



Instituto Geológico y
Minero de España

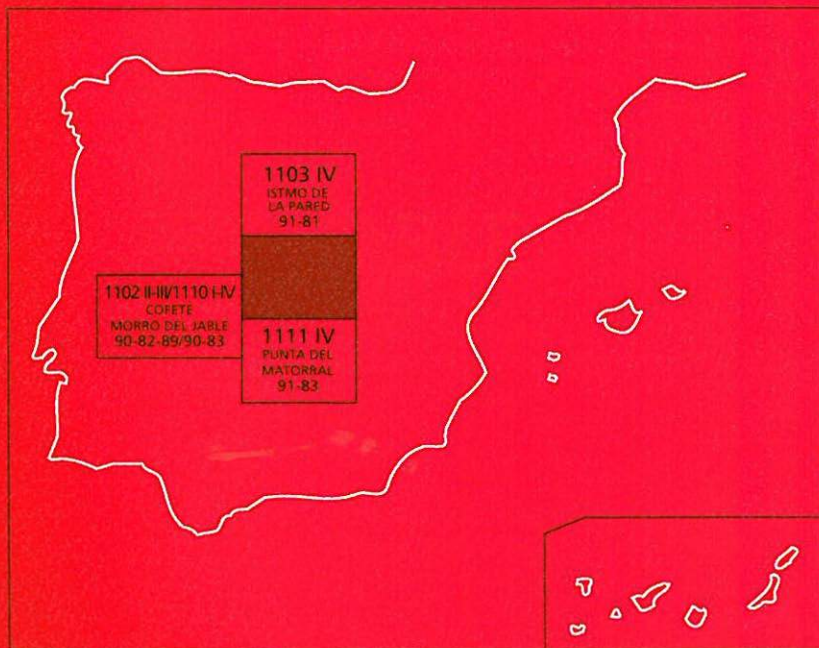
1103 III

91-82

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Segunda serie-Primera edición



ISLA DE FUERTEVENTURA

EL JABLE

MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

EL JABLE

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
Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid

NIPO: 40504-012-8
ISBN: 84-7840-517-8
Depósito legal: M-3965-2004

La presente hoja y memoria a escala 1:25.000, *El Jabbe*, 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. Téc. de Minas.

Realización de la cartografía

Equipo base:

- Gómez Sainz de Aja, J. A. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
- Barrera Morate, J. L. (GEOPRIN, S. A.) Lic. C. Geológicas

Colaboradores:

- Vidal, J. R. (U. de 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
- Gómez Sainz de Aja, J. A. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
- Ruiz García, M.^a T. (GEOPRIN, S. A.). Lic. C. Geológicas
- Merlos Cárceles, A. (GEOPRIN, S. A.).

Colaboradores:

- Brändle, J.L. (Inst. Geol. Econ, CSIC-Madrid). Dr. C. Geológicas. Geoquímica.
- Meco, J. (U. Las Palmas). Dr. C. Geológicas. Bioestratigrafía y Paleontología.
- Vidal, J. R. (U. La Coruña). Dr. C. Geológicas. Geomorfología.
- Rolandi Sánchez-Solís, M. Lic. C. Geológicas. Hidrogeología

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Se pone en conocimiento del lector que en el Instituto Tecnológico GeoMinero 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 mapa de situación de muestras.
- Fotografías de campo de las unidades ígneas y sedimentarias cartografiadas.
- Mapa geomorfológico a escala 1:25.000.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS	9
1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS	11
2. ESTRATIGRAFÍA	12
2.1. FORMACIONES POSTCOMPLEJO BASAL	13
2.1.1. Fase miocena	13
2.1.1.1. Tramo inferior	14
2.1.1.1.1. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas, brechas y depósitos piroclásticos indiferenciados (2)	14
2.1.1.1.2. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas, piroxénicas y olivínicas (3); Conos estrombolianos (4) y conos piroclásticos hidromagmáticos (5)	15
2.1.1.1.3. Tobas sálica (6)	16
2.1.1.1.4. Sedimentos y depósitos epiclásticos (7)	16
2.1.1.1.5. Diques básicos (1)	17
2.1.1.2. Tramo medio-superior	18
2.1.1.2.1. Coladas basálticas (8)	16
2.1.1.2.2. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas y olivínicas del Edificio Jandía (9)	18
2.1.1.2.2. Piroclastos basálticos (10)	18
2.1.1.2.3. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas del Edificio Gran Tarajal (11)	20
2.1.1.2.4. Coladas olivínicas y olivínico-piroxénicas (12)	20
2.1.2. Formaciones sedimentarias plio-pleistocenas	21
2.1.2.1. Arenas eólicas pliocenas. Arenas y conglomerados. Rasa marítima pliocena (13)	21
2.1.2.2. Sedimentos pliocenos. Conglomerados y arenas (14)	22
2.1.2.3. Depósitos de deslizamientos gravitacionales. (15)	22
2.1.2.4. Glacis-cono (16)	22
2.1.2.5. Arenas eólicas plio-pleistocenas (17)	23
2.1.2.6. Arenas y conglomerados. Rasa marina jandiense (18)	23
2.1.2.7. Depósitos de caliche (19)	24

2.2.	FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES	24
2.2.1.	Terrazas y aluviales antiguos (20)	24
2.2.2.	Coluviones antiguos (21)	25
2.2.3.	Arenas sobre sustrato (22)	25
2.2.4.	Depósitos de ladera y coluviones (23)	25
2.2.5.	Depósitos de barranco y fondos de valle (24)	26
2.2.6.	Depósitos de playa. (25)	26
2.2.7.	Arenas eólicas. Dunas holocenas (26)	26
2.2.8.	Antrópico (27)	27
3.	TECTÓNICA	27
4.	GEOMORFOLOGÍA	36
4.1.	MATERIALES	36
4.2.	FASES GENERATIVAS DEL RELIEVE	37
4.3.	PRINCIPALES FORMAS DIFERENCIABLES EN ESTA HOJA	38
4.3.1.	Formas volcánicas	38
4.3.2.	Formas marinas.	38
4.3.2.1.	Acantilados	38
4.3.2.2.	Playas y lagoon	38
4.3.3.	Formas continentales	38
4.3.3.1.	Barrancos y valles fluvio-torrenciales	38
4.3.3.2.	Relieves residuales	39
4.3.3.3.	Depósitos de vertiente	39
4.4.	TOPÓNIMOS DE SIGNIFICADO GEOMORFOLÓGICO	39
5.	PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA	40
5.1.	FASE MIOCENA. PETROLOGÍA	40
5.1.1.	Tramo inferior	40
5.1.1.1.	Coladas basálticas olivínico-piroxénicas, piroxénicas y olivínicas (3)	40
5.1.1.2.	Tobas sálicas (6)	42
5.1.1.3.	Diques básicos (1)	42
5.1.2.	Tramo medio-superior y superior.	43
5.1.2.1.	Coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas del Edificio Jandía	43
5.1.2.2.	Coladas basálticas olivínico-piroxénicas del Edificio Gran Tarajal	44
5.2.	FASE MIOCENA GEOQUÍMICA	44
5.3.	FORMACIONES SEDIMENTARIAS PLEISTOCENAS	45
5.3.1.	Arenas pleistocenas.	45
6.	HISTORIA GEOLÓGICA	45
7.	HIDROGEOLOGÍA	48
7.1.	HIDROLOGÍA SUPERFICIAL	48

7.2.	UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS: NIVELES ACUÍFEROS	52
7.2.1.	Nivel acuífero basal o inferior	52
7.2.2.	Nivel acuífero superficie	54
7.3.	PIEZOMETRÍA	55
8.	GEOTECNIA	55
8.1.	ZONACIÓN GEOTÉCNICA. CRITERIOS DE DIVISIÓN	55
8.2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ZONAS	56
8.3.	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	57
8.4.	RIESGOS GEOLÓGICOS	58
8.5.	VALORACIÓN GEOTÉCNICA	59
8.5.1.	Terrenos con características constructivas desfavorables	59
8.5.2.	Terrenos con características constructivas favorables	59
9.	GEOLOGÍA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS	60
10.	PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO	61
10.1.	DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DEL PIG	62
11.	BIBLIOGRAFÍA	62

1. INTRODUCCIÓN

1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS

La presente Cartografía y Memoria del Mapa Geológico Nacional a escala 1:25.000 corresponde a la hoja El Jable (n.º 1103-III, 91-82, del MTN), localizada en su sector meridional de la isla de Fuerteventura, en el archipiélago canario. Juntamente con la hoja de Istmo de la Pared, constituye el istmo que une la Península de Jandía con el resto de la isla.

Está limitada al norte por la mencionada hoja geológica de Istmo de la Pared y al suroeste por las de Cofete, Morro del Jable y Punta del Matorral.

La Península de Jandía constituye los restos del ya muy erosionado edificio estratovolcánico de Jandía, independiente del resto de la isla y unido a ella por la estrecha franja de terreno representado en la hoja.

Esta parte de dicho edificio está constituida, igualmente y de manera mayoritaria, por materiales volcánicos miocenos, a los que se les superpone, parcialmente, una extensa y potente covertera de arenas eólicas pliocenas y cuaternarias. La disposición cartográfica de estos materiales define dos sectores claramente delimitados, que coinciden, además, con dos zonas topográficas bien contrastadas. Un sector meridional, de relieve abrupto y elevado, con profundos barrancos, determinado por apilamientos de coladas basálticas, con disposición tabular y buzamientos periclinales, entre los que se intercalan depósitos piroclásticos, que configuraron, en el Mioceno, el edificio Jandía. En él se localizan las alturas más relevantes de la zona, como Morro del Jarao (625 m) y Morro del Puerco (573 m).

El otro sector, de relieve más bajo, constituye ya el istmo en sí y está ocupado por las arenas eólicas, que encontraron en él una morfología más favorable y adecuada para su acumulación. Con su presencia, contribuyen a suavizar y a atenuar las formas del relieve preexistente, si bien, entre ellas, sobresalen, de manera aislada, algunas elevaciones basálticas miocenas, que no llegaron a ser cubiertas del todo. A esta área recubierta de arenas eólicas se la conoce como El Jable o Jable de Jandía, pues se emplea este término local para denominar a dichas arenas.

La morfología original alargada o circular del edificio Jandía, propia de estos estratovolcanes oceánicos, está actualmente muy modificada, presentando un profundo escarpe arqueado, en forma de "cuchara", abierto hacia el NNO. A partir de su zona central, elevada, se desarrolla un sistema de erosión radial hacia el sur, en forma de barrancos y valles profundos, que indi-

vidualizan interfluvios alargados y estrechos. Éstos, que localmente se denominan "cuchillos", están formados por los apilamientos de lavas basálticas.

En esta zona, la red hidrográfica se manifiesta notablemente en el sector meridional, con valles y barrancos de perfil en *u*, fondo plano y largo recorrido, vertiendo sus aguas hacia el sur. Sus cabeceras son estrechas y se sitúan en la zona elevada central de la Península de Jandía. El escarpe de la parte de barlovento los secciona bruscamente, quedando colgados a gran altura en la vertiente septentrional. Los barrancos más importantes son Butihondo, Esquinzo, Mal Nombre, los Canarias y Pecenescal.

En el sector domina do por las arenas eólicas, la red de drenaje está menos desarrollada, existiendo algunos barrancos cortos, sin cuenca. El más importante es el de la Cañada de la Barca.

Las precipitaciones en el área son escasas, por lo que los cursos de agua están habitualmente secos. Salvo en época de lluvias importantes, pueden llevar agua, pero siempre de manera efímera.

Los límites costeros de la hoja se caracterizan por su gran linealidad, con una orientación NE-SO, posiblemente reflejo de la dirección estructural dominante en el basamento de la isla en tiempos pre-miocenos. Dos vertientes costeras se manifiestan en la hoja, como consecuencia de la morfología de istmo representada en ella. La costa occidental o de barlovento se caracteriza por presentar un perfil acantilado, casi continuo desde el extremo norte de la isla. En la zona de "jabales", los cantiles son relativamente bajos, existiendo una estrecha plataforma de abrasión en su base. Hacia el extremo opuesto, el acantilado es más abrupto, aunque queda más retirado, adquiriendo una morfología en "cuchara"; en su parte más alta alcanza una altura de 807 m (Pico de la Zarza). En su base se desarrolla una playa arenosa de gran recorrido.

En la costa oriental, el acantilado es menos prominente y se encuentra algo retrasado, permitiendo el desarrollo de playas arenosas, también de varios kilómetros de longitud (Grandes Playas). Es frecuente en este sector la presencia de lagoones, albuferas, barras de arena, etc. que junto con la soledad del lugar, proporcionan una gran belleza paisajística.

El clima de la región es similar al del resto de la isla, cálido-seco y con temperaturas medias entre 18 y 22°C, algo superiores en épocas estivales. La insolación es fuerte. Un rasgo climático característico es la existencia de vientos de intensidad media gran parte del año, que rebajan notablemente la sensación de calor, si bien, con relativa frecuencia, alcanzan una intensidad fuerte.

La vegetación propia del piso basal de la isla es la dominante en la zona, con tipos herbáceos y arbustivos de bajo porte. Predominan los tipos xerofíticos suculentos, entre los que destacan la aulaga (*Launaea arborescens*), tabaibas y cardones (*Euphorbia* sp.), así como tarajales (*Tamarix canariensis*) y balos en los barrancos (*Plocama pendula*). La barrilla y algunas hierbas son, asimismo, abundantes. En las zonas arenosas son característicos los tipos samófilos.

Es un área relativamente solitaria, sin núcleos de población importantes. El desarrollo turístico de los últimos años ha favorecido la construcción de urbanizaciones como Risco del Paso, Hotel los Gorriones (Urb. los Verodes) y, principalmente, Cañada del Río (Bahía Calma), y junto con algunos grupos de casas aisladas en determinados barrancos, constituyen los únicos lugares habitados.

La principal vía de comunicación es la carretera Puerto del Rosario-Morro del Jable. A partir de ella salen caminos y pistas que atraviesan El Jable y entran en los barrancos principales, facilitando el acceso relativamente cómodo a cualquier lugar de la hoja.

1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS

La bibliografía geológica sobre esta área particular de la isla de Fuerteventura es escasa. Las citas principales se localizan en trabajos más amplios, bien sobre la geología insular o bien sobre el edificio Jandía.

HARTUNG (1857), BOUCART y JEREMINE (1938) y BENÍTEZ PADILLA (1945) son algunos de los primeros autores que realiza reconocimientos geológicos en la Península de Jandía, poniendo de manifiesto algunas ideas sobre su génesis.

Como documentos generales sobre la isla, con algunas referencias a esta zona, cabe destacar dos trabajos ya clásicos: el de HAUSEN (1958), con un mapa geológico a escala 1:300.000, que presenta un amplio estudio de campo, completado con numerosas observaciones petrográficas y análisis químicos de diferentes muestras de roca. El más reciente es la monografía de FUSTER *et al.* (1968), quienes partiendo de una cartografía previa a escala 1:50.000 de toda la isla y en este caso de la Península de Jandía [IGME-CSIC (1967)], establecen y describen las principales unidades volcanoestratigráficas de la isla. Su síntesis cartográfica la presentan en un mapa geológico a escala 1:100.000 [AGOSTINI *et al.* (1968)].

Un trabajo más reciente sobre el edificio Jandía en particular es el de CUBAS *et al.* (1991), quienes redefinen las unidades volcanoestratigráficas ya establecidas por FUSTER *et al.* (*op. cit.*) y analizan la construcción de dicho edificio definiendo en él diversos tramos o episodios.

PETIT-MAIRE *et al.* (1986) estudian las formaciones dunares de esta zona y de otras de la isla, datando por C-14 algunos niveles de la malacofauna presente en ellas. Obtienen, asimismo, algunos datos paleoclimáticos del Pleistoceno superior y el Holoceno que relacionan con otras islas orientales del archipiélago y el sector del Atlántico donde están enclavadas. A lo largo de la costa aparecen diferentes depósitos marinos fosilíferos de edad cuaternaria, caracterizados desde el punto de vista bioestratigráfico y paleontológico por MECO *et al.* (1987).

Las dataciones radiométricas existentes, RONA y NALWALK (1970), ADBEL MONEN *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, la cronoestratigrafía de las diferentes unidades volcánicas de la isla. Para este proyecto se han realizado también nuevas dataciones K/Ar (aunque no en esta hoja) 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 post Complejo 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.

La estratigrafía de la hoja de El Jable es muy simple, pues únicamente se encuentra representada la fase miocena del Dominio subaéreo, a través de dos de sus tres edificios. Estos corresponden a los edificios de Gran Tarajal y Jandía, (parte sur de la hoja), cuya superposición no es visible en campo debido a los recubrimientos recientes.

En la Tabla 2.2 se han referido las series y fases presentes en la hoja, así como su correlación con las anteriores cronoestratigrafías más recientes de FUSTER *et al.* (1968) e IGME (1984 a-d). La fase miocena aquí definida es equivalente a la Serie Basáltica I de FUSTER *et al.* (1968) y a la Serie Volcánica I del IGME (1984a-d).

Tabla 2.1. Cronoestratigrafía volcano-plutónica de Fuerteventura

	Edad (m.a.)	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 ultralcalina. Volcanismo indiferenciado, en parte submarino. Sedimentos de fondo oceánico.

Tabla 2.2 Correlación cronoestratigráfica

FUSTER <i>et al.</i> (1968)	PLAN MAGNA, IGME (1984a-d)	PLAN MAGNA (1989-92)
SERIE BASÁLTICA I Basaltos fisurales	SERIE VOLCÁNICA I	FASE MIOCENA (Estratovolcán de Gran Tarajal)
Tobas y aglomerados subaéreos Rocas volcánicas submarinas	COMPLEJO BASAL Form. tobas y brechas sálicas Form. volcánica submarina	DOMINIO DEL COMPLEJO BASAL Ser. volcánica indeferenciada, en parte submarina

2.1. FORMACIONES POSTCOMPLEJO BASAL

2.1.1. Fase miocena

Constituyen los primeros episodios de actividad subaérea que suceden a la consolidación del Complejo Basal. Es una fase de intensa actividad volcánica, durante la cual se constituye el esqueleto fundamental de la isla mediante la construcción de tres edificios estratovolcánicos, de dimensiones kilométricas. Estos tres edificios han sido denominados por CUBAS *et al.* (1991) y ANCOCHEA *et al.* (1991) como Norte, Central y Sur. En este trabajo se ha preferido utilizar nombres locales, y se corresponden, respectivamente, con Tetir, Gran Tarajal y Jandía. La hoja, aquí estudiada se sitúa en la zona marginal, de transición, entre los edificios de Gran Tarajal y Jandía, si bien los depósitos del edificio Gran Tarajal afloran muy escasamente.

2.1.1.1. Tramo inferior

En el edificio Jandía, el tramo inferior presenta unas características algo diferentes al del edificio Gran Tarajal. Así, mientras en este último representa un apilamiento lávico de un edificio estratovolcánico central con un sistema de diques propio, de pauta radial. En el edificio Jandía, el tramo inferior está representado, principalmente, por salideros puntuales de tipo hidromagmático y/o mixtos, que indican el "nacimiento de una nueva isla". Por otra parte, se han asignado también a este tramo una serie de materiales lávicos y brechoides que están atravesados por el sistema de diques NNE-SSO y que no está clara su pertenencia a uno u otro edificio, si bien geográficamente quedan dentro de lo que es el edificio Jandía.

Este tramo aparece fundamentalmente en la costa noroccidental de la hoja y en las partes bajas de algunos de los barrancos principales. Una de las características más sobresalientes de este tramo es el intenso grado de alteración que presenta. A efectos cartográficos se han distinguido las siguientes unidades: coladas basálticas, brechas y depósitos piroclásticos indiferenciados (2); coladas basálticas (3); conos estrombolianos (4); conos hidromagmáticos (5); tobas sálicas 6, y sedimentos y depósitos epiclásticos (7). Además atravesando a estos materiales, salvo a los de las dos últimas unidades citadas (6, 7), existe una red de diques con orientación NE-SO que corresponde a la unidad (1) de leyenda.

