



Instituto Geológico  
y Minero de España

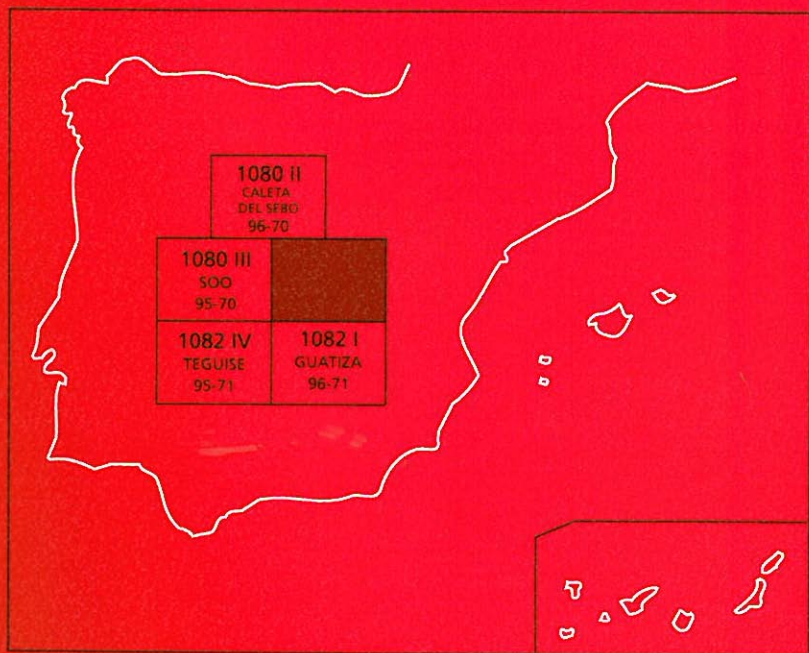
1080 II

96-70

## MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Segunda serie-Primera edición



ISLA DE LANZAROTE

# HARÍA

# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

Se incluye mapa geomorfológico a la misma escala

# HARÍA

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: 40504-012-9  
ISBN: 84-7840-523-2  
Depósito legal: M-3930-2004

La presente hoja y memoria a escala 1:25.000, *Haría*, 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:

- Balcells Herrera, R. (GEOPRIN,S.A.), Lic. C. Geológicas
- Barrera Morate, J. L. (GEOPRIN,S.A.), Lic. C. Geológicas
- Ruiz García, M<sup>a</sup> T. (GEOPRIN,S.A.), Lic. C. Geológicas, Cartografía geomorfológica

Colaboradores:

- Hoyos, M. (Mus. C. Naturales, CSIC-Madrid). Dr. C. Geológicas Geomorfología.

### **Redacción de la memoria**

Equipo base:

- Balcells Herrera, R. (GEOPRIN,S.A.), Lic. C. Geológicas
- Barrera Morate, J. L. (GEOPRIN,S.A.), Lic. C. Geológicas
- Ruiz García M.<sup>a</sup> T. (GEOPRIN,S.A.), Lic. C. Geológicas

Colaboradores:

- Brändle, J. L. (Inst. Geol. Econ, CSIC-Madrid), Dr. C. Geológicas. Geoquímica.
- Hoyos, M. (Mus.C.Naturales, CSIC-Madrid), Dr. C. Geológicas. Geomorfología.

## **INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

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

- Muestras de roca y su correspondiente preparación microscópica.
- Informes petrológicos puntos de interés geológico.
- Fotografías de campo de las unidades ígneas y sedimentarias cartografiadas.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN .....	9
1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS .....	9
1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS .....	10
2. ESTRATIGRAFÍA .....	11
2.1. PRIMER CICLO VOLCÁNICO .....	13
2.1.1. Período Mio-plioceno. Edificio Famara. Episodios volcánicos y sedimentarios .....	13
2.1.1.1. Tramo inferior. Coladas y diques basálticos olivínicos (1 y 2) .	13
2.1.1.2. Brechas líticas basálticas (3) .....	14
2.1.1.3. Tramo medio. Coladas basálticas olivínicas y conos de tefra. (4 y 5) .....	14
2.1.1.4. Tramo superior. Coladas basálticas olivínicas (6) .....	15
2.1.1.5. Intrusivos basálticos (7) .....	15
2.2. SEGUNDO CICLO VOLCANICO .....	16
2.2.1. Período Pleistoceno inferior. Episodios volcánicos y sedimentarios. ....	16
2.2.1.1. Alineación Tenegüime-Mala-Atalaya de Haría Coladas basálticas, intrusivos, conos de tefra y piroclastos de dispersión (8, 9, 10 y 11) .....	16
2.2.1.2. Depósitos de glaciés. Arenas y cantos (12) .....	18
2.2.1.3. Alineación Guantesive-Temeje. Coladas basálticas y conos de tefra (13 y 14) .....	18
2.2.2. Período Pleistoceno medio. Episodios sedimentarios. ....	19
2.2.2.1. Piroclastos y arenas alteradas (15) .....	19
2.2.2.2. Depósitos de caliche (16) .....	20
2.2.3. Período Pleistoceno superior. Episodios volcánicos y sedimentarios. ....	20
2.2.3.1. Alineación Los Helechos-La Corona .....	20
2.2.3.1.1. Edificios La Quemada-Los Helechos Coladas basálticas olivínicas, conos de tefra y piroclastos de dispersión (17, 18 y 19) .....	20
2.2.3.1.2. Edificio La Corona. Coladas basálticas (20) .....	22
2.2.3.2. Depósitos aluviales: arenas y conglomerados (22) .....	24
2.2.3.3. Arenas eólicas (23) .....	25
2.2.4. Período Holoceno y actual. Episodios volcánicos y sedimentarios. ....	25

