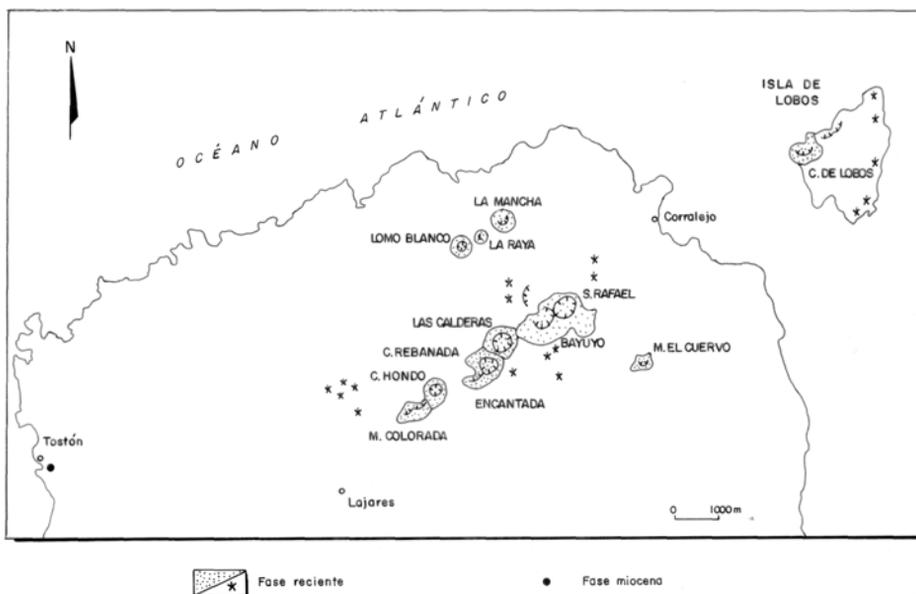


Fig. 2.1. Distribución de los centros de emisión de las Fases miocena y reciente.

Edificio Calderón Hondo. Se apoya por su extremo suroccidental sobre Montaña Colorada y alcanza una altura sobre su base visible de unos 120 m. Tiene una morfología tronco-cónica de dimensiones en su base de 600 m x 550 m, con un cráter circular, en forma de embudo, algo excéntrico pero bastante regular, cuyo diámetro es de 350 m x 300 m y profundidad de unos 110 m. Sus laderas son bastante pronunciadas, con un ángulo de reposo del piroclasto de unos 30°, mientras que en el interior, las paredes del cráter están suavizadas por el talud de derrubios.

Es un edificio de tefra relativamente oxidada, de coloración rojiza y tonos oscuros, constituido por una proporción muy elevada de escorias muy vesiculares, de formas retorcidas y soldadas o altamente compactadas. La fracción de lapilli es aparentemente menor, con tamaños que oscilan entre 0,5 y 3 cm, y se encuentra relativamente suelto. Las bombas son mayoritariamente esféricas y vesiculares. Los mantos externos de piroclastos están más consolidados, al igual que la parte superior del edificio y además son de mayor granulometría.

El borde superior interno del cráter está formado por un agregado de "spatter" y placas de lava muy vesicular, con cierta disposición estratificada y ondulada. Se observan algunas discordancias entre las sucesivas capas, lo que parece indicar distintos impulsos explosivos durante la evolución del volcán, que iban destruyendo sus paredes recién formadas. No se aprecian sin embargo características que indiquen la intervención de fases freatomagmáticas durante las etapas de construcción del edificio, circunstancia ésta que cabría esperar, dada su proximidad a la línea de costa.

Edificio Coto de Don Pedro. Es un pequeño edificio adventicio de morfología cónica, que se encuentra al este de Calderón Hondo, semienterrado por las potentes coladas que salen de la fisura eruptiva situada algo más al norte. Es un cono formado por escorias gruesas, bombas basálticas esféricas o en huso, con tamaños de hasta 1 m y abundantes planchones de lava escoriácea bastante vesicular; en conjunto está todo bastante consolidado y soldado.

Edificio Caldera Rebanada. Es un edificio abierto hacia el noroeste en forma de herradura, situado a escasa distancia al NE de Calderón Hondo y se eleva unos 100 m sobre su base. El diámetro del cráter es de unos 500 m y sus dimensiones máximas y mínimas aproximadas son 875 x 375 m. Por el extremo nororiental se halla semienterrado por el volcán Caldera Encantada.

Está constituido por mantos de lapillis estratificados, de granulometría comprendida entre 0,5 y 2 cm, que engloban abundantes bombas esféricas de composición basáltica y tamaños variables, encontrándose los más frecuentes entre 20 y 80 cm.

Edificio Caldera Encantada. Se halla adosado a Caldera Rebanada y tiene un cráter circular abierto hacia el este, de 425 m de diámetro y con paredes asimétricas, que alcanzan una altura máxima sobre su base de 100 m en el extremo suroccidental y solamente unos 20 m en el oriental. Las paredes internas del cráter están también muy suavizadas por el material derrubiado de ellas.

Su constitución interna se aprecia claramente gracias a las canteras abiertas en su extremo oriental. Está constituido por capas de lapillis finos (0,5-2 cm) y de tamaño bloque, que engloban bombas basálticas esféricas o en huso de 20 a 60 cm de tamaño y placas de lava masiva algo vesicular. El color del piroclasto es negro y está relativamente suelto, salvo la costra más superficial, que está más oxidada y compactada y además es más grosera.

Por su base debieron emitirse coladas que fluyeron hacia el este, sepultando, en parte, edificios piroclásticos anteriores. Sus puntos de salida no son visibles al estar cubiertos por el depósito piroclástico.

Edificio Las Calderas. Es un edificio de planta circular, de unos 130 m de altura y de dimensiones 750 x 700 m, con un cráter de paredes asimétricas, de unos 500 m de diámetro y prácticamente cerrado. El volcán está compuesto por escorias gruesas y vesiculares soldadas y abundantes bombas, siendo la fracción de lapilli subordinada. En general, está todo muy oxidado, aumentando el grado de compactación y el tamaño del piroclasto hacia la parte alta del edificio.

El fondo del cráter es de carácter lávico, y en él destaca una serie de hornitos o protuberancias de escasa altura, como las ya descritas anteriormente.

Hacia el este de estos edificios aparece un área relativamente extensa, cubierta por depósitos piroclásticos que alcanzan considerable potencia, siendo explotados en la actualidad en canteras. En gran parte corresponden a edificios piroclásticos ya muy arrasados, no sólo por la actividad antrópica, sino también por coladas que surgieron de los edificios más tardíos. Los buzamientos periclinales de los mantos de lapilli van definiendo los distintos edificios que existían, apreciándose la superposición de varios de ellos, si bien, dado su estado general de conserva-

ción, no es posible delimitarlos completamente de manera individual. Destacan todavía algunos edificios con morfologías cónicas y sus laderas cubiertas por cascotes y bombas. Algunas áreas adyacentes están cubiertas además por los piroclastos dispersados por el viento durante las erupciones que recubren las coladas, alcanzando espesores considerables (varios metros) sólo en las áreas deprimidas o llanas.

Son depósitos estratificados de lapillis negros, relativamente sueltos o poco compactados, con un grado de oxidación bajo, y colores de tonos grisáceos o rojizas. El tamaño del lapilli oscila entre 1 y 3 cm, aumentando hasta tamaños de bloque hacia las partes superiores, donde la fracción de escorias gruesas es mayor. Las bombas son de composición basáltica y alcanzan tamaños entre 10 y 80 cm. Las potencias visibles en las canteras oscilan entre 10 y 35 m.

En algunas bombas encontradas en el área han aparecido xenolitos de dunita englobados en ella. Tienen tamaños entre 3 y 7 cm, formas subredondeadas y son de color verde, a veces algo rojizos por la iddingsitización del olivino.

Edificio Bayuyo. Superpuesto al conjunto volcánico anterior, este edificio es uno de los mayores de toda la alineación de conos, con unos 170 m de altura sobre su base y unas dimensiones aproximadas de 1.000 x 750 m. Presenta un cráter de 500 m de diámetro abierto en herradura hacia el NO y sus paredes internas son escarpadas, aunque están suavizadas por los derrubios. Al igual que el resto, está formado por lapillis (1-4 cm de grosor), bloques y escorias gruesas retorcidas y oxidadas, así como por bombas de composición basáltica, en conjunto relativamente sueltos y dispuestos en capas que buzcan periclinalmente. Hacia la parte superior aumenta también la granulometría de la tefra y su grado de consolidación y soldadura.

De su base parece que surgieron coladas que fluyeron hacia el norte, desarrollándose sobre ellas numerosos hornitos, a veces alineados.

Hacia el noroeste de Bayuyo aparecen también pequeños centros de emisión sin cráter visible (zona de Morro Tamboriles), formados por escorias y bombas compactadas, relativamente gruesas, altamente vesiculares y de naturaleza basáltica. Tamaños medidos en algunas escorias oscilan entre 4 y 40 cm, y en las bombas alcanzan entre 20 y 50 cm. Al pie de la ladera sur del volcán aparecen también algunos pequeños volcancitos y hornitos.

Edificio Montaña San Rafael. Se encuentra adosado a Bayuyo por su extremo suroccidental y tiene un cráter de paredes asimétricas en forma de anfiteatro, abierto al noreste, hacia donde corrieron las lavas que surgieron de su base. El cráter es de forma circular, algo alargada en esa dirección, con un diámetro aproximado de 860 m y su mayor altura, a 169 m sobre la base, en el extremo suroccidental, mientras que el opuesto se encuentra sólo a unos 100 m. En el fondo del cráter, sobre la coladas destacan también numerosas protuberancias de lava escoriácea.

Al sureste del edificio parece que existe otro edificio anterior que quedó semienterrado por el emplazamiento de estos dos últimos edificios.

Edificios de la Montañeta de Morro Francisco. Se trata de al menos dos edificios de tefra situados sobre la misma alineación volcánica, pero separados una cierta distancia al NE de la cadena de volcanes descritos anteriormente. El edificio principal tiene forma alargada con unas dimensiones aproximadas de 460 x 200 m y una altura sobre su base cercana a los 50 m, mien-

tras que el más pequeño llega escasamente a los 30 m. Ambos tienen su morfología original muy modificada por la extracción de sus piroclastos.

Están constituidos por depósitos de lapillis, bombas y escorias de color negro, dispuestos en mantos estratificados. Los lapillis del edificio menor son algo más gruesos que los del principal, con tamaños entre 3 y 6 cm. Abundan asimismo los tamaños de tipo bloque, las escorias gruesas y las bombas, las cuales tienen formas esféricas o en huso, son muy vesiculares en el núcleo y su tamaño medio oscila entre 20 y 50 m, siendo su composición basáltica.

Fuera de la alineación volcánica principal aparecen otros edificios piroclásticos surgidos también durante esta fase eruptiva, si bien, dentro de ella, deben corresponder a estadios eruptivos algo anteriores, pues se hallan rodeados por las coladas que proceden de dicha alineación.

Edificio Montañeta del Coto de los Camachos. Se trata de uno o dos pequeños conos de escorias situados al oeste del extremo suroccidental de la alineación principal, que debieron haber funcionado como salideros de coladas que fluyeron hacia el oeste. Está constituido por escorias, bombas esféricas, en ocasiones de 1 m de diámetro, y placas de lava muy vesiculares, siendo, por el contrario, baja la fracción de lapilli. Las escorias suelen ser gruesas, de formas irregulares y retorcidas, en ocasiones de aspecto esponjoso por la elevada vesicularidad que tienen; a menudo se encuentran soldadas. En general, el depósito está muy oxidado y más consolidado hacia su parte superior, donde además la granulometría del piroclasto es mayor.

Volcancitos de Los Roques. Están situados a escasa distancia al norte del anterior donde forman un conjunto de tres o cuatro centros de emisión de pequeñas dimensiones, alineados en sentido SO-NE, aproximadamente. En ellos la fracción de lapilli es también baja, dominando los tipos escoriáceos vesiculares gruesos y las bombas, a veces también con tamaños cercanos a 1 m y formas esféricas o en "saco". Sus laderas, al igual que en casi todos estos edificios, están tapizados por abundantes cascotes escoriáceos.

Al norte de la alineación volcánica principal se encuentran otros tres volcanes, también alineados según una directriz paralela a aquélla. Los tres edificios se hallan rodeados por coladas que proceden de más al sur, lo que indica que deben ser más antiguos que los que forman la cadena volcánica principal. Prueba de esta relativa mayor antigüedad es el acaravamiento que presentan en sus flancos y el incipiente encalichamiento de sus piroclastos.

Edificio Montaña Lomo Blanco. Se encuentra en el extremo suroccidental de esta alineación de volcanes. Es un edificio de planta circular de unos 500 x 500 m de diámetro, con un pequeño cráter también circular en su cima (150 m de diámetro), situado a 70 m sobre la base en la que se apoya el cono. Está formado por capas de lapilli con granulometrías distintas que se van intercalando entre un nivel y otro. Se observan así capas de lapillis de 3 a 5 cm y otras de tamaños más finos. Las bombas son relativamente abundantes, de composición basáltica y tamaños entre 20 y 40 cm y las escorias son también gruesas.

Edificio Montaña de la Raya. Se encuentra entre los otros dos y es el más pequeño de los tres edificios, es también de planta circular, alcanza unos 29 m de altura y en su cima se abre una pequeña escotadura hacia el NE a modo de cráter. El piroclasto se encuentra estratificado en capas, con lapillis de 1 a 3 cm e incluso de tamaño bloque, relativamente poco consolida-

dos. Las escorias son gruesas, irregulares y con tamaños entre 8 y 20 m. Las bombas son más escasas.

Edificio Montaña de la Mancha. Es también un edificio de morfología cónica, con un cráter en su cima abierto hacia el norte. Sus dimensiones son 500 x 500m, altura 82 m sobre la base y diámetro del cráter 225 m.

El depósito de tefra está estratificado, relativamente suelto y su granulometría y grado de compactación aumenta hacia la parte superior. Los lapillis tienen tamaños entre 1 y 3 cm y alternan con capas de lapillis más finos. Las escorias son gruesas, vesiculares y de formas irregulares, alcanzando tamaños medios entre 3 y 12 cm. Relativamente abundantes son las bombas de composición basáltica y formas esféricas, con tamaños entre 5 cm y 1 m. Intercalados en el piroclasto aparecen también placas de lava vesicular.

Las coladas emitidas por estos tres edificios parece que también surgieron de su base y se dirigieron hacia el norte.

Tanto estos tres últimos volcanes como los volcancitos de Los Roques se alinean, aunque por separado, según direcciones prácticamente paralelas a la fractura principal. Esta disposición parece pues poner de manifiesto otra vez no sólo el régimen fisural de estas erupciones, sino también la repetición de fracturas en esta dirección SO-NE. Indica, asimismo, la importancia estructural de esta orientación como condicionadora del volcanismo reciente de Fuerteventura.

Finalmente, hay que destacar el **Edificio Montaña del Cuervo**, situado al este de la alineación volcánica principal y aparentemente aislado o desconectado de las fracturas eruptivas dominantes. También se halla rodeado por las lavas procedentes de los volcanes principales y su grado de conservación con respecto al de aquéllos es menor, por lo que debe ser más antiguo que ellos. Tiene unos 45 m de altura, un cráter abierto hacia el norte y en planta adquiere una forma irregular, con unas dimensiones aproximadas de 500 x 325 m.

Es un cono de lapillis y escorias gruesas, mucho más oxidados y consolidados en su parte superficial. En sus laderas se observan algunas bombas y abundantes cascotes escoriáceos.

Las coladas que emitió este volcán no son fáciles de individualizar en el campo y, en parte, deben estar cubiertas por el campo de dunas de Corralejo.

Con respecto a la edad relativa de todos estos volcanes, se puede decir que el sentido de propagación de la fisura eruptiva principal fue de suroeste a noreste, tal y como se deduce de la superposición de los distintos edificios en este sentido.

Así pues, el orden de aparición de los volcanes situados a lo largo de esta dirección dominante sería el siguiente: M. Colorada → C. Hondo → C. Rebanada → C. Encantada → Las Calderas → Bayugo → Montaña San Rafael → M. Francisco → Isla de Lobos.

Más antiguos que éstos serían el resto de edificios, no pudiéndose establecer su edad relativa al no encontrarse en contacto unos con otros.

Dado el gran volumen de materiales emitidos, así como la superficie que cubrieron, es de suponer que las erupciones se prolongaron durante un tiempo considerable, aunque no hay da-

tos seguros que lo prueben. Tomando como comparación las erupciones de Timanfaya, en Lanzarote, que se prolongaron desde 1730 a 1736, con las cuales éstas se asemejan enormemente (en volumen, área ocupada, características volcanológicas y estructurales, etc.), se puede pensar que, efectivamente, las erupciones de esta área fueron también de larga duración.

Isla de Lobos

Se encuentra situada al NE de Fuerteventura, en el extremo de la directriz tectónica de orientación SO-NE, por la que se emitieron las lavas del Malpaís de Corralejo.

Es una isla de forma groseramente triangular, con los vértices al norte, sur y oeste, con un relieve muy llano interrumpido únicamente por algunos centros de emisión y pequeñas protuberancias lávicas. La costa es muy irregular, con abundantes entrantes y salientes y muy baja, excepto en la costa norte, donde existen mayores escarpes. A su alrededor la erosión marina ha ido creando una plataforma de abrasión bastante extensa. En la isla no existen playas propiamente dichas, salvo la playa de La Caleta, en la parte sur, además de alguna pequeña ensenada arenosa de poca entidad.

El acceso a la isla se realiza mediante barco turístico que hace el recorrido diario desde Corralejo, tras una media hora de navegación. Sólo está habitada por una o dos familias y el desplazamiento a lo largo de ella es a través de veredas por la costa o por un camino carretero central.

La similitud y características de sus lavas con las del Malpaís de Corralejo, así como su grado de conservación y el de los edificios, además de la situación geográfica mencionada, hacen suponer que la actividad volcánica que originó la isla fue contemporánea a la del área de Corralejo. Es más, nada más llegar a Lobos, la primera sensación es hallarse exactamente en el Malpaís de Corralejo.

La isla de Lobos es un auténtico malpaís de lavas muy escoriáceas de carácter basáltico, que a menudo forman también morrenas de considerable longitud, con bloques y cascotes en sus frentes y laterales, dejando entre ellas zonas endorreicas donde se acumula material arenoso-arcilloso. Surgieron a partir de grietas eruptivas, definidas en muchos casos por la alineación de hornitos, túmulos o pequeños volcancitos. Estos montículos, por otro lado, no siempre fáciles de determinar su verdadera naturaleza, se encuentran en gran número repartidos por toda la isla y son los que caracterizan su paisaje.

Algunos de estos hornitos son bastante relevantes por su aspecto externo, con alturas entre 10-15 m, como por ejemplo algunos de los situados en las inmediaciones de Casas del Puertito. Presentan a menudo un caparazón o corteza externa abombada muy llamativa, formada por lava muy afanítica. Otros muestran su interior, constituido por escorias muy oxidadas, englobando incluso algunas bombas, lo que denota que a veces estos edificios funcionaron como salideros.

Es posible que muchos de estos hornitos o protuberancias se hayan formado como consecuencia de explosiones de vapor de agua debido a una súbita evaporación al discurrir la colada sobre una superficie de aguas someras.

A partir de la mitad oriental de la isla es donde mayor número de centros de emisión aparece, encontrándose los situados directamente en la costa ya muy desmantelados e incompletos, co-

mo consecuencia de la erosión marina. Destacan el cono de Atalaya Chica, Punta Mantequilla, Tres Hermanas y los situados entre Roque del Este y El Gigante. Son edificios de pequeñas dimensiones, entre 20 y 30 m de altura, y están constituidos por escorias gruesas muy oxidadas, vesiculares y retorcidas, lapillis y bombas. Los lapillis a veces están sueltos y se disponen a menudo en capas, con granulometrías que varían de una a otra, estando los tamaños más frecuentes entre 0,5 y 4 cm e incluso con tamaños de tipo bloque. Las bombas son de composición basáltica, tienen formas fusiformes y esféricas y los tamaños observados oscilan entre 10 y 40 cm. En ocasiones se observa además una costra superficial de escorias y lavas mucho más compactada. Algunos de los edificios se encuentran parcialmente enterrados por coladas que proceden del interior.

En la costra septentrional aparecen también algunos centros de emisión, destacando fundamentalmente dos, Montaña del Faro de Lobos y La Caldera de Lobos.

Edificio Montaña Faro de Lobos. Está localizado en la punta más septentrional de la isla y alcanza una altura de unos 26 m sobre su base, siendo sus dimensiones aproximadas de 250 x 150 m. Tiene una morfología ovalada, alargada en dirección E-O y está constituido por escorias gruesas, lapillis de 2 a 6 cm y abundantes bombas de composición basáltica, con formas y tamaños diversos, pero que a menudo superan el metro. La fracción de bloques es asimismo elevada y englobados en el conjunto de la tefra aparecen también abundantes planchones lávicos.

Edificio Caldera de Lobos (o Caldera de La Montaña). Localizado en el extremo más occidental de Lobos, es el edificio volcánico de mayor envergadura de la isla. Alcanza una altura de 127 m sobre su base y sus dimensiones aproximadas son 675 x 375 m. Tiene un perfil cónico y un cráter o escotadura abierta hacia el norte, estando ausente prácticamente todo ese flanco debido al socave producido en su base por la erosión marina. Está constituido por escorias gruesas vesiculares y de formas irregulares, abundantes bombas basálticas esféricas de diversos tamaños (10-60 cm) y lapillis de 2 a 5 cm, en conjunto todo bastante oxidado y relativamente compactado. La parte superior es de mayor granulometría y presenta mayor grado de compactación. Sus laderas están cubiertas por cascajo y bloques sueltos.

De la base del cono, en el flanco suroriental, surge una colada muy escoriácea que fluye primero hacia el este y después, tras un giro, hacia el sur, alcanzando poco recorrido a partir del centro de emisión.

Al pie de este edificio, en la costa norte, aparecen los restos de al menos otros dos volcanes muy destruidos. Están formados por piroclastos muy oxidados, en donde se observan bombas de 20 a 30 cm, bloques, escorias y lapillis de tamaños entre 3 y 6 cm, destacando también frecuentes planchones de lava intercalados en ellos.