2.1.1.1.1. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas, brechas y depósitos piroclásticos indiferenciados (2)

En esta unidad se han agrupado a efectos cartográficos los materiales lávicos, piroclásticos y fragmentarios pertenecientes al tramo inferior y que afloran en el escarpe de barlovento. Estos materiales se caracterizan por el enorme grado de alteración que presentan, lo cual dificulta en muchas ocasiones el reconocimiento de la roca original. Además están intensamente atravesados por una red de diques de orientación NE-SO.

Se trata de los materiales más antiguos que aparecen en la hoja, y realmente se puede considerar que constituyen el sustrato de la Península de Jandía.

Fundamentalmente, esta unidad está constituida por coladas basálticas alteradas, de tonos grises y pardos, que debido a la intensa alteración e inyección filoniana, en muchas ocasiones no se reconocen las estructuras originales de colada. Además, esto impide medir los espesores individuales de las mismas. La potencia estimada para toda esta unidad es de unos 150 m.

Composicionalmente son coladas de basaltos olivínico-piroxénicos, con bases escoriáceas de cascajo y abundantes rellenos secundarios de ceolitas y carbonatos. Las brechas están constituidas por fragmentos angulosos y subangulosos de naturaleza basáltica, con colores de alteración grises y caquis. El tamaño de los fragmentos es muy variable, desde 2-4 cm hasta 20-25 cm. Además, se han observado intercalaciones de depósitos piroclásticos, tanto estrombolianos como hidromagmáticos. Estos últimos se caracterizan por sus colores de alteración grisáceos y su laminación paralela y estratificación cruzada.

2.1.1.1.2. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas, piroxénicas y olivínicas (3); conos estrombolianos (4), y conos piroclásticos hidromagmáticos (5)

En este epígrafe se describen conjuntamente tres unidades de leyenda, que pertenecen todas ellas al tramo inferior de la Fase miocena. Estos materiales afloran fundamentalmente en el sector más septentrional de la costa de barlovento y en el fondo de los barrancos de Tras del Lomo, Los Canarios y Mal Nombre. En la costa oriental afloran también entre Costa Calma y Morrete de los Castrillos. Por último, hay que mencionar varios afloramientos que aparecen a modo de islotes semicubiertos por las arenas eólicas en la zona de Risco de los Gatos y Hueso del Caballo.

Estos materiales están intensamente atravesados por diques y además aparecen muy alterados. Constituyen, junto con la unidad (2), anteriormente descrita, el sustrato sobre el que se apoyan el resto de las unidades aflorantes en la hoja. A techo se sitúan las coladas del tramo medio-superior.

Esta discordancia erosiva está puesta de manifiesto por la existencia de niveles de sedimentos que sólo aparecen de forma local y esporádica. En otras ocasiones se apoyan directamente sobre esta unidad los depósitos marinos de la rasa pliocena o las arenas eólicas plio-pleistocenas, que ocupan la zona del Istmo de la Pared.

Las coladas que constituyen el tramo inferior del Edificio Jandía suelen ser de tipo "pahoehoe", de poco espesor, y con estructuras cordadas características. Presentan buzamientos acusados del orden de 10-12° al E y ESE, en la costa oriental. Morfológicamente se caracterizan por la alternancia de coladas y capas escoriáceas que recuerdan a lo que en Gran Canaria se denominan "Fortalezas". De hecho, estas coladas guardan más similitud con los basaltos miocenos de Gran Canaria que con los del vecino Edificio de Gran Tarajal. Composicionalmente predominan los tipos basálticos olivínico-piroxénicos, con fenocristales de tamaños inferiores a 6-7 mm.

En el afloramiento del Risco de los Gatos se observan varias coladas escoriáceas apiladas de color gris-negruzco. Sin embargo, la que corona el cerro presenta disyunción columnar, con partición prismática. Tiene matriz afanítica y fenocristales de piroxeno. Además, se observan algunas vacuolas y cavidades rellenas por óxidos de hierro. En conjunto, estas coladas aparecen atravesadas por varios diques de componente NE-SO.

Se han cartografiado tres conos piroclásticos pertenecientes a este tramo inferior. De todos ellos, el más importante es el que aparece en el barranco de los Canarios, tanto por sus dimensiones como por sus características mixtas, ya que presenta, en su parte inferior, materiales hidromagmáticos y, al techo, niveles piroclásticos de caída "fall". Este edificio ha sido seccionado por el barranco de los Canarios, lo cual facilita la observación de su estructura. Tiene una potencia máxima visible superior a 180 m. Está constituido por capas de piroclastos de color gris de tipo hidromagmático con estratificación muy acusada y buzamientos de 15-20°NNE y 20° al SSE. En la parte baja, donde predominan los hidromagmáticos, hay una gran cantidad de líticos basálticos con tonos de alteración grises. Hacia el este aparecen los depósitos típicamente estrombolianos, constituidos por lapillis, escorias y bombas de color marrón-oxidado-rojizo. Presenta un buzamiento de unos 35° al NE. Hay también algún "spatter" y masas lávicas intercaladas entre los piroclastos. En general, en este edificio se observa una seriación bastante frecuente a lo largo de toda la Península de Jandía, esto es, que en las primeras emisiones mio-

cenas existe interacción agua-magma, ya que los edificios están prácticamente al nivel del mar; posteriormente se producen fases estrombolianas. Como resultado de esta secuencia se tienen edificios mixtos. Ejemplos de ello pueden encontrarse en la base de Montaña Aguda (hoja de Punta del Matorral) y en la Playa de Ojos y la Turbina (hojas de Morro Jable y Cofete).

En las proximidades de la playa de Barlovento de Jandía pueden observarse los restos de un antiguo cono enterrado de grandes dimensiones. El sucesivo retroceso del acantilado ha dejado reducido este edificio a un afloramiento lineal, situado en la base de los escarpes. A pesar de ello, en algunos puntos supera los 60 m de altura, y está constituido por piroclastos basálticos (lapillis, escorias y bombas) de color rojizo. En algunas zonas hay materiales alterados que parecen tobas palagoníticas. Composicionalmente son basaltos.

Por último, cabe señalar la existencia de un pequeño cono enterrado en la costa oriental, en las proximidades de Morrete de los Castrillos. Está constituido por lapillis, escorias y bombas de composición basáltica, con colores rojizos de alteración. Los diques que atraviesan el cono tienen componente NE-SO.

2.1.1.1.3. Tobas sálicas (6)

Estos materiales tienen una representación areal muy escasa y sólo aparecen en el extremo noroccidental de la hoja. Concretamente, constituyen un delgado nivel, de apenas 6-8 m de espesor, que se dispone discordantemente sobre los materiales lávicos y piroclásticos del tramo inferior, en el escarpe de "Barlovento". Esta unidad ha sido cartografiada, más ampliamente, en la vecina hoja de Cofete. Precisamente en esta última hoja se observan varios intrusivos sálicos que perforan los materiales basálticos del tramo inferior, no descartándose, que alguno de ellos, en sus etapas finales, extruyera, y diera origen a estas unidades fragmentarias, como también apuntan CUBAS *et al.* (1988-1989).

Por la posición estratigráfica que ocupan estos materiales, permite relacionarlos con los diferenciados sálicos finales del tramo inferior, ya que, además, no están afectados por la densa red de diques que atraviesa este tramo. Asimismo, a techo, aparecen los sedimentos y depósitos epiclásticos que marcan la interrupción entre el tramo inferior y el medio.

En algunos puntos se ha distinguido un nivel basal, de unos 4 m de potencia, constituido por unas brechas de color gris-pálido-crema con gran abundancia de líticos basálticos y pómez sálico. Sobre estos materiales se observa un paquete, de unos 3 m de potencia, con base plana característica, constituido por líticos comagmáticos (sálicos), juveniles (pómez) y accidentales (basálticos). Estos últimos predominan en la parte baja. La mayoría de los fragmentos son inferiores a 15 cm, siendo los juveniles los más escasos.

2.1.1.1.4. Sedimentos y depósitos epiclásticos (7)

Esta unidad tiene un escaso desarrollo areal, limitándose a dos pequeños afloramientos localizados a media ladera, en los escarpes de barlovento. Estratigráficamente se sitúan a techo del tramo inferior y marcan la discordancia con los materiales del tramo medio.

Están constituidos por sedimentos detríticos finos y depósitos epiclásticos de color gris-amarillento, con estratificación muy marcada y buzamiento de unos 25° al oeste. Los últimos metros del depósito tienen un color rojizo característico debido a la rubefacción que provoca la colada masiva del techo. En conjunto se han medido potencias (variables) entre 8 y 35 m.

En el Morro del Rinconcillo hay un depósito sedimentario constituido por una alternancia de niveles de cantos, angulosos y subangulosos, y depósitos epiclásticos finos, con laminación paralela. Este afloramiento no ha sido señalado en cartografía ya que tiene muy poca continuidad lateral. Puntualmente llega a alcanzar una potencia de unos 20 m.

2.1.1.1.5. Diques básicos (1)

Aparecen casi exclusivamente atravesando a los materiales del tramo inferior de la Fase miocena. Su distribución espacial, por tanto, está condicionada al ámbito de aparición de aquellos materiales; esto es, el sector costero y el fondo de los barrancos principales. Como excepciones a esta regla, hay que citar algunos diques que intruyen en materiales del tramo medio-superior, en los barrancos de Esquinzo, Butihondo y Pecenescal.

En general, son diques de composición mayoritariamente basáltica, aunque alguno tenga tendencia traquibasáltica. No se ha muestreado, ni observado, ninguno de composición sálica. Los que intruyen en la zona costera de barlovento definen una red paralela o subparalela, de orientación preferente NE-SO, con buzamientos subverticales al oeste. Esta directriz parece ser una prolongación de la malla de diques que aparece en el Dominio del Complejo Basal.

Sin embargo, en el fondo del Valle de los Canarios y en el del Mal Nombre se observa que los diques adquieren direcciones entre N50°E y N100°E.

Suelen presentar bordes nítidos y rectilíneos con frecuentes texturas enfriadas de borde. El espesor varía entre 0,4 y 2 m, si bien la mayoría se sitúa entre 0,6 y 1,2 m. Algunos presentan recorridos bastante largos, pudiendo seguirse muy bien con el empleo de la fotografía aérea. Sin embargo, resulta imprescindible su cartografía en campo, pues en algunas zonas, como en las proximidades del manantial de la Majada del Agua, se ha comprobado la existencia de más de 25 diques, a la escala de trabajo. Existen tanto tipos porfídicos como afaníticos, siendo los fenocristales más abundantes olivino y piroxeno; más raramente se ha encontrado alguno con fenocristales de olivino, piroxeno y plagioclasa.

Al este de Las Casas de Mal Nombre se ha muestreado un dique con fenocristales de piroxeno de hasta 2 cm y olivinos más escasos y pequeños.

En las proximidades de las Casas Risco del Paso se observa un dique muy ancho con nódulos máficos-ultramáficos de hasta 8-10 cm de tamaño.

También se han encontrado diques de tipo divagante, con espesores más reducidos, fundamentalmente en las zonas más bajas en las proximidades de Punta Paloma (Barlovento) y en Costa Calma (Sotavento).

2.1.1.2. Tramo medio-superior

Dentro de los materiales volcánicos presentes en la hoja, los pertenecientes a este tramo son las que ocupan una mayor extensión superficial. La mayor parte de las unidades distinguidas pertenecen al Edificio Jandía, y sólo la unidad 11 se ha asignado al Edificio Gran Tarajal.

Se trata de un tramo fundamentalmente lávico, en el cual no existen discordancias muy nítidas ni intercalaciones sedimentarias. Esto impide la perfecta individualización cartográfica de los tramos medio y superior. No obstante, se ha distinguido localmente una unidad que podría corresponder a la base del tramo medio (8). Por otra parte, la existencia de pequeñas discordancias hacia la parte superior de los apilamientos ha hecho que tentativamente estos paquetes se hayan individualizado como otra unidad (12). Además, existe un cierto contraste morfológico y un nivel de almagre basal que permite cartografiar esta última unidad.

2.1.1.2.1. Coladas basálticas (8)

Como se ha comentado en el apartado anterior, normalmente no se ha individualizado el tramo medio del superior. Esto es debido a la falta de discordancias nítidas entre ellos. Sin embargo, en la ladera noreste del Morro de la Cagada, en la vertiente de barlovento, se han cartografiado unas coladas masivas y potentes que parecen corresponder a la base del tramo medio. Estas coladas están rellenando un paleorrelieve labrado en las coladas del tramo inferior y, en ocasiones, existe un nivel sedimentario de alteración. Composicionalmente son basaltos, existiendo tipos porfídicos y afaníticos. Los fenocristales más frecuentes son el olivino y el piroxeno, con tamaños de 2-7 mm. Frecuentemente el olivino aparece alterado a iddingsita.

A techo se observa el apilamiento de coladas del tramo medio-superior (indiferenciado) con una potencia de más de 200 m. En general estas coladas son más delgadas y presentan un buzamiento contrario (SE).

2.1.1.2.2. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas y olivínicas del Edificio Jandía (9); piroclastos basálticos (10)

En este epígrafe se describen los materiales lávicos y piroclásticos que pertenecen al tramo medio-superior de manera indiferenciada. Son los que aparecen más ampliamente extendidos, ocupando casi un 50% del área estudiada.

En las laderas de Barlovento es donde mejor puede observarse el muro de esta unidad, constituido por los materiales alterados, e intensamente atravesados por diques, del tramo inferior. En algunos puntos de esta zona, esta discordancia erosiva es más nítida, pues aparecen sedimentos y depósitos epiclásticos entre ambas unidades.

Debido al encajamiento de la red hidrográfica, esta unidad aparece muy bien expuesta a lo largo de los barrancos principales: Butihondo, Esquinzo, Mal Nombre, Canarias, Valluelo y Peceñescal. Además, existen algunos afloramientos aislados en la zona del Istmo de la Pared, entre

los que cabe destacar los de Montañeta de Los Verodes, Montañeta Pelada, Loma de La Ruda, Loma Negra y El Paso.

Está constituida por apilamientos de coladas basálticas que buzan suavemente de forma periclinal hacia el ESE y SE. Esta disposición periclinal se observa mejor al realizar un mosaico con las cuatro hojas que constituyen la Península de Jandía (Cofete, Morro Jable, El Jable y Punta del Matorral). Intercalado entre el apilamiento lávico aparecen algunos conos piroclásticos enterrados. Concretamente se han cartografiado seis; cuatro de ellos se localizan en el fondo de los barrancos de Butihondo, Esquinzo, Mal Nombre y Majada Boya, y los dos restantes, en la zona del Cuchillo del Medio y Atalaya Chica. Además, se ha señalado una pequeña intercalación de lapilli, de apenas un metro de espesor, en la desembocadura del Valluelo del Guirre.

En general, estos edificios están bastante desmantelados y aparecen parcialmente cubiertos por coladas. Están constituidos por lapillis (rojizos), escorias y escasas bombas. El lapilli suele tener tamaños de 1-2 cm y las bombas diámetros inferiores a 30-40 cm. En el caso concreto del Edificio Majada Boya se observan numerosas bombas acintadas. En otros edificios es frecuente la existencia de "spatter" y emplastes lávicos. Las capas piroclásticas se disponen con buzamientos periclinales (15-30°) hacia el exterior, si bien esto es más fácilmente observable en los que aparecen mejor conservados (o expuestos), como por ejemplo en el Cuchillo del Medio o en el del barranco de Esquinzo.

Como se ha comentado anteriormente, los materiales lávicos son mucho más abundantes, y se caracterizan por presentar una morfología tabular y escalonada, debido al apilamiento sucesivo de coladas. Estas coladas presentan un aspecto masivo y compacto, a menudo con disyunción columnar y bases de cascajo bien desarrolladas. En general están mucho menos alteradas que las del tramo inferior y, además, están prácticamente desprovistas de diques. Aunque predominan los tipos "aa", localmente se han observado coladas más delgadas, de tipo "pahoehoe", con estructuras cordadas y en tripas. Ejemplos de ello pueden observarse en la zona de Atalaya Chica, en el barranco de Majada Boya y en el de Los Canarias. Los espesores individuales, más comunes, oscilan entre 0,8 y 3,5 m, si bien localmente se han observado coladas mucho más potentes. En conjunto, se han llegado a medir espesores de más de 200 m.

Composicionalmente predominan los tipos basálticos, siendo más frecuentes las coladas porfídicas, con matriz afanítica y fenocristales de olivino y piroxeno. En algunas ocasiones, el porcentaje de fenocristales, sobre el volumen de roca total, puede ser alto, como ocurre en algunos de los "islotos" de coladas existentes en la zona de El Jable. Se trata de basaltos picríticos con numerosos fenocristales de olivino (iddingsitizados) y piroxeno. También son frecuentes las intercalaciones de coladas afaníticas con marcada disyunción columnar y fractura concoide. Concretamente en el Valle de Butihondo se ha muestreado una colada afanítica que tiene más de 20 m de espesor. En general, las coladas de este tramo medio son de composición basáltica olivínico-piroxénica con fenocristales de pequeño tamaño, pero muy abundantes. La textura es afieltrada y suelen tener bases de cascajo bien desarrolladas.

En el Morro del Rinconcillo, la primera colada de esta unidad, situada sobre la discordancia, es mucho más masiva que las del tramo inferior y presenta fractura concoide y matriz afanítica. Además tiene una disyunción columnar muy marcada.

2.1.1.2.3. Coladas basálticas olivínico-piroxénicas del Edificio Gran Tarajal (11)

Como se ha comentado en la introducción a la Fase miocena, los materiales del Edificio Gran Tarajal sólo afloran de manera marginal en el extremo noroccidental de la hoja.

Están constituidos por coladas basálticas olivínico-piroxénicas, que pueden asignarse a los tramos medio-superior.

En esta hoja no se observa el muro de esta unidad. Sin embargo, a techo, estos materiales aparecen parcialmente cubiertos por depósitos de caliche o por las arenas eólicas plio-pleistocenas. Ocasionalmente se ha observado un nivel, muy delgado, de conglomerados que podrían corresponder a la rasa pliocena. Se sitúan sobre estas coladas, a unos 6 m de la base del acantilado.

Estas coladas son muy masivas y potentes (5-6 m), con tonos grises de alteración y abundantes fenocristales de olivino y piroxeno. Estos fenocristales son de pequeño tamaño (2-3 mm) y destacan en una matriz de color gris.

Al noreste de la Punta de Los Molinillos, en el acantilado costero, se observa una intercalación piroclástica entre el apilamiento lávico. Debido a su reducida potencia (2-4 m), no ha sido señalada en cartografía. Está constituida por escorias y bombas, algunas de ellas con corteza de pan y forma fusiforme, de hasta 20 cm de diámetro. La composición es similar a la de las coladas, basaltos olivínico-piroxénicos. La proporción de olivino es mucho mayor que la de piroxeno, y aquél está alterado a iddingsita.

En conjunto, la potencia observada no supera los 40-50 m; sin embargo, en la vecina hoja de Gran Tarajal esta unidad supera los 200 m de espesor.

2.1.1.2.4. Coladas olivínicas, y olivínico-piroxénicas (12)

Se trata de las coladas que constituyen la parte alta de los apilamientos del tramo medio-superior. Tentativamente puede estimarse que pertenecen al tramo superior. Afloran fundamentalmente en el sector occidental de la hoja y constituyen las divisorias de los barrancos principales: Butihondo, Esquinzo, Mal Nombre, Los Canarios y Pecenesca.