2.2.4.1.	Rasa marina erbanense (+0,5 m): arenas y conglomerados. (24)	25
2.2.4.2.	Alineación Calderetas de Guatiza: coladas basálticas y piroclastos de dispersión. (25 y 26)	26
2.2.4.3.	Recubrimientos de arenas eólicas. (27)	27
2.2.4.4.	Depósitos de ladera. (21)	27
2.2.4.5.	Depósitos aluviales: arenas y arcillas. (28)	27
2.2.4.6.	Depósitos de barranco: arenas y gravas. (29)	27
2.2.4.7.	Playas de arenas y cantos. (30)	28
3.	TECTÓNICA	28
4.	GEOMORFOLOGÍA	29
4.1.	DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA	29
4.2.	ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO	29
4.2.1.	Estudio morfoestructural	29
4.2.2.	Estudio del modelado	30
4.2.2.1.	Formas endógenas	30
4.2.2.2.	Formas exógenas	31
4.3.	FORMACIONES SUPERFICIALES	33
4.3.1.	Depósitos eólicos	33
4.3.2.	Depósitos fluviales	33
4.3.3.	Depósitos endorreicos	33
4.3.4.	Depósitos de ladera	34
4.3.5.	Depósitos poligénicos	34
4.3.6.	Depósitos litorales	34
4.4.	EVOLUCIÓN DINÁMICA	34
4.5.	MORFODINÁMICA ACTUAL	36
5.	PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA	36
5.1.	PRIMER CICLO VOLCÁNICO. PETROLOGÍA	36
5.1.1.	Período Mio-plioceno. Edificio Famara	36
5.2.	PRIMER CICLO VOLCÁNICO. GEOQUÍMICA	38
5.2.1.	Período Mio-plioceno. Edificio Famara	38
5.3.	SEGUNDO CICLO VOLCÁNICO. PETROLOGÍA	38
5.3.1.	Alineación Tenegüime-Mala-Atalaya de Haría	38
5.3.2.	Alineación Los Helechos-La Corona	40
5.3.3.	Rasa marina erbanense	42
5.3.4.	Alineación Calderetas de Guatiza	42
5.4.	SEGUNDO CICLO VOLCÁNICO. GEOQUÍMICA	42
6.	HISTORIA GEOLÓGICA	42
7.	HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA	44
7.1.	HIDROLOGÍA	44
7.2.	HIDROGEOLOGÍA	48

7.3. PIEZOMETRÍA .....	50
7.4. CALIDAD DEL AGUA .....	51
7.5. RECURSOS HIDRÁULICOS NO CONVENCIONALES .....	51
8. GEOTECNIA .....	53
8.1. ZONACIÓN GEOTÉCNICA: CRITERIOS DE DIVISIÓN .....	53
8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES. ....	53
8.3. RIESGOS GEOLÓGICOS .....	57
8.4. VALORACIÓN GEOTÉCNICA .....	58
8.4.1. Terrenos con características constructivas desfavorables o muy desfavorables .....	58
8.4.2. Terrenos con características constructivas aceptables .....	58
8.4.3. Terrenos con características constructivas favorables .....	59
9. GEOLOGIA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS .....	59
10. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO .....	60
10.1. DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DE LOS PIG .....	61
11. BIBLIOGRAFÍA .....	62





## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS

La presente hoja y memoria del Mapa Geológico Nacional (MAGNA), a escala 1:25.000, corresponde a la hoja *Haría* (n.º 1080-II, 96-70 del MTN) situada en el sector septentrional y oriental de la isla de Lanzarote, en el archipiélago canario.

Por el norte limita con la hoja geológica de Caleta de Sebo; al oeste se sitúa la de Soo y al sur la de Guatiza; la línea de costa constituye su límite oriental.

En el área cartografiada se hallan representados materiales volcánicos y sedimentarios, con amplio predominio de los primeros. Los volcánicos más antiguos constituyen parte de los restos de un gran edificio basáltico cuya construcción se extendió desde el Mioceno superior hasta posiblemente el Plioceno. Este edificio, denominado Famara, formado por apilamientos de lavas y piroclastos basálticos, constituye el cuerpo principal del sector septentrional de Lanzarote y sobre él se asienta el resto de episodios volcánicos. Tras finalizar su construcción y después de un lapso erosivo en el que el relieve se profundamente retocado, surge de nuevo la actividad volcánica en el Pleistoceno inferior, prolongándose de manera casi continua hasta el Holoceno, si bien en esta área, sólo se hallan representados aspectos parciales de este volcanismo más tardío del Cuaternario. Uno de estos episodios volcánicos originó el malpaís de lavas de la Corona, donde se formó un enorme tubo volcánico de más de 6 km de longitud: la Cueva de Los Verdes.

Los depósitos sedimentarios son mayoritariamente de carácter detrítico, con formación de depósitos aluviales y de ladera, que alcanzan cierta entidad. Existen, igualmente, algunas formaciones dunares, en algunos casos fosilizadas por lavas.

El relieve de este sector de Lanzarote es relativamente elevado y abrupto, fundamentalmente en la mitad occidental de la hoja, donde está articulado en los materiales miopliocenos de Famara, los cuales alcanzan alturas de hasta 450 m. En dichos materiales se han excavado profundos barrancos y valles longitudinales de orientación principal E-O o NO-SE, de paredes verticales, pero suavizadas por depósitos de ladera.

La mitad oriental, la más próxima en la costa, constituye una estrecha plataforma, formada por emisiones lávicas cuaternarias, que tras caer por los relieves antiguos alcanzaron la costa y aumentaron el perímetro insular. A la salida de algunos barrancos importantes se formaron amplios abanicos aluviales que originaron extensas plataformas costeras clásticas, en algunos casos cubiertas posteriormente por las lavas cuaternarias.

La red hidrográfica es poco densa en este sector y está definida por los barrancos excavados en el relieve mioceno, junto con pequeños barrancos y torrentes que inciden en el mismo. La juventud de los campos de lavas cuaternarias no ha dado tiempo aún a que se instale una red de barrancos de importancia en ellos. Generalmente, los cauces están secos durante todo el año, como consecuencia de las bajas precipitaciones que tienen lugar.

La costa presenta un perfil arqueado y abierto hacia el este, con la inflexión en la zona más próxima a los relieves miopliocenos, mientras que es claramente de morfología avanzada y moderadamente irregular en los extremos norte y sur, donde las emisiones cuaternarias ganaron terreno al mar. En general es baja, y bastante arrasada en la mitad septentrional, donde además, son frecuentes los bajíos y cantiles de baja altura en la meridional. La única y más importante playa de la zona es la playa de la Garita, junto a Arrieta, formada en la desembocadura del valle de Temisa. Existen acumulaciones de arena de escasa entidad en recovecos y pequeñas ensenadas a lo largo del malpaís de La Corona.

El clima de la región se caracteriza por su aridez y sequedad, similar al del resto de Lanzarote, por lo que se le puede calificar como suave y agradable, con cierta insolación y nubosidad frecuente al atardecer. Las temperaturas son del orden de 20-22 °C y las precipitaciones escasas, inferiores a 150 mm en la costa. En las zonas más elevadas se dan condiciones algo más húmedas, que proporcionan mayor frescor al ambiente. Los vientos son de frecuencia moderada a lo largo de casi todo el año.