A lo largo de la costa, sobre las coladas, aflora de manera discontinua una rasa marina algo más elevada que la actual, aproximadamente unos 0,5 m, a la que se le atribuye una edad entre 2.000 y 4.000 años, correspondiente a la denominada erbanense por MECO *et al.* (1987) y MECO (1988). Particularmente destacan los afloramientos de la Caleta del Palo, en la ensenada abierta en la base de Caldera de Lobos, el de Punta del Marrajo y el de la zona entre El Gigante y Tres Hermanas.

Está constituida por arenas bastante cementadas de color claro y escasa potencia (1 m), formados por bioclastos y cantos subredondeados de rocas basálticas de las propias coladas sobre las que se apoya. Una descripción más detallada de este nivel marino aparece en el apartado 2.2.1.

Algunas partes del malpaís, en la zona norte principalmente, están cubiertas por arenas blancas de escaso espesor, que no llegan a ocultar los hornitos o protuberancias que sobresalen entre las coladas. Al suroeste de la isla existe un pequeño campo de arenas blancas en la parte trasera de la playa de la Caleta, con un espesor ya algo más considerable.

Junto a la ladera sur de la Montaña del Faro, existe una zona deprimida cerrada por las coladas y el cordón costero de cantos, donde se forma una pequeña laguna muy somera, alimentada principalmente durante la pleamar y épocas de tormentas.

Ya de nuevo en la isla principal, el otro edificio considerado también dentro de esta fase es la **Montaña La Arena**, cuyas coladas más distales se hallan representadas en esta hoja.

2.1.3.7. Edificio Montaña La Arena (14 y 15)

La Montaña La Arena se halla situada a unos 5 km al sur de Lajares (hoja de La Oliva), y tanto el cono como el malpaís de lava muestran un alto grado de conservación. Es uno de los edificios volcánicos más recientes de Fuerteventura, incluso más que los volcanes del área de Corralejo, suponiéndosele una edad holocena.

Como se dijo anteriormente al hablar de las coladas de Montaña Los Saltos (hoja de La Oliva) localizadas en la zona de El Quemado (apartado 2.1.3.3), resulta difícil separar con precisión los malpaíses de ambos edificios, dada su similitud y grado de conservación semejante, por lo que los contactos entre ellos se han indicado como supuestos en la cartografía. Por la misma razón se ha empleado este tipo de contacto en su delimitación con las coladas basálticas que constituyen el sustrato donde se asienta Lajares.

Las coladas emitidas por este volcán fluyeron principalmente hacia el norte, originando un malpaís que ocupa una superficie de aproximadamente 12 km², llegando las coladas más distales cerca de Lajares, ya en esta hoja, donde tienen una reducida extensión.

En su desplazamiento cubrieron gran parte de las dunas que se extendían por el área y rodearon también los relieves miocenos que sobresalían entre aquéllas.

Las coladas aquí representadas corresponden a las primeras emisiones del volcán y fueron más fluidas que las más tardías, ya que son de tipo "pahoehoe", con desarrollo de amplias superficies cordadas, mientras que aquéllas, localizadas principalmente en la hoja de La Oliva, son más viscosas y potentes, originando morrenas muy extensas. Las coladas "pahoehoe" son muy delgadas y vesiculares, desarrollando en su superficie, por retracción, un diaclasado poligonal en forma de mosaico (o en lascas, de ahí el nombre de Lajares) bastante regular. Las lavas o superficies cordadas son muy espectaculares, con arcos o "cuerdas" a veces de hasta 1 m de diámetro y con la convexidad apuntando hacia el norte, lo que indica la procedencia de estas lavas del sur. A menudo se observan pequeños lóbulos de donde sale la lava que forma las cuerdas.

Es frecuente la existencia de tubos volcánicos en estas coladas, aunque de pequeña magnitud, encontrándose los mayores y mejor desarrollados más al sur. Su formación favoreció que el flujo de lavas alcanzara mayor recorrido, al preservarla del enfriamiento durante más tiempo.

Dado el carácter reciente de todas estas erupciones, y el bajo grado de erosión que han sufrido aún, la red filoniana asociada a ellas no es visible.

Finalmente, respecto a la edad relativa de estas erupciones se pueden hacer las siguientes precisiones, según sus relaciones estratigráficas con determinados materiales o depósitos sedimentarios. Con respecto a los depósitos marinos, el conjunto volcánico del Malpaís de Corralejo se halla situado por encima de la rasa marina jandiense en el puerto de Tostón, para la cual MECO *et al.* (1987) le asignan una edad inferior a 100.000 años, y al mismo tiempo, sobre él se apoya la rasa erbanense, fechada por dichos autores entre 2.000 y 4.000 años. Por otro lado, las coladas se apoyan sobre las dunas pleistocenas a las que se les calcula una edad cercana a los 30.000 años, lo que permite aquilatar algo más la fecha de las emisiones, quedando éstas comprendidas, por tanto, entre 30.000 y 4.000 años, es decir, entre finales del Pleistoceno superior y épocas prácticamente históricas. Íntegramente holocena, por el mejor grado de conservación de sus materiales, sería la erupción de Montaña La Arena, considerándosela como subhistórica.

2.2. FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES

Se agrupan en este epígrafe formaciones sedimentarias cuaternarias sin una precisión determinada de su edad.

2.2.1. Arenas y conglomerados. Rasa marina erbanense (+0,5 m) (17)

A lo largo de todo el litoral de la hoja, aunque de manera discontinua y sobre las coladas basálticas del Malpaís de Corralejo, aparecen depósitos marinos fosilíferos correspondientes a un nivel de playa superior al actual (unos 0,5 m), a las que MECO *et al.* (1987) y MECO (1988) denominaron erbanense (de Erbani, el antiguo nombre de Fuerteventura).

La localidad tipo de estos depósitos marinos, pertenecientes al Holoceno superior, es la Jaqueta (hoja del Istmo de la Pared), en el sur de la isla. En ella pueden observarse dos pulsaciones, la última de ellas datada radiométricamente por C-14 en 1.400 años; está cortada por un socave que se correspondería con la pequeña edad glacial de la Edad Media, un poco antes del año mil. En esta área aparecen bien expuestos en diferentes puntos de la costa, destacando, entre otros, Punta de la Selva, Bajo de Los Picachos, Bajo de San Juan, Punta Brava, Playa del Posadero, etc. Se encuentran en forma de "beach rocks" en la zona intertidal y en bancos o cordones litorales algo más altos que el actual, siempre de manera discontinua, con extensiones longitudinales generalmente de escasos metros, aunque a veces pueden superar los 100 o 120 m. A menudo se observa que debajo tienen un pequeño nivel (10-20 cm) de espesor, de arenas eólicas compactadas, de color anaranjado y con algún lítico basáltico. La potencia global de los depósitos oscila entre 20 y 50 cm.

Vistos en detalle, se trata de depósitos constituídos por areniscas de color beige claro, a veces algo grisácea, que cementa un conglomerado de cantos fundamentalmente basálticos y contiene abundante fauna.

Respecto a la fauna, es semejante a la actual para estas regiones canarias y se caracteriza por la extraordinaria abundancia de *Theriacium vulgatum* (Bruguiere), que, junto con patelas semejantes a las jandienses, constituyen en más de las tres cuartas partes de la población muestreada. La menguada cuarta parte restante se la reparte una veintena de especies, entre las que figuran *Columbella rustica* (Linné), *Linga colmbella* Lamarck, *Conus mediterraneus* Bruguiere, *Erosaria spurca* (Linné), *Thais haemastoma* (Linné), *Luria lurida* (Linné), *Polinices lacteus* (Guil-din), *Cantharus viverratus* Kiener, *Cerastoderma edule* (Linné), *Ghlamys corallinoides* (d'Orbig-ny), etc., por orden de abundancia, y además verméticos y algas calcáreas.

Una datación radiocarbónica [POMEL *et al.* (1985)] en estos depósitos (la pulsación más anti-gua del erbanense) en la zona de Corralejo ha dado una edad de 3.640 ± 100 años.

2.2.2. Arenas eólicas sueltas. Campo de dunas de Corralejo (20)

Ya desde antiguo, las costas de Fuerteventura han estado expuestas a fuertes vientos, que soplando desde el mar hacia el interior han originado extensas acumulaciones de arenas, las cuales han ido quedando intercaladas entre las distintas emisiones volcánicas que se han su-cedido en la isla. Los aportes han continuado en épocas recientes y en la actualidad persisten, existiendo en diversas partes de su territorio grandes superficies cubiertas por este tipo de depósitos.

En el área cartografiada se encuentran algunas de estas zonas cubiertas por arenas eólicas sueltas, de edad reciente, formadas a partir de los 2.000 últimos años, que en algunos casos de-sarrollan campos de dunas móviles muy llamativos. Aunque es en la costa donde mayor exten-sión alcanzan, si bien a menudo sólo forman estrechas franjas en la parte trasera de la playa, también en el interior pueden ocupar superficies considerables. Así, cabe destacar las zonas inmediatas a Tostón-Cotillo, determinadas zonas de la costa norte, principalmente entre el faro de Tostón y El Charcón, o algunas zonas de la isla de Lobos, y en el interior, el área de Cañada Melián, entre los relieves miocenos de Montaña La Mareta y de Las Piedras y Lajares.

Sin embargo, donde mayor representación adquieren es en el extremo oriental de la hoja, don-de constituyen un extenso y espectacular campo de dunas conocido por el nombre de dunas o "Jable" de Corralejo. La superficie que ocupa esta impresionante acumulación de arenas es de unos 14 km^2 aproximadamente y tiene una longitud máxima de 7 km, desde Punta de Tivas en las inmediaciones de Corralejo, hasta la playita del Porís (hoja de La Oliva), alcanzando una anchura media cercana a los 2 km.

En esta zona, estas acumulaciones de arenas sueltas se asientan, en la mayor parte de los casos, sobre las coladas basálticas del Malpaís de Corralejo, pero también sobre formaciones arenosas más antiguas y del mismo tipo, aunque ya compactadas y encalichadas, que en su época for-maban parte de un medio paleogeográfico semejante al actual. Asimismo, las coladas basálti-

cas de episodios pleistocenos anteriores, que forman el área meridional de la hoja, sirven también de sustrato de una parte del "Jable" de Corralejo.

La dirección dominante de los vientos, según se observa de la disposición de los afloramientos o de las dunas y otras estructuras sedimentarias, indican una componente dominante N y NE.

En los afloramientos de la costa norte y occidental o en la isla de Lobos se presentan como depósitos simples de arenas, sin macroestructuras morfológicas claramente definidas. Por el contrario, en el área de Corralejo el depósito es donde alcanza mayor espesor y desarrollo, además de presentar diversas formas de acumulación, siendo las dunas las más llamativas e importantes. Estos depósitos eólicos están constituidos por arenas blancas, sueltas, de granulometría fina (entre 0,5 y 0,1 mm), formadas principalmente por fragmentos redondeados y subredondeados de caparzones calcáreos. Su contenido en carbonatos es por tanto elevado, con un porcentaje superior al 80%, según las determinaciones de CRIADO (1987) en varias muestras de la zona del "Jable" de Corralejo. La fracción de líticos es muy baja y su naturaleza es eminentemente basáltica, con formas subredondeadas o irregulares y tamaños también muy finos. A veces aparecen pequeñas acumulaciones de fragmentos centimétricos sobre la arena, como consecuencia de la deflación eólica. Debido a su origen reciente y al todavía buen estado de conservación de las dunas de Corralejo (excepto en determinadas zonas), el mejor modo de apreciar el conjunto de esta formación dunar es mediante la fotografía aérea, que proporciona una visión excelente y espectacular del mismo, pudiéndose determinar con ella direcciones de aporte y salida de la arena, así como diversos tipos de dunas.

El funcionamiento del complejo dunar de Corralejo se mantiene gracias al equilibrio dinámico existente entre las áreas de aporte de arena y las de salida, con una zona intermedia, de acumulación o sedimentación, en donde el depósito de arena es mayor y se forman las grandes dunas. A juzgar por la disposición de las dunas y otras estructuras sedimentarias, la dirección dominante de los vientos es de componente N y NE, localizándose entonces las áreas de entrada de arena en la zona norte del "Jable", entre la playa de la Barrera y La Punta de Tivas, aunque también se producen aportes a lo largo de toda la costa oriental. Su salida se produce por la zona meridional, hacia el límite SSE del campo de dunas.

Las dunas adquieren morfologías diversas, destacando las de tipo barján, a veces con formas coalescentes que complican su morfología, pero apareciendo también simples montículos de arena, con formas alomadas. En la parte superior es frecuente el desarrollo de ripples. Las dimensiones de algunas dunas oscilan entre 8 y 12 m de altura, 100-200 m de longitud en el lado tendido de barlovento y ángulos de 30-35° en la cara de sotavento.

En las zonas interdunares, al estar sujetas a una deflación más activa, es frecuente observar arena de color rosado-salmón, mucho más compactada, con fauna de gasterópodos y nidos de antophora, que corresponde a formaciones dunares más antiguas sobre las que se apoya el "Jable" actual. Hay que destacar también que parte de esta arena más antigua y compactada es a menudo removilizada por el viento y depositada no muy lejos como arena suelta. Esto indica que una proporción cuantitativamente importante de los depósitos actuales tiene como área fuente los depósitos de las formaciones dunares pleistocenas.

La acción constante del viento moviliza la arena, con el consiguiente avance de las dunas, que a menudo llegan a invadir la carretera, como la de Puerto del Rosario a Corralejo. Hacia el in-

terior se produce también el avance de la arena, depositándose como una delgada capa sobre los malpaíses de lavas basálticas que las circundan ["Jable" estabilizado de CRIADO (1987)].

Aparte del interés puramente geológico y geomorfológico de estos depósitos eólicos, sobre ellos se ha desarrollado un completo ecosistema natural que le añade un indudable valor científico, debido a la gran cantidad de valores biológicos, botánicos y zoológicos existentes en él y en su entorno dinámico. Este valor se incrementa aún más si se tiene en cuenta la escasez de sistemas dunares de este tipo en el resto del archipiélago, pues otros semejantes han ido desapareciendo o están en vías de desaparición debido a la presión antrópica que soportan, si bien el "Jable" de Corralejo y los depósitos de las otras áreas mencionadas tampoco están exentas de esa presión.

Considerando todos los hábitats de su entorno, que vienen condicionados, además de por factores climáticos, por las características del sustrato físico sobre el que se asientan, es posible apreciar la enorme diversidad biológica del complejo dunar de Corralejo, la cual puede encontrarse con cierto detalle en FERNANDEZ GALVAN *et al.* (1982).

2.2.3. Conos de deyección indiferenciados (21)

Aunque en la hoja no existen relieves importantes que den lugar a pendientes acusadas, este tipo de depósitos de vertiente alcanza gran desarrollo en la parte occidental, en la base de los relieves basálticos miocenos. Estas formas de depósito presentan fisonomía característica de cono con el vértice o ápice en la zona de emersión, abriéndose en abanico conforme se extienden a favor de la pendiente, originando una amplia rampa, cada vez más tendida, desde los relieves interiores hasta la costa y fundiéndose con depósitos de rambla. A menudo existe coalescencia de varios de ellos cerca de su salida, de tal manera que en la cartografía no se han individualizado. Tampoco se ha tenido en cuenta su edad, pues aunque en gran parte corresponden a deposiciones cuaternarias, su configuración puede ser relativamente antigua, pues a veces se encuentran bastante compactados y encalichados.

A menudo están incididos lateralmente por pequeñas barranqueras, en las cuales se puede apreciar su constitución interna, e incluso, ocasionalmente, el sustrato basáltico mioceno sobre el que se apoyan, si el corte es lo suficientemente profundo. Están compuestos por materiales detríticos de diversa granulometría y naturaleza eminentemente basáltica al ser de esta naturaleza los relieves que se desmantelan. En una matriz arenosa engloban cantos basálticos angulosos o subredondeados, bastante heterométricos, con tamaños que oscilan entre 1 y 20 cm. A veces se observan bases canalizadas e imbricación de los cantos en el sentido de avance del depósito. Con frecuencia la matriz arenosa es de carácter eólico, muy abundante, con escasos clastos, estratificación cruzada y con frecuentes nidos de antophora. También se aprecian alternancias entre estas arenas y materiales típicamente aluviales con abundante fracción de cantos, lo que indica la sucesiva repetición de episodios climáticos húmedos, con avenidas periódicas y episodios áridos con fuerte acción eólica. Generalmente la superficie de los depósitos es de carácter arenoso y donde mayor es el efecto del encalichamiento es en las zonas distales y subhorizontales.

2.2.4. Depósitos arenoso-arcillosos (22)

Donde mayor desarrollo y extensión alcanzan es entre el pueblo de Lajares y la Montaña Atalaya de Huriamen, en una zona relativamente llana, aunque algo deprimida y de carácter endorreico, limitada por las coladas de Fase reciente y las de Fase pleistocena. También se desarrollan en las pequeñas zonas endorreicas que quedan entre las coladas de los malpaíses.

Son depósitos cuaternarios de color marrón-anaranjado, generalmente de granulometría fina, incluso pulverulento, originados por la alteración del material arenoso dispersado por el viento y el lavado superficial de todo tipo de rocas. Suelen ser poco potentes, aunque en algunas zanjas artificiales excavadas cerca de Lajares se han apreciado espesores cercanos o superiores al metro.

2.2.5. Coluviones (23)

Son formas de depósitos de vertientes semejantes a los conos de deyección, pero suelen alcanzar menor desarrollo lateral que aquéllos. Asimismo se, encuentran adosados a los relieves miocenos, que por su mayor antigüedad son los que sufren un proceso erosivo más prolongado.

El desmantelamiento de estas formaciones basálticas trae consigo la formación en sus laderas de potentes masas de derrubios de morfología triangular que suavizan los escarpes. A veces son de potencia considerable, mientras que otros son delgados mantos de detritus que tapizan la topografía original. Están formados por materiales detríticos heterométricos sin estructuración u ordenación interna, con cantos basálticos más bien angulosos o subangulosos debido al escaso transporte sufrido y matriz arenosa. Con frecuencia están encalichados y ocasionalmente compactados, evidenciando una cierta antigüedad. Hacia las partes distales se funden y entremezclan con los depósitos arenosos eólicos que suelen rodear a estos relieves o pueden evolucionar hacia abanicos o conos de deyección.

2.2.6. Suelos con recubrimientos de lapilli (24)

Se hallan localizados en las inmediaciones de Lajares. Se trata de depósitos de poco espesor, formados por material arenoso, fragmentos de roca basáltica subangulosos y con un recubrimiento de lapilli procedente de las erupciones pleistoceno-holocenas cercanas.

2.2.7. Playas de arenas (25)

Son relativamente frecuentes las playas de arena localizadas a lo largo del litoral de la hoja. La mayoría y más importantes en cuanto a extensión son de configuración poco cerrada, como las que se extienden hacia el sur desde Corralejo, playa del Pozo, del Viejo, Larga, Los Matos, del Moro, Alzada, etc., en la costa oriental, o la playa del Costillo-Aljibe de la Cueva, en la occidental. Las más pequeñas son calas que se desarrollan en los numerosos entrantes e irregu-

laridades que jalonan la costa y son más cerradas, como por ejemplo la playa de Marfolín, Manicho o la Calera, esta última en la isla de Lobos, entre otras.

Son playas de arenas "doradas o blancas" de grano fino, constituidas por fragmentos de caparzones calcáreos de origen marino.

3. TECTÓNICA

Del análisis estructural de los elementos volcano-tectónicos del archipiélago canario, se deduce que la formación y distribución de sus siete islas estuvo controlada por un campo de esfuerzos cortical, aunque la generación del magma haya sido mantélico. En la isla de Fuerteventura esta deducción resulta aún más evidente, pues tanto su forma alargada y alineada con Lanzarote como la estructura del Complejo Basal definen con claridad este campo de esfuerzos.

Tanto desde el punto de vista estratigráfico como volcano-tectónico, la isla de Fuerteventura se puede dividir en dos grandes dominios: el Complejo Basal y los episodios volcánicos subaéreos (dominio subaéreo). En el primero, debido a su edad más antigua, es donde mejor están representados los elementos volcano-tectónicos del campo de esfuerzos regional. Por el contrario, en el dominio subaéreo aparecen, propiamente, aquellos elementos provocados por los esfuerzos compresivos locales o por una nueva dilatación lineal.

El análisis de los elementos volcano-tectónicos en Fuerteventura ha puesto de manifiesto la existencia de dos campos de esfuerzos, que en parte se superponen en el tiempo y en el espacio pero que son de escala distinta. Hay un campo regional que es el que primero comienza a actuar, el cual desde el Paleoceno superior controla el nacimiento submarino de la isla y la evolución posterior de todo el Complejo Basal. Este campo es de naturaleza extensional y actúa con dirección ONO-ESE, generando una banda de dilatación lineal NNE-SSO dentro de una corteza extensional. El eje principal de esta banda es ocupado por un intenso sistema fisural de diques que se dibuja como un rift paralelo al que ocasionó la apertura del océano Atlántico, 140 m.a. antes.

Posterior a esta fisuración de dilatación inicial (aproximadamente hacia los 20 m.a.), el campo de esfuerzos sigue unas tendencias más variables, que ocasionan cambios en las direcciones, dentro y fuera de la zona de máxima dilatación. Se manifiestan esfuerzos compresivos que afectan a las paredes rocosas de las cámaras magmáticas ascendentes, provocando la aparición de sistemas de diques radiales. Esta orientación de diques parece evidente que está controlada por modelos de esfuerzos locales y corresponden con la geometría de la superestructura de los estratovolcanes que se forman durante los primeros episodios subaéreos de la isla. En Fuerteventura, los casos más patentes de este fenómeno son los complejos de diques radiales de los edificios miocenos de Gran Tarajal y Jandía. Tales controles estructurales locales pueden enmascarar la fisuración temprana abierta en el fondo oceánico durante la inyección del magmatismo de la isla, y son por tanto de poca ayuda para estimar los paleoesfuerzos regionales del comienzo de su formación en profundidad.