Es un tramo constituido casi exclusivamente por un monótono apilamiento de coladas sin intercalaciones piroclásticas ni diques. A muro, de esta unidad aparecen las coladas del tramo medio-superior indiferenciado (9). Entre ambas unidades suele aflorar un potente almagre, que en ocasiones supera los 60 cm de potencia. Este nivel presenta lapilli de color marrón-rojizo y algunos cantos rodados y rubefactados. Se trata de una "capa-guía" fácilmente visualizable en campo, y que ha servido para cartografiar el muro de la unidad aquí estudiada. En general esta unidad presenta potencias bastante constantes entre 150 y 175 m y un suave buzamiento hacia el E. y SE, mucho menor que las coladas subyacentes.

Composicionalmente son basaltos olivínico-piroxénicos, con fenocristales abundantes, de tamaños de 2-9 mm, y matriz negra y afanítica. En general las coladas son de tipo "aa" con bases esocoriáceas y espesores individuales de 4-5 m. Esto provoca, en el terreno, una clásica mor-

fología escalonada o en graderío. Ocasionalmente se han encontrado coladas delgadas de tipo "pahoehoe" con composición basáltica olivínica. Así, en la Degollada del Moro, las primeras coladas que constituyen esta unidad presentan estructuras cordadas y en tripas, típicas morfologías "pahoehoe".

2.1.2. Formaciones sedimentarias plio-pleistocenas

2.1.2.1. Arenas eólicas pliocenas. Arenas y conglomerados. Rasa marina pliocena (13)

A efectos cartográficos, se han agrupado en una sola unidad los depósitos marinos que constituyen la rasa pliocena y las arenas eólicas encalichadas que aparecen sobre ellos. Sin embargo, su distinción es fácil, ya que la rasa marina se ha presentado con un trazo único de color rojo, mientras que las arenas eólicas mantienen un recinto cerrado.

Los depósitos marinos del Plioceno tienen una considerable extensión lateral, aflorando a lo largo de toda la costa occidental de la isla, desde Tostón Cotillo hasta Punta de Jandía, y continuando por la costa sur de Jandía hasta Costa Calma. En esta hoja, por tanto, aparecen tanto en "barlovento" como en "sotavento"; así en la costa noroccidental, afloran en las inmediaciones de Punta Paloma, y en la costa suroccidental o sotavento, desde Costa Calma hasta los Verodes, y en algún punto aislado al suroeste, junto a las Casas de Risco del Paso.

Los depósitos están constituidos por areniscas y conglomerados marinos con clastos basálticos, a veces de gran tamaño, muy redondeados y rubefactados. Las areniscas son biodetríticas y de color blanquecino. En conjunto constituyen un nivel muy delgado, con espesores de 1-4 m, que aparecen en el acantilado a unos 10 m sobre el nivel del mar, discordantemente sobre las coladas basálticas miocenas. Son muy fosilíferos, y en Costa Calma constituyen un yacimiento importante en el que se han colectado *Strombus coronatus* Defrance, *Nerita emiliana* Mayer, *Patella ambroggi* Lecointre, *Nucella plessisi* (Lecointre), *Ancilla glandiformis* (Lamarck), *Conus plelagicus* Brocchi, *Arca tetragona* Poli, *Glycymeris violaccescens* (Lamarck), *Pecten benedictus* Lamarck, *Spondylus gaederopus* Linné, *Gryphaea virleti* (Deshayes), *Cardita ajar* Bruguiere, *Cardita calyculata* (Linné), *Lucina leonina* (Basterot), *Linga columbella* (Lamarck), *Chama gryphina* Lamarck, *Clausinella fasciata* (Da Costa), *Apolymetis lacunosa* (Chemnitz), y otras [MECO (1982, 1983)]. Por el contenido faunístico y por su posición respecto a coladas datadas en otras hojas (Punta de Paso Chico, Los Molinos, Pájara) han sido atribuidos al Plioceno inferior [MECO y STEARNS (1981)].

Sobre estos depósitos se desarrollaron con la regresión pliocena dunas de gran potencia en la zona norte y algo menos potentes en el sur (30 y 3 m, respectivamente); contienen hileras aluviales y están cubiertas por un potente costrón calcáreo, sobremontan a los depósitos marinos pliocenos. Estas dunas son calcareníticas con granos de origen biodetrítico marino. Se hacen más grises en su terminación por poseer un porcentaje mayor de granos basálticos, éstos a su vez retomados de hileras aluviales potentes. Estas dunas pueden ser removilizadas posteriormente y dan lugar a las dunas pleistocenas y a los "jables" subacuales o históricos.

2.1.2.2. *Sedimentos pliocenos. Conglomerados y arenas* (14)

Esta unidad aparece fundamentalmente en el sector oriental de la hoja. En general, puede decirse que estos materiales son equivalentes a los observados en la hoja de Istmo de la Pared (Matas Blancas) y en las hojas limítrofes de Punta del Matorral y Morro Jable. En concreto, en esta hoja, los mejores afloramientos se localizan entre los barrancos de Pecenescal y Los Canarios.

Estratigráficamente se sitúan discordantes sobre la rasa pliocena, aunque debido al poco desarrollo que adquiere esta rasa en la costa oriental, en muchas ocasiones se disponen directamente sobre las materiales basálticos miocenos. Estos depósitos pueden comprender, por tanto, un amplio espectro de edad, si bien son anteriores a la fase de enalichamiento generalizada, la cual parece corresponder al Pleistoceno medio-superior.

Están constituidos por sedimentos detríticos groseros, con poca ordenación interna y tamaños más frecuentes comprendidos entre 8 y 55 cm. La naturaleza de los cantos es casi exclusivamente basáltica, predominando los tipos subangulosos y subredondeados. En general, muchas de las facies observadas parecen corresponder a abanicos aluviales próximos, en los cuales el material está poco rodado. Las potencias son muy variables, ya que estos depósitos rellenan paleorrelieves y se acuñan lateralmente en pocos metros. Se han medido espesores desde 2 m hasta 35 m. Así, en las proximidades de Las Casas Risco del Paso se observa que estos depósitos superan los 25 m de potencia, existiendo una zona superior, claramente aluvial, con mayor granulometría, pero menos cementada y sin ordenación interna. La zona media está fuertemente cementada por caliche y tiene cierta orientación de cantos. En la parte inferior la granulometría es algo menor y además está parcialmente recubierta por derrubios de ladera.

2.1.2.3. *Depósitos de deslizamientos gravitacionales* (15)

Estos materiales afloran exclusivamente en el extremo nororiental de la hoja, en las proximidades de la playa de Barlovento. Ocupan, además, una extensión muy reducida, pues están parcialmente cubiertos por los depósitos de glaci-cono. Por este motivo, puede inferirse que el deslizamiento es bastante antiguo, ya que debió producirse con posterioridad a la emisión del volcanismo mioceno y antes de la deposición de los glaci-cono.

En un depósito caótico constituido por bloques y cantos heterométricos, de naturaleza basáltica, empastados en una matriz areno-arcillosa. Se observan bloques de hasta 80 cm-1 m, muy angulosos, si bien la mayoría de los fragmentos se sitúan entre 8-25 cm. No presenta estratificación ni ordenación interna, y tiene una potencia máxima de 40 m.

2.1.2.4. *Glaci-Cono* (16)

Estos materiales aparecen únicamente en la vertiente noroccidental de la hoja, donde constituyen potentes depósitos, adosados a los escarpes de materiales basálticos miocenos. Presentan un fuerte enalichamiento superficial y una morfología en planta muy característica. Es una forma pseudotriangular, algo lobulada, con el ángulo más agudo apuntando hacia la zona de cabecera.

Están constituidos por arenas y gravas heterométricas, de composición casi exclusivamente basáltica. El tamaño de los fragmentos varía entre 2 y 60 cm y están empastados en una matriz areno-arcillosa de color claro. Es un material poco seleccionado, muy heterométrico y no presenta ningún tipo de ordenación interna. La potencia es mínima en la zona de cabecera y máxima en la base, con valores comprendidos entre 1-2 y 10-12 m, respectivamente.

2.1.2.5. Arenas eólicas plio-pleistocenas (17)

Estos materiales ocupan prácticamente el tercio septentrional de la hoja y se prolongan hacia el norte en la hoja de Istmo de la Pared. En conjunto, constituyen el denominado Istmo de la Pared o Jable, que separa la Península de Jandía del resto de la isla de Fuerteventura.

Se han agrupado en una única unidad las arenas eólicas pliocenas y pleistocenas, ya que su separación es bastante difícil y problemática, puesto que unas proceden de las otras por simples procesos de removilización posterior.

Estratigráficamente se sitúan sobre la rasa pliocena y representan un proceso de regresión, con abundante fauna de gasterópodos de tierra. Además, presentan varias hiladas de aluviales que interrumpen el proceso eólico de formación. En alguno de estos niveles se ha encontrado fauna marina que presumiblemente fue arrancada del depósito costero y removilizada tierra adentro. Al techo se observa un paleosuelo que contiene nidos fósiles de antóforas y gasterópodos de tierra. En conjunto, puede tener unos 30 m de potencia. Un nuevo episodio aluvial, con grandes fragmentos rocosos, aparece sobre la duna, sobremontándola, al cual sucede un nuevo proceso eólico, de mucha menor importancia. Esta duna presenta color grisáceo, debido a la gran proporción de fragmentos basálticos procedentes del anterior aporte aluvial. Está cementada y recubierta por una costra calcárea (caliche), que marca probablemente el final del plioceno o los inicios del pleistoceno. En esta hoja, esta sucesión descrita aparece peor expuesta que en la de Istmo de la Pared, ya que en los afloramientos costeros próximos a Punta Paloma estos materiales están casi totalmente cubiertos por las dunas holocenas. MECO (1991) y MECO *et al.* (1992) han estudiado estos depósitos en la cabecera del barranco de la Cueva, al norte del área estudiada.

En toda la zona de El Jable-Istmo de la Pared, estas dunas debieron cubrir la totalidad del Istmo, alcanzando la costa sur (sotavento), en donde aparecen sobre la rasa pliocena.

Tras la regresión jandiense, vuelven los vientos, siempre procedentes del norte, a formar dunas removilizando las dunas pliocenas encalichadas allí donde aparecían expuestas en acantilados y barranqueras. Estas dunas están interrumpidas por tres o cuatro paleosuelos, datado radiocarbónicamente el último de ellos en 9.800 ± 140 B.P. [PETIT-MAIRE *et al.* (1986, 1987) y MECO y PETIT-MAIRE (1989)]. En uno de los paleosuelos aparecen numerosos huesos y huevos fósiles de pardelas, que WALKER *et al.* (1990) asignan a *Puffinus holei*.

2.1.2.6. Arenas y conglomerados. Rasa marina jandiense (18)

Estos depósitos marinos pleistocenos aparecen muy bien representados a lo largo de la costa oriental de la isla. Sin embargo, en esta hoja sólo existe un pequeño afloramiento, localizado en las proximidades de la Punta de los Molinillos, en el extremo más septentrional de la hoja.

Es un delgado nivel de unos 30 cm de espesor, constituido por conglomerados y areniscas biotriticas, con abundantes restos de *Strombus bubonius*, la mayoría de ellos rotos. Estas areniscas muestran al microscopio dos tipos de cemento, lo cual sirve para distinguir las de edad erbanense, que sólo tienen uno.

Estos depósitos, situados a +1 m sobre el nivel del mar, corresponden a los inicios del Pleistoceno superior, y fueron descritos y caracterizados paleontológicamente por MECO (1975, 1977). Posteriormente, fueron denominados "jandiense" por MECO *et al.* (1987).

2.1.2.7. Depósitos de caliche (19)

Se trata de uno de los materiales más característicos del paisaje de Fuerteventura, aunque en esta hoja están pobremente representados. Los afloramientos existentes son de escasa entidad y aparecen repartidos por las laderas de los barrancos del Mal Nombre, Pecenescal, Valluelo y Tras del Lomo. Además, hay otros afloramientos aislados en Lomita del Corral Blanco y Punta de Los Molinillos (al NE de Costa Calma). En general aparecen como pequeñas "costras" o delgados depósitos sobre las coladas basálticas miocenas, y en algún caso aislado, sobre sedimentos aluviales o arenas eólicas pliocenas. Este hecho se debe a la falta de volcanismo plioceno en este sector, ya que en el resto de la isla estos depósitos suelen aparecer preferentemente sobre las coladas pliocenas.

Se trata de un delgado depósito, en ocasiones inferior a un metro, constituido por una costra de carbonato cálcico, de color blanco-crema.

Aunque el origen de estos suelos ha sido muy discutido, parece que en general se trata de depósitos característicos de climas desérticos o subdesérticos, en los cuales alternan períodos de grandes sequías con otros de lluvias. De esta forma, durante los períodos lluviosos se produce la disolución de las sales en el agua y en la roca que forma el sustrato. Posteriormente, en épocas secas, tiene lugar la evaporación del agua que asciende por capilaridad y hace precipitar las sales en las fisuras y zonas más superficiales.

2.2. FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES

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

2.2.1. Terrazas y aluviales antiguos (20)

Estos materiales tienen una representación areal muy escasa, habiéndose cartografiado solamente un pequeño afloramiento en el Valle de Pecenescal, al oeste de la carretera a Morro Jable.

Se trata de un antiguo depósito aluvial constituido por conglomerados de cantos basálticos, con tamaños variables entre 5-25 cm. Se observan pasadas arenosas y un cierto encalichamiento. En conjunto la potencia apenas supera los 3 m.

2.2.2. Coluviones antiguos (21)

Estos materiales ocupan una extensión areal muy reducida, habiéndose cartografiado unos pequeños afloramientos en las laderas del barranco de Los Canarias y en la ladera sur del Valluelo del Salmo. En ambos casos aparecen recubriendo las laderas de materiales basálticos miocenos, y están seccionados por la red de drenaje actual.

El afloramiento del Valluelo del Salmo es el más importante de los dos citados, y además, al estar atravesado por la carretera de Morro Jable, puede observarse mejor la naturaleza del depósito. Está constituido por conglomerados de cantos basálticos, redondeados y subredondeados, con tamaños variables de 3-40 cm. Hay algunas intercalaciones de finos, que empastan este depósito y además, en conjunto, está parcialmente encalichado. Superficialmente presentan colores blancuzcos, debido al encalichamiento. La potencia máxima observada en esta zona es de 3-4 m.

En los afloramientos del barranco de Los Canarias se observan gravas heterométricas, subangulosas y subredondeadas con cierta orientación de cantos y bases erosivas. Existe mayor redondez en los fragmentos basales, mientras que los situados al techo son más angulosos. Esto puede indicar un cierto origen mixto coluvial-aluvial. Están seccionados por el cauce actual del barranco y presentan una potencia de más de 2 m.

2.2.3. Arenas sobre sustrato (22)

En este epígrafe se señala un pequeño recubrimiento de materiales arenosos que aparece en la zona comprendida entre los barrancos del Valluelo y Pecenescal.

El espesor del depósito es muy reducido y en ocasiones se observan las coladas basálticas que constituyen el sustrato. Las arenas son de color claro, de grano fino y proceden de la removilización de las dunas del Istmo de la Pared. Se observa multitud de restos de caracoles de tierra, de tipo "helícidos".

2.2.4. Depósitos de ladera y coluviones (23)

Estos materiales, como su nombre indica, se asocian a las laderas de los relieves existentes. En esta hoja, esta unidad aparece recubriendo fundamentalmente a los materiales volcánicos de la Fase miocena.

En general, aparecen en las laderas de los barrancos principales, constituyendo abanicos con formas pseudotriangulares cuyo vértice apunta hacia la zona de cabecera. En ocasiones se im-

brican unos con otros y forman conos coalescentes, tales como los observados en los Valles de Esquinzo, Los Canarias y Mal Nombre.

Están constituidos por una acumulación de bloques y cantos, angulosos y subangulosos, muy heterométricos, de composición casi exclusivamente basáltica. La matriz no es muy abundante y tiene aspecto arenoso, con coloración gris. Es un depósito caótico sin ningún tipo de ordenación interna. Se observa que la potencia es mínima en la zona de cabecera y máxima en la parte baja. En ocasiones, estos depósitos se indentan con los de barranco, mientras que en otras están seccionados por las barranqueras subsidiarias.

2.2.5. Depósitos de barranco y fondos de valle (24)

Los depósitos de barranco se limitan casi exclusivamente al relleno del cauce de los principales valles y barrancos existentes en la hoja. Éstos se localizan fundamentalmente en la zona occidental y presentan direcciones ONO-ESE. Comenzando de norte a sur, se pueden señalar los siguientes: Valle de Pecenescal, Barranco del Valluelo, Valle de los Canarias, de Mal Nombre y de Butihondo. Debido a la falta de precipitaciones y a la irregularidad de las mismas, los cauces suelen estar secos, pero en caso de lluvias fuertes pueden funcionar como ramblas y arrastrar gran cantidad de material.

El depósito está constituido mayoritariamente por arenas y gravas muy heterométricas, de composición basáltica. La fracción arenosa es muy variable y presenta coloración gris. En cuanto a la potencia del depósito, no siempre es posible observarla, pero en algunos casos alcanza 3 m, como se observa en el Valle de Pecenescal.

2.2.6. Depósitos de playa (25)

En esta hoja aparecen depósitos de playas, tanto en el sector noroccidental ("barlovento") como en la costa oriental ("sotavento"). Todas ellas son playas de arena, si bien en "sotavento", debido al régimen de circulación de vientos, las playas adquieren grandes dimensiones. Probablemente estas playas de Sotavento de Jandía sean las mejores de la isla. Son playas de arena fina, de color claro, alimentadas por los materiales eólicos que constituyen El Jable o Istmo de la Pared. Debido a la gran anchura que presentan estas playas en algunos puntos de la costa de "sotavento", las oscilaciones diarias del nivel del mar provocan la existencia de barras de arena a modo de cordón litoral y una zona encharcada, en marea alta, que recuerda a un "lagoon".

2.2.7. Arenas eólicas. Dunas holocenas (26)

Tras un período de inactividad del viento durante el Holoceno inferior, en el Holoceno superior, vuelve a funcionar, removilizando las arenas pleistocenas y formando las arenas sueltas actuales y subactuales. Éstas aparecen, fundamentalmente, en la zona de Morrete de Veril Manso y Punta Paloma. Además, la circulación de esta arena hacia el sur, a través del Istmo de la Pared,

provoca la aparición de dunas en la zona de sotavento entre El Paso y el barranco del Salmo. Por último, el retrabajamiento de estas arenas alimenta a las playas arenosas de "sotavento", en donde una vez en el mar son arrastradas por corrientes paralelas a la costa, formando una importante flecha (MECO, en prensa).

Son arenas biotécritas, similares a las plio-pleistocenas, constituidas por diminutos caparzones de moluscos. Se caracterizan por estar sueltos y presentar clásicas morfologías, tipo "barjan". Tienen color blanco-crema y estratificación cruzada.

2.2.8. Antrópico (27)

Se han asignado a esta unidad unas pequeñas escombreras localizadas en la confluencia del Valle de Tabaibejo y Mal Nombre y en la desembocadura de la Cañada de la Barca.

La primera de las mencionadas se localiza en las proximidades de la carretera a Morro Jable y parecen tratarse de depósitos procedentes de una cantera cercana para rellenar parcialmente la vaguada y realizar una urbanización. La segunda se relaciona presumiblemente con la construcción del Hotel Los Gorriones.

Están constituidas por material de desecho y escombros con una potencia aproximada de unos 7 m. El depósito está parcialmente estabilizado y algo compactado. Además, dada su relativa antigüedad, está parcialmente vegetado. No se observan restos orgánicos ni residuos tóxicos, que pudieran presentar problemas. En general son materiales inertes.

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 a menor escala.

En Fuerteventura se 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, hace 140 m.a., la apertura del océano Atlántico.

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.

Durante los episodios subaéreos pliocuaternarios de Fuerteventura se generan nuevas direcciones de dilatación lineal, aunque en muchísima menor intensidad que las iniciales, si bien algunas de ellas siguen pautas similares a aquéllas.