La vegetación está dominada por tipos arbustivo herbáceos de bajo porte y xerófita, propia del piso basal de las islas, donde las condiciones son halófilas. Son frecuentes las tabaibas (*Euphorbia* sp.) y la vinagrera (*Rumex lunaria*), muy extendidas en los malpaíses cuaternarios, sobre todo en el de La Corona, los balos (*Plocama pendula*) y las tuneras (opuntia), estas últimas cultivadas para la obtención de cochinilla. En la zona del valle de Haría resultan muy llamativos los palmerales.

La población se concentra en pequeños pueblos Mala, Arrieta, Tabayesco, Haría y Maguez, así como en núcleos aislados.

Es una zona relativamente poblada, fundamentalmente cerca de la costa, con pueblos y barrios como Mala, Arrieta, Tabayesco y Punta Mujeres, todos pertenecientes a municipios de Haría, pueblo que junto con Maguez se localizan a mayor altura, en la zona NO de la hoja. Las vías de comunicación asfaltadas que atraviesan el área permiten un rápido acceso a casi todos los lugares, existiendo algunas pistas y caminos que por las lomas y valles facilitan el recorrido por ellos.

## 1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS.

Los antecedentes bibliográficos referentes a la geología de esta área se hallan en su mayoría, en trabajos más amplios relacionados con el conjunto de la isla, en donde se hacen citas puntuales de algunos aspectos de la zona.

Como documentos cartográficos de interés y que han servido de base para la presente cartografía, destacan el mapa geológico a escala 1:50.000, Haría, [IGME-CSIC (1967e)], y el de escala 1:100.000, que representa una síntesis geológica de la isla, publicado en FUSTER *et al.* (1968).

Uno de los primeros trabajos en la isla es el de HERNÁNDEZ-PACHECO (1909), quien hace un extenso reconocimiento de todas las formaciones volcánicas y sedimentarias existentes, confeccionando un mapa geológico de toda la isla e islotes a escala 1:50.000.

HAUSEN (1959) acomete también un estudio geológico completo de Lanzarote e islotes próximos, incluyendo en su monografía numerosas observaciones de campo, a veces muy detalladas. Complementa los datos con análisis petrográficos y geoquímicos de diversas muestras de roca. Incluye asimismo un mapa geológico a escala 1:200.000. Aunque este trabajo fue ya revisado e incorporado a otros posteriores, su lectura siempre resulta amena e interesante, permitiendo retomar y discutir ideas ya olvidadas.

El estudio geológico más difundido y consultado de Lanzarote es la monografía de FUSTER *et al.* (1968), realizada a partir de la cartografía a escala 1:25.000 de toda la isla, posteriormente publicada en ocho hojas a 1:50.000 por IGME-CSIC (1967a-h). Es un completo estudio en el que se revisan trabajos anteriores y se establece de manera más precisa la volcanoestratigrafía de la isla, caracterizándose las unidades volcánicas a partir de los datos de campo y numerosos análisis petrográficos y químicos de rocas. En la memoria se encuentran algunas referencias a esta zona. La síntesis cartográfica se presenta en el mapa a escala 1:100.000, antes citado.

Otros trabajos más concretos y con referencias a aspectos localizados en esta hoja son únicamente los de BRAVO (1964), MACAU (1965) y SOCORRO (1989), que tratan sobre el tubo volcánico del malpaís de La Corona.

Los criterios cronoestratigráficos sobre el volcanismo insular son establecidos a partir de las determinaciones radiométricas de ABDEL MONEM *et al.* (1971), IBARROLA *et al.* (1988) y COELLO *et al.* (1992). Asimismo, al finalizar la totalidad de la cartografía de la isla para el proyecto MAGNA se tomaron nuevas muestras para dataciones K-Ar, que ayudarán a precisar algo más algunos episodios volcánicos, aún insuficientemente conocidos. Por otro lado, existen también algunas determinaciones paleontológicas en depósitos sedimentarios fosilíferos, que contribuyen a concretar mejor la sucesión volcanoestratigráfica.

## **2. ESTRATIGRAFÍA**

La historia geológica de Lanzarote comienza en el mioceno medio (hace aproximadamente 15,5 m.a.) con la emisión de las lavas basálticas del tramo inferior del Macizo de Ajaches. Dada la proximidad de esta área con el norte de Fuerteventura, y la sincronidad de estas emisiones con las del vecino edificio mioceno de Tetir (Fuerteventura) cabe pensar en una progresión espacio-temporal de los eventos volcanológicos. De manera sucesiva, durante el Mioceno superior continúa concluyéndose este edificio basáltico, a la vez que hace su aparición subaérea el gran edificio de Famara, área NE de la isla. Esta nueva emisión es posible que sea el resultado de la propagación de la fisura eruptiva miocena que desde la península de Jandía en Fuerteventura se prolonga hasta el Banco de la Concepción, al NE de la isla de Lanzarote.

Al final del Mioceno, otra nueva erupción basáltica de cierta envergadura se instala en el Dominio central de la isla, conectando los dos dominios anteriores. De esta manera termina el primer ciclo volcánico distinguido en la isla, ciclo mioplioceno, que dio origen a los relieves más abruptos que hay en ella, en sus dos áreas extremas: Ajaches y Famara.

Un intenso proceso erosivo se desarrolla a continuación, desmantelando gran parte de los apilamientos lávicos construidos durante el Mioceno.

Desde el Plioceno superior hasta prácticamente la actualidad (año 1824) se han ido sucediendo de manera continua las emisiones volcánicas a través de fisuras cortas y, en su mayoría paralelas, que cubren todo el Dominio central y agrandan la isla por sus laterales. Durante este lapso de tiempo se define el segundo ciclo volcánico, compuesto por tres períodos: Plioceno, Pleistoceno-Holoceno e Histórico, que completan los cuatro distinguidos en Lanzarote.

El primer autor que definió una seriación temporal de las unidades volcánicas de Lanzarote fue HARTUNG (1857). Otros autores posteriores que fueron precisando y actualizando la estratigrafía de la isla fueron HERNÁNDEZ-PACHECO (1910) y HAUSEN (1958). Más recientemente, el IGME-CSIC (1967a-h) publicó una cartografía geológica por hojas a escala 1:50.000 de toda la isla, que se sintetizó posteriormente por FUSTER *et al.* (1968).