También, otro ejemplo de la variabilidad del campo de esfuerzos está en la intrusión de estructuras "ring complex", como el de Vega de Río Palma, en pleno Complejo Basal. Esta estructura

no lleva asociado un enjambre de diques propios, y se encuentra justamente perforando la banda axial de dilatación lineal NNE-SSO. Probablemente su emplazamiento marca la relajación del régimen de esfuerzos extensional inicial.

Durante los episodios subaéreos pliocuaternarios de Fuerteventura se generan nuevas direcciones de dilatación lineal, aunque en muchísima menor intensidad que las iniciales. Algunas de ellas siguen pautas similares a dichas iniciales, aunque otras presentan direcciones más irregulares y cambiantes. Se podría pensar, tal vez, que parte de los esfuerzos extensionales regionales continúan actuando hasta el presente, pero con una intensidad mucho menor.

Para una mejor comprensión de la tectónica de la hoja se han elaborado dos esquemas diferentes: uno de lineamientos morfológicos y otro con los elementos volcano-tectónicos. El análisis de las estructuras volcánicas y tectónicas está basado tanto en los elementos estructurales regionales (bandas filonianas extensionales; alargamientos de plutones; fracturas, etc.) como en las estructuras locales (complejos de diques radiales; alineaciones de conos; fracturas, etc.).

También la presencia de diversos niveles de rasas marinas indica movimientos en la vertical, que igualmente serán considerados dentro de dicho análisis.

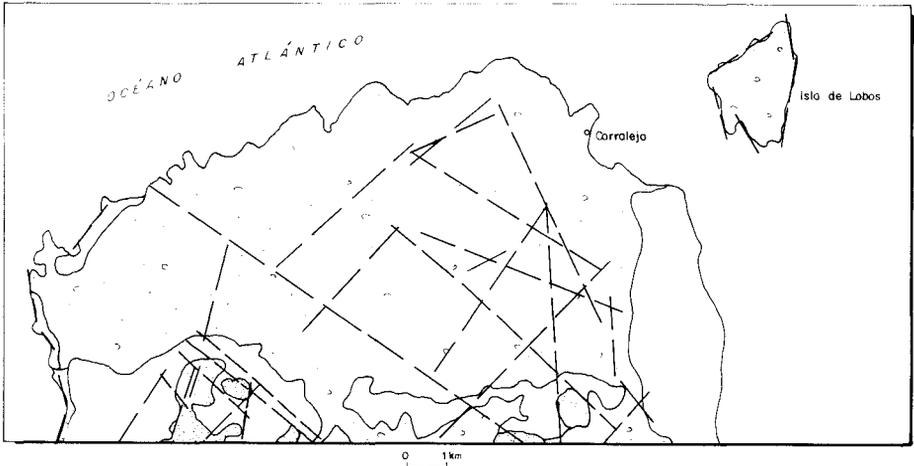
En la hoja Tostón-Corralejo está representado exclusivamente el dominio subaéreo de la isla, a través de una extensa emisión cuaternaria (probablemente de las últimas emisiones de la isla) que cubrió afloramientos de materiales miocenos y la antigua línea de costa. Sólo pequeños cerros de basaltos miocenos, atribuidos de momento al estratovolcán de Tetir, afloran a lo largo del límite sur. Por esa razón, la estructura volcánica más importante de la isla —la malla de diques del Complejo Basal— no se presenta en esta hoja.

En el esquema de lineamientos (Fig. 3.1), se observa una dirección general de orientación NNE-SSO, similar a la regional del Complejo Basal. Esto puede apreciarse sobre todo en el ángulo inferior izquierdo de la hoja. Estos lineamientos sobre el malpaís del volcanismo cuaternario pueden ser el reflejo superficial de dicha componente regional, prolongada hacia el norte.

Otra componente en sentido NNO-SSO completa el esquema de lineamientos preferentes de esta hoja. Con bastante seguridad, parece corresponder a directrices impuestas por los esfuerzos compresivos locales, mal expresados aquí por falta de afloramientos suficientes.

En el esquema volcano-estructural (Fig. 3.2), sólo están presentes estructuras volcánicas. De ellas, las más llamativas son las fracturas eruptivas del volcanismo cuaternario. Se pueden distinguir varias alineaciones de conos, cuyas características y direcciones son las siguientes:

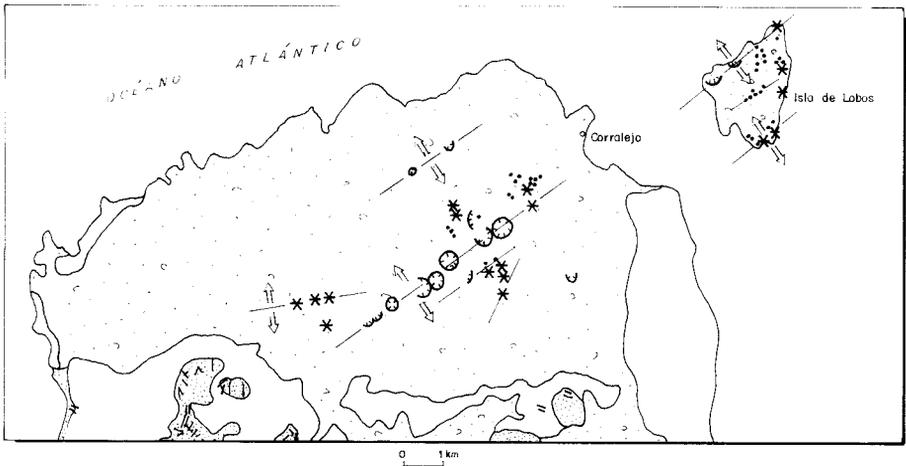
Alineación Montaña Colorada-Morro del Perro. Está compuesta por siete conos principales, algunos de ellos mixtos, que se disponen según una dirección $N40^{\circ}$ - 45° E. De oeste a este se presenta Montaña Colorada, con dos semicráteres contiguos y dos pequeños conductos en la base norte, alineados $N30^{\circ}$ E. Sobre él se emitió el cono del Calderón Hondo, con una base semicircular y un cráter completo circular en su cima. Trazas de una pequeña grieta eruptiva de dirección $N45^{\circ}$ se sitúan inmediatamente al este. Después hay un conjunto de tres edificios sucesivos en el tiempo y en el espacio, que comienza con la Caldera Rebanada, un cráter incompleto abierto al NO Caldera Encantada, con un cráter cerrado circular, y por último, el edificio Las Calderas, con cuatro conductos en su fondo. La alineación se termina con los edificios de Montaña San Rafael,



LEYENDA

- Recubrimientos sedimentarios
- Volcanismo cuaternario
- Volcanismo mioceno

Fig. 3.1. Esquema de lineamientos.



SIMBOLOGÍA

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Centro de emisión con cráter * Centro de emisión sin cráter • Hornitos y salideros | <ul style="list-style-type: none"> ⊥ Fisura eruptiva (alineación volcánica) — Diques básicos ⊥ Dirección y buzamiento |
|--|--|

Fig. 3.2. Esquema volcano-estructural.

un cono con cráter circular casi completo, y parece que superpuesto a él, el gran cono del Morro del Perro, con un gran cráter circular cerrado, en cuyo interior se observan seis conductos verticales alineados según la dirección general anterior. Un poco más al este, hay unos pequeños salideros sin cráter que pudieran incorporarse también a esta alineación. Esta gran fractura eruptiva, a tenor de la superposición relativa de edificios que se observa, parece que fue progresando de oeste a este, superponiéndose a otra pequeña fractura visible un poco más al sur, que presenta la misma dirección general N45°E, pero que está integrada por conos más rebajados y cráteres incompletos. Algo más al sur de esta fractura se aprecian dos salideros sin cráter también alineados según N45°E.

Alineación de Montaña Lomo Blanco-Montaña de la Mancha. Es una fractura paralela a la anterior, pero de menor longitud. Está integrada por tres edificios redondeados, con cráteres circulares en la cima, siendo el cono intermedio (Montaña de la Raya) de pequeñas dimensiones. Al no haber superposición de los edificios, no se puede apreciar el sentido del desplazamiento de la erupción, aunque lo que sí se observa es que las coladas de la gran alineación Montaña Colorada-Morro del Perro rodean a estos conos, por lo que la fractura eruptiva es anterior.

Alineación de Lobos. Se encuentra situada en la isla de Lobos y está formada por un gran cráter, erosionado en parte por el mar, en la Punta Salidero, seguido de los pequeños conos también erosionados por el mar, y en el Faro de Lobos, por otro pequeño edificio sin cráter. El conjunto forma una fractura eruptiva con dirección N45°E, que probablemente es una prolongación de la alineación Montaña Colorada-Morro del Perro. De esta alineación se emitieron coladas en sentido sur que formaron un malpaís sobre el que se han desarrollado frecuentes hornitos o túmulos. Estos hornitos tienden a distribuirse según fisuras paralelas a la anterior y en algunos casos, cruzadas a modo de componentes conjugadas respecto a la principal.

El conjunto de estas alineaciones dominantes N40°-45°E son el resultado de una nueva dilatación lineal NE-SO que no sólo afectó en tiempos recientes al norte de Fuerteventura, sino que tuvo su máxima expresión en Lanzarote, donde se constituye en dirección dominante. Esta dilatación, aunque girada ligeramente más al E, podría considerarse como una prolongación en el tiempo de la dirección preferente del campo de esfuerzos regional NNE-SSO que dio origen a la isla en el Paleoceno superior.

La segunda estructura volcánica es la dibujada por los diques asociados con las emisiones basálticas miocenas, que tienen pautas de orientación variable. En los afloramientos del oeste (zona costera, Montaña de Las Maretas, etc.), los diques tienden a situarse según una dirección más o menos norteeda, que en parte concuerda con las lineaciones principales. Sin embargo, en los pequeños afloramientos del este (Atalaya de Huriamen), los diques adoptan una dirección N100°E, en parte concordantes con la otra familia de lineamientos. Del análisis conjunto de todos los diques, considerando también las hojas de más al sur (La Oliva y Punta de Paso Chico), no se deduce ningún modelo radial o lineal correspondiente a esfuerzos compresivos locales sino más bien parece que existe una superposición de campos de esfuerzos que no resulta clara de interpretar. Tal vez, la falta de mayores y más continuados afloramientos de la superestructura basáltica miocena sea la causa de esta indeterminación. De cualquier manera, esta diversidad de direcciones podría explicarse con criterios estratigráficos; así, mientras los afloramientos del oeste parecen corresponder a tramos inferiores de los basaltos miocenos, los del este corresponden a tramos más altos. En el primer caso predominan los diques con direcciones norteedas, reflejo aún

de los esfuerzos de dilatación regionales, mientras que los diques del oeste, con su cambio de dirección, parecen ser el resultado de esfuerzos compresivos ya locales, una vez relajado el campo de esfuerzos regional.

Respecto a los movimientos verticales, no son muy importantes en esta hoja. La rasa pliocena sólo aflora en la costa oeste, a +12 m de cota sobre el nivel actual del mar. En el resto de la hoja, las erupciones volcánicas de la alineación Montaña Colorada-Morro del Perro han ganado terreno al mar, agrandando la isla en sentido norte y cubriendo la paleocosta de los basaltos miocenos. Sobre este campo de lavas recientes se han desarrollado dos rasas marinas, jandiense y erbanense, a nivel de pleamar, lo que indica muy pocos movimientos verticales durante el Cuaternario, en esta parte norte de Fuerteventura.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. LOS MATERIALES

Dentro del ámbito de esta hoja afloran materiales pertenecientes a las Fases miocena y pleistocena media-holocena.

Las coladas de la Fase plioceno media-holocena (o Fase reciente) ocupan la mayor parte de la superficie de la hoja y configuran un relieve de malpaís típico. Los centros de emisión de estas coladas se disponen según dos alineaciones subparalelas de dirección NE-SO. La alineación principal está formada de SO a NE por Montaña Colorada (244 m), Calderón Hondo (227 m), Caldera Rebanada (249 m), Caldera Encantada (234 m), las Calderas (245 m), Montaña San Rafael y Bayuyo (269 m); la Caldera de La Montaña (127 m), en la Isla de Lobos, parece formar parte de la misma alineación estructural.

Al norte de la alineación descrita aparece un segundo grupo de conos volcánicos con igual orientación: Montaña Lomo Blanco (139 m), Montaña de la Raya (79 m) y Montaña de la Mancha (152 m).

La Montaña del Cuervo (95 m), situada al este del conjunto principal, no guarda, aparentemente, ninguna relación estructural con el resto de los edificios volcánicos.

Al sur de la hoja aparece una pequeña colada asignada también a los episodios recientes, si bien su procedencia es del sur (véase hoja de La Oliva). Los afloramientos de los materiales de la Fase miocena y de los episodios pleistocenos más antiguos se reducen a una estrecha franja al sur de la hoja. Las áreas topográficamente más elevadas de este sector [Montaña de los Corrales (232 m)], Montaña Culata del Roque (183 m) Montaña de la Mareta (186 m), Montaña de la Costilla (181 m) y Montaña Atalaya de Huriamen (181 m) están elaboradas sobre materiales de la Fase miocena, que verosíblemente constituyen también el sustrato entre la costa oeste (al sur de Cutillo) y los alrededores de La Atalaya de Huriamen, si bien se hallan en gran parte recubiertos por sedimentos y coladas de las erupciones más modernas.

Las lavas de los primeros episodios pleistocenos constituyen los extremos de lenguas de coladas procedentes del sur (grupo de Montaña Pajarita y Montaña Negra, hoja de La Oliva) que hacia el este alcanzan la costa actual. Su extensión real se desconoce por hallarse en parte recubiertas por

las coladas siguientes. Presentan también el aspecto típico de las superficies de "malpaís", si bien con una morfología más degradada que la de las coladas posteriores.

Las formaciones sedimentarias ocupan también una extensión notable dentro de la superficie de esta hoja. Los sedimentos arealmente más importantes son las acumulaciones eólicas ("jables") actuales recientes que recubren el Malpaís de Corralejo en las áreas próximas al borde costero. Hay también un "jable" antiguo datado como Pleistoceno que aflora al sur de la hoja, aunque está en gran parte recubierto por las coladas de los Episodios recientes. Los frentes de las coladas pleistocenas-holocenas delimitaron en este sector una zona deprimida alargada en dirección E-O, que actualmente está parcialmente rellena por depósitos arenoso-arcillosos. En el extremo SE. de la hoja aflora un importante manto detrítico, formado por depósitos aluviales y coluviales emplazados al pie de los relieves miocenos, en un sector donde los procesos denudativos del relieve han actuado durante un dilatado espacio temporal sin interrupción por actividad volcánica. Finalmente, a lo largo del borde costero afloran depósitos marinos antiguos relacionados con la dinámica marina en este sector durante el Plioceno-Holoceno.

De manera adjunta, se incluye una reducción del Mapa Geomorfológico de esta hoja, realizado originalmente a escala 1:25.000.

4.2. FASES GENERATIVAS DEL RELIEVE

Pueden distinguirse dos grandes unidades del relieve morfológicamente bien caracterizadas. Las coladas de los Episodios recientes (Pleistoceno medio-Holoceno), que ocupan la mayor parte de la superficie de la hoja, configuran un relieve joven, esencialmente volcánico. Por su parte, a los materiales más antiguos (Mioceno) se asocia un relieve mucho más degradado que es el resultado de la interferencia, a lo largo de un espacio temporal mucho más dilatado, entre los procesos constructivos (volcanismo) y destructivos del relieve (erosivos).

La interferencia entre los procesos geodinámicos antes mencionada, así como la falta de datos de sondeos, dificultan en gran medida la reconstrucción de la historia geomorfológica previa a los Episodios recientes. Las lavas de estos primeros episodios pleistocenos aprovechan en su emplazamiento las zonas deprimidas del relieve preexistente, del que únicamente se conservan, aunque muy degradadas las áreas topográficamente más elevadas. Estos relieves (véase también la hoja de La Oliva) limitaron la extensión de las coladas, que adquirieron así una morfología digitada y protegieron ciertas áreas, manteniéndolas al margen de la actividad volcánica: tal es el caso del sector situado al oeste de los relieves de la Culata del Roque, donde los procesos denudativos del relieve iniciados en el Mioceno han continuado hasta la actualidad sin interrupción por actividad volcánica.

Los depósitos eólicos localizados al sur de la hoja se relacionan con una paleocosta arenosa, pleistocena, situada al norte de la isla. La posición de la línea de costa asociada, así como la extensión de la isla en esta época, no pueden precisarse con los datos de que se dispone. Dado que no existen caliches sobre las coladas de los últimos Episodios recientes, los escontramientos que cementan estas arenas se consideran igualmente pleistocenos.

Los edificios volcánicos de la Fase pleistoceno media-holocena siguen (si se excluye Montaña del Cuervo) unas directrices estructurales claras, de lo que puede deducirse que la actividad volcánica en esta época está íntimamente relacionada con procesos tectónicos responsables de la formación de fracturas NE-SO, a través de las cuales tuvieron lugar las erupciones. Estas erupciones generaron un extenso campo de lava, si bien se desconoce su espesor real. Por este motivo (desconocimiento de la "estratigrafía" de las coladas de estos episodios), también resulta prácticamente imposible saber en qué medida estas coladas han ganado terreno al mar y por tanto cuantificar el aumento en extensión de la isla tras su emplazamiento. Con posterioridad a este último episodio volcánico se inicia una nueva etapa denudativa, que continúa en la actualidad, durante la cual, y como había sucedido en etapas anteriores, se acumula en el borde costero un importante conjunto eólico.

A los procesos descritos, responsables de la génesis del relieve en este sector, habría que sumar la dinámica litoral. Si bien existen restos de antiguos niveles marinos, la posición de la línea de costa asociada a cada uno de ellos se halla enmascarada por los procesos geodinámicos que actuaron con posterioridad. En el tramo playa del Aljibe-playa del Castillo se conservan depósitos marinos sobre una antigua plataforma de abrasión a 10-20 m, a los que se asigna una edad pliocena (véase también las hojas de Punta del Paso Chico y de Los Molinos). Este es el sector más septentrional de la isla en el que se conserva dicho nivel marino.

Al norte de Cotillo aparece un segundo nivel marino, fosilizado por las coladas de las emisiones recientes, en posición más baja que el anterior y atribuido por MECO *et al.* (1987) al Jandiense (Pleistoceno superior). Por último, y prácticamente omnipresentes a lo largo de todo el borde costero, aparecen unos depósitos marinos a 0,5 m sobre el nivel actual del mar, datados como holocenos [MECO *et al.* (1987), CRIADO (1987)]. Estos depósitos se asientan sobre las coladas de los Episodios recientes y son relacionados por los autores antes citados con la transgresión Erbanense y Mellahiense-Flandriense, respectivamente. No obstante, en algunos puntos su posición con respecto a las coladas de los Episodios recientes no resulta tan evidente: así, en El Puerto (Cotillo), al norte de la playa de Marfolín, se observan restos de estas playas rellenando las superficies de disyunción de los basaltos. En otros casos parecen existir intercalaciones de materiales arcillosos, tal vez restos de suelos o arrastres de origen continental en las grietas de fragmentación de las coladas. Todo esto podría relacionarse con la inyección de estos materiales desde la base de ésta durante su emplazamiento y con posterioridad a la formación de la playa o suelos. En la costa norte, fundamentalmente en el tramo comprendido entre la Punta Blanca y la Punta de Corralejo, son visibles también dos cordones de cantos con una gran continuidad lateral tan sólo interrumpida puntualmente, que se disponen de forma subparalela bordeando la costa. El cordón más bajo se relaciona con la dinámica marina actual, mientras que el más alto es atribuido por MECO *et al.* (1987) al nivel de playa erbanense. La dinámica actual es igualmente responsable de la elaboración de una plataforma de abrasión sobre el nivel holoceno, cuyos depósitos han sido prácticamente desmantelados en algunos sectores.

No existe actualmente una red de drenaje bien desarrollada, por lo que los procesos denudativos se concentran principalmente en la zona costera y en aquellos sectores, al sur de la hoja, donde existe una acumulación importante de sedimentos: reactivación de los depósitos eólicos pleistocenos y reincisión de la cobertera sedimentaria por pequeños barrancos fundamentalmente.

4.3. PRINCIPALES FORMAS DIFERENCIABLES

Se clasifican las formas del relieve de acuerdo con la naturaleza del agente geodinámico que las ha originado: endógeno (volcanismo) o exógeno (viento, aire, ríos, mar, gravedad).

4.3.1. Formas volcánicas

Superficies de colada

Se ha cartografiado como tales superficies la elaborada sobre coladas de la Fase miocena, al sur de Tostón, y recubierta hacia el oeste y suroeste por materiales detríticos (coluviales y aluviales) emplazados al pie de los relieves de la Culata del Roque. Sin embargo, y dado que los procesos denudativos han actuado en este sector durante un dilatado espacio temporal (Mioceno-actualidad), la morfología actual es más un resultado de estos procesos que de los puramente volcánicos.

Edificios volcánicos

Los edificios volcánicos conservados corresponden a los Episodios recientes. Se disponen siguiendo dos alineaciones subparalelas de dirección NE-SO, excepción hecha de la Montaña del Cuervo, que aparentemente no guarda una relación estructural con los otros edificios.

Los volcanes de la alineación principal se disponen imbricándose entre sí y están rodeados por edificios menores que corresponden a conos de piroclastos y hornitos: los hornitos tienen una forma cónica característica y son especialmente numerosos en la isla de Lobos.

El edificio mejor conservado es el Calderón Hondo, dentro de la alineación principal, con una forma troncocónica bien desarrollada y un cráter central casi perfecto. El resto de los conos volcánicos tienen forma de herradura o media luna con las aberturas orientadas al oeste (NO. a SO.) y este (NE a SE).

Las coladas emitidas por los volcanes de la Fase pleistocena media-holocena conservan una morfología propia del malpaís. Son terrenos ásperos, difícilmente transitables, con numerosas depresiones y escarpes, que a veces se corresponden con los frentes de las distintas coladas; aunque menos abundantes, aparecen también tubos volcánicos y formas abombadas a modo de grandes burbujas, así, como superficies de lavas cortadas. En las áreas próximas al borde costero, el malpaís aparece recubierto por una cobertera más o menos espesa según las áreas de arenas eólicas.