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

En el esquema de lineamientos (Fig. 3.1) se puede apreciar varias familias de ellos. Hay una muy marcada de componente N30°-45°E, paralela a las líneas de costa, que delimitan morfológicamente el istmo de Jandía. Sin duda, esta dirección debe de ser la impuesta por la fracturación del enjambre de diques lineal que recorre de extremo a extremo el Complejo Basal.

Otra familia de lineamientos paralelos es la que limita lateralmente los "cuchillos" basálticos. Tienen una dirección N185°E en la parte más central, mientras que en la costa de sotavento, estas mismas estructuras de "cuchillo" están limitadas por lineamientos a N140°E; es decir, parece que hay un ligero quiebro en la dirección de los mismos entre un sector de los cuchillos y otro. Todas estas direcciones, que supuestamente suelen reflejar zonas de mayor debilidad, son las que ha empleado la red hidrográfica para su encajamiento.

También hay otra familia con direcciones norteadas, localizada en los laterales de la hoja, sobre todo en el cuadrante noreste (zona costera). Es posible que correspondan con directrices de debilidad, que han favorecido el desarrollo de fracturas con esta componente, tal como se puede ver en el esquema tectónico.

Por último, hay un grupo de lineamientos con dirección aproximada este-oeste que pudiera ir ligada con la inyección filoniana que con esta misma dirección recorre toda la península de Jandía (véase esquema volcano-estructural).

Para una mejor comprensión de los rasgos tectónicos del edificio mioceno de Jandía se ha realizado un análisis conjunto de todos los elementos volcano-estructurales del estratovolcán, sin dividirlo según las cuatro hojas en que aflora (El Jable, Punta del Matorral, Cofete y Morro Jable). Para ello se han confeccionado dos esquemas (Fig. 3.2 y Fig. 3.3), en los que se han refle-

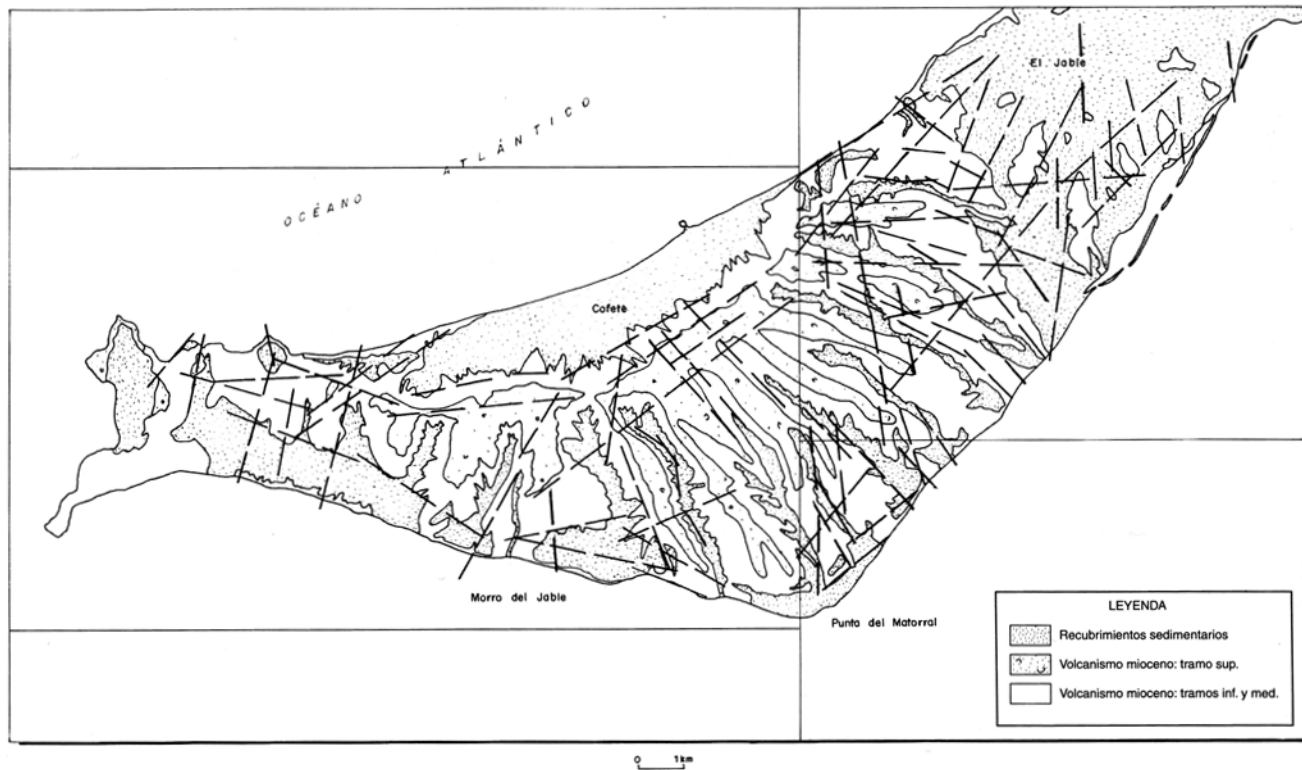


Fig. 3.1. Esquema de lineamientos.

jado todos los elementos principales, tales como enjambres de diques, fallas, centros de emisión, deslizamientos, etc.

Como unidades estratigráficas dentro de las Figuras 3.1, 3.2 y 3.3, sólo se han distinguido las siguientes: tramos basálticos inferior y medio conjuntamente, por estar atravesados ambos por la mayoría de los diques existentes; tramo superior y recubrimientos sedimentarios.

Considerando los datos batimétricos, en donde la plataforma continental (curva de 40 m) dibuja un semicírculo abierto hacia el norte, la forma arqueada de la península, también abierta en el mismo sentido, y la disposición radial de muchos de los diques del edificio Jandía, que igualmente tienden a converger hacia el norte, es muy probable que la actual península de Jandía sea sólo un retazo de un macroedificio poligénico cuya zona central ha desaparecido y está ocupada actualmente por el mar. Tanto la erosión marina como continental, actuando durante los últimos 14 m.a, han dejado reducido el edificio al afloramiento que es hoy, en el que son bien visibles sus elementos estructurales internos.

Sin duda alguna, el elemento estructural más característico del estratovolcán es la red filoniana que atraviesa las coladas. En un análisis pormenorizado de la morfología y distribución espacial de los mismos, se puede observar que hay varias familias de diques, algunas de ellas definiendo pautas radiales. Sin embargo, como marco general volcanológico, es conveniente hacer una breve introducción al origen estructural y primeros estadios evolutivos del estratovolcán de Jandía, previo a la descripción detallada de cada una de estas familias.

Según las dataciones absolutas K/Ar disponibles hasta hoy, el edificio de Jandía es ligeramente más moderno que el estratovolcán contiguo de Gran Tarajal. La superposición del primero sobre este último se hace aproximadamente en la zona del istmo, pero al estar cubierto por potentes depósitos de arenas eólicas pliocenas, no es factible ver con claridad las relaciones geométricas entre uno y otro.

Teniendo en cuenta los tres edificios miocenos de la isla, se puede apreciar que sus tres centros hipotéticos de emisión podrían estar alineados según una directriz N45°E. Según ésto, el magma ascendente del edificio de Jandía se abre paso a través de esta gran fisura ya activa que, atendiendo a la orientación que presenta, parece ser una dirección remanente del campo de esfuerzos extensional regional propia de la banda de dilatación lineal del enjambre de diques del Complejo Basal. Esta idea está apoyada, igualmente, en la presencia de esta misma dirección en una familia de diques paralelos y lineales, con una densidad entre el 10-20%, que sólo atraviesa el tramo inferior del edificio y que únicamente se sitúa en el sector NE del mismo (zona costera norte de la hoja de El Jable y fondo de los barrancos de Los Canarios y Pecenescal, en la misma hoja). Este enjambre lineal es claramente la continuación del que proviene desde las hojas de Huertas de Chilegua e Istmo de la Pared, atravesando los tramos más bajos de estratovolcán de Gran Tarajal. Por tanto, y según lo expuesto, este régimen tectónico es aún el regional, sobre el que se va a superponer la compresión puntual vertical del ascenso de las cámaras magmáticas del edificio. Esta superposición de campos de esfuerzos refleja un cambio en las propias condiciones de esfuerzo, que da paso a las familias de diques radiales y circulares que cortan los tramos inferiores y medios de la superestructura, ya emergida.

Durante los primeros estadios de la erupción se abren diversos puntos de emisión, formando un campo extenso de conos subaéreos dispersos, muchos de ellos hidromagmáticos, que quedan

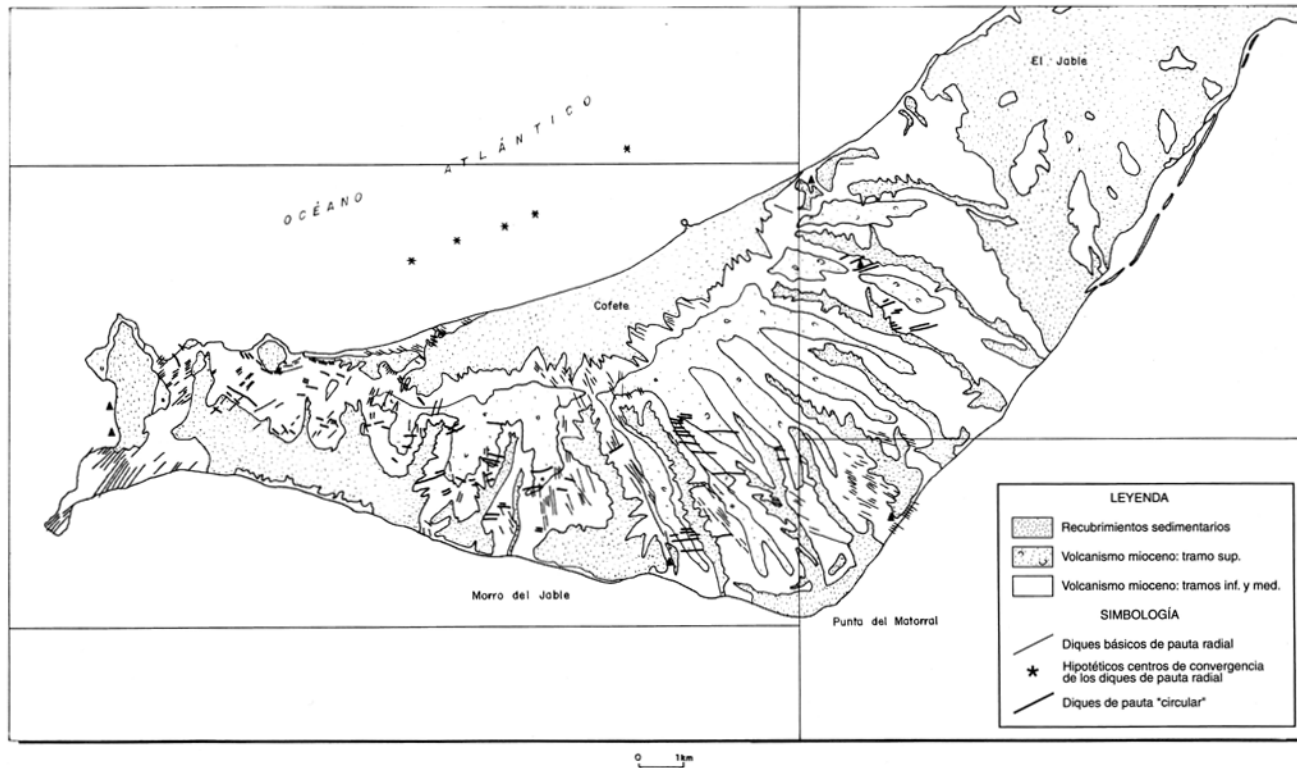


Fig. 3.2. Esquema volcano-estructural.

cubiertos por las lavas subsiguientes. Algunos centros de emisión de estas características son los dos conos hidromagmáticos de Playa de Ojos y Punta del Corralito, en la costa oeste de las hojas de Morro Jable y Cofete, respectivamente. Estos dos conos llevan sus propios enjambres de diques radiales (Fig. 3.3), que se superponen entre ambos, y que convergen en unos centros hipotéticos a unos 200 m al oeste, dentro del mar. Al norte de ellos, y también ligeramente superpuesto, parece encontrarse los restos de un tercer edificio hidromagmático más desmantelado. Otros edificios atribuidos a estos primeros estadios son el del barranco de los Canarios (hoja de El Jable), área costera norte de la misma hoja, y zona de Montaña Aguda (hoja de Punta del Matorral) (Fig. 3.2). Al haber tan pocos puntos eruptivos de este tipo expuestos, no se puede apreciar la existencia clara de alineaciones preferentes de emisión, por lo que se desconocen las directrices principales de las fracturas eruptivas iniciales.

Después de estos primeros acontecimientos subaéreos, el estratovolcán comienza su gran desarrollo como un único edificio, vertebrándose según tres ejes o pasillos de diques, dos de los cuales son bastante claros: la península del faro de Jandía y el barranco del Ciervo. Esto hace que la planta del edificio tenga una forma triangular con un vértice hacia el sur muy marcado, representado por la de Punta del Matorral, coincidente, en cierta medida, con el eje del barranco del Ciervo. Puede que este eje esté ligeramente desplazado hacia el oeste y representado por el pasillo de diques de la zona del Morro de Siete Fuentes. El tercer eje está peor definido, pero pudiera ser la zona costera de Butihondo-Boca de Esquinzo, en donde aflora una profusión de diques paralelos según la orientación del eje potencial. El centro de intersección de los tres ejes queda en el mar, pues no solamente su prolongación geométrica así lo indica, sino que los apilamientos lávicos presentan un buzamiento periclinal hacia el sur que, al estar cortados bruscamente por el escarpe vertical del arco de Cofete, supone uno (o varios) centros de emisión en esta zona.

La familia principal y más llamativa de diques es la de pauta radial. En la Figura 3.2, pueden verse individualizados este tipo de diques, que van girando progresivamente su dirección de este a oeste. La mayoría de ellos no cortan a los tramos superiores de la serie basáltica, por lo que se supone que son sus salideros. Este modelo radial no se extiende completamente todo a lo largo de la península de Jandía, pues es casi inexistente en el tercio oriental del edificio.

Observada en detalle la distribución geométrica de los mismos, se aprecia que puede haber varias subfamilias dentro del grupo, cada una de ellas apuntando a centros hipotéticos que, aunque cercanos, pueden ser diferentes. Así, se han podido definir hasta "cinco puntos" teóricos de convergencia, alineados según una dirección N50°E. Repartiéndose entre estos centros, converge una gran mayoría de los diques considerados como de pauta radial. Parece lógico pensar que esta alineación supone una fractura eruptiva (tal vez propagante) por la que se emitió gran parte del magma basáltico. En esta fisura, que se encuentra entre los 2 y 3,5 km mar adentro, no parece que sea casual su paralelismo con la línea de costa de Cofete ni con la dirección estructural preferente que definen los diques lineales del sector del istmo y del Complejo Basal, ya que supone la misma orientación que la generada en la banda de dilatación lineal del Complejo Basal y la de la alineación de los tres estratovolcanes miocenos de la isla. No se descarta que esta fractura se sitúe algo más cercana a la costa, según las intersecciones de los haces de diques que hay más próximos a ella.

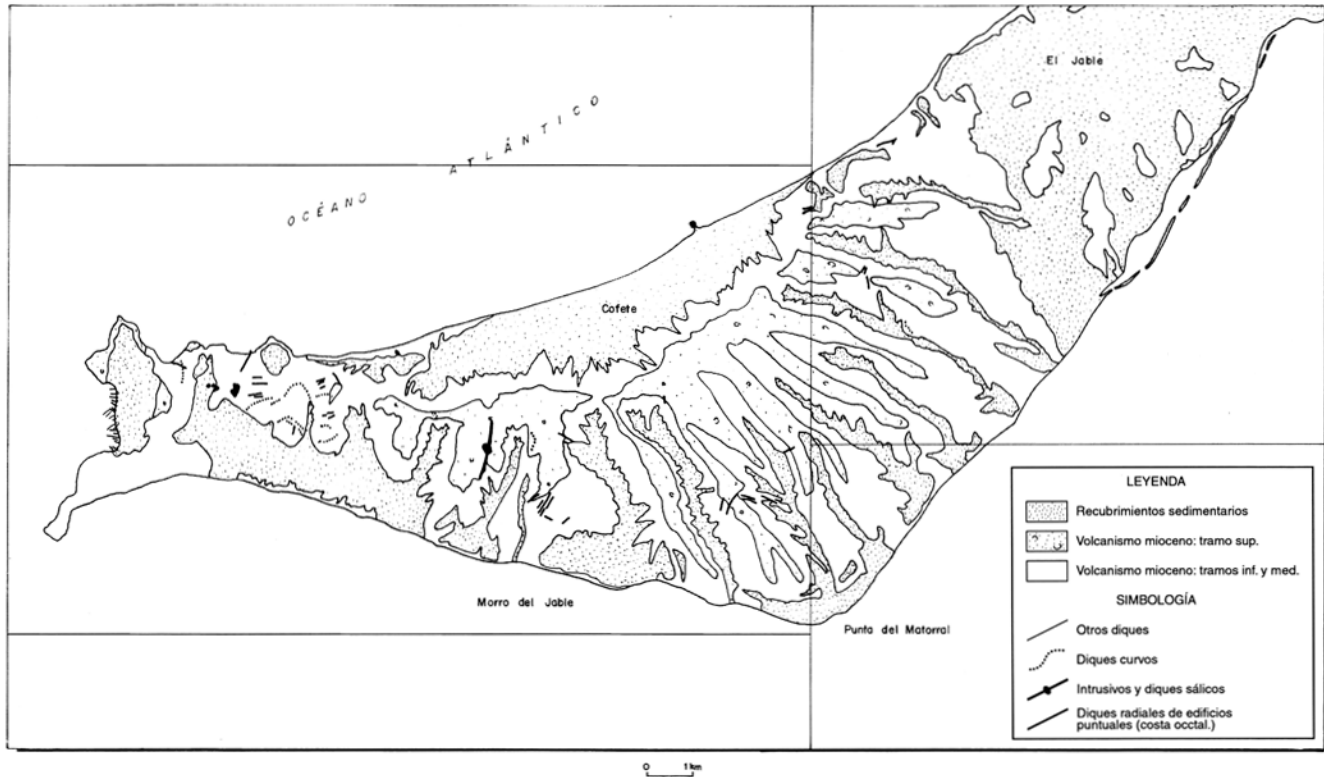


Fig. 3.3. Esquema volcano-estructural.

Considerando la posición geográfica de esta fisura eruptiva en relación con los datos batimétricos, se observa que la misma se encuentra, casi en su totalidad, en zonas donde la profundidad es mayor de 50 m. Según esto, y teniendo en cuenta que por debajo de esta cota parece que no hay ningún sustrato original de isla oceánica, hay que buscar una explicación a los datos estructurales, que en este caso indican que sí lo hubo. La respuesta puede estar en admitir, a tenor de la forma circular que dibujan las líneas batimétricas en ese sector de la fisura, que ha existido un colapso tectónico de la parte central del estratovolcán. La coincidencia entre el más extremo de los centros de convergencia de la alineación con el centro del sector circular batimétrico así parecen indicarlo. Este colapso de la parte alta del edificio debió producirse al terminar la emisión del tramo superior, es decir, hacia los 14 m.a. Causas tectónicas o sísmicas, debieron ser los detonantes del colapso, que bien pudo producir un gran deslizamiento.

Simultánea y posteriormente al colapso, han debido de producirse nuevos e importantes deslizamientos en las paredes del cráter-caldera, agrandando el diámetro del mismo. Igualmente, una vez que el mar entró en el cráter, la acción erosiva produjo nuevos desprendimientos en las paredes del edificio (ya acantilado), hasta llegar a la situación geomorfológica actual.

En resumen, la forma que presenta actualmente el arco de Jandía parece ser el resultado combinado de un fenómeno tectónico con otro erosivo.