Los criterios utilizados para establecer la estratigrafía volcánica han sido variados. Por un lado, se han cartografiado individualmente todos aquellos edificios y sus coladas —es decir, cada una de las erupciones habidas— que están claramente diferenciadas del entorno que las rodea. Posteriormente, y debido al carácter fisural de las emisiones, se han agrupado las erupciones distinguidas según alineaciones volcánicas. Para agruparlas se han seguido criterios petrológicos, grado de conservación y similitud geocronológica, cuando la había. Aún y con eso, hay edificios que han quedado aislados y no ha sido posible establecer entre ellos una estratigrafía relativa de superposición, como se ha hecho con otros. En estos casos, si no tenían dataciones geocronológicas, se han tratado como edificios independientes, o incorporado, siguiendo los criterios antes señalados, a alguna alineación ya definida.

Evidentemente, esta división estratigráfica de rango menor, que comprende alineaciones y edificios es, en algunos casos, subjetiva, pero dada la información disponible, se considera útil y muy próxima a lo que debió de ocurrir realmente.

De los dos ciclos volcánicos que el Plan Magna ha distinguido el Lanzarote, ambos se encuentran en la hoja de Haría. Corresponden al período mioplioceno del primer ciclo, y manifestado por el apilamiento lávico basáltico del edificio Famara, y al período pleistoceno-holoceno del segundo ciclo, representado por varias alineaciones de conos basálticos.

En la Tabla 2.1. se ha establecido la correlación volcano-estratigráfica entre estos dos ciclos volcánicos aflorantes en las hojas y las series basálticas del IGME-CSIC (1967a-h).

**Tabla 2.1. Correlación volcanoestratigráfica de la isla de Lanzarote**

<b>IGME-CSIC (1967a-h)</b>	<b>PLAN MAGNA (1992-1995)</b>
Serie basáltica III Serie basáltica II	<b>2.º CICLO</b> PERIODO PLEISTOCENO-HOLOCENO Dominio isla de Lanzarote
Serie basáltica I	<b>1.º CICLO</b> PERIODO MIOPLIOCENO Dominio Famara

## 2.1. PRIMER CICLO VOLCÁNICO

### 2.1.1. Período Mioceno superior-Plioceno. Edificio Famara

#### *Episodios volcánicos y sedimentarios*

Durante el Mioceno superior existe una gran actividad volcánica en el sector de la isla actual de Lanzarote, cuyo resultado es la formación de edificios volcánicos que configuran los primeros inicios subaéreos de dicha isla. De estos edificios, el de Famara es el más septentrional de la isla, estando constituido por apilamientos de coladas y piroclastos basálticos, con espesores totales visibles de hasta 650 m. El edificio original debió de extenderse más hacia el oeste de los afloramientos actuales, encontrándose hoy en día muy desmantelado y arrasado, en gran medida recubierto por emisiones volcánicas cuaternarias.

Sólo la porción más oriental del edificio Famara aparece representada en esta área, si bien pueden reconocerse, aquí también, y al igual que en otras zonas, discordancias que separan, al menos tres tramos o episodios a lo largo de su construcción. Estas discordancias no siempre se manifiestan claramente y con frecuencia tienen un carácter local o muy reducido que proporcionan no poca imprecisión en la continuidad lateral de dichos tramos. A menudo son discordancias de tipo paraconforme y sólo en los casos más favorables aparecen depósitos sedimentarios intercalados en la serie, algares, algún dique truncado, etc. Los cambios litológicos de un tramo a otro no existen o se manifiestan en pequeñas variaciones texturales y mineralógicas dentro de una composición basáltica que se mantiene prácticamente invariable a lo largo de todo el edificio. En cuanto a las dataciones radiométricas realizadas, si bien parecen acotar relativamente bien el tiempo de emisión del tramo inferior, tampoco dejan muy claro la separación entre el medio y el superior.

En la bibliografía geológica de la isla se han asignado varios nombres a los materiales que constituyen este edificio y siempre se trataban de manera conjunta, salvo matizaciones con los del macizo mioceno de Ajaches, situado en el extremo meridional de Lanzarote. Así, HARTUNG (1857) las denominaba "formación basáltica más antigua" HERNÁNDEZ-PACHECO (1909) "basaltos de erupción homogénea" HAUSEN (1958) "Basaltic table-land series", y finalmente, FUSTER *et al.* (1968) Serie basáltica I, que es la denominación más ampliamente extendida y usada.

#### 2.1.1.1. Tramo inferior. Coladas y diques basálticos olivínicos (1 y 2)

El tramo inferior aparece representado en las partes bajas de los apilamientos lávicos de Famara, siendo su exposición casi siempre bastante reducida, al quedar habitualmente recubierto por los frecuentes depósitos de ladera que se adosan a las laderas, lo que reduce además sus posibilidades de correlación.

Está formado por paquetes de lavas basálticas, frecuentemente muy potentes, masivas y muy fisuradas, con notable desarrollo de disyunción columnar, lajeado y disyunción esferoidal. La roca es porfídica, con fenocristales de olivino iddingsitizados y frecuente relleno de ceolitas y carbonatos en las vacuolas. Los espesores visibles de este tramo en esta zona son del orden de 50-60 m, alcanzando un total de 150 m en el conjunto del macizo.

El contacto con el tramo medio no es claramente una discordancia, pero se manifiesta a menudo por la presencia de almagres y en algunos casos por la existencia de brechas y zonas bastante fracturadas. Este último caso puede observarse en la ladera este del Lomo de la Camellita, al SO de Arrieta, donde las coladas pertenecientes a este tramo están muy rotas, formando una brecha monomítica heterométrica y caótica, sin matriz aparente. La parte superior, oxidada por las coladas del tramo medio, está más retrabajada, conteniendo fragmentos de tendencias redondeadas. Esta zona tectonizada está posiblemente relacionada con una supuesta falla de orientación N-S que bascula hacia el este la serie miocena, con hundimiento del labio oriental.

La red filoniana en esta parte inferior del macizo es muy baja en este sector, si bien en la costa occidental muestra mayor densidad de intrusión. Son diques basálticos, de orientación N65°E, a veces divagantes y de escaso recorrido, que atraviesan las brechas y coladas del fondo del barranco de Tenegüime.

El período de emisión de este tramo se estima entre 10,2 y 8,3 m.a, según se desprende de las dataciones absolutas de IBARROLA *et al.* (1988).