Las coladas de erupciones antiguas de los Episodios recientes (grupo de Montaña Pajarita y Montaña Negra) presentan también las características propias del malpaís, aunque con un aspecto más degradado que el de las coladas posteriores.

4.3.2. Formas marinas

La costa es esencialmente baja; los únicos tramos acantilados de cierta importancia se localizan en el extremo SO de la hoja, en relación con las coladas miocenas y con los sedimentos que fosilizan la "rasa" pliocena, y también en la isla de Lobos, coincidiendo con los edificios volcánicos parcialmente desmantelados por la erosión marina.

Las playas presentan un desarrollo escaso; las más importantes se localizan en la costa oeste, al sur de Corralejo y en el extremo SO de la hoja (playa del Castillo y Playa del Aljibe de la Cueva).

En la costa norte, fundamentalmente en el tramo Punta de Beatriz-Punta de Corralejo, se observan dos cordones de cantos en la zona supramareal dispuestos subparalelamente y con una gran continuidad lateral. Entre ambos cordones suelen aparecer depósitos fango-arenosos que pueden relacionarse con el encharcamiento temporal de estas zonas deprimidas, aunque también pudieran corresponder a la colmatación de antiguos "lagoons" (similares a los que actualmente pueden verse en la costa este de la isla de Lobos). De forma puntual se observan también "washover" (abanicos de derrame) que rompen estos cordones.

En la zona intermareal, y prácticamente a lo largo de toda la costa, puede observarse la plataforma de abrasión actual elaborada sobre los depósitos de las playas erbanenses (Holoceno).

4.3.3. Formas de origen eólico

Las arenas de origen eólico ocupan una gran extensión dentro de la superficie de esta hoja, principalmente aquellas depositadas sobre las coladas de los Episodios recientes. Las arenas pleistocenas presentan un menor desarrollo, debido sobre todo a que han sido en gran parte recubiertas por las coladas de aquellos episodios.

Los depósitos eólicos actuales o recientes definen cartográficamente grandes manchas arenosas que desde la costa penetran en el malpaís, aunque en algunos sectores (Punta Blanca-Punta la Seba y Punta Lola-Bajo Amarillo) se limitan únicamente al relleno de pequeñas depresiones intracoladas. Tanto la disposición de los cuerpos arenosos como la orientación de las crestas de las dunas sugieren su acumulación a favor de vientos procedentes del NE (costa norte) y N-NE (costa oeste). El contacto entre estos cuerpos arenosos y el malpaís es muy neto y generalmente dibuja una línea prácticamente recta. Esto podría explicarse conjugando varios factores: la dirección de los vientos dominantes, la situación del área fuente de estas arenas y la topografía de la zona de depósito (las arenas se acumulan en las zonas deprimidas coincidiendo en algunos casos los límites de los cuerpos arenosos con los escarpes de los frentes de coladas). Dada la escasez de playas arenosas importantes, cabe pensar que buena parte de las arenas sean heredadas de una antigua costa arenosa (¿holocena?).

Las dunas son únicamente importantes en la franja arenosa que se extiende a lo largo de la costa oeste, al sur de Corralejo, donde el volumen de arenas es mayor, correspondiendo las formas mayores al tipo barjanoide. El resto de acumulaciones eólicas forma, excepto en las zonas más próximas a la costa, una delgada cobertera en parte fijada por la vegetación, bajo la cual puede entreverse el sustrato.

Las arenas pleistocenas están parcialmente cementadas por caliches y en parte han sido removilizadas, dando lugar a nuevas acumulaciones eólicas, tal como se observa en las proximidades de los relieves de la Culata del Roque.

4.3.4. Formas de origen aluvial

La red de drenaje que recorre el Malpaís de Corralejo está formada por cursos de escasa incisión lineal que generalmente desaparecen antes de alcanzar el borde costero sumidos en las depresiones del malpaís o en las arenas que los recubren. La incisión lineal es mayor en aquellos cursos que discurren atravesando los sedimentos que afloran al sur de la hoja, dando lugar a ramblas (Cañada de Melián), cárcavas y "ravines".

4.3.5. Formas debidas a denudación

Los procesos denudativos han atacado especialmente los relieves miocenos, ya que son los más antiguos. Generalmente, en las vertientes de estos relieves se distingue una parte alta en la que aflora la roca desnuda, una parte intermedia recubierta por depósitos coluviales, y finalmente, ya al pie de estas vertientes, una zona recubierta por depósitos aluviales (y coluviales), que se han cartografiado como abanicos de piedemonte. Estos abanicos, al coalescer lateralmente, forman en el extremo SO de la hoja una superficie extensa y llana (Tablero de la Molina) cuyo reflejo geomorfológico sería en última instancia un glacis de acumulación, si bien en la cartografía se han querido resaltar las formas menores, es decir, los procesos que la han originado.

Las cumbres de estos relieves, debido a estos procesos, han quedado reducidas a crestas alomadas escalonadas a distintas alturas.

4.4. TOPONÍMIA DE SIGNIFICADO GEOMORFOLÓGICO O GEOLÓGICO

Edificios volcánicos: Calderón Hondo, Caldera Encantada, Caldera de Rebanada, Las Calderas, Caldera de la Montaña, Morros de Bayuyo, Morros del Perro, Montañeta del Morro Francisco, Morros Tamboriles, Montañeta del Coto de los Camachos, Morro del norte de la Atalaya, Morro Picado, Morro de Las Lentejas, Morros de la Pila, Morro de la Morada, Atalaya Chica, Atalaya Grande, Atalaya del Faro, Morro Colorado de la Pila, Morro Felipe, Los Roques, Roques del Puertito, Roque del Este, Roque Cercado.

Malpaíses: Malpaís del Alto de Villaseca, Malpaís de Tía Seca.

Acumulaciones eólicas: El Jable, Jable del Moro, El Jablito, Montaña. Lomo Blanco: Punta Blanca, Veril Blanco.

Glacis de acumulación: Tablero de la Molina.

Zonas de disyunción de la roca (basalto) en placas o lajas: Costa de los Lajares, Lajares.

Lagunas costeras: Las Lagunillas, El Charcón, Los Islotes del Charcón.

Relieves residuales en el malpaís: Coto de María Díaz, Coto de Pedro Charcón, Coto de las Mareas, Coto de los Mojoncillos, Coto Suerte de las Palomas, Coto de la Costilla, Coto del Cobón, Coto del Medio, Coto de los Camachos, los Cotos Tamboriles, Coto de Don Pedro, Coto de la Capellana, Coto de Huriamen, Coto de Don Salvador.

4.5. SECUENCIA DE LOS PRINCIPALES ACONTECIMIENTOS GEOMORFOLÓGICOS

- Fase volcánica miocena.
- Degradación de los relieves creados y acumulación de depósitos aluviales y coluviales al pie de las vertientes.
- Elaboración de la rasa marina pliocena y de sus depósitos asociados; en la fase regresiva subsiguiente, los depósitos marinos son fosilizados por arenas eólicas y materiales detríticos.
- Emisión de las primeras coladas de la Fase pleistocena media-holocena y fosilización de las zonas deprimidas del relieve previo (excepto en el extremo SO de la hoja, donde continúan los procesos denudativos).
- Eolización de los relieves próximos a partir de una paleocosta arenosa situada al norte del límite actual de las coladas. Esta eolización, según MECO *et al.* (1987), se produciría a lo largo de distintas etapas, interrumpida por la emisión de las coladas pleistocenas [CRIADO (1987)]. El único dato aproximado sobre la posición de la línea/s de costa pleistocena está representado por la rasa jandiense (Pleistoceno superior) [MECO *et al.* (1987)].
- Emisión del resto de las coladas de la Fase pleistoceno media-holocena (Malpaís de Corralejo), que aunque actualmente ocupan la mayor parte de la superficie de esta hoja, se desconoce en qué medida han contribuido a aumentar la extensión de la isla en este sector. Emisión de las coladas de Montaña de Arena.
- Elaboración de la rasa erbanense y depósitos asociados, entre los que podría incluirse el cordón de cantos más alto [MECO *et al.* (1987) y CRIADO (1987)].
- En el interior, los procesos denudativos continúan con la degradación de los relieves preexistentes, acumulándose los productos resultantes al pie de las vertientes. Asimismo, al sur de la hoja queda delimitada, entre los frentes de las distintas coladas, una zona deprimida alargada en dirección E-O, que funcionará como una zona endorreica en la que se van a acumular sedimentos arenoso-arcillosos.
- Liger a incisión del malpaís por una red de drenaje escasamente desarrollada.
- Formación de importantes acumulaciones de arenas eólicas sobre los malpaíses: dunas de Corralejo y otras de menor volumen.
- Elaboración de la rasa actual y del cordón de cantos más bajo, que son los rasgos geomorfológicos más destacados en el litoral actual.

5. PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA

En este apartado se describen las características petrológicas y geoquímicas generales de las distintas formaciones volcánicas representadas en la zona, habiéndose realizado un muestreo sistemático de las mismas, tanto para su estudio petrográfico como geoquímico. Primeramente se describen las características petrológicas de las fases volcánicas y de los tramos o episodios que

en ellas se han distinguido y posteriormente se hará un comentario sobre su comportamiento geoquímico.

La caracterización geoquímica de las fases volcánicas se ha realizado considerando la totalidad de los análisis químicos que de cada una de ellas se dispone en la isla, ya que de esta manera es posible observar mejor el comportamiento geoquímico global que presentan. En el caso de la Fase miocena, se han tenido en cuenta, para el comentario geoquímico, las muestras correspondientes al edificio mioceno en el que se halla enclavada la hoja, si bien en los diagramas se han representado las muestras disponibles pertenecientes a cada uno de los tres edificios miocenos de la isla. En cualquier caso, no obstante, en las representaciones gráficas siempre se resalta con simbología diferente las muestras tomadas en el área cartografiada.

Además de los análisis expresamente realizados para este trabajo, se han incluido también los existentes en la bibliografía. Por ello, algunas diferencias que puedan encontrarse en los contenidos de algunos elementos de rocas similares pueden deberse, en parte, a la diversidad de procedencia de los análisis, principalmente a las técnicas analíticas empleadas.

En las Tablas 5.1 y 5.2 aparecen listados todos los análisis de elementos mayores, menores y la norma CIPW. La clasificación tipológica de las muestras se ha llevado a cabo mediante el digrama TAS de clasificación de rocas volcánicas de la IUGS, [LE BAS *et al.* (1986b)]. La denominación de las rocas obtenidas en dicho diagrama aparece al pie de la tabla, junto con la localización geográfica de las muestras. En algunos casos, por sus elevados contenidos en agua y CO₂, algunas muestras no tienen representación en el diagrama TAS, por lo que puede darse el caso de ausencia de puntos en la proyección.

Tabla IV. Fase miocena. Análisis químicos, norma CIPW y parámetros geoquímicos.

Muestra	RB-6	Muestra	RB-6	Muestra	RB-6
SiO ₂	47.45	Ba	295	Ab	32.57
Al ₂ O ₃	15.18	Ce	69	An	20.07
Fe ₂ O ₃	12.15	Cr	32	Di	9.21
FeO		La	41	Hy	2.95
MgO	4.79	Nb	50	Ol	3.30
CaO	10.01	Ni	5	He	12.15
Na ₂ O	3.85	Rb	18	Il	.34
K ₂ O	1.38	Sr	778	Ap	1.67
MnO	.16	V	325	ID	40.73
TiO ₂	3.93	Y	25	FEMG	.00
P ₂ O ₅	.72	Zr	277	IP	.52
H ₂ O	.40	Or	8.15		

RB-6 Traquibasalto potásico. Colada del Puerto de Tostón. (MAGNA).

**Tabla 5.2. Fase pleistocena media-holocena. Episodios recientes.
Análisis químicos, norma CIPW y parámetros geoquímicos.**

Muestra	16499	16666	16715	16696	BM-3050	16763	RB-21	18095
SiO ₂	42.35	42.50	42.85	43.80	42.52	49.15	49.84	49.85
Al ₂ O ₃	13.00	13.64	13.41	13.33	12.58	14.05	13.09	14.29
Fe ₂ O ₃	4.50	2.95	4.91	3.51	12.00	1.77	11.32	2.51
FeO	7.66	9.03	7.42	8.25		8.96		8.54
MgO	12.84	11.98	11.76	12.41	11.46	9.41	9.40	8.87
CaO	10.42	11.34	10.43	10.86	10.12	9.81	9.17	9.39
Na ₂ O	3.13	3.17	3.40	3.06	3.56	3.22	3.50	2.94
K ₂ O	1.49	1.47	1.40	1.06	1.23	.75	.78	.68
MnO	.16	.16	.16	.16	.16	.14	.14	.14
TiO ₂	2.61	2.67	2.48	2.16	2.61	2.02	2.29	1.86
P ₂ O ₅	.84	.83	.77	.78	.69	.43	.44	.29
H ₂ O	.82	.60	1.00	.54	.00	.32	.00	.63
Ba					372		253	
Ce					76		33	
Cr					347		327	
La					38		<30	
Nb					60		38	
Ni					242		204	
Rb					19		10	
Sr					632		483	
V					228		185	
Y					16		17	
Zr					218		170	
Or	8.81	8.69	8.27	6.26	7.27	4.43	4.61	4.02
Ab	6.02	2.25	8.36	10.05	7.43	27.25	29.62	24.88
An	17.02	18.65	17.20	19.51	14.71	21.67	17.70	23.79
Ne	11.09	13.31	11.06	8.58	12.29			
Di	23.16	25.80	23.42	23.39	24.94	19.60	20.14	16.92
Hy						2.27	4.66	14.61
Ol	19.49	19.77	17.08	20.59	20.06	17.09	14.41	7.31
Mt	6.52	4.28	7.12	5.09	2.65	2.57	2.51	3.64
Il	4.96	5.07	4.71	4.10	4.96	3.84	4.35	3.53
Ap	1.95	1.92	1.78	1.81	1.60	1.00	1.02	.67
ID	25.91	24.25	27.69	24.90	32.30	31.68	34.23	28.90
FEMG	.13	.20	.13	.18	.00	.28	.00	.27
IP	.52	.50	.53	.46	.57	.43	.50	.39

- 1649 Basanita. Colada en el extremo NE de Caldera de la Montaña; isla de Lobos. [CENDRERO (1966)].
16666 Basanita. Colada en la zona de Las Lagunillas; isla de Lobos. [CENDRERO (1966)].
16715 Basanita. Colada del malpais de Corralejo, Morros del Perro. [CENDRERO (1966)].
16696 Basanita. Colada del malpais de Corralejo, ladera E de Caldera Rebanada.[CENDRERO (1966)].
BM-3050 Basanita. Colada del malpais de Corralejo, solar a 160 m de playa de los Verilitos. (MAGNA).
16763 Basalto. Colada del malpais de Corralejo, barrio del Roque. [CENDRERO (1966)].
RB-21 Basalto. Colada del malpais de Corralejo, Coto de Los Camachos. [MAGNA].
12577 Basalto (Lerzolitita). Enclave en las coladas de la isla de Lobos. [SAGREDO (1969)].
18095 Basalto. Colada del malpais al E de El Quemado; cota 90 m.[FUSTER et al. (1968)].

Tabla 5.2. Fase pleistocena media-holocena. Episodios recientes. (Continuación)
Análisis químicos, norma CIPW y parámetros geoquímicos.

Muestra	12577	Muestra	12577	Muestra	12577
SiO ₂	49.50	MnO	.20	Hy	11.77
Al ₂ O ₃	3.68	TiO ₂	.46	Ol	16.33
Fe ₂ O ₃	2.34	P ₂ O ₅	.00	Mt	3.39
FeO	7.75	H ₂ O	.53	Il	.87
MgO	19.63	Or	.83	ID	4.55
CaO	15.48	Ab	3.72	FEMG	.16
Na ₂ O	.44	An	7.65	IP	.24
K ₂ O	.14	Di	55.05		

12577 Basalto (Lerzolita). Enclave en las coladas de la isla de Lobos. [SAGREDO (1969)].

5.1. FORMACIONES POST COMPLEJO BASAL

5.1.1. Fase miocena. Petrología

Esta fase volcánica se caracteriza por una enorme homogeneidad composicional, tanto en el Grupo Ampuyenta como en el postAmpuyenta, correspondiendo todos sus términos a rocas basálticas, en donde, sin embargo, se distinguen varios tipos petrográficos.

5.1.1.1. Grupo Ampuyenta

5.1.1.1.1. Coladas y diques basálticos olivínico-piroxénicos (1 y 3)

Los afloramientos de este grupo, en esta área sólo se hallan representados por coladas y diques que afloran en la costa occidental de la Hoja, habiendo sido muestreada solamente una colada y varios diques, dado el menor grado de alteración que presentan éstos.

La colada muestreada corresponde a una roca basáltica piroxénica, de textura microgranular y de clara tendencia ankaramítica, siendo esta composición relativamente abundante en los términos lávicos de este sector. En la roca destacan, incluso macroscópicamente, enormes y abundantes fenocristales de augita idiomorfos-subidiomorfos, prismáticos y hexagonales, con tamaños superiores al centímetro. Con frecuencia forman glomérulos y a menudo están microzonados, presentando un borde de color rosáceo, indicando una tendencia titanada. Relativamente abundante es también el olivino, en ocasiones en cristales incompletos y generalmente muy oxidado. La plagioclasa aparece también como fenocristal en cristales tabulares maclados, pero con un carácter subordinado respecto a los otros dos.

Como componentes de la matriz se encuentran plagioclasa abundante en forma de microlitos, augita y opacos.

Los diques en este sector son con frecuencia de basaltos piroxénicos, semejantes a las coladas anteriormente descritas. Es de destacar la presencia en la playa de Aljibe de la Cueva, de un dique muy oxidado y de carácter afírico, cuya matriz, además de plagioclasa y opacos contiene abundantes plaquitas de biotita.

5.1.1.2. *Tramo medio-superior indiferenciado*

5.1.1.2.1. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas y plagioclásicas. Diques basáltico-traquibasálticos. (1,2,4 y 5)

Relieves residuales de este tramo afloran en la parte meridional de la hoja, habiendo sido muestreadas coladas y algunos de los diques que las cortan. Los tipos petrológicos distinguidos son los siguientes:

Basaltos olivínicos. Son rocas porfídicas de matriz microcristalina intergranular, con abundantes fenocristales de olivino idiomorfo-subidiomorfo y secciones hexagonales, romboédricas, prismáticas o cuadráticas. A menudo prácticamente todos los cristales están fuertemente alterados a iddingsita o serpentina. En menor proporción y tamaño se encuentra la augita, que suele estar restringida a la matriz en la mayoría de los casos.

La matriz está constituida por un entramado de microlitos de plagioclasa maclada polisintéticamente, augita, olivino y abundantísimos opacos. Rellenando los huecos y algunas vacuolas aparecen carbonatos y ceolitas, grupo de minerales que se encuentran siempre en las mismas condiciones en casi todos los tipos petrológicos distinguidos.

Basaltos olivínico-piroxénicos. Se han localizado estos tipos en la Montaña Atalaya de Huriamen y en el Morro de la Culata del Roque. Corresponden a rocas porfídicas, con matriz variable en cuanto a su grado de cristalinidad, entre micro y criptocristalina, destacando en algún caso el carácter fluidal en alguna muestra. Generalmente es la augita el fenocristal más abundante, con tamaños inferiores a 1 mm. Presenta formas prismáticas y hexagonales, además de microzonado y maclado. De semejante tamaño es el olivino idiomorfo-subidiomorfo, siempre fuertemente iddingsitizado. Mucho más escasa aún como fenocristal es la plagioclasa (labradorita), que aparece en cristales tabulares maclados.

Los constituyentes de la matriz son finos microlitos de plagioclasa, en ocasiones dispuestos según una marcada orientación fluidal, augita, olivino siempre oxidado y opacos muy diminutos.

Basaltos plagioclásicos-olivínicos. Estos tipos aparecen siempre en coladas de poco espesor en casi todos los afloramientos. Son porfídicos y de matriz microcristalina glomeroporfídica intergranular. Destacan los grandes fenocristales en glomérulos de plagioclasa (labradorita) maclada, en forma de cristales tabulares, de hasta 7 o 9 mm de tamaño y los de olivino prismático idiomorfo-subidiomorfo generalmente de menor tamaño y en cantidades variables. Más escasa es la augita, con cierta tendencia titanada y también de carácter prismático.

La matriz es rica en microlitos de plagioclasa, olivino iddingsitizado, augita y opacos con formas cuadráticas y aciculares.

Se muestreó también algún depósito tobáceo de naturaleza basáltica en la Montaña Atalaya de Huriamen, observándose una cierta proporción de fragmentos de roca basáltica subredondeados, así como abundantes cristales individuales de plagioclasa, augita, olivino iddingsitizado y a menudo rotos, dispuestos en una matriz vítrea muy oxidada y alterada.

La red de diques que corta a las coladas es relativamente importantes pero a diferencia de los descritos en el Grupo Ampuyenta, en este caso, al menos todos los diques muestreados corresponden a rocas de composición basáltica, de tendencia traquibasáltica y en algún caso a rocas traquíticas.

Basaltos-traquibasaltos. Corresponden a diques muestreados en la Montaña de la Costilla, Culata del Roque, Morro de Diego Armas, La Mareta y Montaña Atalaya de Huriamen. En general son siempre de carácter afírico o débilmente porfídico, con una matriz microcristalina o intergranular de tendencia traquitoide.

Los escasos fenocristales o microfenocristales que presentan suelen ser de anfíbol y/o plagioclasa y en algún caso sólo de olivino. El anfíbol es marrón, idiomorfo-subidiomorfo, con algún reborde oxidado y con tamaños a veces cercanos a 1 mm. La plagioclasa tiene hábito tabular y está maclada polisintéticamente. La matriz está formada por abundantes microlitos de plagioclasa orientados según el flujo magmático, diminutos opacos, algún anfíbol reabsorbido y escasos olivinos oxidados. Rellenando huecos y fisuras suele haber carbonatos.

Finalmente, hay que resaltar que este tipo de composiciones intermedias y a veces casi sálicas, no son demasiado frecuentes en los diques de la fase volcánica miocena.