El sentido de propagación de la grieta eruptiva parece haber sido de SO a NE, ya que bastantes de los diques que atraviesan el tramo superior tienden a converger hacia el sector más NE de la fisura.

El resto de diques de pauta radial que parecen "no converger" en puntos de esta fractura han quedado distribuidos en tres pasillos, según los tres hipotéticos ejes estructurales del edificio. Estos pasillos están definidos por afloramientos en donde el enjambre de diques básicos es paralelo y mucho más denso que en los otros sectores. Un pasillo tiene la dirección N50°E y está representado por el enjambre de diques de la Punta de Jandía y zona de Talahijas. Un segundo pasillo, también muy denso de diques, puede estar representado por parte de los diques aflorantes en el tramo inferior de Montaña Aguda (hoja de Punta del Matorral) y de la playa del Roque del Moro (hoja de Cofete). Por último, un tercer pasillo, igualmente con muchos diques, corresponde con la zona del Morro de Siete Fuentes-Barranco del Ciervo.

En la Figura 3.2 también están señalados los diques con cierta tendencia circular respecto al gran esquema radial, con orientación próxima a N100°E. Muchos de ellos cortan a las coladas del tramo superior, por lo que cabe pensar que representan la última fase intrusiva de inyección filoniana. La geometría de este tipo de diques, al igual que ocurría en el edificio de Gran Tarajal con su disposición cruzada, a veces claramente perpendicular respecto al enjambre radial anterior, parece indicar la existencia de una fracturación anular propia del episodio de "hincharse" en el edificio (consecuencia del progresivo ascenso de la cámara magmática). Por esa fracturación abierta se inyecta nuevo magma durante los últimos momentos de la erupción.

Otro grupo particular de diques, aunque minoritario y puntual, es el formado por los de traza curva y corto recorrido, que tienden a concentrarse en la zona de la Sierra Valluelos (hoja de Cofete) (Fig. 3.3). Son diques que configuran un conjunto circular buzante hacia el interior, de modo que asemeja a un "cone-sheet" incipiente. El hecho de no existir continuidad espacial clara entre algunos diques del conjunto y la poca densidad de ellos es lo que impide hablar

claramente de este tipo de estructura. Pero, de cualquier forma, sí se puede decir que hay un fenómeno de compresión puntual vertical, que ha fracturado concéntricamente el apilamiento lávico en los momentos finales de la emisión del tramo medio.

Por último, hay un grupo minoritario de diques con direcciones distintas a los esquemas anteriores que podrían representar fisuraciones, tal vez conjugadas, respecto a otras pertenecientes a dichos esquemas. (Fig. 3.3). Es lógico pensar que, en un intento por esquematizar todas las estructuras volcano-tectónicas, algunos elementos aislados no encajen dentro del modelo propuesto.

Los intrusivos sálicos de Montaña Azufrá, El Roque del Moro y el Islote de Cofete se alinean según una fisura N60°E (Fig. 3.3) coincidente con la traza de la costa y, de alguna manera, seudoparalela a la familia de diques lineal del NE de Jandía. A tenor de esto, podría afirmarse que el régimen tectónico que produce dicha fisura corresponde al campo de esfuerzos extensional que actúa con dirección ONO-ESE y que, según se deduce de los otros elementos estructurales, debió de funcionar aun durante los estadios de emisión del tramo inferior del edificio Jandía. Sin embargo, el otro intrusivo sálico (Cuchillo del Palo), que es más tardío, pues atraviesa el tramo superior, ha surgido según una fractura de dirección N5°E, tal como indica el dique que lleva acompañante. Esta dirección corresponde ya con el régimen de compresión puntual propia del estratovolcán y se asocia con las geometrías de diques de pauta radial, ya comentados anteriormente.

En la zona de Montaña Azufrá (hoja de Cofete) hay varios apuntamientos de intrusivos básicos dispersos por el entorno que definen un pulso local de ascenso magmático. El posible juego de fisuras por donde se emitieron puede ser un sistema cruzado que sigue las pautas radiales de fisuración cortical, ya vistas a escala del edificio completo.

La estructura dibujada por los buzamientos de los apilamientos lávicos es la de una superficie plana, ligeramente convada en arco, inclinada suavemente hacia el sur. Esta inclinación suele estar entre 2 y 10°, de forma periclinal según la curvatura del arco de Cofete. Sin duda, este plano inclinado representa un retazo de la ladera del estratovolcán de Jandía, hoy en día bastante erosionado e incidido intensamente por la red hidrográfica.

La tectónica frágil de la península de Jandía está representada por varias fracturas, algunas de gran recorrido. En general, parece existir una dirección preferente de fracturación paralela, a N130°-140°E, en el tercio occidental de la península. Son fracturas que van limitando los "cuchillos" miocenos en sus laderas sur y que, probablemente, han funcionado como fallas normales, con el labio hundido en la parte SO. Fallas de este tipo pueden ser la que va desde Montaña Azufrá al Morrito de los Descarbaderos, la del Tablero de Las Pilas, la de la ladera SO del Cuchillo del Palo y una de las de Morro de Siete Fuentes. El movimiento de estas fracturas ha podido ocasionar la aparición de los depósitos brechoides y conglomeráticos que configuran los tableros de sotavento. El origen de esta fracturación, que en cierta medida suele ser perpendicular al buzamiento generalizado de los "cuchillos", puede estar en los reajustes gravitacionales que se producen en las laderas de un edificio poligénico como consecuencia de los desequilibrios de masas que se generan después de la erupción. Fallas similares existen también en las laderas oeste y sur del estratovolcán mioceno de Gran Canaria, producto de los mismos fenómenos.

Dentro de la actividad tectónica más reciente, hay que destacar el deslizamiento/s que ha dado origen al actual arco de Cofete. Su edad es posterior a la rasa pliocena, ya que ésta ha sido también deslizada. Varios de los materiales brechoides caóticos que hay en la base del escarpe son producto de ese deslizamiento. Lo más probable es que no haya sido uno sólo y en el mismo tiempo, sino una sucesión progresiva de varias cuñas, cuyo resultado geométrico es el arco actual. Su origen parece bastante claro, pues al ser mucha la altura del edificio, éste se hizo inestable en una gran parte de su cima, colapsando algunas laderas. Este fenómeno ha debido ir funcionando desde finales del mioceno, ayudado por la erosión marina y probablemente favorecido por el sistema de diques lineal orientados a N45°E, en la zona oriental, y N90°-100°E, en la occidental. Es posible que también la actividad sísmica que normalmente va asociada al volcanismo (no conviene olvidar que en la isla hay bastantes fisuras eruptivas cuaternarias) y la infiltración del agua según las directrices estructurales indicadas hayan influido en abrir planos de debilidad por los que han deslizado los materiales. Todo esto ha tenido como consecuencia que más de la mitad norte del estratovolcán haya desaparecido.

Por último, los movimientos en la vertical completan el complejo esquema volcano-tectónico del edificio Jandía. Desde el plioceno hasta la actualidad hay detectados varios movimientos en la vertical (isostasia, transgresiones, regresiones, etc.) que han quedado reflejados en las rasas marinas aflorantes. La rasa pliocena se encuentra a una altura variable, según el sector; así, en la gran mayoría de la costa norte y mitad oriental de la sur está entre 35 y 45 m de altura. Por el contrario, en el resto occidental está a 10 m. Independientemente del valor diferencial entre ambos sectores, cuyas causas parecen ser tectónicas, hay que admitir ciertos movimientos en la vertical que han situado esta rasa a las alturas indicadas. De forma similar ocurre con las rasas jandiense y erbanense, que se encuentran ligeramente por encima del actual nivel del mar (entre 0,5 y 2 m).

También los cambios bruscos en el nivel de base local han producido el encajamiento de la red hidrográfica. Este hecho se aprecia claramente por la presencia de terrazas colgadas en muchos de los barrancos principales de la península. En varios de los de la hoja de Morro Jable se han cartografiado terrazas a 2-3 m. En el barranco de Pecenescal (hoja de El Jable), igualmente, aparecen niveles de terrazas a 2-3 m, indicando un encajamiento similar para los barrancos de la costa sur.

4. GEOMORFOLOGÍA

4.1. MATERIALES

La base a partir de la que se va a generar el relieve en esta hoja la dan los materiales correspondientes a la Fase miocena, aflorantes en el borde SO de la misma. Se trata, esencialmente, de coladas basálticas olivino-piroxénicas y olivínicas en las que ha tenido lugar una profunda incisión de más de 250 m en algunos casos. Ello ha podido realizarse en parte por la elevada cohesión de los materiales de la Fase miocena. Esta formación, ciertamente, es el sustrato existente en toda la hoja, aunque en el extremo NE se halle recubierta por depósitos de edad más moderna, de origen eólico. Los siguientes materiales que condicionan la morfología de la hoja son los depósitos gravitacionales asociados a esta fase de incisión post o tal vez finimiocena.

Recubren la parte baja de las vertientes en los amplios valles excavados en la sucesión de coladas basálticas miocenas, si bien nunca alcanzan una especial importancia areal.

En el resto de la hoja, y constituyendo sin duda los materiales más frecuentes, destacan las arenas eólicas de edad plio-pleistocena, aunque su removilización ha dado lugar a otras acumulaciones eólicas más modernas.

De manera adjunta se incluye el mapa geomorfológico de la hoja, realizado originalmente a escala 1:25.000.

4.2. FASES GENERATIVAS DEL RELIEVE

La etapa más antigua en la generación del relieve corresponde a la acumulación de las coladas olivínico-piroxénicas y olivínicas, de cuya superficie final de acumulación sólo restan, prácticamente muy degradados, retazos que situamos en la parte superior de las crestas entre los valles del Mal Nombre, Esquinzo, Tabaibejo, Los Canarios, Valluelo y Valluelo del Salmo. La incisión de los basaltos miocenos debió tener lugar durante el Plioceno, y da lugar a la formación de los valles antes nombrados. Las dimensiones que alcanza el proceso de encajamiento en algunos casos (250 m o más) hacen pensar en una influencia de algún otro factor (¿tectónico?) que explique la desaparición de sectores importantes en el cauce, tanto en la zona de cabecera como en el tramo final de los cursos antes citados. Esta idea parece venir igualmente confirmada por la disimetría que presenta la isla en esta hoja cuando se compara la forma de su costa NO con la de su costa SE. La dinámica de vertientes se muestra mucho más enérgica durante este período en la costa NO que en los barrancos fluviotorrenciales que drenan hacia el SE. Ello es debido, por una parte, a que es en el NE donde se alcanzan los mayores desarrollos verticales (518 m), y por otra, a que la continuada acción del mar provoca una mayor dinámica para los procesos gravitacionales que en el interior de los valles o barrancos fluviotorrenciales. De ello es buena prueba la comparación entre ese tipo de depósitos a uno y otro lado de la divisoria.

La siguiente etapa en la generación del relieve viene definida por la actividad eólica, asociada probablemente a una etapa marina regresiva, y que aparece muy bien manifestada al N de la isla (véase hoja de Tostón Corralejo). Las acumulaciones eólicas sepultan, en parte, los relieves residuales pliocenos, que aún son reconocibles en algunos casos bajo el manto de arenas (Lomo Negro, Montaña Rayada, Montaña Pelada, Montaña de los Verodes, etc.). El enterramiento del relieve plioceno bajo el manto de estas arenas presenta otras particularidades, además de los relieves residuales antes mencionados, como es el caso de las redes de drenaje subterráneas. Su organización tiene, en algunos casos, un cierto reflejo en superficie (Cañada de la Barca, Barranco Tras del Lomo de Pecenescal).

La etapa final viene representada esencialmente por las construcciones marinas, que son el resultado de la degradación, sobre todo de los mantos arenosos eólicos de edad plio-pleistocena. En esta etapa destaca, principalmente, la construcción de la gran barra-lagoon de la Playa de Sotavento de Jandía, aunque superficialmente tenga una extensión reducida.

En zonas interiores de la isla, dentro del ámbito de esta hoja, es de destacar la formación de pequeñas dunas, que son consecuencia del reciclaje de las arenas plio-pleistocenas.

Las formas de origen marino tienen finalmente un desarrollo apreciable en la zona NO, donde se señalan niveles marinos, con expresión estratigráfica, no morfológica, desde el Jandiense hasta la actualidad.

4.3. PRINCIPALES FORMAS DIFERENCIABLES EN ESTA HOJA

4.3.1. Formas volcánicas

A pesar del origen volcánico de la isla, no existen en esta hoja formas atribuibles a estos procesos endógenos.

4.3.2. Formas marinas

4.3.2.1. *Acantilados*

No alcanzan grandes desarrollos en la vertical. Contabilizamos 40 m en el borde SE de la hoja, correspondiendo a acantilados fosilizados por las construcciones arenosas recientes. La edad de estas formas acantiladas en el SE puede asimilarse al Jandiense, al reconocerse en el NE de la hoja algunos afloramientos de este nivel marino.

En el sector NO de la costa, el desarrollo de los acantilados, también fosilizados por las construcciones arenosas marinas recientes, alcanza, como es habitual en esta parte de la isla, su mayor envergadura (100-150 m). De nuevo, los afloramientos de la rasa pliocena, a +50 m, parecen indicar la destrucción parcial de esa rasa durante el proceso de evolución del acantilado actual.

4.3.2.2. *Playas y lagoon*

La formación de este tipo de construcciones marinas tiene dos orígenes diferentes posibles. Al N son el resultado del lavado de los depósitos de vertiente y gravitacionales originados por la degradación de los altos relieves miocenos. Esto es lo que ocurre en el Sector N de la hoja de Cofete. Al S, por el contrario, son el resultado de la degradación de las arenas eólicas plio-pleistocenas. Sólo la situación a sotavento de los vientos dominantes en esta área de la isla y la gran cantidad de aportes arenosos recibidos en la costa explican la formación de estas construcciones que son masivas y generalizadas en el S de la isla.

4.3.3. Formas continentales

4.3.3.1. *Barrancos y valles fluvio-torrenciales*

Su edad de formación, como ya se dijo antes, se sitúa en el inicio del Plioceno o en el final del Mioceno, como lo atestigua la edad de los sedimentos que recubren en algunos puntos los fondos de los valles. En algunos casos, este paleorrelieve mio-plioceno aparece fosilizado

por la formación arenosa plio-pleistocena, dando lugar a redes de drenaje esporádicamente activas. Los barrancos y valles en el extremo NO de la hoja presentan las características típicas de los desarrollados sobre la sucesión miocena: trazados rectilíneos, vertientes verticalizadas recubiertas en su parte interior por mantos y conos de derrubios, así como fondos planos colmatados de sedimentos con estructuras tipo "braided". Los desarrollos longitudinales de los valles y barrancos son sorprendentemente cortos y anómalos en cuanto a las dimensiones del encajamiento de la red a su favor. Existe un retroceso claro de la vertiente NO de la costa, lo que lleva a la captura de la cabecera por esta vertiente. Así, se da el caso de valles abiertos en su parte alta, como ya se había observado en otras hojas (véase La Oliva y Tetir). El caso mejor manifestado corresponde a la Degollada de Los Canarios, en la cabecera del valle del mismo nombre.

4.3.3.2. *Relieves residuales.*

Representados esencialmente por crestas, lomas y relieves cónicos aislados. Se trata en todos los casos del resultado final de la disección de los basaltos miocenos por la red fluvio-torrencial. El paralelismo de estos relieves residuales según su dirección de elongación, como ocurre, por otra parte, en toda la isla, parece indicar que la superficie de partida, ahora representada por esa línea de cumbres, debía de estar buzando aproximadamente hacia el SO.

Se aprecia una dimensión de la altura de los relieves residuales a medida que nos desplazamos de SO a NE lo que puede indicar tal vez algún tipo de subsidencia de tipo tectónico para esta parte de la isla (véase apartado de tectónica).

4.3.3.3. *Depósitos de vertiente*

Están localizados preferentemente en el extremo SO de la hoja y se encuentran relacionados con los basaltos de la Fase miocena. Su origen se debe esencialmente a la erosión marina (costa N) o a la erosión fluvio-torrencial (costa S). No llegan a alcanzar desarrollos espectaculares, como ocurre en la parte S de la isla.

4.4. TOPÓNIMOS DE SIGNIFICADO GEOMORFOLÓGICO

Collado: Degollada de Los Canarios, entre Montañas, de Mojones, de Cuevas labradas, del Moro, Las Bobias, Pecenescal.

Cresta aguda residual: Divisoria de la Aguililla, del Cuchillete, Loma Negra, del Corral Blanco.

Relieves residuales cónicos: Montaña de la Aguililla, del Moro, Rayada, Morro del Puerco, Alto, Chica, del Jorao, del Rinconcillo, Morrete del Veril Manso, de los Castillos.

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 la fase volcánica miocena y de los tramos o episodios que en ella se han distinguido y posteriormente se hará un comentario sobre su comportamiento geoquímico.

La caracterización geoquímica de la fase volcánica miocena se ha realizado considerando la totalidad de los análisis químicos que de ella se dispone en la isla, ya que de esta manera es posible observar mejor el comportamiento geoquímico global que presenta. Asimismo, 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 temáticas analíticas empleadas.

En la Tabla 5.1 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 diagrama TAS de clasificación de rocas volcánicas de la IUGS. [LE BAS *et al.* (1986a)]. La denominación de las rocas obtenida 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.

5.1. FASE MIOCENA. PETROLOGÍA

5.1.1. Tramo inferior

5.1.1.1. *Coladas basálticas olivínico-piroxénicas, piroxénicas y olivínicas (3)*

Al igual que acontece tanto en el edificio de Jandía, en otras hojas adyacentes, como en el conjunto de la isla de Fuerteventura, el tramo inferior de la Fase miocena está representado por unas rocas muy homogéneas de composición predominantemente basáltica de tipo olivínico-piroxénico, si bien, en este caso concreto aparecen basaltos olivínicos en una proporción un tanto superior a la normal. Ambas rocas son en todo caso muy similares, pudiendo ser descritas en conjunto, con la salvedad de que los basaltos olivínicos no contienen, si no es de forma esporádica, fenocristales de augita.

Tabla 5.1. Fase miocenas. Análisis químicos, norma CIPW y parámetros geoquímicos

Muestra	AG-1366	AG-1383	AG-1376
SiO ₂	44.32	44.69	47.69
Al ₂ O ₃	9.42	11.53	14.61
Fe ₂ O ₃	13.96	13.37	11.36
FeO			
MgO	12.30	7.87	5.04
CaO	10.55	11.54	8.80
Na ₂ O	2.91	4.15	4.83
K ₂ O	.70	1.07	1.69
MnO	.17	.17	.17
TiO ₂	3.83	4.46	3.30
P ₂ O ₅	.56	.70	.56
H ₂ O	1.25	.43	1.96
Ba	189	274	321
Ce	58	114	69
Cr	648	240	131
La	36	71	55
Nb	61	81	57
Ni	390	155	82
Rb	15	23	37
Sr	641	765	673
V	277	343	244
Y	32	38	34
Zr	293	374	331
Th	<20	<20	<20
Or	4.14	6.32	9.99
Ab	15.83	13.74	25.29
An	10.57	9.67	13.19
Ne	4.76	11.58	8.44
Di	30.59	34.84	21.97
Ol	19.97	9.21	8.13
Mt	3.09	2.96	2.51
Il	7.27	8.47	6.27
Ap	1.32	1.62	1.30
ID	24.73	31.64	43.72
FEMG	.23	.28	.36
IP	.59	.69	.67

AG-1366 Basalto alcalino. Colada en una pequeña cantera abandonada del cerro Atalaya Chica, cota 180 m. (MAGNA).

AG-1383 Tefrita. Colada en la ladera sur del barranco de Los Canarias (M. Blanca), cota 230 m. (MAGNA).

AG-1376 Hawaiita. Colada en una cantera abandonada del barranco de Mal Nombre, cota 80 m. (MAGNA).