#### 2.1.1.2. *Brechas líticas basálticas (3)*

Estas brechas tienen escasa representación en la zona, aflorando en forma de asomos en un sector del fondo del barranco de Tenegüime, a una cota próxima a los 200 m. Constituyen un depósito de reducida extensión, situado al techo de las coladas de este tramo, sin que exista, sin embargo, un contacto neto entre ambos. Aguas arriba del barranco, desaparecen debajo de las coladas del tramo medio. Están formadas por fragmentos basálticos heterométricos y angulosos, empastados en una matriz fina, mostrando el conjunto un grado de consolidación fuerte. No se observan fragmentos de componentes piroclásticos juveniles, por lo que debe tratarse de un antiguo "debris avalanche", propio de fases de desmantelamiento del edificio.

Atravesando estas brechas líticas existen varios diques, ya mencionados más arriba, con bordes enfriados difusos o a veces con un borde de enfriamiento.

#### 2.1.1.3. *Tramo medio. Coladas basálticas y conos de tefra (4 y 5)*

Este tramo es el que mayor extensión y volumen ocupa, no sólo en esta zona, sino a lo largo de todo el macizo.

Está formado por la acumulación de gran cantidad de coladas basálticas, definiendo una sucesión tabular bastante monótona y suavemente inclinada hacia el este (2 a 5°). Morfológicamente constituyen elevaciones alargadas y alomadas de cima más o menos plana. Las coladas son típicamente "aa", con bases y techos escoriáceos y partes interiores masivas, coherentes, poco vesiculares y con notable desarrollo de disyunción columnar. Sus espesores medios oscilan entre 1 y 3 m. A menudo se intercalan entre ellos niveles de lavas "pahoehoe", mucho más delgadas y oxidadas, así como con mayor vesicularidad. Igualmente aparecen intercalaciones de niveles de almagres, poco potentes y en ocasiones de cierta continuidad. Los depósitos piroclásticos asociados son escasos, y en ocasiones corresponden a centros de emisión muy oxidados y ya desmantelados. En general las lavas muestran cierto grado de alteración superficial y relleno de ceolitas en las vacuolas. Son rocas porfídicas, de matriz oscura afanítica, en la que destacan abundantes fenocristales de olivino iddingsitizados.

No se han observado diques atravesando la serie. En la ladera sur del valle de Temisa, las coladas están atravesadas por un cuerpo intrusivo basáltico asociado a un edificio piroclástico.

#### 2.1.1.4. *Tramo superior. Coladas basálticas olivínicas (6)*

No existe tampoco una discordancia generalizada a lo largo de todo el macizo entre este tramo y el anterior, si bien existen pequeñas discontinuidades (almagres, paleorrelieves, etc.) que permiten una individualización de aquél. Por otro lado, el carácter columnar bastante desarrollado de las coladas que definen este tramo aporta un criterio morfológico que contribuye a esta separación.

El tramo está caracterizado por apilamientos lávicos subhorizontales, o suavemente inclinados hacia el este, formados por varias unidades lávicas masivas, potentes casi siempre, con un carácter columnar invariable. Son lavas de tipo "aa", con bases escoriáceas y con columnas prismáticas, a veces con gran desarrollo, que alcanzan alturas de hasta 10-12 m. Composicionalmente no existe variación con respecto a los tramos inferiores, tratándose de basaltos porfídicos de matriz afanítica, con fenocristales de olivino iddingsitizados, pero a menudo frescos. El espesor de este tramo se estima entre 100 y 130 m. A lo largo de la sucesión lávica se intercalan pequeños niveles de almagres, así como depósitos piroclásticos de pequeña entidad.

Los centros de emisión de estas lavas se situarían hacia el oeste, estando actualmente desmantelados y arrasados, si bien existen depósitos piroclásticos asociados a las lavas que dan idea de la situación de algunos de ellos. Como centros eruptivos pueden considerarse también los cuerpos intrusivos que perforan la serie incluso este tramo. Algunos de éstos aparecen reflejados en esta zona, tanto en El Agujero como en el sur de él.

No se han observado diques atravesando las coladas de este tramo.

Las dataciones radiométricas disponibles en este tramo son escasas y ninguna de ellas en este sector. Los datos son sin embargo dispares, pues una de las muestras, tomada en el escarpe de Guatifay (hoja de Caleta de Sebo), indica una edad de 3,9 m.a. [IBARROLA *et al.* (1988)], mientras que otra, en el kilómetro 24 de la ctra. Haría-Teguisse (hoja de Soo), da 6,2 m.a, IBARROLA *et al.* (*op.cit.*). Por otro lado, si se consideran los intrusivos mencionados como centros eruptivos de estas coladas, se dispone de otra edad de 6,2 m.a. también del mismo grupo de autores. Así, aunque los datos no son concluyentes y dando como correctas las dataciones, parece que el período de emisión de este tramo se sitúa entre 6,2 y 3,9 m.a. es decir, entre finales del Mioceno superior y el Plioceno medio.

#### 2.1.1.5. *Intrusivos basálticos (7)*

En la parte superior del macizo de Famara aparecen varios cuerpos intrusivos perforando las coladas del tramo superior, pero en algún caso también los del tramo medio. En esta área se localizan en El Agujero y al sur de él, en la ladera sur del valle de Temisa (el Morrete) y en la Montaña de Las Mesas.

Presentan una característica disyunción columnar vertical de varios metros de altura, en ocasiones de varias decenas. A menudo muestran cierto derrame, indicando que llegaron a extruir en la superficie, probablemente con emisión de lavas. Representan centros de emisión de las



coladas de este tramo, si bien es posible que en algún caso constituyan episodios tardíos en la evolución de este edificio.

## 2.2. SEGUNDO CICLO VOLCÁNICO

### 2.2.1. Período Pleistoceno inferior. Episodios volcánicos y sedimentarios

Al finalizar la construcción del edificio Famara, hace alrededor de 4 m.a. cesa toda actividad volcánica en este sector de la isla. Se produce entonces un período de erosión muy intenso, durante el cual el relieve es profundamente modificado y el edificio se desmantela parcialmente. Se excavan valles y barrancos y es cuando se forma el escarpe occidental de Famara por deslizamientos gravitacionales, probablemente favorecidos por líneas de debilidad estructural de orientación NE-SO, las mismas que desde el Mioceno condicionan el volcanismo de Lanzarote.