5.1.1.2.2. Coladas basálticas plagioclásico-piroxénicas del puerto de Tostón (7)

Las muestras de la potente colada de lava del puerto de Tostón-Cotillo corresponden a basaltos plagioclásico-piroxénicos, de textura porfídica y matriz micro criptocristalina. Los únicos fenocristales son de plagioclasa maclada idiomorfa-subidiomorfa, con hábito prismático. La matriz es muy fina y está constituida asimismo por microlitos de plagioclasa, biotita poiquilítica, augita prismática y abundantísimos y diminutos cristalitos de opacos.

Uno de los diques que atraviesa esta colada es de basaltos piroxénico-olivínicos y de textura porfídica microcristalina. Presenta abundantes fenocristales idiomorfos-subidiomorfos de augita prismática, con tamaños entre 1 y 2 mm, maclados y con microzonación concéntrica. En la matriz abunda plagioclasa maclada, augita, opacos y, de manera más escasa, el olivino alterado. Sustituyendo a olivinos y también en huecos, aparecen carbonatos.

5.1.2. Fase miocena. Geoquímica

Se dispone únicamente de un análisis químico dentro de esta hoja, Tabla 5.1, que corresponde a un traquibasalto en el diagrama TAS (Fig. 5.1).

Como con un solo análisis no se puede hacer un estudio geoquímico, se hará éste apoyándose en la información disponible de esta Fase miocena en el resto de las hojas de la isla.

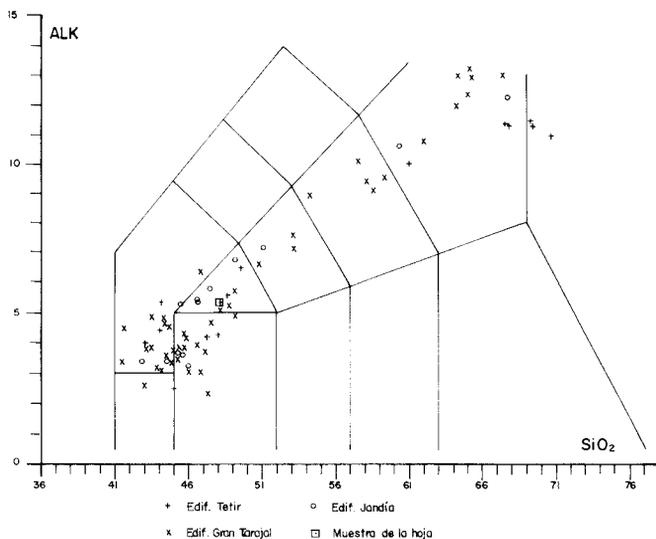


Fig. 5.1. Diagrama TAS de la Fase mioceno.

En general, en la Fase miocena los tipos litológicos corresponden en su mayoría a rocas basálticas y traquibasálticas, como ocurre en las muestras estudiadas petrográficamente. El resto de las rocas corresponden a basanitas (no encontrados petrográficamente), mugearitas y benmoireitas (muy escasas) y traquitas e incluso alguna riolita.

Estas rocas básicas muestran valores bajos de SiO_2 (entre 42 y 49%), también bajos de Al_2O_3 y altos de CaO y MgO . En la norma se caracterizan por el alto contenido en apatito, ilmenita y magnetita, más o menos alto en anortita y por tener un grado de subsaturación más o menos importante, con presencia de olivino y/o nefelina. Son rocas muy poco diferenciadas y con índice de peralcalinidad bajo.

Las rocas sálicas de esta fase volcánica no están representadas en la hoja. Corresponden a términos traquíticos y en algún caso riolíticos, manifestándose en forma de intrusiones (Montaña Tindaya, Morros de Pozo Negro, etc.).

En las relaciones óxidos/ SiO_2 (Fig. 5.2), las rocas de la Fase miocena siguen una pauta normal de diferenciación, con disminución de los elementos propios de minerales ferromagnesianos y aumento en álcalis y alúmina.

En el triángulo AFM (Fig. 5.3), se observa un comportamiento característico de rocas de la serie alcalina.

Comparando los tres edificios miocenos de la isla, parece observarse (Fig. 5.1), que las rocas pertenecientes al edificio norte de la isla son algo menos alcalinas, sin términos basaníticos y tefríticos, en comparación con las rocas de los otros dos edificios.

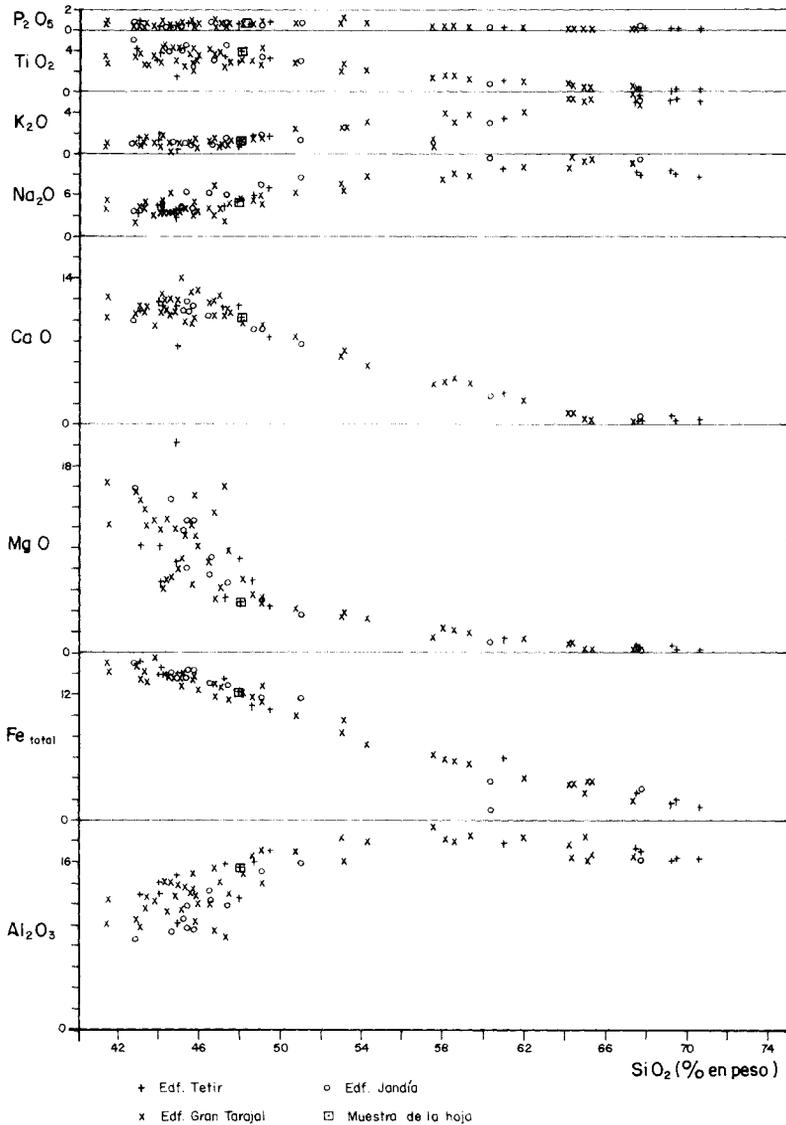


Fig. 5.2. Diagrama binario de variación de elementos mayores de la Fase miocena.

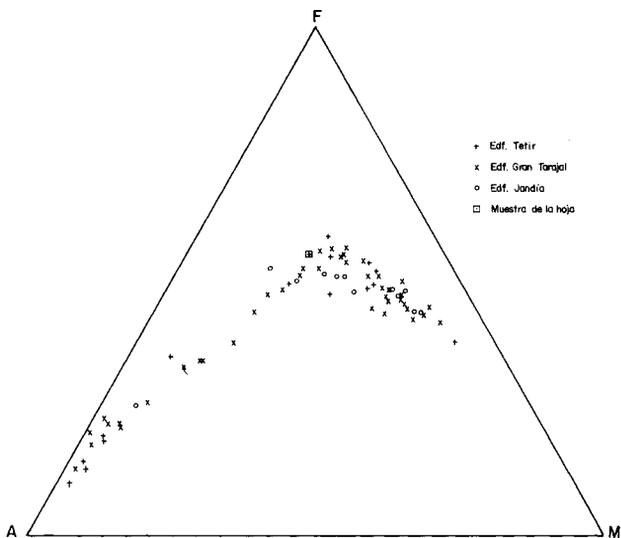


Fig. 5.3. Diagrama AFM de la Fase miocena

5.1.3. Fase Pleistoceno medio-Holoceno. Episodios recientes. Petrología

5.1.3.1. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas del grupo Montaña Pajarita y Montaña Negra. (9)

Las muestras estudiadas corresponden a la zona del pueblo de Lajares, observándose en ellas gran homogeneidad composicional, con algunas variaciones en cuanto al grado de cristalinidad de la matriz. Corresponden a rocas vesiculares de textura porfídica microcristalina o intergranular intersertal, compuestas principalmente por fenocristales de olivino idiomorfos-subidiomorfos, prismáticos y subredondeados. La matriz está constituida por microlitos de plagioclasa maclada, augita prismática y opacos.

Las coladas atribuidas supuestamente a este edificio muestran una composición basáltica olivínico-piroxénica, con características texturales y mineralógicas idénticas a las anteriores.

5.1.3.2. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas (Montaña Los Saltos) (11)

Las emisiones lávicas de este centro de emisión muestran una composición basáltica olivínico-piroxénica, con características texturales y mineralógicas idénticas a las anteriores.

5.1.3.3. *Depósitos de caliche* (13)

Son rocas cementadas por carbonatos, en los que se observan fragmentos de rocas basálticas porfídicas y en algunos casos restos de fósiles de gasterópodos.

5.1.3.4. *Alineación volcánica Montaña Colorada-isla de Lobos y coladas de Montaña La Arena.*

5.1.3.4.1. Coladas y piroclastos basálticos olivínicos (14 y 15)

Malpaís de Corralejo. Los materiales correspondientes a este malpaís son predominantemente basaltos olivínico-piroxénicos muy vesiculares, con texturas que varían entre cristalina intergranular, en la que no hay un predominio claro de fenocristales que destaquen sobre una matriz más fina, y porfídica microcristalina intergranular, con frecuencia de carácter hialopilitico.

El olivino se encuentra como feno o microfenocristales idiomorfos-subidiomorfos con hábitos prismáticos, hexagonales o subredondeados, a menudo con golfos de corrosión y formando agregados. Generalmente está siempre fresco y sólo en algunos casos presenta una incipiente iddingsitización en los bordes. Se ha observado también en algunas muestras la presencia de cristales algo mayores de olivino alotriomorfo con extinción ondulante y mayor grado de alteración, que deben corresponder a una generación anterior, quizás a nódulos ultramáficos desestabilizados. La augita es idiomorfa y prismática y aparece escasamente como fenocristal. La matriz está constituida por un entramado intergranular de microlitos de plagioclasa maclada según la ley de karlsbad o polisintéticamente, entre la que cristalizan gránulos de augita y opacos a veces esqueléticos. Con frecuencia, en los intersticios suelen aparecer pequeñas zonas vítreas de color marronáceo.

Las vesículas, muy abundantes en estas rocas, tienen formas subredondeadas y a veces son coalescentes, presentando en ocasiones rellenos secundarios.

En cuanto a las bombas de los edificios volcánicos de este malpaís, sólo cabe destacar en ellas su menor grado de cristalinidad y textura a menudo hialopilitica, debido al brusco enfriamiento sufrido durante sus trayectorias balísticas. Presentan también algunos nódulos ultramáficos de composición piroxenítica.

A pesar del carácter eminentemente basáltico de estas coladas, una muestra de un hornito o protuberancia en el cráter de Montaña San Rafael se ha clasificado modalmente y de manera provisional como basalto-basanitoide, debido a la ausencia casi total de plagioclasa.

Isla de Lobos. Las lavas, planchones lávicos intercalados en los conos y bombas volcánicas muestreadas en esta isla son también basaltos olivínico-piroxénicos y texturalmente semejantes a las del Malpaís de Corralejo. Son rocas muy vesiculares, con carácter más claramente porfídico que las anteriores y de matriz micro o criptocristalina. Destaca asimismo en ellas el carácter hialopilitico de la matriz, debido probablemente a la entrada de las coladas en aguas someras, con el consiguiente enfriamiento brusco y generación de explosiones hidrovulcánicas que dieron lugar a los numerosos hornitos y protuberancias que existen en la isla.

Son abundantes los fenocristales idiomorfos-subidiomorfos de olivino prismático y hexagonal, generalmente frescos. Presentan también golfos de corrosión y suelen formar microagregados. La matriz está formada por un entramado de microlitos de plagioclasa maclada, augita prismática, opacos y de manera intersticial aparece vidrio de color marronáceo. Las vesículas son subredondeadas o alargadas y suelen contener productos carbonáticos o arcillosos.

En las bombas del cono de la Montaña del Faro se observa una pasta vítrea negruzca (taquilita), en la que se encuentran inmersos los cristales de olivino, augita y plagioclasa.

Un aspecto muy característico en las lavas y piroclastos de todo el conjunto volcánico es la presencia en ellos de nódulos o xenolitos microgranudos equigranulares, principalmente de composición dunitica. Están compuestos mayoritariamente por cristales de olivino, entre los que destacan, como accesorios, algunos cristallitos de cromita.

Estos enclaves fueron estudiados en detalle por SAGREDO (1969), junto con los hallados en otros basaltos de la isla de Lanzarote, determinando varios tipos según sus componentes mineralógicos: dunitas, harzburgitas, lertzolitas y werhlitas. En el estudio micro y petroestructural que lleva a cabo en ellos, observa estructuras de deformación en los minerales (por ejemplo extinción ondulante en olivinos), que relaciona con procesos de deformación mecánica. La presencia de algunos de estos olivinos con esta característica, englobados en la textura global de algunos basaltos, fue ya mencionada en la descripción petrográfica de algunas muestras del Malpaís de Corralejo y también ha sido observada en otras coladas en la Hoja de La Oliva. Junto con otros datos, de campo, geoquímicos, etc., esta autora descarta su origen comagmático con los basaltos encajantes, apoyando, por el contrario, su origen xenolítico. Les supone, finalmente, una procedencia del manto superior.

En cuanto a las emisiones del volcán **Montaña La Arena**, en esta área no han sido muestreadas sus coladas. En el estudio realizado en la hoja de La Oliva, donde estos materiales están mayormente representados, se pone de manifiesto que son coladas basálticas olivínicas, en general de baja cristalinidad.

5.1.4. Fase pleistocena media-holocena. Episodios recientes. Geoquímica

Se dispone de nueve análisis químicos dentro de la hoja, Tabla 5.2, que corresponden a cuatro basaltos y cinco basanitas en el diagrama TAS (Fig. 5.4).

Los tipos petrográficos encontrados en la hoja corresponden todos a basaltos, sin foide modal, coincidiendo, por tanto, con su composición química.

En todos los diagramas, los análisis de muestras de los Episodios recientes de todas las hojas en donde afloran forman una nube compacta con muy escaso margen de variación. De esta nube se separan un poco tres de las muestras de basaltos de esta hoja, por su contenido en SiO₂ algo superior (49%) y una concretamente por su bajo contenido en álcalis y alto en CaO y MgO, que es la que corresponde a un enclave. En la norma son rocas saturadas con olivino e hyperstema y sin nefelina.

El resto de las muestras son rocas básicas con valores de SiO_2 entre 42 y 45%, valores altos de CaO y MgO y relativamente bajos en álcalis. En la norma presentan valores altos de olivino y nefelina y también de ilmenita, magnetita y anortita.

Los índices de diferenciación son muy bajos y asimismo los de peralcalinidad son también bajos.

En el diagrama óxidos/ SiO_2 (Fig. 5.5), no se observan variaciones marcadas en los contenidos elementales a medida que progresa la diferenciación.

La proyección de las muestras en el diagrama evolutivo AFM (Fig. 5.6), indica la pertenencia de estas emisiones volcánicas a una serie alcalina, aún poco diferenciada.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

Después de la emersión de la isla, posiblemente a finales del Oligoceno o principios del Mioceno, y tras un paréntesis erosivo, comienzan las primeras emisiones subaéreas, que quedan apoyadas discordantemente sobre el sustrato de rocas sedimentarias, plutónicas y volcánicas denominado Complejo Basal, no visible en esta área. Durante este primer ciclo de actividad volcánica, de carácter eminentemente fisural, se construyen grandes edificios estratovolcánicos que originan el cuerpo principal de la isla, localizándose en esta área, un sector del más septentrional de ellos, el edificio norte o de Tetir. Estas emisiones dan lugar a una sucesión tabular

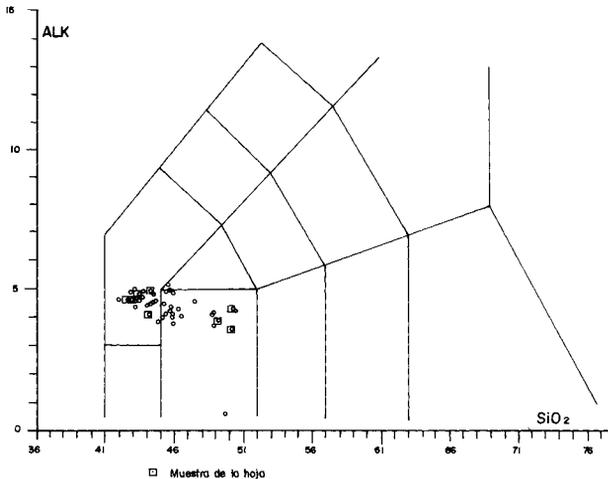


Fig. 5.4. Diagrama TAS de la Fase pleistocena media-holocena.

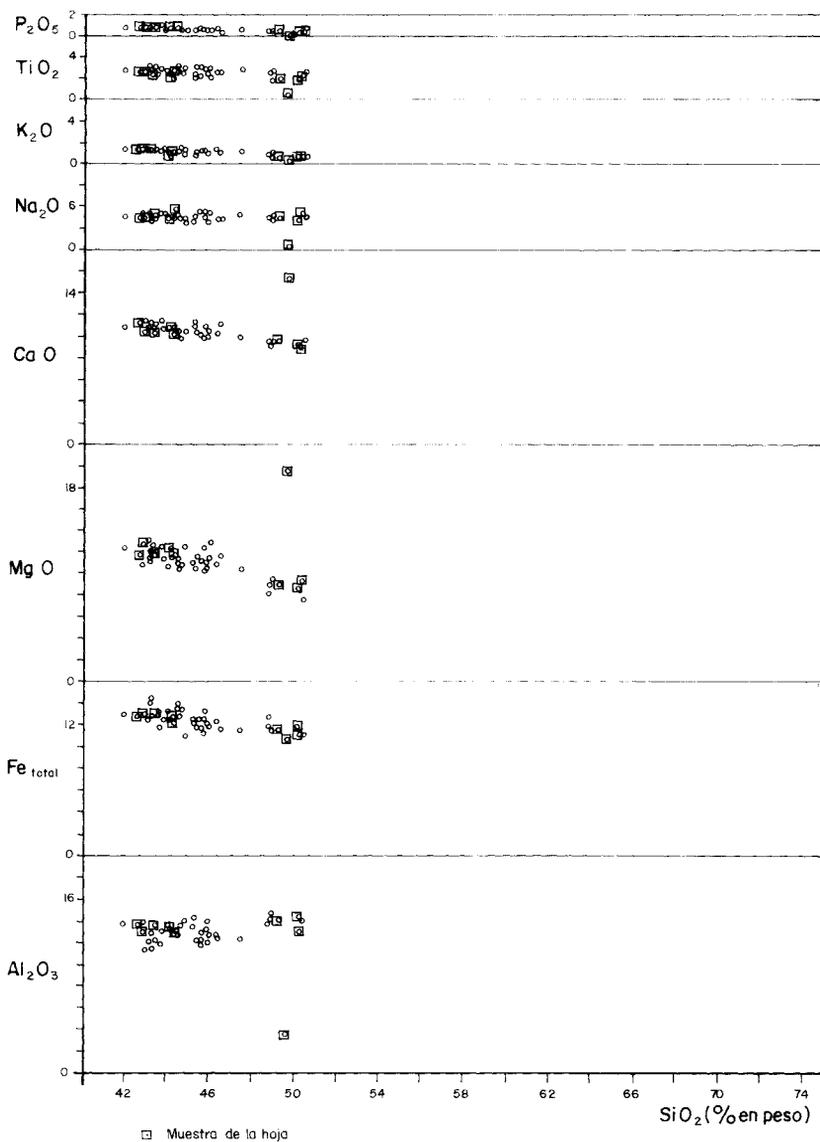


Fig. 5.5. Diagrama binario de variación de elementos mayores de la Fase pleistocena media-holocena.

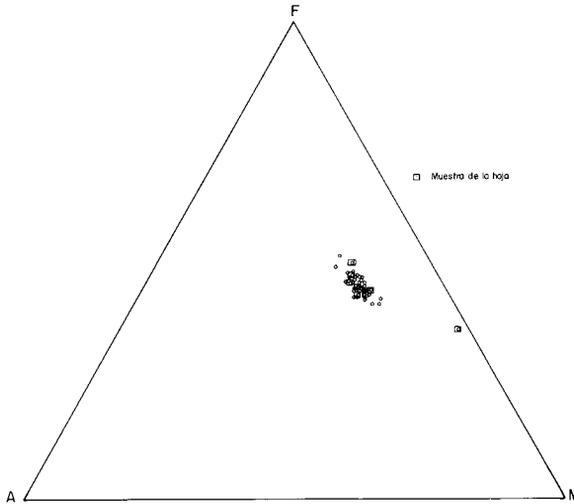


Fig. 5.5. Diagrama AFM de la Fase pleistocena media-holocena.

de coladas basálticas, que constituyen apilamientos de probablemente más de 300 m de potencia y cuya extensión original debió ser mucho más amplia que la que tiene actualmente.

Aunque las emisiones se debieron suceder rápidamente, los extensos depósitos detríticos localizados en otras áreas y las numerosas discordancias erosivas existentes en la serie denotan interrupciones importantes en la actividad efusiva. En las etapas finales de esta Fase miocena pudieron haberse descolgado algunas coladas basálticas por los incipientes relieves excavados en la sucesión tabular, quedando discordantes sobre el resto, como la colada del puerto de Tostón-Cotillo.