Los basaltos olivínico-piroxénicos presentan clinopiroxeno, por lo general, entre idiomorfo y subidiomorfo, en ocasiones de gran tamaño, presentando zonado, bordes titanados de color rosado y en ocasiones fenómenos de reabsorción, no mostrando, por el contrario, evidencias de alteraciones. El olivino se presenta igualmente en forma de microfenocristales subidiomorfos a idiomorfos con esporádicos golfos de corrosión y aspecto esquelético. La alteración es variable, si bien, por lo general muy importante, presentándose tanto iddingsitizaciones como serpentinizaciones y/o carbonataciones. La matriz de grano muy fino presenta microlitos de plagioclasa maclada polisintéticamente, augita y opacos granulares dispersos. Aparece escaso vidrio de color parduzco, generalmente intersticial, así como carbonato tardío.

5.1.1.2. *Tobas sálicas* (6)

Por lo general se trata de rocas traquíticas muy leucocráticas con escasa presencia de minerales ferromagnesianos, por lo general porfídicas con presencia de esporádicos microfenocristales idiomorfos de feldespato alcalino de tipo anortoclasa y abundante vidrio en más de un 50% de la matriz.

La matriz de tipo fluidal contiene abundante feldespato alcalino microlítico orientado. Sólo aparecen, además, esporádicos óxidos y opacos más o menos alargados. En el escarpe de barlovento aparecen brechas sálicas con fragmentos básicos de composición basanítica caracterizados por la ausencia casi total de plagioclasa, así como de fenocristales. La matriz microdolerítica consta de augita, opacos granulares y olivino alotriomorfo, junto con escaso apatito.

5.1.1.3. *Diques básicos* (1)

En el dominio de Jandía, el conjunto de diques básicos que están relacionados con las coladas del edificio subaéreo mioceno es de composición basáltica. Solamente de manera muy esporádica, aparecen diques basanítico-nefeliniticos que parecen estar relacionados con los episodios póstumos de la región. Una situación similar se produce en el edificio basáltico de Gran Tarajal.

Los tipos basálticos mejor representados son:

- Basaltos olivínicos.
- Basaltos olivínico-piroxénicos.
- Basaltos olivínico piroxénico-plagioclásicos.
- Basaltos piroxénicos.
- Basaltos plagioclásicos.
- Basaltos anfibólicos.

De todos ellos, los que se presentan con más frecuencia son los tres primeros.

En esta hoja de El Jable, después de un muestreo selectivo, se han distinguido los siguientes tipos petrográficos: Basaltos olivínicos, basaltos olivínicos-piroxénicos y basaltos piroxénicos.

Basaltos olivínicos. La textura es porfídica, con matriz variable en cuanto a su grado de cristalinidad. Prácticamente, todos los fenocristales son de olivino idiomorfo-subidiomorfo parcial-

mente iddingsitizado. En ocasiones se observan cristales alotriomorfos de olivino con extinción ondulante, de origen xenolítico, procedentes del desmembramiento de los nódulos ultramáficos que llevan y que son visibles en campo. Otros fenocristales presentes, aunque en cantidades muy accesorias, son los de augita idiomorfa microzonada.

La matriz siempre está constituida por microlitos de plagioclasa y cristales de augita, en proporciones relativas variables. A veces, la plagioclasa tiene carácter intersticial tardío, con bordes difusos. El resto de la matriz lo componen opacos dispersos, con hábitos granulares y/o aciculares. El apatito es muy escaso.

Basaltos olivínico-piroxénicos. Como los basaltos anteriores, presentan una textura porfídica con variaciones en el grado de cristalinidad de la matriz que van desde hialopílica hasta microcristalina. Los fenocristales son de olivino idiomorfo-subidiomorfo (con iddingsitización total o parcial) y de augita idiomorfa microzonada con tamaños mayores que los del olivino. Aparecen también xenocristales de olivino producto de la disgregación de los nódulos ultramáficos.

La matriz está compuesta por microlitos de plagioclasa, augita, opacos granulares y olivino más escaso. Puntualmente hay vidrio en algunos diques.

En la muestra AG-1386 hay un fragmento de fenocristal alotriomorfo roto de plagioclasa que debe tener un origen xenocristalino.

Basalto piroxénico. Son escasos estos tipos. Presentan textura porfídica con fenocristales idiomorfos-subidiomorfos de augita microzonada (borde ligeramente titanado).

La matriz presenta microlitos de plagioclasa, augita y opacos granulares dispersos.

Ocasionalmente hay vesículas rellenas de ceolitas.

5.1.2. Tramo medio-superior y superior

5.1.2.1. Coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas del Edificio Jandia

Con carácter excepcional, el tramo medio-superior correspondiente a "El Jable" muestra una similitud petrográfica total con el tramo inferior descrito anteriormente. No aparecen, como en otras hojas adyacentes, basaltos plagioclásicos ni traquibasaltos. Por el contrario, se encuentran coladas basálticas olivínico-piroxénicas fundamentalmente. Son rocas porfídicas con presencia simultánea de microfenocristales de augita y olivino y con matrices ocasionalmente fluidales con presencia de plagioclasa microlítica, augita y opacos granulares dispersos. Más raramente, aparecen coladas olivínicas parecidas a las anteriores, si bien no presentan clinopiroxeno en forma de fenocristales.

De manera inequívocamente asignadas al tramo superior, aparece una serie de muestras situadas tanto en Degollada del Moro como en el barranco de Los Canarias. Petrográficamente tampoco muestran grandes particularidades, apareciendo basaltos olivínico-piroxénicos y basaltos olivínicos no presentando ninguna particularidad al microscopio respecto de los homólogos en otros tramos de la serie miocena.

5.1.2.2. *Coladas basálticas olivínico-piroxénicas del Edificio Gran Tarajal*

Como prolongación de formaciones presentes en la hoja adjunta de "Gran Tarajal" se ha cartografiado una unidad de la cual se ha muestreado una bomba volcánica situada entre la Punta de Los Molinillos y la Playa de Matas Blancas. Se trata de una roca de escasa cristalinidad de color muy oscuro en la que apenas se distinguen esporádicos cristales de augita en una masa de vidrio y criptocristales. Las abundantes vesículas presentan rellenos parciales de calcita y posible sílice.

5.2. FASE MIOCENA GEOQUÍMICA

Se dispone de tres análisis químicos en la hoja (Tabla 5.1) que corresponden a un basalto alcalino, una tefrita y una hawaiita en el diagrama TAS (Fig. 5.1). También existe algún término traquítico pero no se dispone de análisis de los mismos.

Estos análisis se encuadran en el conjunto de los análisis del resto de las hojas de la isla para esta Fase miocena, junto con los que se hará el estudio geoquímico para obtener una visión más amplia de la geoquímica de la misma.

Los tipos litológicos encontrados corresponden en su mayoría a rocas basálticas y traquibasálticas, como ocurre con las muestras estudiadas petrográficamente. El resto de las rocas corresponden a términos de una serie alcalina, como son, tefritas y basanitas (no encontrados petrográficamente), mugearitas y benmoreitas (muy escasas) y traquitas e incluso alguna riolita.

Las 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 un índice de peralcalinidad muy bajo.

Las rocas sálicas presentan valores más altos de SiO_2 (superiores al 60%), en Al_2O_3 , en álcalis y más bajos en CaO y MgO. Son rocas sobresaturadas con cuarzo e hiperstena normativos y alto contenido en albita. Muestran un índice de diferenciación muy alto y un índice de peralcalinidad también alto, aunque sin alcanzar la unidad.

En las relaciones óxidos/ SiO_2 (Fig. 5.2), las rocas de la Fase miocena siguen una pauta normal para rocas de la serie alcalina.

En el diagrama AFM (Fig. 5.3) siguen también un comportamiento característico de rocas de la serie alcalina oceánica.

Dejando aparte los problemas de la representatividad del muestreo, podría decirse que las rocas pertenecientes al edificio norte de la isla son algo menos alcalinas, con más términos riolíticos y sin términos basaníticos y tefríticos, en comparación con las rocas de los otros dos edificios.

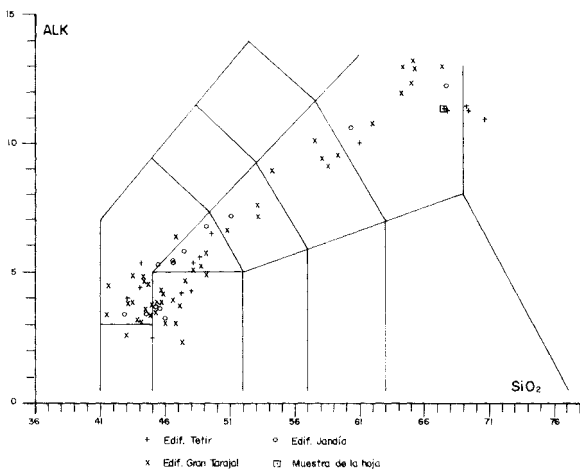


Fig. 5.1. Diagrama TAS de la Fase miocena.

5.3. FORMACIONES SEDIMENTARIAS PLEISTOCENAS

5.3.1. Arenas pleistocenas

Se trata de rocas de tipo detrítico, con presencia de abundantes fragmentos redondeados de basaltos por lo general olivínico-piroxénicos u olivínicos, junto a abundantes fósiles carbonatados, por lo general con escasa fragmentación. Los minerales sueltos son poco abundantes apareciendo esporádicas augitas idiomorfas biotita y rara vez cuarzo. Todo ello se halla cementado por calcita de tipo rudítico.

Se han encontrado igualmente caliches carbonatados de tipo micrítico con presencia de oolitos, fragmentos de fósiles, así como minerales sueltos (augita fundamentalmente), por lo general, fragmentos a su vez.

6. HISTORIA GEOLÓGICA

La isla de Fuerteventura forma con la de Lanzarote un dominio común alargado según una dirección N-35°-40°E. Esta orientación coincide con la de la red filoniana existente en el dominio del Complejo Basal que aflora al norte del área estudiada. La intrusión de estos diques se produce durante varias etapas, si bien las direcciones se mantienen subparalelas, los buzamientos y el grado de meteorización y/o espilitización son muy distintos. Así, mientras los diques más antiguos están afectados por un metamorfismo de bajo grado propio de las facies de los esquistos verdes, existen diques poco alterados que son sincrónicos con los materiales de la Fase miocena. Concretamente en esta hoja existe una red paralela de diques que afecta sólo el tramo inferior

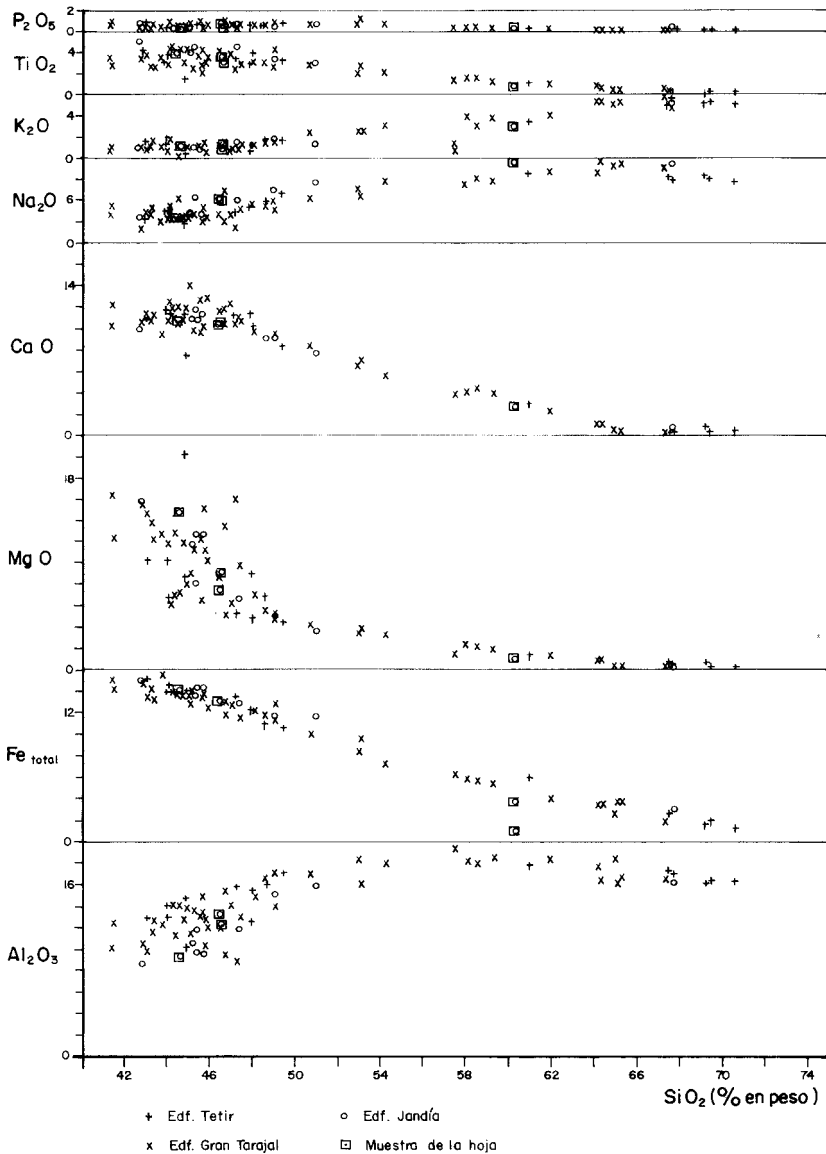


Fig. 5.2. Diagrama binario de variación de elementos mayores de la Fase miocena.

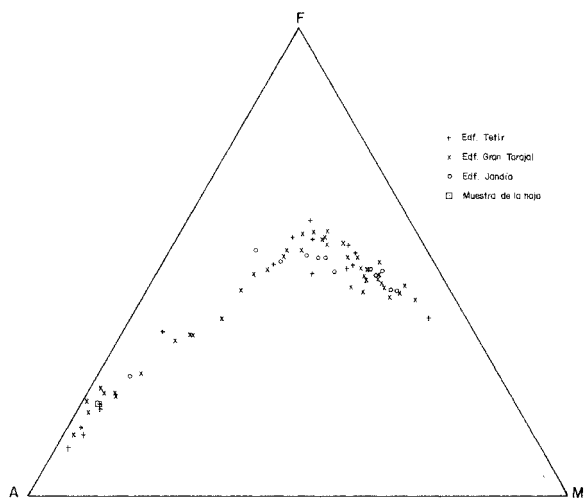


Fig. 5.3. Diagram AFM de la Fase miocena.

de la Fase miocena. Estas primeras manifestaciones volcánicas de la Península de Jandía se caracterizan por la existencia de episodios estrombolianos e hidromagmáticos, que dado su elevado grado de alteración, no han podido ser datados. En esta época (anterior a 17,2 m.a.) se formaron numerosos edificios piroclásticos, en general puntuales, que se alinean según las directrices estructurales mencionadas. Además, en las etapas finales de este tramo inferior tienen lugar numerosas intrusiones traquíticas y en menor medida basálticas, que en algunos casos llegaron a presentar fases explosivas, con el consiguiente desarrollo de tobas y brechas que marcan el techo del tramo inferior. En concreto, para esta hoja, estos materiales alcanzan muy poco desarrollo areal, limitándose a un pequeño afloramiento localizado en la costa de barlovento.

A lo largo de la evolución y desarrollo del edificio mioceno de Jandía se produjeron algunos episodios erosivos que alternan con los constructivos. El más importante se produjo hacia los 17 m.a., que queda reflejado como una discordancia erosiva que permite delimitar el tramo inferior del tramo medio-superior.

En las siguientes etapas, las emisiones son más efusivas y comienzan a constituir propiamente el edificio estratovolcánico de Jandía, que según las dataciones del MAGNA (en este proyecto), FERAUD *et al.* (1981) y COELLO *et al.* (1992) se produjo entre 17,2-14,5 m.a.

Los últimos eventos volcánicos de la Fase miocena en este sector de Jandía tiene lugar en el extremo NO de la Península de Jandía y se caracterizan por su composición nefelínítica. Sólo se dispone de la datación realizada en este trabajo (MAGNA) que indica una edad de 14,5 m.a., y además no afecta al área estudiada.

Desde el Mioceno medio hasta la actualidad se desarrolla un amplio período erosivo que provoca el encajamiento de la red de drenaje y el retroceso de los acantilados de barlovento, motivado fundamentalmente por procesos de deslizamientos, según se observa en la zona costera occidental de la hoja. Además, durante el Plioceno se labra una extensa plataforma de abrasión que se extiende a lo largo de toda la costa occidental desde Tostón hasta la Península de Jandía. Hoy en día, esta rasa marina pliocena se sitúa a unos 15 m por encima del nivel del mar. Coincidiendo con estas épocas pliocenas, se instala en la isla un régimen de vientos de componente NNE-SSO que favorece el desarrollo de grandes campos de dunas. Uno de los mejores ejemplos existentes en la isla es el de El Jable o Istmo de la Pared.

Posteriormente estos campos de dunas se removilizan durante el Pleistoceno, apareciendo algunos niveles aluvionares y de paleosuelos intercalados entre los episodios eólicos.

Durante el Holoceno continúan removilizándose estos materiales eólicos y además tienen lugar pequeños movimientos en la vertical (+1 m), que aparecen reflejados por algunos cordones litorales de depósitos marinos erbanenses.

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), que se completan con observaciones realizadas durante la ejecución de la cartografía.

7.1. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Climatología

Los rasgos climáticos de este sector no difieren significativamente de los del resto de la isla, caracterizándose por su clima desértico-cálido, con marcada tendencia a la aridez.

Las temperaturas medias anuales oscilan entre 18 y 25° llegando de manera esporádica a los 40 °C en época estival.

La insolación es intensa, variando, según MARZOL (1988), entre 6 y 9,5 horas/día en función de las estaciones, si bien puede ser atenuada por presencia de abundantes nubes y calimas relativamente frecuentes.

La humedad relativa del aire se hace elevada en proximidad de la costa, sufriendo variaciones acusadas a lo largo del día [MARZOL (*op.cit.*)].

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

Pluviometría

El total de lluvia anual en toda la isla de Fuerteventura es del orden de $183,69 \text{ hm}^3/\text{año}$, ITGE (1990) que distribuido sobre la superficie total representa una pluviometría anual de 111 l/m^2 .

La distribución espacial de las lluvias guarda una estrecha relación con el relieve, de manera que en los lugares de mayor altitud las precipitaciones aumentan considerablemente. Esto se traduce especialmente en la parte central de la Península de Jandía, en las proximidades del Pico de Jandía, alcanzándose máximos de pluviosidad por encima de 150 mm , según se observa en la Figura 7.1. Este máximo afecta concretamente a la hoja de El Jable en su sector más occidental.

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 $12,74 \text{ hm}^3/\text{año}$, que pueden llegar a un máximo de $19,11 \text{ hm}^3/\text{año}$, 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 $4,89 \text{ hm}^3/\text{año}$, 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 $9,56 \text{ Hm}^3/\text{año}$ y $14/34 \text{ Hm}^3/\text{año}$, lo que supone un 75% de las aportaciones netas o el $7,80\%$ de la pluviometría total.

Dadas las características pluviométricas anteriores, los barrancos y valles de la hoja se hallan secos la mayor parte del año, incluso durante años enteros, produciéndose raramente escorrentía superficial, salvo en régimen torrencial, con bruscas avenidas de gran virulencia en períodos de lluvias intensas. Esto suelo ser característico de regímenes climáticos semidesérticos, con precipitaciones escasas y mal repartidas en el espacio y en el tiempo.