#### 2.2.1.1. *Alineación Tenegüime-Mala-Atalaya de Haría: coladas basálticas, intrusivos, conos de tefra y piroclastos de dispersión (8, 9, 10 y 11)*

Los siguientes episodios volcánicos comienzan en el Pleistoceno inferior, según las dataciones radiométricas de que se dispone. La edad más antigua es de 1,8 m.a. obtenida en las coladas que rellenan el barranco del Palomo, donde está ubicada la presa de Mala. Sin embargo, consideraciones de tipo morfológico llevan a pensar que el inicio de esta nueva etapa de erupciones debe ser anterior, pues las emisiones del edificio Atalaya de Haría, que discurrieron por las partes altas del relieve de Famara (Cuesta del Pozo), no presentan signos de derrames hacia los barrancos circundantes, los cuales se supone deberían haber tenido ya un notable grado de encajamiento. Es posible, por tanto, que este episodio volcánico se haya iniciado a finales del Plioceno, quizás hace unos 2,5 m.a.

El nuevo período volcánico, comenzado entre el Plioceno final-Pleistoceno inferior, se manifestará ya de manera casi ininterrumpida durante todo el Cuaternario hasta incluso épocas históricas (siglos XVIII y XIX). Es un volcanismo más puntual, volumétricamente menos importante que el que construyó Famara, y está controlado por directrices estructurales de orientación NNE-SSO, que tienen su expresión en superficie por la alineación de centros de emisión según esa orientación.

En el área cartografiada estos primeros episodios están representados por varios edificios alineados según una orientación NE y sus coladas asociadas: edificio Mala y edificio Atalaya de Haría. Igualmente se consideran de este período coladas desconectadas de centros de emisión, que aparecen en la costa, al sur de la playa de La Garita.

Uno de los rasgos morfológicos más característicos de todas estas emisiones, salvo las de La Atalaya de Haría, es que los centros de emisión surgieron en los barrancos excavados en el relieve mioplioceno, canalizándose sus lavas, a través de ellos, como coladas "intracanyon", hasta, en algún caso alcanzar la costa.

*Edificio Atalaya de Haría.* Está situado junto al pueblo de Haría, sobre los relieves miopliocenos del edificio Famara, desde donde se eleva unos 70 m de altura. Actualmente se halla muy desmantelado en su parte superior, pero puede reconocerse aún la morfología de un cráter circular colmatado. Sus dimensiones aproximadas pudieron ser del orden de 600 x 500 m.

Su constitución interna se aprecia perfectamente en las laderas norte y este. Es un cono piroclástico formado por lapilli de 1-3 cm. escorias y bombas, estratificados en mantos que buzan periclinalmente hacia el exterior del edificio y en los que se observan alternancia en la granulometría de sus componentes. En la ladera este, junto a un depósito de agua, se observa el mayor tamaño de los componentes del depósito, con bloques, escorias y bombas muy apelmazados. Las bombas son bastante abundantes, tienen carácter porfídico, con fenocristales de olivino y muestran formas diversas (subesféricas, alargadas, etc.) y tamaños que oscilan entre 10 y 60 cm. En la parte superior, el piroclasto está muy apelmazado, es grueso y está muy oxidado. Intercalados en el piroclasto existen abundantes planchones y fragmentos de lava.

En la ladera sur del edificio se observa una escotadura en el cráter, por donde surgieron coladas basálticas de tipo "pahoehoe" que cayeron por las laderas norte y sur hacia el barranco Tenesía, cubriendo los relieves antiguos de Famara. Son lavas muy delgadas y vesiculares, porfídicas, con fenocristales de olivino y muy oxidadas. Emitió también lavas más masivas y potentes, de tipo "aa", que alcanzaron bastante recorrido por el lomo de Cuesta del Pozo, pero sin llegar a desbordar por sus laderas. Esto indica, como se dijo antes, que aún no existía el barranco Hon-do del Valle (inmediatamente al sur de este lomo), por lo que las emisiones de la Atalaya deben ser más antiguas que las de Mala y Tenegüime, siendo su edad al menos, Plioceno final.

*Edificio Mala.* Está localizado en el barranco del Palomo, a unos 2 km de la cerrada de la presa de Mala. Está constituido por un depósito piroclástico muy oxidado, de granulometría predominantemente gruesa, con tamaños de tipo lapilli, abundantes escorias, bloques y bombas de composición basáltica olivínica. Recubriendo las laderas cercanas, existen abundantes depósitos piroclásticos relacionados con este centro emisor.

En el fondo del barranco, junto al cono, hay una masa lávica muy masiva y con disyunción columnar vertical, que muestra cierto derrame hacia la desembocadura del barranco. Puede tratarse de la chimenea del edificio situada bajo el depósito piroclástico, puesta al descubierto por el encajamiento posterior del barranco.

A partir de este centro de emisión se emiten coladas basálticas que se canalizan por el barranco del Palomo. Son coladas bastante delgadas, vesiculares y porfídicas, con fenocristales de olivino, cuya superposición origina un apilamiento de más de 25 m de potencia. En el frente actual, donde se apoya la cerrada de la presa de Mala, parece corresponder a una única y potente colada de más de 40 m de altura, apoyada sobre materiales lávicos miocenos de Famara.

COELLO (1992) datan esta emisión "intracanyon" del barranco del Palomo en 1,8 m.a.

*Edificio Tenegüime.* Este edificio está localizado próximo a la cabecera del barranco de Tenegüime, aproximadamente a la altura de los km 19 y 20 de la carretera Teguisse-Haría (hoja de Soo). El topónimo que da nombre al lugar es Peña del Pico, por existir un espigón en el mismo lugar de emisión.

Es un edificio piroclástico muy desmantelado, emplazado sobre los materiales del tramo medio del edificio Famara. Está constituido por lapillis de diversos tamaños, escorias y bloques gruesos, bastante vesiculares y de formas irregulares, así como por escasas bombas de composición basáltica olivínica. El depósito está relativamente consolidado o apelmazado, aunque en las partes más distales parece más suelto y la granulometría es predominantemente tamaño lapilli.

De este edificio surgió una potente colada de lava que se canalizó por el fondo del barranco de Tenegüime hasta la vega de Guatiza. En el edificio se observa aún cómo una colada cae hacia el fondo del barranco. La erosión y encajamiento subsiguiente del barranco ha hecho que la colada quede actualmente adosada únicamente a las laderas orientales del barranco y desconectada de su centro de emisión. A lo largo del barranco se observa cómo se va adaptando a las irregularidades del cauce por el que fluyó. En algún sector puede verse la superposición de al menos dos unidades lávicas.