Al cesar la actividad magmática, se modelaron en estos materiales los rasgos principales del relieve de la isla durante el intenso período erosivo que precedió al inicio de nuevas erupciones volcánicas en el Plioceno, aunque en esta área no parecen haber tenido representación.

Los apilamientos lávicos quedaron cortados por grandes valles y barrancos que definieron la red hidrográfica principal, y en la costa occidental, como consecuencia de movimientos verticales en el nivel del mar, se comenzó a formar una extensa plataforma de abrasión que arrasó las coladas basálticas miocenas. Sobre ellas, a lo largo de esta costa, en el Plioceno, se acumularon depósitos litorales de playa, que actualmente quedan levantados entre 10 y 20 m sobre el nivel actual del mar, y fosilizados en algunos puntos por emisiones volcánicas posteriores. La isla en esta época, al menos en este extremo, era menos extensa que en la actualidad, representando los relieves más elevados de esta zona, Montaña La Costilla, La Mareta, Atalaya de Huriamen, etc., la línea de acantilados costeros.

Ya en el Pleistoceno medio se inicia una nueva fase eruptiva con la aparición de numerosos centros de emisión, tanto en esta área como en otras algo más meridionales, pero próximas,

que se prolongan de manera más o menos continuada hasta una parte del Holoceno (Fase pleistocena media-holocena o Episodios recientes). Las primeras emisiones de esta nueva fase volcánica proceden del grupo de volcanes Montaña Pajarita-Montaña Negra (hoja de La Oliva). Las lavas, canalizándose por un amplio valle excavado en las formaciones basálticas miocenas en la zona centro-norte, alcanzaron la costa norte, extendiendo su límite mar adentro. Son emisiones basálticas relativamente fluidas, que originaron extensos malpaíses de lavas escoriáceas, que hoy quedan en parte degradados y semicubiertos por las emisiones posteriores.

En la costa, en el Pleistoceno superior, hace unos 100.000 años, siguen acumulándose depósitos marinos con faunas características de aguas cálidas. Este nivel marino jandiense se encuentra actualmente a escasa altura sobre el nivel del mar y se halla representado en la caleta del puerto de Tostón-Cotillo, entre las coladas basálticas miocenas y los recientes del malpaís de Corralejo.

Entre los últimos 30.000 y 10.000 años, los continuos cambios climáticos conducen a alternancias entre episodios cálidos y áridos con otros más húmedos, durante los que se instalan extensos campos de dunas a lo largo de toda la costa septentrional. Al mismo tiempo, se desarrollan amplios depósitos coluviales, a partir de las laderas de los relieves más elevados (aunque ya venían funcionando desde tiempo atrás), y la aridez generalizada favorece la formación de costas calcáreas sobre todo tipo de materiales.

Las últimas emisiones de los Episodios recientes tuvieron en esta zona un marcado desarrollo, entre finales del Pleistoceno y parte del Holoceno. A partir de fracturas profundas, de dirección principal NE-SO se alinean numerosos edificios volcánicos (alineación volcánica Montaña Colorada-isla de Lobos) y surgen enormes volúmenes de lava que originan un malpaís (Malpaís de Corralejo) de unos 110 km², que extiende considerablemente el perímetro insular por el norte. En esta época y en el extremo NE de la alineación emerge la isla de Lobos. Ya en épocas subhistóricas, en el interior surge el volcán Montaña La Arena, cuyas lavas llegan a esta zona, siendo este edificio uno de los más modernos de la isla.

Una nueva regresión marina en el Holoceno, hace 2.000 o 4.000 años, deja sobre las coladas basálticas del Malpaís de Corralejo depósitos marinos con fauna (rasa marina erbanense). Finalmente, también sobre estas coladas, el viento de componente N y NE, acumula a lo largo de la costa grandes cantidades de arena, que constituyen extensos campos de dunas, como el de Corralejo, aunque en parte estas arenas proceden de la removilización de la arena de las dunas pleistocenas.

7. HIDROGEOLOGÍA

Los aspectos hidrológicos e hidrogeológicos más significativos del área cartografiada se consignan en este capítulo, junto con algunas consideraciones globales de esta índole, para el conjunto de la isla, que permitirán comprender y completar los mismos. Gran parte de los datos proceden del reciente estudio hidrogeológico de la isla de Fuerteventura realizado por el ITGE (1990), si bien se han completado con la consulta de otras fuentes bibliográficas y las observaciones realizadas en el campo durante la ejecución de la cartografía.

7.1. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Climatología

Esta parte de la isla no difiere del resto en cuanto a su clima, que es de tipo desértico-cálido, con una acentuada tendencia a la aridez.

Las temperaturas medias anuales oscilan entre 18 y 25° C, pudiendo llegar, aunque no es frecuente, a los 40 °C en épocas estivales. La insolación es intensa y varía entre 6 y 9,5 horas/día, según la estación del año [MARZOL (1988)].

La humedad relativa del aire es bastante elevada en las zonas más próximas a la costa, sufriendo variaciones acusadas desde el comienzo del día hasta el mediodía [MARZOL (*op. cit.*)].

Esta área está también afectada durante la mayor parte del año por la acción casi constante, e intensa a menudo, del viento de componente NNE. Su acción, cuando es baja o moderada, contribuye notablemente a refrescar y hacer más agradable el ambiente.

Pluviometría

La carencia de altitudes notables en la isla condiciona el volumen de precipitaciones que se recogen. En conjunto, la pluviosidad anual es del orden de 183,69 hm³/año [ITGE (1990)], cuya distribución a lo largo de la superficie insular supone unos 111 l/m². Del total de lluvia caída, sólo una parte queda en el terreno y se resuelve en forma de escorrentía superficial e infiltración subterránea hacia el mar o hacia los acuíferos subterráneos, constituyendo la aportación total neta en el suelo o lluvia útil. Considerando una reserva útil máxima del suelo de 50 mm, se obtienen unos valores de lluvia útil del orden de 12,74 hm³/año, que pueden llegar a un máximo de 19,11 hm³/año, representando, respectivamente, el 6,93 y 10,4% de la precipitación registrada. La parte correspondiente a escorrentía superficial puede oscilar, para toda la isla, entre 3,26 y 4,89 Hm³/año, es decir, el 25% de la lluvia útil o el 2,66% de la pluviometría total. La fracción que se infiltra hacia el subsuelo puede oscilar entre 9,56 y 14,34 hm³/año, lo que supone un 75% de las aportaciones netas o el 7,80% de la pluviometría total.

En esta área las precipitaciones son escasas e irregulares, no superando normalmente los 100 mm, como se observa en el esquema pluviométrico de la Figura 7.1.

Cuencas y cauces principales

La red hidrográfica en toda esta área tiene un bajísimo desarrollo (Fig. 7.2), limitándose a pequeños cauces, muy poco encajados y diversificados, dada la escasa orografía que caracteriza esta zona y lo reciente de su constitución.

En conjunto definen una sola cuenca hidrológica (cuenca del sector norte) constituida por barranqueras, principalmente en el sector meridional, que disectan los depósitos arenosos o detríticos adosados a los relieves miocenos. Entre las coladas del Malpaís de Corralejo se definen también áreas deprimidas, pero sin ningún encajamiento, que discurren paralelamente a las direcciones de flujo de las lavas, caracterizando una red más bien longitudinal o subparalela.

Con un volumen de agua de lluvia tan bajo, cabe esperar que la escasa red de drenaje del área permanezca seca la mayor parte del año y por supuesto que no existan obras de regulación de

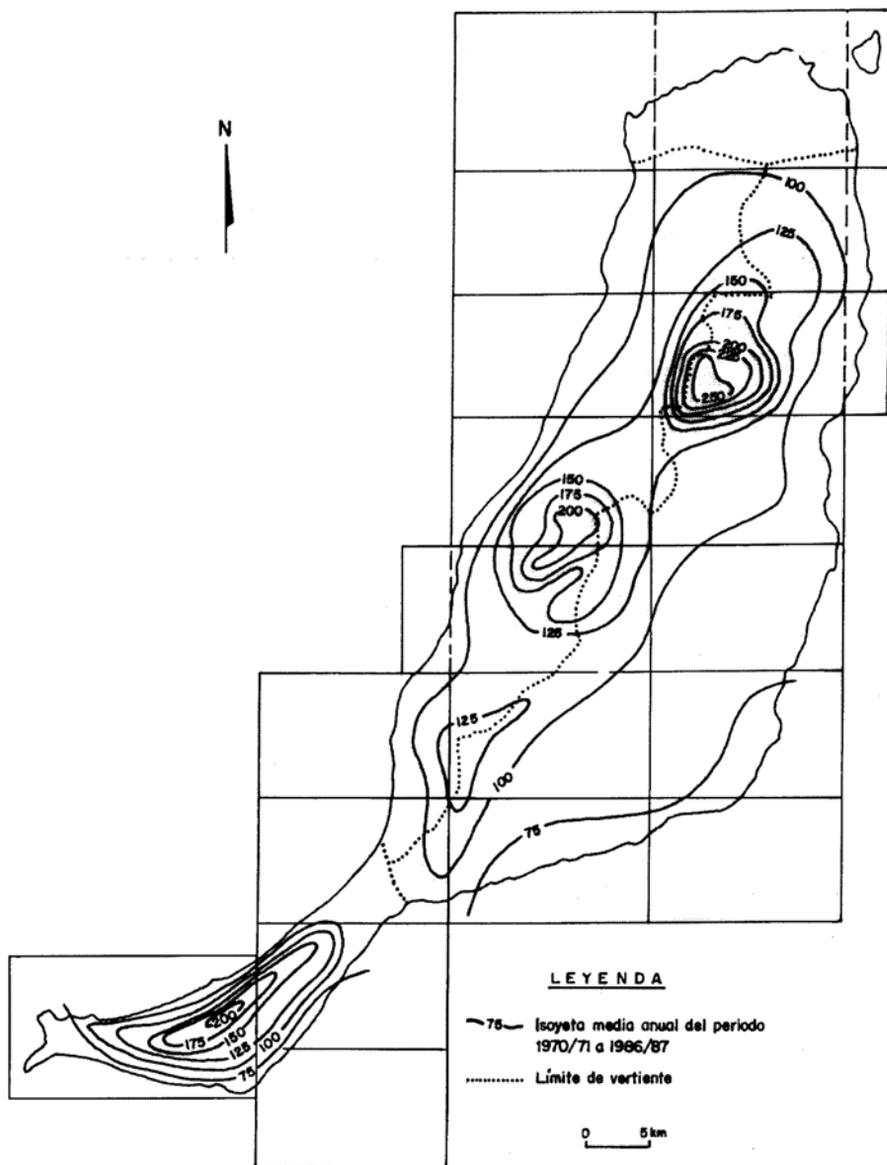


Fig. 7.1. Esquema de isoyetas de la isla de Fuerteventura, según ITGE (1990), con la cuadrícula de hojas topográficas a escala 1:25.000.

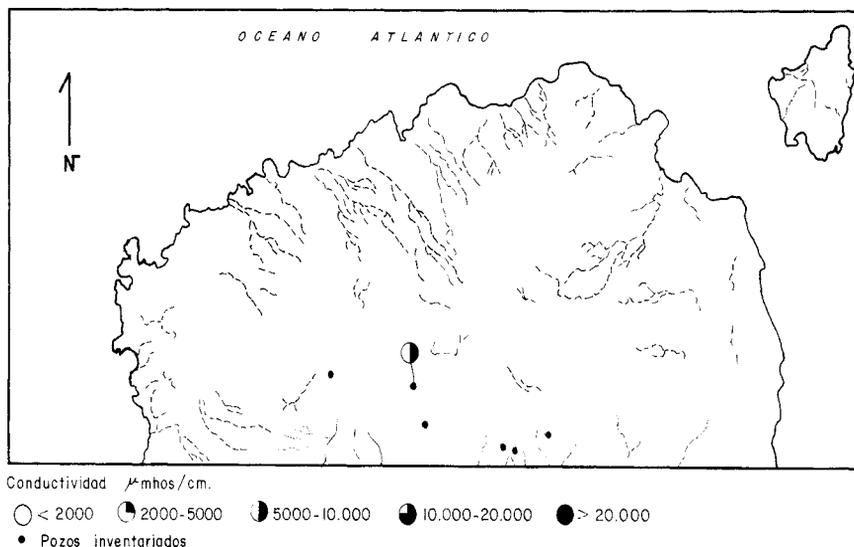


Fig. 7.2. Esquema hidrográfico de la hoja, con la situación de los pozos de agua y los intervalos de conductividades eléctricas medidos en ellos.

las aguas superficiales. Únicamente se construyen pequeñas presas de tierra o tomaderos de agua, de carácter particular, en lugares llanos y donde exista material arcilloso, que impida la rápida infiltración del agua de lluvia.

7.2. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS: NIVELES ACUÍFEROS

La propia división en unidades estratigráficas de los materiales presentes en la hoja, realizada según criterios litológicos, cronológicos, grado de permeabilidad, etc., permite asimismo, y agrupadas convenientemente, establecer unidades de semejante comportamiento hidrogeológico.

Los tramos escoriáceos de las coladas, la mayor o menor conexión entre vesículas y el diacladado columnar de sus partes más internas son los factores que van a condicionar la permeabilidad por fracturación y/o por porosidad intersticial de los materiales volcánicos. Almagres, rocas compactas sin conexión de vesículas corresponderán a los tramos impermeables, etc., dificultando el flujo de agua a través suyo. Asimismo, los diques, si no están fisurados, condicionan el movimiento horizontal del agua subterránea, mientras que si están fisurados actúan como drenes o vías de descarga preferente. Todas estas características primarias pueden verse modificadas por procesos de alteración posteriores, afectando al comportamiento hidrogeológico inicial.

Dentro del sistema acuífero número 82, correspondiente a la isla de Fuerteventura, el ITGE (1990) define los siguientes acuíferos:

- El acuífero principal de la isla, de extensión regional y carácter basal o inferior, es el constituido por el Complejo Basal (no representado en el área) y los basaltos miocenos. Es el más explotado en la actualidad mediante pozos.
- El otro nivel acuífero (intermedio y superior) está representado por el resto de materiales (sedimentarios y volcánicos) presentes en la isla, pero es de menor importancia cuantitativa, de extensión sectorial y mucho más superficial.

En conjunto muestran malas características hidrogeológicas debido a la poca potencia saturada de agua y a la baja permeabilidad de los materiales.

Las unidades hidrogeológicas establecidas en esta área son las siguientes (Fig. 7.3).

7.2.1. Nivel acuífero inferior

Formación basáltica miocena. Escasamente representada en el área, esta formación se caracteriza por presentar una permeabilidad media-baja, condicionada por la fracturación por disyunción columnar y la alteración de la roca, principalmente en los tramos más bajos de la formación.

En la zona, los pozos de extracción de aguas subterráneas no están enclavados en esta formación, pero algunos, según las fichas del Inventario de Puntos Acuíferos de Canarias [ITGE (1989)], parecen extraer agua de ella. No existen datos sobre la calidad del agua en esta formación en la hoja, pero datos obtenidos en otras áreas indican que es de baja calidad, con un contenido en sales minerales alto, incluso mayor que en los materiales del Complejo Basal. La salinidad aumenta con la profundidad, presentando las aguas unas facies de tipo clorurado sódico.

7.2.2. Nivel acuífero superficial

Formaciones volcánicas cuaternarias (tramo intermedio). Constituyen la mayor parte del área cartografiada. Representan niveles de alta permeabilidad y porosidad, principalmente en los tramos escoriáceos del techo y la base y a partir de las grietas de disyunción columnar en las partes internas de las mismas.

Dada su escasa potencia global, su emplazamiento en cotas muy superficiales y su proximidad a la costa, no es previsible que contengan niveles saturados de importancia.

Sus relativas buenas características hidrogeológicas facilitan la infiltración de las aguas hacia el interior. La mayoría de los pozos existentes en la zona están emboquillados en estas formaciones, si bien en su mayoría están inactivos. Su situación próxima al nivel del mar no favorece, sin embargo, la extracción de agua de buena calidad. En la Figura 7.2. se han representado los pozos existentes en la zona, así como los valores de las conductividades tomados en aquellos

en los que hay datos, según el Inventario de Puntos Acuíferos de Canarias [ITGE (1989)]. Los valores de conductividad medidos oscilan entre 5.000 y 1.000 mhos/cm, indicando una alta mineralización del agua en este nivel acuífero y por tanto poco apta para consumo humano.

Formaciones sedimentarias (tramo superior). Los materiales sedimentarios representados en esta área son de tipo coluvial, localizados en las laderas de los relieves miocenos del sur de la

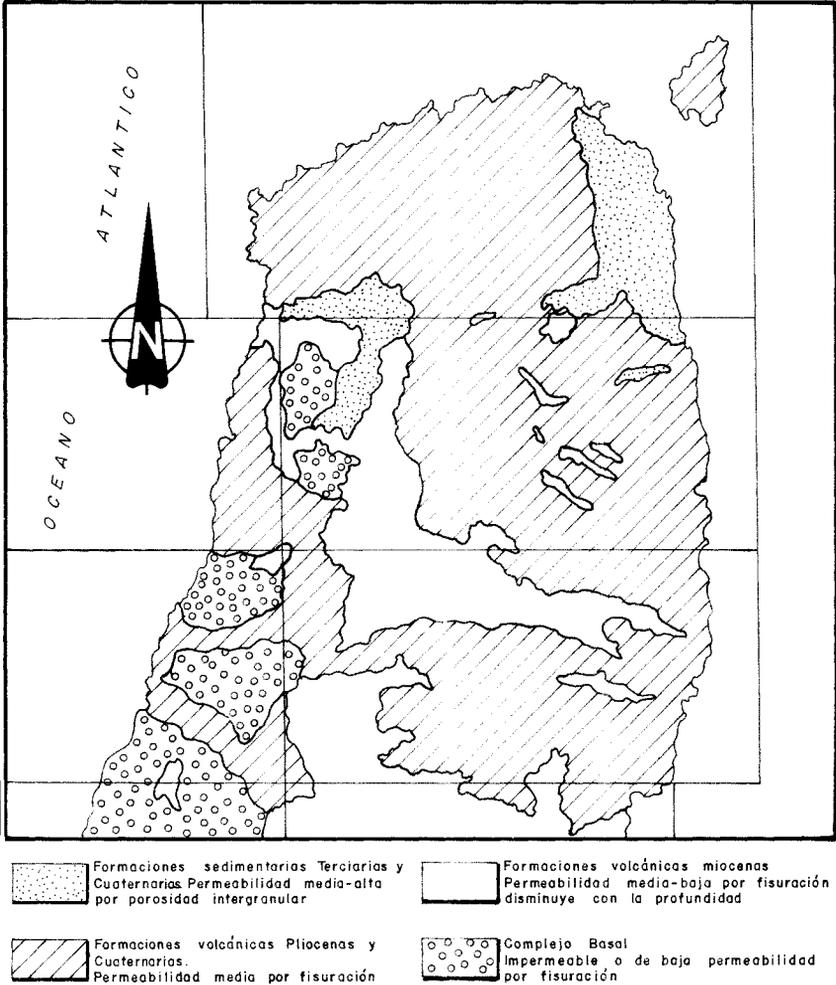


Fig. 7.3. Esquema hidrogeológico simplificado del sector norte de la isla de Fuerteventura.

hoja, depósitos arenoso-arcillosos y depósitos de arenas eólicas cuaternarias. En general no suponen acuíferos de importancia, dadas las características de la zona.

Los depósitos coluviales, debido a su elevada porosidad intergranular y buena permeabilidad pueden constituir buenos reservorios de agua subterránea, pero en esta área dadas las bajas precipitaciones, es difícil que contengan agua. Los materiales arenoso-arcillosos existentes en las zonas llanas endorreicas, entre las coladas basálticas de los malpaíses, pueden, asimismo, retener algo de agua. En cuanto a las arenas eólicas, tienen también elevados índices de recarga y permeabilidad alta. Al estar próximas a la costa, dejan de tener interés hidrogeológico. En general, todos estos materiales se constituyen como zonas de recarga cuando ocupan áreas favorables.

7.3. PIEZOMETRÍA

En la Figura 7.4, aparece representado el sector más septentrional de la isla de Fuerteventura con la superposición del trazado de isopiezas, según el plano de niveles piezométricos realizado por el ITGE (1990) durante el período 1989-990. Se ha sobreimpuesto, asimismo, la cuadrícula de división de hojas.

El trazado de las isopiezas muestra una disposición concéntrica, con carácter descendente hacia las zonas costeras, coincidiendo el eje de mayores isopiezas con la divisoria de las hojas superficiales entre las vertientes este y oeste.

En general, el gradiente de la superficie piezométrica es menor hacia la costa oriental que hacia la occidental hacia el sur disminuye aún más el gradiente en sentido este. Debido a la menor pendiente topográfica en las coladas pliocenas y su mayor permeabilidad con respecto a las miocenas, la inflexión negativa de las isopiezas en la costa occidental (hojas de La Oliva y Puerto del Rosario) está motivada por la sobreexplotación en esos sectores, con la consiguiente intrusión marina, más acentuada en el sector de Puerto del Rosario.

En el área considerada, como se puede apreciar en dicha figura, en la práctica totalidad de su subsuelo, el agua subterránea se encuentra por debajo de la isopieza de 10 m e incluso de debajo de la cota cero.

8. GEOTECNIA

En este capítulo se consideran los diferentes materiales representados en la hoja según su comportamiento mecánico, con el objeto de realizar una aproximación a posibles problemas geotécnicos que puedan presentarse ante acciones constructivas o causas naturales. Con respecto a esto último, se hace también una breve descripción de los riesgos geológicos que puedan tener cierta incidencia en esta área.