Cuencas y cauces principales

De manera análoga a la hoja del Istmo de la Pared, se pueden distinguir dos áreas claramente diferenciadas por lo que respecta a la distribución de cauces superficiales (Fig. 7.2). Por una parte aparece la franja norte, constituida por materiales muy permeables, arenas eólicas más o menos consolidadas, con escasísima presencia de cauces, destacando únicamente la Cañada de la Barca. Por el contrario, la mitad restante de la hoja muestra un sistema de valles y barrancos subparalelos y rectilíneos de orientación NO-SE, de espaciado bastante regular y perpendiculares a la costa, drenando aguas preferentemente hacia la costa este-sureste. Otra característica también es el escaso desarrollo y longitud de los cauces con dirección a la costa norteoeste, siendo no obstante relativamente frecuente la presencia de nacientes de agua en este sector.

Para la cuenca del sector oriental destacan los Valles de Esquinzo, Mal Nombre, los Canarias, del Salmo y, en menor medida, Valluelo y Pecenescal.

Se trata de valles con recorridos relativamente importantes, de fondo plano, presentando una red de tributarios de tipo dendrítico escasamente ramificada, encajados en materiales volcánicos de edad miocena, preferentemente.

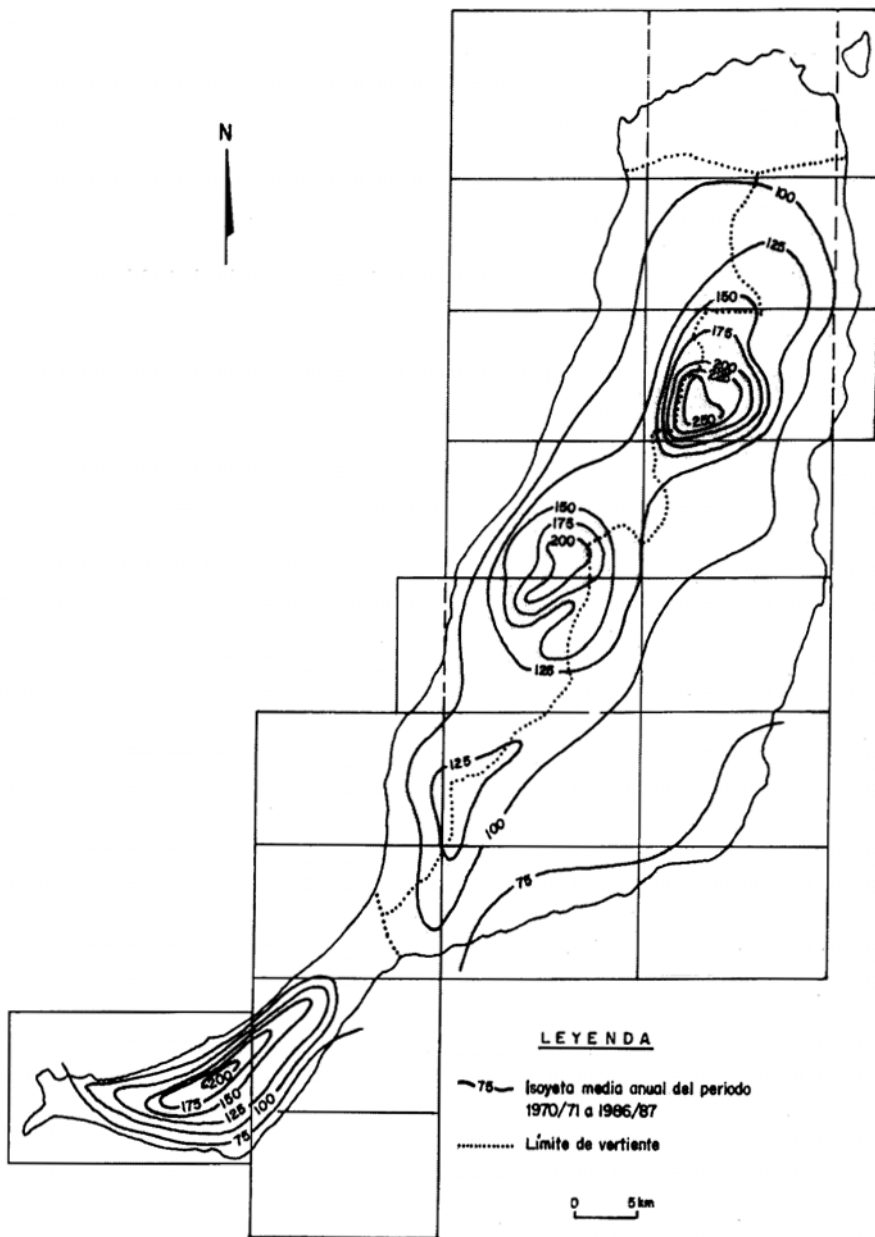


Fig. 7.1. Esquema de isoyetas de la isla de Fuerteventura, según ITGE (1990), con la cuadrícula de hojas topográficas a escala 1:25.000

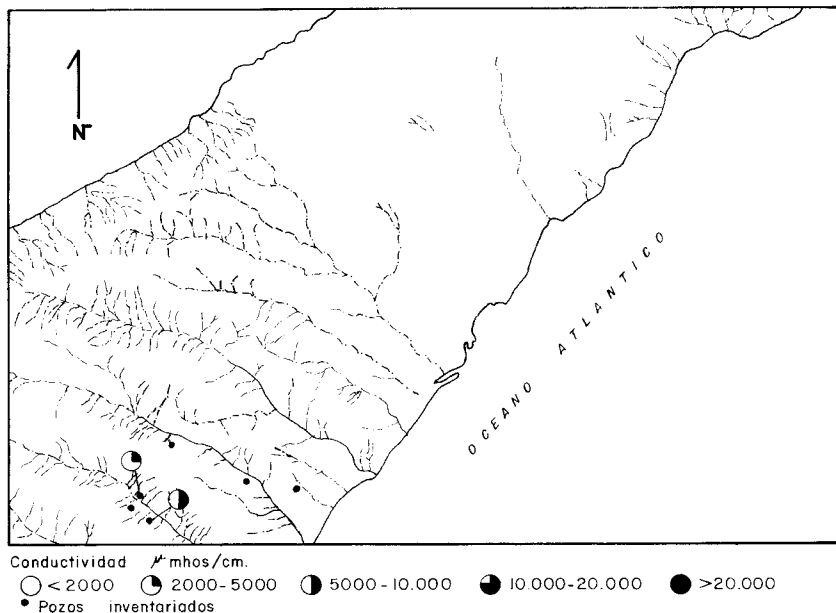


Fig. 7.2. Esquema hidrográfico de la hoja, con la situación de los pozos de agua y los intervalos de conductividades eléctricas medidas en ellos.

No existen obras de regulación de agua superficial reseñables en el área, salvo pequeñas balsas y presas de tierra construidas generalmente en los cauces de los barrancos, aprovechando desniveles de los terrenos. El agua embalsada permite, además de su utilización directa en agricultura, cierta recarga de los acuíferos subterráneos, dadas sus pérdidas por infiltración.

7.2. UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS: NIVELES ACUÍFEROS

Cada unidad estratigráfica de la hoja viene definida en función de criterios litológicos, cronológicos, etc., siendo a su vez unidades hidrogeológicas. Dentro de ellas, no obstante, aparecen zonas con comportamientos diferentes, variando sus capacidades de almacenamiento y circulación de agua debido a una serie de factores, como la fisuración, porosidad, régimen de precipitaciones, topografía, etc. Dichas unidades hidrogeológicas se ajustan al esquema estratigráfico establecido en la hoja. En general, la presencia de tramos escoriáceos, la mayor o menor conexión entre vesículas o el diaclasado columnar propio de las partes más intensas de las formaciones lávicas condicionan la mayor o menor permeabilidad por fracturación y/o por porosidad intersticial de los materiales volcánicos. Los tramos impermeables o poco permeables suelen corresponder a almogres, rocas compactas o sin conexión de vesículas, etc., condicio-

nando la infiltración vertical. Los diques no fisurados, cuerpos intrusivos, etc., actuarán como barreras al movimiento horizontal de las aguas subterráneas, si bien cuando están fisurados actúan como vías de descarga preferentes.

Los procesos de alteración y compactación posteriores que sufren los materiales con el tiempo modifican, sin embargo, las características hidrogeológicas iniciales.

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

- Uno inferior o basal de extensión regional. Constituye el acuífero principal y es el más explotado en la actualidad. Está asociado al Complejo Basal y a las formaciones basálticas miocenas. Es de tipo semiconfinado y de baja permeabilidad.
- Otro superficial (intermedio y superior) y de extensión sectorial. Está asociado a las formaciones sedimentarias y volcánicas pliocenas y cuaternarias.

Por lo general, en ambos casos, sus características hidrogeológicas son malas (poca agua y baja permeabilidad de los materiales).

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

7.2.1. Nivel acuífero basal o inferior

Formación basáltica miocena. Constituye el principal acuífero de la hoja, observándose cómo la casi totalidad de los pozos inventariados extraen el agua de esta formación (Fig. 7.2). En conjunto, tiene una permeabilidad entre media y baja, debido fundamentalmente a la fracturación y disyunción columnar de las coladas. Se observa, por lo general, una disminución de la porosidad con la profundidad, debido a la mayor presión de confinamiento, con el consiguiente cierre de fracturas, así como a un mayor grado de alteración, que provoca una mayor fracción arcillosa susceptible de colmatar huecos.

Todas las captaciones de agua subterráneas en el área extraen agua de esta formación acuífera. Son pozos que alcanzan, mayoritariamente, profundidades entre 150 y 230 m. La cercanía entre unos y otros no es un factor que les afecte mucho, dada la baja transmisividad del acuífero.

Al nivel general de la isla, en estos materiales la transmisividad es de unos 30 m²/día, si bien la escasez de datos no permite tomar ese valor como representativo de todo el acuífero. No obstante, indica ya bajos valores, característicos de acuíferos con escasas posibilidades de explotación, dando caudales entre 1 y 5 l/seg.

La calidad de las aguas en esta formación es baja, presentando contenidos altos en sales minerales, debido a la presencia mayoritaria de cloruros, clasificándose las aguas como clorurado-sódicas. En la Figura 7.2 se han representado también los pozos existentes en la hoja, junto con las medidas de conductividad del agua en los que existen datos, según el Inventario de Puntos Acuíferos de Canarias [ITGE (1990)]. Se observan valores altos de conductividad (entre 2.000 y 10.000) que ponen de manifiesto la elevada salinidad del agua en estos niveles acuíferos. En general el agua es poco apta.

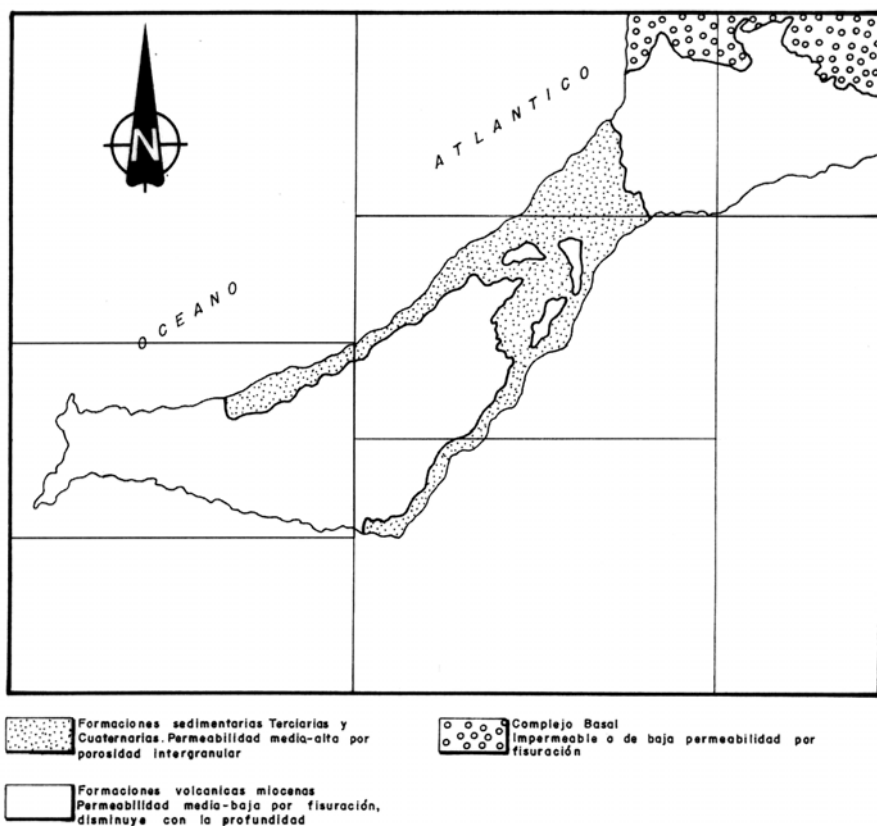


Fig. 7.3. Esquema hidrogeológico simplificado del sector sur de la península de Jandía en la isla de Fuerteventura.

7.2.2. Nivel acuífero superficial

Formaciones sedimentarias (tramo superior). Comprenden los depósitos de arenas eólicas, depósitos arenoso-arcillosos, depósitos aluviales y coluviales, junto con depósitos detríticos de edad miocena-pliocena.

Tienen especial importancia en el norte de la hoja, formando una franja de materiales detríticos, arenas eólicas más o menos compactadas que actúan como una separación entre los acuíferos de la península de Jandía y el resto de la isla. Por lo general poseen condiciones hidrogeológicas adecuadas para constituir acuíferos, dada su buena permeabilidad por porosidad intersticial. Debido a su elevadísima conductividad y a la ausencia de niveles impermeables, no es capaz de retener agua, favoreciendo su infiltración total hasta el mar, no presentando, por tanto, acuíferos ni captaciones de agua.

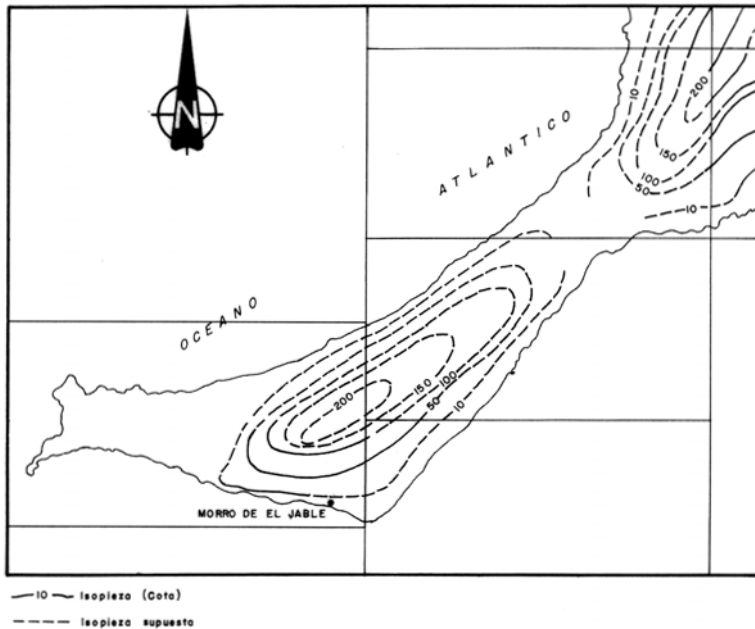


Fig. 7.4. Esquema de líneas piezométricas del sector de la península de Jandía en la isla de Fuerteventura, según ITGE (1990).

A nivel regional y tomando como parámetro de calidad de agua su conductividad, se observa un progresivo empeoramiento a medida que se pasa de las zonas interiores más elevadas a las zonas costeras.

7.3. PIEZOMETRÍA

En el estudio hidrogeológico de la isla de Fuerteventura [ITGE (1990)], se realizó un seguimiento de la evolución del nivel piezométrico durante los años 1989-1990. El resultado fue plasmado en un plano de niveles piezométricos del acuífero general de la isla, parte del cual, el sector meridional, se presenta en la Figura 7.4. Sobre él se ha sobrepuesto la cuadrícula de división de hojas topográficas, resaltando la presente.

A nivel general, en la isla se observa una clara disposición concéntrica de las isopiezas, reproduciéndose dicho fenómeno de manera independiente y a menor escala en el cuerpo principal de la península de Jandía, que actúa, por consiguiente, como un acuífero independiente.

En su vertiente suroriental, la península de Jandía presenta un gradiente medio del 5%, con un flujo subterráneo del agua fundamentalmente hacia ese sector. En la vertiente norocciden-

tal, al no disponer de ningún punto de agua, se ha supuesto la disposición de las isopiezas, apreciándose, no obstante, un mayor gradiente piezométrico en esta zona. La débil asimetría generada en la disposición de las isopiezas entre ambos sectores se debe a la mayor recarga que se produce hacia el lado meridional, al tener una mayor superficie de captación.

Tampoco se dispone de captaciones en el área del istmo, si bien dadas las características hidrogeológicas de la zona, se considera que el nivel del agua en estos materiales debe coincidir, más o menos, con el nivel del mar (cota 0).

8. GEOTECNIA

Se analiza someramente el comportamiento de los diferentes materiales representados en la hoja, con el fin de hacer una aproximación a los problemas geotécnicos que pueden surgir ante acciones constructivas o causas naturales. Se hace también una breve descripción de los riesgos geológicos que pueden 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, por tanto, de un estudio orientativo, siendo necesario realizar estudios más detallados 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 (1976).

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 tres zonas, cuya correspondencia con los tramos cartografiados se indica entre paréntesis.

8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ZONAS

ÁREA I

Se incluyen dentro de esta área todos los materiales volcánicos de la hoja.

Zona I₁. Coladas y piroclastos basálticos miocenos (2, 3, 4, 8, 9, 10, 11 y 12).

Agrupar los materiales lávicos de la Fase miocena, desde el tramo inferior al tramo superior, así como a sus depósitos piroclásticos asociados, debido a la escasa extensión que tienen.

Características litológicas y estructurales. Se trata de coladas basálticas que se disponen formando apilamientos más o menos tabulares, con buzamientos suaves, del orden de 10 a 20° hacia el sureste. Hacia los tramos inferiores del apilamiento, la estructuración es menos evidente y el diaclasado y grado de alteración es mayor. Individualmente las coladas son masivas, coherentes y con disyunción columnar en sus partes centrales o internas, mientras que en la base y techo tienen un carácter más escoriáceo y caótico. Son generalmente poco vesiculares y frecuentemente los huecos o vesículas suelen estar rellenos por carbonatos y ceolitas, principalmente en los tramos más bajos. La potencia visible de los apilamientos supera los 400 m, mientras que individualmente las unidades lávicas alcanzan un espesor medio de 2-4 m. En ocasiones suele existir un recubrimiento detrítico, poco potente y encalichamientos superficiales.

En los tramos más bajos, la penetración filoniana es acusada, con orientaciones dominantes NE-SO.

Los depósitos piroclásticos se encuentran enterrados por las lavas, están oxidados y relativamente compactados, siendo de granulometría media-gruesa.

Características geomorfológicas. El encajamiento de barrancos perpendiculares a la costa, atravesando los apilamientos de coladas, determina un relieve elevado y abrupto, con interfluvios alargados y estrechos, localmente denominados "cuchillos". Los valles y barrancos suelen ser de fondo plano, perfil ancho, casi en U y de escasa pendiente. Sus laderas son inclinadas, principalmente a partir de sus partes medias o altas, quedando hacia abajo suavizadas por depósitos de vertiente, a veces muy desarrollados.

En la costa norte existe un enorme escarpe de más de 400 m de altura que secciona bruscamente el relieve tabular. Hacia la parte noreste de la hoja, el relieve está mucho más suavizado, por la presencia de acumulaciones de arenas eólicas, que cubren estos relieves miocenos. Estos, en determinados puntos sobresalen entre las arenas.

Características hidrogeológicas. En general estos materiales son impermeables y permiten un drenaje superficial aceptable. Las zonas escoriáceas de las coladas y el diaclasado facilitan, no obstante, la infiltración hacia niveles más profundos. La presencia de almogres, depósitos sedimentarios y piroclásticos intercalados pueden favorecer la retención del agua subterránea y constituir niveles saturados.

ÁREA II.

Engloba la totalidad de los afloramientos sedimentarios recientes.