Se trata de una potente colada de lava "intracanyon" de tipo "aa", de base muy escoriácea y notable desarrollo de disyunción columnar vertical en su parte interna. En ocasiones incluso el diaclasado columnar adopta formas "arrosetadas" y caprichosas. Su espesor es del orden de 20-25 m. La roca es oscura, de composición basáltica y carácter porfídico, con abundantes fenocristales de olivino, destacando en una matriz afanítica.

La edad de estas emisiones ha sido datada en 1,41 m.a. por COELLO *et al.* (1992).

*Colada del barranco de Curbelo.* Ocupando el cauce actual del barranco de Curbelo, cerca de Tabayesco, existe una colada basáltica olivínica de tipo "aa", emitida desde un salidero adventicio del edificio Mala. Los recubrimientos de piroclastos alterados y edafizados de la zona de Suerte de los Negros impiden reconocer con claridad su lugar de salida.

*Coladas situadas al sur de playa de la Garita.* Se trata de afloramientos de coladas desconectadas de sus centros de emisión, por lo que no es fácil localizar su procedencia. Posiblemente corresponden a emisiones también de finales del Plioceno o anteriores a las del barranco de la presa de Mala.

Son coladas basálticas olivínicas, bastante potentes, de 10 a 12 m de espesor, con disyunción columnar y lajeado. Hacia el sur desaparecen bajo las emisiones del grupo de volcanes de Guatiza y hacia el interior quedan cubiertas por depósitos de caliche, arenas y arcillas.

#### 2.2.1.2. *Depósitos de glacis: arenas y cantos* (12)

Tienen escasa representación en la hoja, apareciendo depósitos de pequeña extensión en las partes altas de algunas zonas de los relieves de Famara. Son depósitos muy poco potentes (< 1 m), formados por arenas y cantos basálticos empastados por caliche.

#### 2.2.1.3. *Alineación Guantesive-Temeje: coladas basálticas y conos de tefra* (13 y 14)

Esta alineación está formada por dos edificios denominados Montaña o Lomo Guantesive, situada en el borde nororiental de la hoja de Teguisse, y el volcán Montaña Temeje, ambos separados por una distancia de 2,5 km. La orientación de la fisura eruptiva a lo largo de la cual se emplazan dichos centros de emisión es N80°E.

La edad aproximada de estos edificios se conoce gracias a una datación realizada, durante la ejecución de esta cartografía, en las coladas del volcán Guantesive (hoja de Teguisse). El dato obtenido fue de 1,34 m.a. y concuerda bastante bien con la de 1,4 m.a. de las coladas intracanyon del barranco de Tenegüime. [COELLO *et al.* (1992)], pues el cono de Montaña Temeje está justamente encima de ellas.

*Edificio Montaña Temeje.* Es un pequeño edificio de tefra de perfil cónico, con cráter abierto en herradura hacia el NE, del que sólo en esta hoja se halla representado su parte más septentrional. Está emplazado sobre la colada "intracanyon" del barranco de Tenegüime, alcanzando una altura desde su base de 68 m. Sus dimensiones aproximadas son 450 x 375 m.

Es un cono de piroclastos, formado por mantos estratificados de lapilli en los que alternan niveles con diferentes granulometrías, desde tamaños con 0,5-1 o 2-4 cm, hasta niveles con mayores tamaños, tipo bloque y escorias gruesas. Las bombas son abundantes, de composición basáltica-olivínica, carácter porfídico y sus formas son diversas: fusiformes y esféricas, principalmente. En general, son densas, poco vesiculares y los tamaños observados llegan hasta 60 cm. Hacia la parte superior del edificio aumentan los niveles con granulometrías gruesas y el grado de consolidación o apelmazamiento del depósito. El piroclasto se encuentra en general oxidado, en mayor grado hacia las capas más superficiales.

El estado de conservación del edificio es medio, con encostramientos superficiales de caliche, recubrimientos detríticos y acarcavamientos en sus laderas inferiores, si bien, no obstante, la morfología original, en conjunto, está perfectamente preservada.

Desde la base del cono parece que surgieron unas coladas que fluyeron hacia el sur, si bien su identificación y cartografía se ve dificultada por la presencia de depósitos detríticos encima. Es una pequeña colada basáltica olivínica, oscura y porfídica, poco potente, que alcanzó escaso recorrido.

## **2.2.2. Período Pleistoceno medio. Episodios sedimentarios.**

### *2.2.2.1. Piroclastos y arenas alteradas (15)*

Casi todas las coladas y en algunos casos también las partes superiores de los relieves miocenos presentan importantes recubrimientos de depósitos formados por piroclastos y arenas muy alteradas. Frecuentemente aparecen adosados a las laderas septentrionales de los barrancos, expuestos a los vientos de componente N-NE dominantes en la zona. Aparecen entremezclados, asimismo, con materiales detríticos, provenientes de los derrubios de ladera, así como con arenas eólicas.

Son depósitos de coloración anaranjada, de textura areno-arcillosa y granulometría media-fina, que se comportan como materiales sueltos, dada su baja o nula consolidación. El material origen corresponde mayoritariamente a piroclastos basálticos dispersados por el viento desde sus centros de emisión en el momento en que hacían erupción. Suelen acumularse también en zonas llanas o deprimidas y en pequeñas cuencas cerradas. El drenaje deficiente en estos casos, junto con las condiciones climáticas algo más húmedas y frescas en toda esta área, activan los procesos de edafización, que facilitan su alteración y transformación a materiales de tipo arcilloso. En algunos casos se aprecia aún el piroclasto no totalmente alterado. Es frecuente la presencia de niveles ferruginosos y costras de manganeso. En el afloramiento de la zona de Suerte de los Negros, cerca de El Agujero, aparecen, asociados a dichos depósitos, gran cantidad de nódulos esféricos y elipsoidales, compuestos por un material arenoso fino, a veces de estructura interna concéntrica o con un núcleo lítico. Su tamaño oscila entre 0,5 y 2 cm.

Al ser materiales muy poco consistentes, se erosionan fácilmente, generándose barranqueras y acarcavamientos, que determinan una morfología de tipo "bad land".

#### 2.2.2.2. Depósitos de caliche (16)

Los encostramientos de caliche tienen escasa representación en esta área, apareciendo únicamente sobre materiales miocenos y pliocenos, incluso en algún caso del Pleistoceno inferior. Donde más extensión alcanzan es sobre las coladas basálticas de edad finipliocena o pleistocena inferior, situadas al sur de la playa de la Garita. Alcanzan espesores centimétricos o decimétricos y rellenan, igualmente, grietas y fisuras en las lavas. Asimismo, cementan y dan mayor consolidación a las arenas eólicas costeras que existen en esta zona.