No se han realizado ensayos ni otro tipo de pruebas geotécnicas que proporcionen datos reales o cuantitativos de las propiedades resistentes de los terrenos, por lo que su estimación es sólo cualitativa. Se trata de un estudio orientativo, siendo necesario realizar estudios más detallados

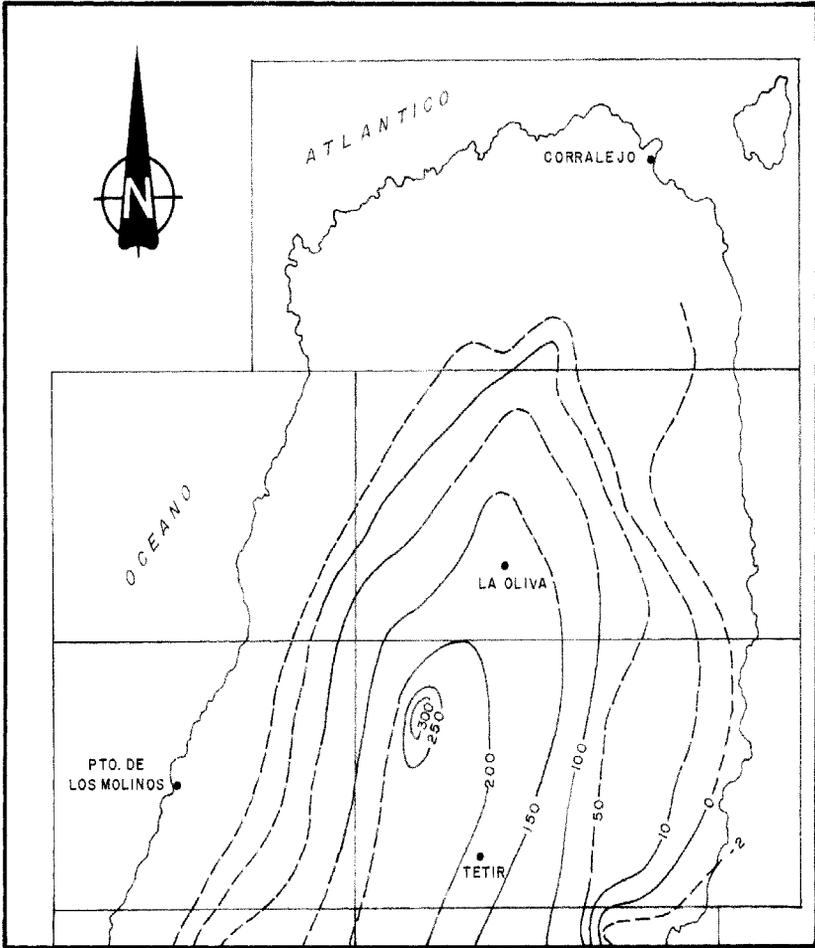


Fig. 7.4. Plano de líneas piezométricas del sector norte de la isla de Fuerteventura, según ITGE (1990).

cuando haya que proyectar obras de cierta importancia. De manera orientativa ha servido para la redacción del capítulo el mapa geotécnico general de la isla [IGME (1976a)].

8.1. ZONACIÓN GEOTÉCNICA: CRITERIOS DE DIVISIÓN

Atendiendo a criterios de tipo geológico, en los que se recogen aspectos principalmente litológicos y de edades de los materiales, criterios hidrogeológicos y geomorfológicos, se ha dividido

la superficie cartografiada en áreas de comportamiento geotécnico diferente. A su vez, estas áreas se han subdividido en zonas que representan recintos relativamente homogéneos frente a características geotécnicas determinadas.

En la hoja se han distinguido dos áreas y seis zonas, cuya correspondencia con los tramos cartografiados se indica entre paréntesis.

8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ZONAS

ÁREA I

Corresponde a los materiales emitidos durante la fase volcánica miocena. En esta área alcanzan una extensión bastante reducida, principalmente en el margen meridional de la hoja.

Zona I₁ (3, 4, 5 y 7).

Características litológicas y estructurales. Se trata de coladas basálticas coherentes y poco escoriáceas, de color oscuro. Forman apilamientos de numerosas unidades lávicas, con potencias globales visibles de hasta 200 m de altura, adoptando una disposición tabular con suave buzamiento (inferior a 10°) hacia el NNE. Sus espesores individuales oscilan entre 2 y 3 m y a veces presentan disyunción columnar, principalmente en las partes superiores de los relieves, siendo en general escasos los niveles piroclásticos y almagres intercalados en ellos. Es también en las zonas altas de los relieves donde las rocas están más frescas, pues hacia los niveles inferiores muestran un mayor grado de alteración. Con frecuencia están atravesadas por diques más o menos verticales, de composición similar a ellos.

Características geomorfológicas. Los relieves en los que aparecen son bajos y de tendencia circular o alargada, con techos planos o amesetados. Las pendientes en sus laderas son inferiores al 10%, salvo en la Montaña de la Costilla, que tiene inclinaciones algo más acusadas.

Características hidrogeológicas. Son materiales semipermeables, aunque este carácter varía con el grado de alteración y fracturación. En general las condiciones de drenaje superficial son aceptables.

ÁREA II

Abarca el resto de materiales presentes en la hoja, es decir, los materiales lávicos y sedimentarios cuaternarios.

Zona II₁ (9, 11 y 14)

Comprende los materiales lávicos de composición basáltica, pertenecientes a las fases volcánicas de Pleistoceno medio-Holoceno.

En conjunto, estos materiales ocupan la mayor parte de la superficie de la hoja, formando extensos malpaíses.

Características litológicas y estructurales. Son coladas basálticas muy escoriáceas y vesiculares, con espesores individuales medios entre 1 y 3 m, si bien algunas coladas pueden alcanzar

potencias superiores a 10 m, como ocurre en algunas zonas del Malpaís de Corralejo. A veces las partes internas de las coladas suelen ser masivas y compactas.

Características geomorfológicas. En general presentan una morfología plana.

Características hidrogeológicas. Al tratarse de formaciones recientes, representan materiales de elevada permeabilidad y porosidad, principalmente en los niveles más escoriáceos, por lo que el drenaje superficial es bueno.

Zona II₂ (15 y 16).

Comprende los depósitos piroclásticos originados durante los Episodios recientes.

Su extensión en esta área es importante, debido al gran número de edificios de tefra existentes, siendo sus edades principalmente cuaternarias.

Características litológicas y estructurales. Son materiales granulares altamente vesiculares y en general forman depósitos relativamente sueltos o poco consolidados, dada su edad reciente. Su composición es básica. Los depósitos están compuestos principalmente por lapillis y escorias, cuyos tamaños oscilan entre escasos milímetros y de 10 a 20 cm. Las fracciones mayores suelen corresponder a las bombas volcánicas que frecuentemente se hallan englobadas en los depósitos, alcanzando tamaños entre escasos centímetros y 1 m. En general presentan una coloración negra, excepto en las partes altas y más externas de los edificios, que es rojiza, debido a la oxidación sufrida.

Características geomorfológicas. Los depósitos presentan una morfología cónica, característica de edificios volcánicos, con pendientes medias en sus laderas que varían entre 10 y 18%.

Características hidrogeológicas. La porosidad y permeabilidad del material es elevada, lo que lleva consigo un drenaje favorable, aunque de tipo profundo, pues prácticamente no se produce escorrentía superficial.

Zona II₃ (21 y 23).

Agrupar los depósitos aluviales y coluviales.

Estos depósitos aparecen adosados a las partes inferiores de los relieves miocenos, alcanzando mayor desarrollo en el extremo suroccidental de la hoja, donde abarcan una extensión considerable.

Características litológicas y estructurales. Forman amplios abanicos de materiales detríticos (arenas y gravas) mal clasificados y en general con un grado de compactación bajo, salvo en zonas concretas donde los encostramientos de caliche son importantes y cementan el material. Están compuestos por fragmentos heterométricos y subangulosos de rocas de composición similar a la de los relieves donde se hallan emplazados (cantos de basaltos, mayoritariamente) y englobados en una matriz arenoso-arcillosa. A veces presentan cierta estratificación y aparecen mezclados con arenas eólicas transportadas por el viento desde la costa hacia zonas internas de la isla. Los espesores visibles suelen ser del orden de 3 a 5 m, observándose a menudo el sustrato sobre el que se apoyan, principalmente en las barranqueras excavadas por la intensa acción erosiva de la escorrentía superficial en épocas de fuertes lluvias.

Características geomorfológicas. Las pendientes que alcanzan se sitúan alrededor del 7% en las cabeceras, disminuyendo progresivamente hasta alcanzar niveles prácticamente horizontales en áreas distales.

Características hidrogeológicas. Tienen una permeabilidad y una porosidad textural elevada, así como un drenaje favorable debido a la pendiente.

Zona II₄ (22).

Esta zona comprende los depósitos de naturaleza arcillosa.

Aunque su extensión es relativamente amplia, principalmente entre Montaña Atalaya de Huriamen y Lajares, su importancia es baja, dado su reducido espesor.

Características litológicas y estructurales. Son materiales de granulometría fina, de color crema-anaranjado y su espesor suele estar entre 1 y 3 m.

Características geomorfológicas. Ocupan lugares de topografía llana.

Características hidrogeológicas. Dado su carácter arcilloso, son de naturaleza impermeable.

Zona II₅ (12 y 20).

Se agrupan en esta zona las formaciones de arenas eólicas, tanto pleistocenas como holocenas.

Este tipo de depósitos alcanza una representación considerable dentro del ámbito geográfico de esta hoja, principalmente en la costa occidental ("Jable" de Corralejo) y en zonas meridionales de la misma, lugares donde presentan distinto grado de consolidación, en función de su edad.

Características litológicas y estructurales. Se trata de depósitos de arenas eólicas de edades pleistocenas y actuales, constituidos por arenas calcáreas de granulometría fina y de color rubio. Se diferencian principalmente en el grado de consolidación, compactadas y fijas en el caso de las más antiguas y sueltas y móviles las más modernas.

Características geomorfológicas. Originan morfologías planas o relativamente suaves, con pendientes inferiores al 5%. Sus espesores visibles, según algunos sondeos, oscilan entre escasos metros hasta 20-30 m.

Características hidrogeológicas. Son materiales muy porosos y sumamente permeables en donde la escorrentía o drenaje superficial es escasa o nula.

8.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ÁREA I

Zona I₁ Coladas basálticas miocenas. (3, 4, 5 y 7)

Capacidad portante. Al tratarse de materiales coherentes y estables, presentan una resistencia mecánica elevada y por tanto una capacidad portante generalmente alta. Ésta sin embargo, puede ser media o baja en las zonas muy alteradas.

Facilidad de excavación. En conjunto es un material no ripable y para su excavación es necesario el empleo de medios violentos (martillo hidráulico, explosivos, etc.) para producir su rotura.

Estabilidad de taludes. Dada su coherencia y disposición estructural, admiten por lo general, taludes casi verticales. Aunque localmente, su elevado grado de alteración y disyunción columnar puede favorecer inestabilidades, produciéndose caídas de bloques.

Area II

Zona I₁ Coladas basálticas pleistocenas y holocenas. (9,11 y 14).

Capacidad portante. Se trata también de materiales muy coherentes y duros, pero al tener una naturaleza escoriácea y vesicular u oquerosa, ven reducida su capacidad portante hasta valores medios, si bien en algunos casos puede ser alta.

Facilidad de excavación. Respecto a su excavabilidad o ripabilidad, el terreno es atacable igualmente con métodos violentos, ya sean explosivos o por medio de martillo hidráulico.

Estabilidad de taludes. La estabilidad de los taludes excavados en estos materiales queda garantizada prácticamente para cualquier ángulo y altura. Pueden producirse, no obstante, algunos desprendimientos de bloques debido al diaclasamiento columnar.

Zona II₂ Depósitos piroclásticos (15 y 16).

Capacidad portante. En general, estos depósitos presentan una capacidad portante alta, si bien, esta puede verse afectada por aspectos tales como la heterogeneidad granulométrica, consolidación del material, etc.

Facilidad de excavación. Son materiales con una ripabilidad alta, pues generalmente están bastante sueltos, debido a su edad reciente. En algunos casos se encuentran algo compactados, con lo que reduce un poco su facilidad de excavación. Ésta se puede realizar mediante una pala mecánica.

Estabilidad de taludes. La estabilidad de los taludes excavados en ellos va a depender fundamentalmente del grado de consolidación y aglutinamiento del material y su granulometría. Si el material está suelto y es de grano fino, es aconsejable tender los taludes por debajo de los 45°, mientras que si está compactado y su granulometría es gruesa, admiten taludes verticales y subverticales. En general, esto es lo observado en taludes naturales.

Son materiales utilizables como áridos naturales.

Zona II₃ Depósitos aluviales y coluviales (21 y 23).

Capacidad portante. Muestran una baja capacidad portante debido a su bajo grado de consolidación.

Facilidad de excavación. Su ripabilidad es alta.

Estabilidad de taludes. Su estabilidad es en general deficiente para ángulos superiores a 40-45°, si bien puede depender del grado de compactación del depósito.

Zona II₄. Depósitos de naturaleza arcillosa (12 y 20).

Capacidad portante. Su capacidad de carga es baja.

Facilidad de excavación. Es de carácter alto, siendo atacable con pala.

Zona II₅. Formaciones de arenas eólicas (12 y 20).

Capacidad portante. Debido a su bajo grado de consolidación, tienen una baja capacidad portante.

Facilidad de excavación. Su capacidad de excavación es excelente, pudiendo realizarse fácilmente mediante una pala excavadora.

Estabilidad de taludes. Los taludes naturales y artificiales observados en barrancos y canteras pueden ser verticales y subverticales, en el caso de las arenas compactadas, admitiendo incluso, zonas en voladizo. Sin embargo, el equilibrio puede verse roto fácilmente por causas tales como factores meteorológicos desfavorables (por ejemplo, lluvias fuertes). Con respecto a los depósitos recientes, como los del "Jable de Corralejo", su estabilidad es menor, debido al carácter suelto del material, por lo que sus inclinaciones son menores.

Son materiales que presentan buenas condiciones en su utilización para áridos y cemento.

8.4. RIESGOS GEOLÓGICOS

En el ámbito geográfico de esta hoja no se detectan, *a priori*, riesgos geológicos que puedan suponer una amenaza de carácter inminente para las poblaciones establecidas en ella. No obstante, se reseñarán a continuación los principales riesgos de presumible incidencia en esta área: riesgo volcánico, subsidencia del terreno, inestabilidad de laderas, riesgo eólico y riesgo de erosión.

Riesgo volcánico. Debe recordarse que esta zona es una de las más modernas de la isla de Fuerteventura, con erupciones volcánicas durante el Pleistoceno-Holoceno, que incrementaron la superficie de la isla en el sector septentrional (Malpaís de Corralejo, coladas de Montaña La Arena). Aunque se trata de un riesgo de grado muy bajo, es necesario tenerlo en cuenta, por lo menos como posible.

Riesgo de subsidencia del terreno. Puede tener cierta entidad, principalmente dentro de los malpaisés o campos de lavas escoriáceas (coladas basálticas pleistocenas y holocenas), debido a la posible existencia de tubos volcánicos y oquedades en ellas.

Riesgo de inestabilidades de laderas. Los escasos relieves de importancia en esta área, no suponen desniveles considerables que puedan favorecer deslizamientos o desprendimientos de masas rocosas. Asimismo, la estructura y las litologías asociadas a dichos relieves no muestran una susceptibilidad considerable ante algún tipo de inestabilidad. Cierta importancia, sin embargo, pueden tener algunas caídas de rocas a partir de los escarpes superiores de los relieves basálticos miocenos, condicionadas por el diaclasamiento columnar en las coladas. Se considera, no obstante, un riesgo bajo y de ocurrencia muy ocasional, estando las vías de comunica-

ción y las áreas pobladas, en cualquier caso, bastante alejadas de las posibles áreas de afección del riesgo.

En los conos de cinder, la extracción del material piroclástico en las canteras puede provocar desmoronamiento y ocasionar el desplome de algunas zonas del edificio si se excavan taludes demasiado pronunciados. Un caso semejante puede ocurrir en las laderas abiertas en los depósitos de arenas eólicas compactadas.

Riesgo eólico. El peligro más inminente, derivado de la acción de vientos dominantes del NE, es el desplazamiento de las dunas del campo de Corralejo. Esto ocasiona la invasión por la arena de la carretera Puerto del Rosario-Corralejo, con el consiguiente peligro para la circulación rodada. No obstante, los volúmenes de arenas desplazados son pequeños y el riesgo es bajo.

Riesgo de erosión. Al no existir desniveles de consideración en esta área, el factor orográfico, como uno de los principales que condicionan este tipo de riesgo, tiene poca incidencia. Mayor importancia pueden tener la ausencia de cobertura vegetal y la erosionabilidad de algunos terrenos, como son los depósitos piroclásticos y los de arenas eólicas.

Otros riesgos, como pueden ser la inundación o riesgos ligados a aguas continentales, no se consideran, dadas las bajas precipitaciones en la zona y el sistema de drenaje poco importante del área. En cuanto al riesgo marino, el derivado de la actividad marina erosiva, presenta también baja incidencia.

8.5. VALORACIÓN GEOTÉCNICA

Las características expuestas anteriormente permiten realizar una valoración geotécnica provisional de los materiales representados en la hoja, en cuanto a su idoneidad constructiva. En consecuencia, se han dividido todos los terrenos presentes en el área en tres grupos, designados con el calificativo más apropiado por sus condiciones constructivas: condiciones favorables, aceptables y desfavorables.

8.5.1. Terrenos con características constructivas desfavorables

Dentro de este grupo se incluyen los depósitos de formaciones superficiales, es decir, los depósitos aluviales y coluviales, los de naturaleza arcillosa y las formaciones de arenas eólicas, (Zonas II₃, II₄ y II₅). En ellos concurren, una serie de limitaciones comunes de tipo geotécnico y geomorfológico, como son, principalmente, la capacidad de carga baja debido a su reducido grado de consolidación. Los asientos absolutos esperados son por tanto elevados y los diferenciales importantes. Desde el punto geomorfológico, los pendientes en los depósitos coluviales pueden favorecer casos de inestabilidad.

No se presentan, por el contrario, problemas hidrogeológicos importantes, en cuanto no se alcanzan, por las cimentaciones, niveles freáticos próximos a la superficie.

Como soluciones a estos problemas, se pueden proponer estudios que definan la carga del trabajo, evaluar las formaciones competentes y subyacentes, así como el espesor de las formaciones superficiales afectadas, por si es necesario realizar cimentaciones más profundas.

8.5.2. Terrenos con características constructivas aceptables

Los terrenos integrados bajo este calificativo comprenden las coladas basálticas pleistocenas y holocenas y los depósitos piroclásticos (Zonas II₁ y II₂).

En cuanto a las primeras, presentan una capacidad portante media, con asientos en general admisibles. Al apoyarse a menudo estas coladas sobre depósitos de arenas eólicas, es necesario asegurarse de su estabilidad, en caso de cimentaciones profundas u obras de cierta envergadura. Otro problema de cierta consideración radica en excavar las zanjas de cimentación debido a la nula ripabilidad del material. En general, admiten taludes naturales y artificiales con ángulos pronunciados. Dada la suavidad de las pendientes en este tipo de materiales, no se aprecian problemas geomorfológicos notables.

Pueden presentar algunos problemas de infiltración debido a su permeabilidad. Los depósitos piroclásticos admiten capacidades portantes medias, con asentamientos dentro de límites tolerables. Como restricciones constructivas sobre ellos, se pueden mencionar el factor geomorfológico, debido a las elevadas pendientes de los depósitos (en este caso se trata de edificios volcánicos) y la facilidad de producirse inestabilidades en los taludes excavados en ellos.

Puede emplearse como árido en la elaboración de prefabricados, pero debe recordarse su comportamiento agresivo ante estructuras armadas, debido a su composición química.

8.5.3. Terrenos con características constructivas favorables

Merecen este calificativo las coladas basálticas miocenas (Zona I₁), pues presentan una elevada capacidad portante y baja compresibilidad, con asientos despreciables, no existiendo, en general, limitaciones para cargas de trabajo. Exhiben una estabilidad garantizada en taludes pronunciados, aunque pueden producirse caída de bloques sin gran importancia.

9. GEOLOGÍA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS

En la hoja no existen yacimientos minerales explotables económicamente ni reservas conocidas. Sí existen, por el contrario, masas de rocas que son susceptibles de explotación como rocas industriales y de hecho son explotadas en canteras, aunque son poco numerosas. En general, en la isla las labores de explotación de tales materiales constituyen una actividad intensa, al menos en determinadas zonas, debido a su alta rentabilidad, al ser el sector de la construcción una creciente e importante industria, principalmente como consecuencia del gran auge que tiene el sector turístico.

En 1976, el Instituto Geológico y Minero de España (actualmente ITGE) publica el mapa de rocas industriales de las islas de Fuerteventura y Lanzarote, a escala 1:200.000, [IGME (1976)]. En la memoria explicativa y con respecto a esta isla, presenta un inventario de los yacimientos de rocas industriales existentes en ella, indicando las explotaciones activas, intermitentes e inactivas, junto con sus condiciones de explotabilidad, localización y reservas. Analiza también las características litológicas, físicas y geotécnicas de los materiales explotables, al mismo tiempo que presenta una valoración socioeconómica de las mismas y sus reservas, con el fin de establecer su explotación racional y adecuada utilización.

Dada la creciente demanda de este tipo de materiales para las industrias de la construcción y otras en el archipiélago, el ITGE (1992) ha realizado un estudio sobre el aprovechamiento de rocas y minerales industriales en Fuerteventura y La Gomera. En el se actualiza el inventario anterior, estableciéndose nuevos puntos de interés potencial. Se definen los usos y consumos de los materiales más apropiados y, finalmente, se establecen las viabilidades de explotación técnico-económica de los mismos.

Los materiales explotados en la isla son de diverso tipo, y sus aplicaciones dependen de las características estructurales y geotécnicas de los mismos. Desde esta óptica, se pueden clasificar en tres grupos principales: materiales rocosos coherentes, materiales fragmentarios y materiales sedimentarios o detríticos, siendo los dos últimos tipos los explotados en esta área.

Materiales fragmentarios

Dentro de este grupo se incluyen aquellos materiales granulares y poco cohesivos de carácter piroclástico, ya sea de tipo lapilli o escoriáceo. Las canteras en estos materiales son las más numerosas en la zona.