Zona II₁. Depósitos sedimentarios detríticos pliocenos y cuaternarios (7,14,16,20,21 y 24).

Comprende los depósitos aluviales de fondos de barrancos actuales y otros fosilizados y aterrazados, de edad pliocena, así como los de tipo coluvial que cubren parte de sus laderas.

Características litológicas y estructurales. Los depósitos aluviales están formados por cantos basálticos redondeados y subredondeados, de litologías basálticas y granulometría media-gruesa, englobados en una matriz arenosa. En ocasiones presentan cierta selección y secuencias positivas. Suelen adoptar una disposición horizontal y sus potencias varían desde próximas al metro hasta 30 m en los pliocenos. Los depósitos coluviales son similares en cuanto a cons-

titución interna, con granulometrías gruesas, mal clasificados y disposición inclinada a favor de las laderas. Frecuentemente todos estos materiales suelen estar encalichados.

Características geomorfológicas. Las morfologías desarrolladas en estos depósitos son planas, con inclinaciones diferentes, según se trata de un tipo u otro. Suelen estar incididos por barrancos o barranqueras de menor orden.

Características hidrogeológicas. La permeabilidad y porosidad intersticial alta son los factores que caracterizan a estos materiales, pudiendo retener niveles saturados, en ciertas condiciones y épocas.

Zona II₂. Depósitos de arenas eólicas pliocenas y cuaternarias (13, 17 y 26).

Características litológicas y estructurales. Se trata de depósitos de arenas eólicas, constituidos por arenas calcáreas de granulometría fina y de color rubio. La diferencia de edad entre unos depósitos y otros se traduce en grados de asentamiento y consolidación variables, siendo mayor, en general, en los más antiguos.

Características geomorfológicas. El área ocupada por estas acumulaciones de arenas es más o menos llana, con escasas irregularidades y pendientes suaves. Al recubrir también las laderas de relieves miocenos, alcanzan inclinaciones mayores.

Características hidrogeológicas. Son materiales de elevada permeabilidad y porosidad intersticial. El drenaje superficial es escaso o nulo.

8.3. CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

ÁREA I

Zona I₁ Coladas y piroclastos basálticos miocenos. (2, 3, 4, 8, 9, 10, 11 y 12).

Capacidad portante. En conjunto pueden considerarse como materiales de alta capacidad de carga, sin asientos importantes, si bien en algunos tramos alterados o muy fisurados puede verse algo reducida esta característica.

Facilidad de excavación. Carecen de ripabilidad, incluso en zonas de gran alteración, por lo que deben emplearse medios mecánicos, y/o explosivos.

Estabilidad de taludes. Los taludes naturales observados presentan, en general, elevada estabilidad, próxima a la vertical, para cualquier altura. Pueden producirse socavaciones en la base de algunos paquetes de coladas, por la presencia de niveles piroclásticos o sedimentarios, más fácilmente erosionables, que degradan la estabilidad. El diaclasado columnar característico de las coladas puede facilitar la individualización de bloques y su caída. Los depósitos piroclásticos admiten también taludes verticales, con estabilidad alta, al encontrarse bastante consolidados.

ÁREA II.

Zona II₁. Depósitos sedimentarios detríticos pliocenos y cuaternarios (7,14,16,20,21 y 24).

Capacidad portante. Muestran una capacidad portante baja, debido al bajo grado de consolidación natural que presentan.

Facilidad de excavación. Pueden considerarse medianamente ripables y excavables.

Estabilidad de taludes. Los depósitos aluviales pliocenos presentan cortes naturales y artificiales relativamente estables, como se observa a lo largo de la carretera Puerto del Rosario-Morro Jable. Las alturas medias son de 2-8 m y sus inclinaciones próximas a la vertical. El encalchamiento que les afecta contribuye, en cierta medida, a darles más coherencia a los depósitos; sin embargo admitiendo, en general cortes pronunciados. Su estabilidad es, no obstante, precaria.

Zona II₂. Depósitos de arenas eólicas pliocenas y cuaternarias (13, 17 y 26).

Capacidad portante. En conjunto tienen baja capacidad portante, produciéndose asientos inadmisibles.

Facilidad de excavación. Tanto los depósitos consolidados o no son fácilmente excavables con una retroexcavadora. La ripabilidad en los depósitos sueltos es alta.

Estabilidad de taludes. En los depósitos consolidados se observan cortes naturales de alturas de varios metros e inclinaciones superiores a los 70°. Su buena estabilidad aparente se ve fácilmente degradada durante lluvias fuertes, que provoca desmoronamientos y erosión en regueros.

8.4. RIESGOS GEOLÓGICOS

En el ámbito geográfico de la hoja no se detectan *a priori* riesgos geológicos que puedan suponer amenazas inminentes a los núcleos habitados o vías de comunicación del área.

Los riesgos de presumible incidencia en la zona que se consideran son los siguientes:

Riesgo de inestabilidades de laderas. Las áreas con este tipo de riesgo se presentan, principalmente en el acantilado de la costa septentrional. Los desprendimientos y desplomes de bloques pueden producirse por el diaclasado de las lavas o por la socavación basal en materiales menos competentes. En otras zonas de la costa, aunque menos abrupta (extremo NE), pueden darse situaciones similares por la acción constante y directa del oleaje sobre el acantilado.

Riesgo de erosión. Las pendientes elevadas y la ausencia de vegetación en el extremo occidental de la hoja determinan una erosión activa, que en muchos casos ha alcanzado un grado avanzado.

Riesgo eólico. La acción del viento de componente NE en esta área es acusada. Es de destacar, por otro lado, la invasión de la carretera Puerto del Rosario-Morro Jable por arenas eólicas que puede afectar a la circulación rodada.

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 dos grupos, designados con el calificativo más apropiado por sus condiciones constructivas: condiciones favorables 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 y las formaciones de arenas eólicas (Zonas II₁ y II₂). En ellos concurre una serie de limitaciones comunes de tipo geotécnico, como es principalmente la capacidad de carga baja. Los asientos absolutos esperados son elevados y los diferenciales importantes. Desde el punto de vista geomorfológico, pueden presentarse algunos problemas en determinados depósitos.

Los problemas hidrogeológicos no son importantes, en cuanto que no se prevé que se alcancen por las cimentaciones niveles saturados.

Deben realizarse estudios que definan las cargas de trabajo en ellos y evaluar sus espesores en el caso de necesitarse cimentaciones más profundas.

8.5.2. Terrenos con características constructivas favorables

Se aplica este calificativo a las coladas basálticas miocenas (Zona I₁), pues presentan buenas condiciones geotécnicas: elevada capacidad portante y baja compresibilidad, con asientos despreciables, no existiendo, en general, limitaciones para cargas de trabajo. Exhiben una estabilidad garantizada en taludes elevados y verticales, aunque pueden producirse caídas ocasionales de bloques. El factor geomorfológico es en determinadas zonas el condicionamiento principal.

En obras subterráneas, la estabilidad es buena, sin necesitarse medios de sostenimiento importantes. Pueden atravesarse niveles saturados colgados, al quedar formaciones impermeables intercaladas en las coladas y por la presencia de diques que actúan como drenes permeables.

9. GEOLOGÍA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS

En el ámbito geográfico de esta hoja no existen yacimientos minerales de interés. Se han explotado, por el contrario, determinados tipos de materiales como rocas industriales, si bien el estado actual de las explotaciones es de actividad intermitente en algún caso y en general inactivas.

Dada la creciente demanda de este tipo de materiales para las industrias de la construcción y otras en el archipiélago, el ITGE lleva a cabo en la actualidad un estudio sobre el aprovechamiento industrial de rocas y minerales industriales en esta isla [ITGE (1992)].

En él se pretende analizar la información existente sobre este tipo de materiales, establecer nuevos afloramientos de potencial interés, analizar sus cualidades y propiedades que definen sus usos y consumos más apropiados, y finalmente, establecer la viabilidad de explotación técnico-económica de los mismos.

Desde el punto de vista estructural y geotécnico, los materiales que se han aprovechado económicamente son las rocas volcánicas masivas y los materiales sedimentarios.

Dentro del primer grupo se incluyen los materiales masivos y coherentes, como son las coladas miocenas de composición basáltica, del tramo medio-superior. El uso más común a que se han destinado estos materiales es como áridos naturales o de machaqueo.

Una de las canteras en donde se han explotado estos materiales se localiza próxima a la desembocadura del barranco de Mal Nombre. Es una cantera de tamaño mediano, en la cual se han explotado dos bancos de unos 20-30 m de largo por 6-8 m de alto cada uno, con un pequeño coluvió a techo de la misma. Afloran unas coladas masivas de color gris con bases de cascajo rojizas, de composición basáltica-olivínica y piroxenos muy diminutos pero abundantes. Próximas a esta área, en Casas de Los Canarios de Abajo, se localizan otras explotaciones de tamaño más pequeño.

Otras explotaciones de estos materiales se localizan en Casas de Pecenescal-Atalaya Chica; en Risco de los Datos se han explotado las coladas masivas gris-negruczas de matriz afanítica; en Montañeta de Los Verodes las coladas grises de la Serie I y en el barranco Ezquinzo, próxima al borde la hoja, se han explotado unas coladas basálticas masivas, negruzcas, con partición en bloques y algo vacuolares.

Se ha explotado como grava el depósito de un pequeño cono piroclástico enterrado, situado en la cabecera del barranco Valluelo de La Majada Boya, próximo a la carretera. El depósito lo componen bombas, escorias y algunas bombas acintadas de tonos rojizos y composición basáltica-olivínica.

Las explotaciones de materiales sedimentarios se han centrado sobre los depósitos arenosos eólicos. El destino dado a este material ha sido como árido natural, como componente de morteros, también en la elaboración de prefabricados, etc. Se han extraído arenas en pequeñas explotaciones localizados en Natero de La Cueva, al norte de Casas Risco del Paso y en la cabecera del barranco de Cañada de La Barca.

Las explotaciones de arenas y otros materiales pueden verse condicionadas o prohibidas, al estar comprendida la superficie de la hoja dentro de los límites del futuro Parque Natural de Jandía, al considerar los valores naturales existentes en la denominada península de Jandía: paisajes desérticos espectaculares; campos de dunas; tabaibales y cardonales; litoral submarino de gran interés biológico; uno de los últimos refugios para las hubaras o avutardas canarias, etc.

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 lógicamente, 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 sus especiales características 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 Morro del Jable 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 ITGE y que forman 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 El Jable. Ocupa casi la mitad de la hoja y se localiza en el sector noroccidental de la misma. Se trata de un gran campo de dunas, que se prolonga hacia el NE, constituyendo en conjunto el denominado istmo de La Pared. Está formado por arenas bioclásticas que presentan diversas morfologías y estructuras sedimentarias. Aunque muchas de ellas están cementadas por caliche, su proceso de funcionamiento continúa activo hoy en día.

Presenta un alto interés geomorfológico, ecológico y paisajístico. Conviene señalar que este paraje ya está protegido por las leyes de espacios naturales de la Comunidad Autónoma Canaria.

Depósitos marinos pliocenos y jandienses. La rasa pliocena aparece tanto en la costa de barlovento como en sotavento. Si bien en esta última costa sólo se observa con continuidad entre Costa Calma y la Urbanización Los Verodes. Está situada a una altura de unos 30 m en barlovento y a unos 8-10 m en sotavento. Los depósitos de la rasa jandiense, en esta hoja, aparecen únicamente en el extremo nororiental, en las proximidades de La Punta de Los Molinillos. Están situados a una altura de 1-2 m sobre el nivel del mar. En ambos casos están constituidos por areniscas bioclásticas y conglomerados con abundante fauna.

Su interés es alto desde el punto de vista científico, ya que permite conocer los cambios que ha habido en el nivel del mar. Han sido ampliamente estudiados por MECO (*op.cit.*), el cual definió estos niveles y realizó diversas consideraciones paleoclimáticas.

Por su influencia, tiene interés local y regional.

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 a escala 1:100.000 de las Islas Canarias: Fuerteventura". *Inst. Geol. Min. España-Inst. Lucas Mallada (CSIC)*.

ANCOCHEA, E.; CUBAS, C. R.; HERNAN, F. y BRÄNDLE, J. L. (1991): "Edificios volcánicos en la Serie I de Fuerteventura: Rasgos Generales del edificio central". *Geogaceta*, 9, pp. 60-62.

BENÍTEZ PADILLA, S. (1945): "Síntesis geológica del archipiélago canario". *Est. Geol.*, 3, pp. 3-19.

BENÍTEZ PADILLA, S. (1963): "Una breve excursión por Gran Canaria". *El Museo Canario, Las Palmas*, 49 p.

BLUMENTHAL, M. (1961): "Rasgos principales de la geología de las Islas Canarias, con datos de Madeira". *Bol. Inst. Geol. Min. España*, 77, pp. 1-30.

BOURCART, J. y JEREMINE, E. (1938): "Fuerteventura". *Bull. Volcanol.*, Ser. II, 4, 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.

COELLO, J.; CANTAGREL, J. M.; IBARROLA, E.; JAMOND, C.; HERNAN, F.; FUSTER, J. M.^a; ANCOCHEA, E.; CASQUET, C.; DÍAZ DE TERÁN, J.R. y CENDRERO, A. (1992): " Evolution of the Eastern Volcanic Ridge of the Canary Islands, based on New K-Ar Data". *Jour. Volcanol. Geotherm. Res.*, 53, pp. 251-274.

CUBAS, C. R.; FERNÁNDEZ S.; HERNÁN, F.; HERNÁNDEZ-PACHECO A, y DE LA NUEZ, J. (1989): "Los domos sálicos de Fuerteventura". *Rev. Mat. Proc. Geol.*, 6, pp. 71-97.

- CUBAS, C. R.; HERNÁN, F.; ANCOCHEA, E. y BRÄNDLE, J. L. (1991): "El edificio sur (Jandía) de la Serie I de Fuerteventura: rasgos generales". *Geogaceta*, 11, pp.79-81.
- FERAUD, G.; GIANNERINI, G.; CAMPREDON, R. y STILLMAN, C. J. (1985): "Geochronology of some Canarian Dike Swarms: Contribution to the Volcano-Tectonic Evolution of the Archipiélago". *Jour. Volcanol. Geotherm. Res*, 25, pp. 29-52.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1926): "Iles Canarias". *Excursión a-7, XIV Congreso Geológico Internacional*, 122 p.
- FINCK, L. (1908): "Tiefen und Ganggesteine von Fuerteventura". *Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Gessellsch*, 60, pp. 76-80.
- FUSTER, J. M.^º; CENDRERO, A.; GASTESI, P.; IBARROLA, E. y LÓPEZ RUIZ, J. (1968): "Geología y vulcanología de las Islas Canarias: Fuerteventura". *Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid*, 239 p.
- GRUNAU, H.; LEHNER, P.; CLEINTUAR, M.; ALLENBACH, P y BAKKER, G. (1975): "New Radiometric Ages and Seismic Data from Fuerteventura (Canary Islands), Maio (Cape Verde Islands) and Sao Tomé (Gulf of Guinea)". En *Borradaile, G.J. et al. (Eds). Progress in Geodynamics, Royal Soc. Netherl. Akad. Arts and Sci*, pp. 90-118.
- HARTUNG, G. (1857): "Die Geologischen Verhältnisse der Insel Lanzarote und Fuerteventura". *Neue Denkschr. Allgem. Schw. Gessell. 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 (1), 221 p.
- IBARROLA, E.; ANCOCHEA, E.; CASQUET, C.; FUSTER, J. M.; HERNÁN, F.; CENDRERO, A.; DÍAZ DE TERÁN, J. R.; CANTAGREL, J. M. y JAMOND, C. (1989): "Cronoestratigrafía de las series volcánicas postmiocenas de Fuerteventura". (Abstract). En *Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote Nov-Dec. 1989*, pp. 134-138.
- IGME (1976): "Mapa Geotécnico General, escala 1:200.000. Hoja y Memoria n.º 88-92. Arrecife-Puerto del Rosario".
- IGME (1984a): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1.106 I, 1.107 IV, Puerto del Rosario".
- IGME (1984b): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1.106 II, 1.107 III, Antigua".
- IGME (1984c): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1.106 III, Pájara".
- IGME (1984d): "Mapa Geológico de España, escala 1:25.000. Hoja 1.106 IV, Betancuria".
- IGME-CSIC (1967): "Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria 1.122. Jandía".
- 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". *ITGE, Servicio Documentación*, 186 p.

- LE BAS, M. J.; LE MAITRE, R. W.; STRECKEISEN, A. y ZANETTIN, B. (1986a): "A Chemical Clasification of Volcanic Rocks Based on the Total Alkali-Silica Diagram". *Jour. Petrol*, 28, Part3, pp. 745-750.
- LE BAS, M. J.; REX, D.C. y STILLMAN, C. J. (1986b): "The Early Magmatic Chronologie of Fuerteventura Canary Islands". *Geol. Mag*, 123, pp.287-298
- MARZOL, M.^a V. (1988): "La lluvia, un recurso natural para Canarias". *Servicio de Publicaciones de la Caja Gral. de Ahorros de Canarias*, n.º 130 (S. Investigación 32), 220 p.
- MECO, J. (1982): "Los bivalvos fósiles de las Canarias Orientales". *An. Est. Atlánticos, Las Palmas*, 28, pp. 65-125.
- MECO, J. (1983): "Los bivalvos fósiles de las Canarias Orientales (Suplemento)". *An. Est. Atlánticos, Las Palmas*, 29, pp. 579-595.
- MECO, J. (1991): "El Jandiense:estratigrafía en Las Playitas". (Póster). *Casa Museo de Betancuria, Cabildo Insular de Fuerteventura*.
- MECO, J. y STEARNS, Ch. E. (1981): "Emergent Littoral Deposits in the Eastern Canary Islands". *Quaternary Research*, 15, 199-208.
- MECO, J.; POMEL, R. S.; AGUIRRE, E. y STEARNS, Ch. E. (1987): "The Recent Marine Quaternary of the Canary Islands". *Trabajos sobre Neógeno-Cuaternario (CSIC)*, 10, pp. 283-305.
- MECO, J. y PETIT-MAIRE, N. (1989): "El cuaternario reciente en Fuerteventura (Canarias)." (Abstract). En: *ESF, Meeting on Canarian Volcanism, Lanzarote Nov-Dec. 1989*, pp. 351-356.
- MECO, J. y PETIT-MAIRE, N. (1991): "El cuaternario reciente de Fuerteventura". *Ed. Excmo. Cabildo Insular de Fuerteventura*, lámina y texto.
- MECO, J.; PETIT-MAIRE, N. y REYSS, J. L. (1992): "Le courant des Canaries pendant le stade isotopique 5, d'après la composition faunistique d'un haute niveau marin". *C. R. Acad. Sci, París*, Tome 314, Série II, pp.203-208.
- PETIT-MAIRE, N.; DELIBRIAS, G.; MECO, J.; POMEL, R. y ROSSO, J. C. (1986): "Paléoclimatologie de Fuerteventura (Canaries)". En *El Cuaternario reciente de Canarias / Quaternaire Recent des Canaries, Mecó, J. y Petit-Maire, N, (Eds), Las Palmas-Marseille*, pp. 72-88.
- RONA, P. y NALWALK, A. (1970): "Post Early Pliocene Unconformity on Fuerteventura, Canary Islands". *Geol. Soc. Am. Bull*, 81, pp. 2117-2122.
- ROTHER, P. (1966): "Zum Alter des Vulkanismus auf dem Östlichen Kanaren". *Soc. Sci. Fennica Comm. Phys. Math*, 31, 13, pp. 1-80.
- WALKER, C.; WRAGG, G. y HARRISON, C. (1990): "A New Shearwater from the Pleistocene of the Canary Islands and its bearing on the Evolution of Certain Puffinus Shearwaters". *Historical Biology*, 3, pp. 203-224.



MINISTERIO
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ISBN 84-7840-517-8



9 788478 405176