Todas las explotaciones están localizadas en las inmediaciones de los edificios volcánicos de la alineación Montaña Colorada-Bayuyo. Las más importantes se localizan al este del edificio Las Calderas, en la zona de Vallichuelos Altos. Son canteras de gran tamaño, con potencias visibles del orden de 20 o 30 m. Otras explotaciones relevantes son las del mismo edificio Montañeta del Morro Francisco. También ha sido extraído picón en la ladera sur de Montaña Colorada, en la ladera sur de Caldera Rebanada y en algunos puntos de la ladera noroccidental de Caldera Encantada, y aunque en los tres casos son incisiones poco importantes, sí han dejado una considerable huella en los edificios, con el consiguiente impacto visual. En general, el acceso a estas canteras es relativamente cómodo y quedan a poca distancia de la carretera general.

El lapilli es un material granular muy vesicular, de tamaño entre 2 y 64 mm, composición basáltica y color negro o rojizo según su estado de oxidación. En este caso, al ser edificios bastante recientes, los depósitos están poco compactados, encontrándose el lapilli relativamente suelto. Al ser totalmente ripables y no tener una cobertera estéril importante, su extracción es poco costosa. Generalmente ésta se realiza mediante una pala mecánica y no suele haber más que su operario en la cantera. El material se carga en camiones que lo transportan a los lugares de consumo.

El campo industrial de aplicación de estos materiales es principalmente el de áridos naturales o de trituración, bien como material de relleno en el caso de escorias o materiales gruesos, bien como áridos ligeros cuando es más fino en el caso del lapilli. Su buena estabilidad frente a disolución de sulfato magnésico y granulometría los hacen útiles, en general, por todo tipo de áridos, [ITGE (1992)]. También se emplean para fabricar bloques de cementos. No son válidos para estructuras armadas, debido a que su composición ataca, con el tiempo, las vigas de hierro. En labores agrícolas se suele emplear como cobertera de suelos, para evitar o retrasar la evaporación del agua de lluvia.

Las reservas de picón en esta área son elevadas, dado el gran número de edificios volcánicos existentes. Una estimación aproximada del volumen de los conos piroclásticos puede encontrarse en CENDRERO (1966). Hay que tener en cuenta el enorme destrozo que causan estas actividades en los edificios volcánicos y su difícil recuperación y por tanto la alteración o impacto ambiental que ello conlleva. Por ello, su explotación debe ser racional y limitada, además de ser sometida previamente a un estudio profundo que evalúe estas consecuencias medio ambientales. En el caso de las canteras de la zona de Vallichuelos Altos, hay que decir en este sentido que al encontrarse rodeadas por la cadena volcánica por un lado y potentes morrenas o montículos de lava por otro, desde lejos no son visibles, al menos desde las principales rutas o lugares turísticos (carretera La Oliva-Corralejo o el mismo Corralejo), manteniéndose, por tanto, la uniformidad paisajística del área, aunque puntualmente, allí mismo, el destrozo sea impresionante.

Materiales sedimentarios

En este grupo se consideran solamente los depósitos arenosos-eólicos, pues otro tipo, como gravas de fondo de barranco, no tienen importancia en el área.

Las explotaciones existentes se centran en las arenas eólicas compactadas de edad pleistocena, habiendo sido afectados prácticamente todos los afloramientos localizados en la hoja, es decir, los de la carretera Lajares a Tostón-Cotillo (entre el km 11 y 12), El Quemado, Atalaya de Huriamen y las del área al suroeste de Lajares. Otras extracciones han tenido lugar en algunos puntos de El Jable, al sur de Corralejo. Las extracciones de arena, según lo observado, parecen realizarse de manera intermitente. En otros afloramientos dispersos es frecuente que se exploten también pero de manera ilegal, en cuanto a que se encuentran en zonas protegidas o no cumplen determinados requisitos administrativos.

Son arenas muy finas (entre 0,5 y 0,3 mm) de color rubio y al estar compactadas admiten frentes de explotación verticales. A pesar de esta compactación, su explotabilidad es muy buena, realizándose ésta mediante una pala mecánica.

En general son canteras pequeñas (40-60 m² de superficie), excepto las situadas al suroeste de Lajares, que son más extensas; las potencias visibles que se observan son de 10 a 25 m. Suelen estar atendidas por un solo operario, que es el que maneja la excavadora. En cuanto a los accesos a ellas, éstos suelen ser buenos al estar situadas muy cerca de las vías de comunicación y de los principales centros de consumo.

El empleo dado a este material es principalmente para la fabricación de hormigón y, en general, como árido de construcción, enfoscados, mezclas, prefabricados, etc.

En los ensayos realizados por ITGE (1992) se obtuvo un peso específico de 2,7 y un contenido en materia orgánica bajo.

En cuanto a las arenas sueltas del "Jable" de Corralejo, hay que mencionar la existencia de un informe [IGME (1967)], que evalúa sus reservas y características cualitativas, estableciendo que los depósitos tienen volumen y uniformidad suficiente para ser explotados económicamente. No parece sin embargo que en el pasado hayan sido llevadas a cabo extracciones intensas en la zona. No obstante, y por suerte, en la actualidad esta actividad no existe, al estar todo el campo de dunas comprendido dentro del Parque Natural de Corralejo-isla de Lobos y por tanto protegido por la Ley de Espacios Naturales Protegidos de las Islas Canarias.

Finalmente, hay que mencionar la existencia de un horno de cal abandonado en Cotillo. Antiguamente se explotaban las costras de caliche para la fabricación de cal, si bien en esta zona, éstos no fueron importantes.

10. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO

El patrimonio cultural de un país está integrado, entre otros bienes, por sus elementos o recursos naturales, que tienen o debieran tener igual importancia que aquéllos, pues es el medio natural donde el hombre realiza su vida, y por tanto, por su interés, debe cuidarlo.

Uno de estos recursos naturales es el patrimonio geológico de una región, puesto que proporciona una información fundamental para el conocimiento de la historia de la Tierra y la vida que en ella se ha desarrollado, poniendo de manifiesto, además, otros recursos naturales existentes en el planeta. Bajo estas consideraciones, un Punto de Interés Geológico (PIG) se puede definir como un recurso no renovable, en donde se reconocen características de especial importancia para interpretar y evaluar los procesos geológicos que han actuado en una zona desde la formación del planeta. Su deterioro o desaparición supone entonces un daño irreparable y a veces irreversible al patrimonio de la humanidad.

En este sentido, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) viene realizando desde 1978 un inventario de puntos de interés geológico que por su especial interés sean dignos de medidas de protección y aprovechamiento, con fines divulgativos, científicos, educativos y/o turísticos. El contenido, posible utilización y su nivel de significado definen pues un PIG.

En la hoja de Tostón-Corralejo se ha seleccionado una serie de PIG, cuya singularidad (contenido, calidad de afloramiento, etc.) les hace merecedores de su protección. Los criterios empleados para su selección son los establecidos por el IGME y por los propios autores que realizaron esta cartografía.

A continuación se hará una breve descripción de los PIG, indicando su utilización como recurso turístico, científico, didáctico o económico y su influencia o nivel de significación a escala local, regional, nacional o internacional. En las "fichas resumen" diseñadas por el IGME y que for-

man parte de la "información complementaria" a esta memoria figura asimismo, un resumen y características de los PIG propuestos.

Para más información se remite al interesado al texto de la memoria, donde se realiza un estudio más detallado del PIG y el contexto geológico en el que se halla enclavado.

10.1. DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DEL PIG

Campo de dunas de Corralejo. Se halla situado en el extremo NO de la isla de Fuerteventura y ocupa una superficie aproximada de 14 km².

Es un campo de dunas litoradas de reciente formación (menos de 2.000 años), ligado al transporte de arena por los vientos dominantes de la región, de componente N-NE. Está formado por arenas rubias sueltas de origen bioclástico, que presentan diversas morfologías de dunas, predominando las de tipo barján. Su proceso de funcionamiento continúa activo hoy en día.

Esta formación dunar destaca fundamentalmente por su alto contenido geomorfológico, además de por otros factores no geológicos, como el ser asiento de un ecosistema de gran valor ecológico.

En cuanto a su utilización, cabe mencionar su enorme interés científico al permitir el estudio la dinámica de estos ecosistemas naturales, tan escasos en el archipiélago y en el mundo. Su interés turístico es alto y radica en la gran belleza y originalidad que supone un paisaje costero semejante y su asociación a sistemas volcánicos recientes. Asociado al interés turístico, no hay que olvidar el desarrollo económico beneficioso para la población que esta actividad supone.

No obstante, y a pesar de estar la zona como Parque Natural, es precisamente la enorme presión antrópica, desarrollada al amparo de la actividad turística, la que está produciendo una degradación progresiva, cada vez más peligrosa, de este entorno natural tan frágil. Desde aquí, por tanto, se hace un llamamiento a las autoridades competentes para que adopten las medidas adecuadas necesarias que impidan su deterioro y hagan compatible, de manera equilibrada, el aprovechamiento turístico de esta área con la conservación y mantenimiento de su singularidad.

Por su influencia, este lugar tiene interés local e internacional.

Depósitos marinos erbanenses. Se distinguen prácticamente a lo largo de todo la costa norte de la hoja y están situados a una altura de 0,5-1 m sobre el nivel actual del mar. Su edad se estima entre 4.000 y 2.000 años.

Se trata de un conglomerado y una arenisca bioclástica con abundante fauna que lo cementa.

Desde el punto de vista científico, su interés es alto, ya que permite conocer los cambios que ha habido en el nivel del mar en épocas relativamente recientes. El estudio de la fauna presente en ellos pone de manifiesto, asimismo, algunas características paleoclimáticas en este sector del Atlántico.

Por su influencia, tiene interés local y regional.

Campo de volcanes de Corralejo (malpaís de Corralejo)-isla de Lobos. Está localizado en la franja más septentrional de la isla de Fuerteventura y ocupa, junto con la isla de Lobos, una superficie de unos 117 km². La isla es un malpaís de 6 km² de superficie, formado por lavas escoriáceas de bloques y cascotes idénticos a los anteriores. El único centro de emisión importante es la Caldera de Lobos.

Es un conjunto volcánico cuaternario, formado durante uno de los últimos períodos de actividad volcánica acaecidos en la isla. Su desarrollo tuvo lugar a partir de una fractura principal de dirección NE-SO, a partir de la cual se emitieron grandes volúmenes de lava que originaron un extenso campo de lavas o malpaís, que incluso prolongó la línea de costa mar adentro. El malpaís está formado por grandes morrenas de bloques y cascotes de lava sueltos. A lo largo de dicha fractura se alinean numerosos edificios volcánicos, constituidos por lapillis, escorias y bombas que se van superponiendo unos a otros, indicando el sentido de propagación de la actividad volcánica.

En el extremo NE de la alineación se halla la isla de Lobos, surgida probablemente durante el mismo período de actividad volcánica.

El interés volcanológico y geomorfológico de este conjunto volcánico es lo más destacado de él. Su interés científico y didáctico es alto, al permitir el estudio de diferentes tipos de estructuras originadas por las lavas, su petrología y geoquímica.

La espectacularidad de esta área, así como el fácil acceso a lo largo de gran parte del malpaís, le confieren un interés turístico alto, justificado por su originalidad y belleza.

Su influencia es regional-nacional.

11. BIBLIOGRAFÍA

ABDEL-MONEM, A.; WATKINS, N. D. y GAST, P. W. (1971): "Potassium-argon ages, volcanic stratigraphy, and geomagnetic polarity history of the Canary Islands: Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria and La Gomera". *Am. Jour. Sc.* 271, pp. 490-521.

AGOSTINI, L.; AGUILAR, M.; BRAVO, T.; CASTAÑÓN, A.; COELLO J.; CENDRERO A.; FUSTER J. M.^a, HERNÁNDEZ-PACHECO, A.; LÓPEZ RUIZ, J. y SÁNCHEZ CELA, V. (1968): "Mapa Geológico 1:100.000. Fuerteventura". *Instituto Geológico y Minero de España- Instituto Lucas Mallada (CSIC)*.

BLUMENTHAL, M. (1961): "Rasgos principales de la geología de las Islas Canarias, con datos de Madeira". *Bol. Inst. Geol. Min. España*, pp. 1-130.

BOUCART, J. y JEREMINE E. (1938): "Fuerteventura". *Bull. Volcanol.* pp. 51-109.

CASQUET, C.; IBARROLA, E.; FUSTER, J. M.; ANCOCHEA, E.; CANTAGREL, J. M.; JAMOND, C.; CENDRERO, A.; DÍAZ DE TERÁN, J. R. y HERNÁN, F. (1989): "Cronología de la Serie I de Fuerteventura". (Abstract). En *Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote Nov-Dec. 1989*, pp. 130-133.

CENDRERO, A. (1966): "Los volcanes recientes de Fuerteventura (Islas Canarias)". *Est. Geol.* 22, pp. 201-226.

- COELLO, J.; CANTAGREL, J. M.; IBARROLA, E.; JAMOND, C.; HERNAN, F.; FUSTER, J. M.^a; ANCOCHEA, E.; CASQUET, C.; DIAZ DE TERAN, J. R. y CENDRERO, A. (1992): "Evolution of the Eastern Volcanic Ridge of the Canary Islands, Based en New K-Ar Data". *Jour. Volcanol. Geotherm. Res*, 53, pp. 251-274.
- CRIDO, C. (1987): "Evolución geomorfológica y dinámica actual del Jable de Corralejo, Fuerteventura". *Rev. Geogr. Canaria*, 2, pp. 29-52.
- CROFTS, R. (1967): "Raised Beaches and Chronology in North West Fuerteventura, Canary Islands". *Quaternaria*, 9, pp. 247-260.
- FERAUD G.; GIANNERINI G.; COMPRENDON R. y STILLMAN, C. J. (1985): "Geocronologie of some Canarian dyke swarms, contribution to the volcano-tectonic evolution of the archipelago". *Jour. Volcanol. Geotherm. Research* 25, pp. 29-52.
- FERNANDEZ GALVAN, M.; SANTOS GUERRA, A. y DOMINGUEZ, F. (1982): "El Complejo Dunar de Corralejo, Fuerteventura". *Gaceta de Canarias*, 3, pp. 73-83.
- FERNANDEZ NAVARRO, L. (1926): "Iles Canaries". *Excursión a-7, XIV Congreso Geológico Internacional*, 122 pp.
- FINCK, L. (1908): "Tiefen und Ganggesteine von Fuerteventura". *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gessellsch*, 60, pp. 76-80.
- FUSTER, J. M.^a; CENDRERO A.; GASTESI P.; IBARROLA, E. y LOPEZ RUIZ, J. (1968): "Geología y Volcanología de Las Islas Canarias: Fuerteventura". *Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid. Intern. Symposium Volcanology Tenerife, sep. 1968, Spec. Publ.*, pp. 239.
- GRUNAU, H. R.; LEHNER, P.; CLEINTUAR M. R.; ALLENBACH, P. y BAKKER, G. (1975): "New radiometric ages & seismic data from Fuerteventura (Canary Islands), Maio (Cape Verde Islands) & Sao Tomé (Gulf of Guinea)". In: Borrardaille GJ et al. (eds). *Progress in Geodynamics, Royal Soc. Neother. Akad. Arts. Sci*, pp. 89-116.
- HARTUNG, G. (1857): "Die Geologischen Verhältnisse der Insel Lanzarote und Fuerteventura". *Neue Denkschr. Allgem. Schw. Gessellsch. f.d.Gesam. Naturwiss*, 15/4, pp. 1-168.
- HAUSEN, H. (1958): "On the Geology of Fuerteventura (Canary Islands)". *Soc. Sci. Fennica Comm. Phys. Math* 22 N^o 1, pp. 211.
- HAUSEN, H. (1967): "Sobre el desarrollo geológico de Fuerteventura, Islas Canarias. Una breve reseña". *An. Est. Atlánticos*, 13.
- IBARROLA, E.; FUSTER, J. M. y CANTAGREL, J. M. (1989): "Edades K-Ar de las rocas volcánicas submarinas en el sector norte del complejo basal de Fuerteventura". (Abstract). En: *Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote Nov.-Dec. 1989*, pp. 124-129.
- IGME (1967): "Investigación de primeras materias para la fabricación de cemento. Fuerteventura". *Documento n.º 00557, ITGE. Servicio Documentación*.
- IGME (1976a): "Mapa geotécnico general E. 1:200.000. Hoja y memoria n.º 88-92. Arrecife-Puerto del Rosario". IGME. Servicio de Publicaciones, 39 pp.

- IGME (1976b): "Mapa de Rocas Industriales E. 1:200.000. Hoja y memoria 88-92. *Arrecife-Puerto del Rosario*". IGME. Servicio de Publicaciones, 47 pp.
- IGME - CSIC (1967a): "Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.^a serie. Hoja y Memoria 1092. *Cotillo*". Instituto Geológico y Minero de España - Instituto Lucas Mallada (CSIC).
- IGME-CSIC (1967b): "Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.^a serie. Hoja y Memoria 1093. *Lobos*". Instituto Geológico y Minero de España - Instituto Lucas Mallada (CSIC).
- IGME (1984a): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1106-I, 1107-IV, *Puerto del Rosario*".
- IGME (1984b): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1106-II, 1107-III, *Antigua*".
- IGME (1984c): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1106-III, *Pájara*".
- IGME (1984d): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1106-IV, *Betancuria*".
- ITGE (1989): "Inventario de Puntos Acuíferos de Canarias".
- ITGE (1990): "Estudio hidrogeológico de la isla de Fuerteventura".
- ITGE (1992): "Estudio para el aprovechamiento industrial de las rocas y minerales industriales de las islas de Fuerteventura y La Gomera".
- KLUG, H. (1968): "Morphologische Studien auf den Kanarischen Inseln. Beiträge zur Küstenentwicklung und Talbildung auf einen Vulkanischen Archiel". *Geographisch Institut, Universität Kiel Schriften*, 24/3, pp. 58.
- LE BAS, M. J.; LE MAITRE, R. W.; STRECKEISEN, A. y ZANETTIN, B. (1986a): "A Chemical Classification of Volcanic Rocks Based on the total Alkali-Silica Diagram". *Jour. Petrol*, vol. 27, part 3, pp. 745-750.
- LE BAS, M. J.; REX, D. C. y STILLMAN, C. J. (1986b): "The Early Magmatic Chronology of Fuerteventura, Canary Islands". *Geol. Mag*, 1223, pp. 287-298.
- LECOINTRE, G.; TINKLER, K. J. y RICHARDS, H.G. (1967): "The Marine Quaternary of the Canary Islands". *Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, Vol. 119, Núm. 8, pp. 325-344.
- MARZOL, V. (1988): "La lluvia, un recurso natural para Canarias". *Servicio de Publicaciones de la Caja Gral. de Ahorros de Canarias*, n.º 130 (Investigación 32); 220 págs.
- MECO, J. (1975): "Los niveles con 'Strombus' de Jandía Fuerteventura Islas Canarias". *An. Est. Atlánticos*, 21, pp. 643-660.
- MECO, J. (1977): "Paleocostas de Canarias". *El Museo Canario. Las Palmas de Gran Canaria*, pp. 26.
- MECO, J. (1981): "Neogasterópodos fósiles de las Canarias Orientales". *An. Est. Atlánticos*, 27, pp. 601-615.
- MECO, J. (1982): "Los bivalvos fósiles de las Canarias Orientales". *An. Est. Atlánticos*, 28, pp. 65-125.

- MECO, J. (1983): "Los bivalvos fósiles de las Canarias Orientales". *An. Est. Atlánticos*, 29, pp. 579-595.
- MECO, J. (1986a): "Evolución faunística cuaternaria en la puerta del Mediterráneo". En: *Simp. sobre fluctuaciones climáticas durante el Cuaternario en las regiones del Mediterráneo Occidental, Madrid*, pp. 14-21.
- MECO, J. (1986b): "Climatic Change in the Canary Islands during upper Pleistocene". *International Simp. Global Change in Africa Past-Present-Future, Dakar*.
- MECO, J. (1988): "The Emergent Littoral Deposits in Fuerteventura and the Evolution of the Canarian Marine Faunas during the Quaternary". In N. Petit-Maire ed. *Deserts, Past and Future evolution, Fuerteventura, Workshop 1988 PICG 252*, pp. 166-178.
- MECO, J. (1990): "El Jandiense: estratigrafía en Las Playitas" (Póster). *Casa Museo de Betancuria. Excmo. Cabildo Insular de Fuerteventura*.
- MECO, J., POMEL, R.S, AGUIRRE, E. y STEARNS, Ch. E. (1987): "The Recent Marine Quaternary of the Canary Island". *Trabajos sobre Neógeno- Cuaternario, 10, CSIC*, pp. 283-305.
- MECO, J. y STEARNS, C.R. (1981): "Emergent Littoral Deposits in the Eastern Canary Islands". *Quaternary Research*, 15, pp. 199-208.
- MECO, J. y PETIT-MAIRE, N. (1989): "El cuaternario reciente en Fuerteventura (Canarias)." (Abstract.) En: *Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote Nov-Dec. 1989*, pp. 351-356.
- PETIT-MAIRE, N.; DELIBRIAS, G.; MECO, J.; POMEL, S. y ROSSO, J. C. (1986): "Paleoclimatologie des Canarias Orientales (Fuerteventura)". *C.R. Acad. Sc. Paris*, 303, II, 13, pp. 1241-1246.
- POMEL, R.; MIALLIER, D.; FAIN, J.; SANZELLE, S. y MECO, J. (1985): "El volcanismo del Pleistoceno superior en Gran Canaria". *An Est. Atlánticos*, 31, pp. 627-647.
- RONA, P. A y NALWALK, A. J. (1970): "Post Early Pliocene unconformity on Fuerteventura, Canary Islands". *Geol. Soc. Am. Bull.* 81, pp. 2117-2121.
- ROTHER, P. (1966): "Zum Alter des Vulkanismus auf dem Östlichen Kanaren". *Soc. Sci. Fennica Comm. Phys. Math*, 31, 13, pp. 1-80.
- ROTHPLETZ, A. y SIMONELLI, V. (1898): "Formaciones de origen marino de la Gran Canaria". *Bol. Com. Mapa Geol. España*, 23-3, pp. 1-83. Traducción del original publicado en 1890, por D. Pedro Palacios.
- SAGREDO J. (1969): "Origen de las inclusiones de dunitas y otras rocas ultramáficas en las rocas volcánicas de Lanzarote y Fuerteventura". *Est. Geol.* vol. 25, 3-4, pp. 189-233.



MINISTERIO
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ISBN 84-7840-501-1



9 788478 405015