Están constituidos por carbonato cálcico que configura una roca de color claro, muy dura, de tipo caliza y granulometría muy fina, en la que destaca algún mineral o lítico rocoso y restos de fauna marina.

### 2.2.3. Período Pleistoceno superior. Episodios volcánicos y sedimentarios

#### 2.2.3.1. Alineación Los Helechos-La Corona.

Esta alineación volcánica está formada por un grupo de edificios, entre los que figuran como más importantes Los Helechos, La Corona y La Quemada de Orzola. Presenta una orientación N50°E, distando entre sí los edificios extremos unos 6,9 km, si se considera el pequeño centro de emisión de El Valle, localizado en el extremo SO de la alineación (hoja de Soo). Los edificios y lavas emitidas son más modernos en el extremo NE, indicando el sentido de propagación de la fisura eruptiva, si bien no es posible asegurar si hubo actividad simultánea en extremos opuestos. El carácter más erosionado y arrasado de las lavas próximas a los edificios La Quemada-Los Helechos y en la zona de Punta Mujeres parece indicar que constituyen los episodios más antiguos de la alineación, permitiendo así dividir el conjunto en dos grupos. No así ocurre con las emisiones piroclásticas de uno y otro grupo, siendo imposible individualizarlos cartográficamente.

La edad de este conjunto volcánico es desconocida en términos absolutos, pues no existe ninguna datación radiométrica de los materiales emitidos. Su edad relativa puede conocerse por la presencia sobre estas lavas de los depósitos marinos urbanenses, con edades de entre 2.000 y 4.000 años. Aunque las emisiones parecen haberse prolongado durante cierto tiempo, puede estimarse que debieron de suceder hacia finales del Pleistoceno superior.

Todo el conjunto de volcanes que forman parte de esta alineación fueron incluidos en la Serie basáltica IV de IGME-CSIC (1967e) y FUSTER *et al.* (1968). Uno de los autores que más extensamente se ha ocupado de su estudio es BRAVO (1964), haciendo un pormenorizado trabajo sobre el origen de los tubos volcánicos, en referencia la Cueva de los Verdes y los Jameos, en el malpaís de La Corona. Igualmente, MACAU (1965) realiza una extensa descripción del mismo.

##### 2.2.3.1.1. Edificios La Quemada-Los Helechos: coladas basálticas olivínicas, conos de tefra y piroclastos de dispersión (17, 18 y 19)

Ambos edificios aparecen muy escasamente representados en la esquina NO de la hoja. Forman un complejo de varios edificios superpuestos unos a otros, perfectamente alineados a lo largo de

la fisura de orientación N50°E. Entre ellos aparecen también restos de edificios construidos en etapas iniciales y que fueron quedando enterrados a lo largo del desarrollo del proceso volcánico.

*Edificio La Quemada.* Está constituido por niveles alternantes de lapilli y escorias, buzando periclinalmente hacia el exterior del edificio. Engloban abundantes bombas volcánicas de tamaños y formas diversas, de composición basáltica olivínica y con carácter porfídico.

*Edificio Los Helechos.* Se superpone al cono de La Quemada, alcanzando mayores dimensiones que él. Está constituido por depósitos de lapilli de 1-2 cm de tamaño, alternando con otros de mayor granulometría, hasta alcanzar tamaños mucho más gruesos, tipo bloque, junto con escorias y abundantes bombas volcánicas. Estas tienen morfologías variadas, con predominio de las formas subsféricas, tamaños muy variables, con un rango entre escasos centímetros y 60-80 cm, y composición basáltica olivínica. Englobados en el piroclasto aparecen placas de lavas muy vesiculares, así como líticos, también de composición básica.

En general, los edificios presentan buen estado de conservación, estando sus laderas relativamente poco vegetadas, aunque sí colonizadas por líquenes (vesubiana, entre otros) dadas las habituales condiciones húmedas de esta área.

Las emisiones piroclásticas dispersadas por el viento durante el desarrollo de esta erupción cubren una extensa superficie, mezclándose con los depósitos emitidos por el centro eruptivo La Corona. Estos depósitos tapizan y cubren los relieves previos, de edad miopliocena, alcanzando con frecuencia potencias de varios metros, incluso en laderas de pendiente fuerte, donde son objeto de explotación (por ejemplo, en las laderas surorientales de La Quemada y Los Helechos). Entre ellos resaltan, a veces, espigones de materiales anteriores.

Estos volcanes emitieron gran cantidad de lavas a partir de fisuras en la base de los centros de emisión, hoy cubiertas por las acumulaciones piroclásticas. Algunas emisiones salieron también de los cráteres y se observan actualmente restos de ellas desbordándolos o próximas a los conductos eruptivos.

Por el extremo noroccidental, desde la base del edificio Los Helechos, surgen coladas de lava, que inundaron parcialmente el valle de Guinate, hasta caer en cascada por los riscos de Famara hasta la costa noroccidental.

Son lavas de composición basáltica olivínica, generalmente porfídicas, con abundantes fenocristales de olivino.

El volumen más importante de lavas se dirigió hacia el E-SE, sorteando los relieves más prominentes. Se canalizaron por valles como el de Máguez y otros, hasta alcanzar la costa, ampliando el perímetro de la isla en varios kilómetros cuadrados. Los frentes actuales de las coladas se encuentran hoy a unos 5-6 km de distancia de sus áreas de emisión.

Junto con las emisiones posteriores del grupo de La Corona-Quemada de Orzola, recubren todo el macizo oriental de Famara, desde Arrieta hasta Lomo Blanco, al sur de Orzola, a partir de donde vuelven a aflorar masivamente hasta el extremo septentrional de Lanzarote. Desde el pueblo de Arrieta se tiene una espléndida visión de la adaptación de estas lavas a los relieves miocenos y su caída por ellos hasta alcanzar la costa.

El enorme malpaís de lavas originado está constituido mayoritariamente por lavas de tipo "aa", que determinan potentes morrenas y coladas de cascotes sueltos en superficie, pero masivas, coherentes y poco vesiculares en su interior, donde también desarrollan disyunción columnar. Entre las lavas destacan grandes bloques de lava arrastrados por emisiones subsiguientes. Existen emisiones de carácter "pahoehoe", que desarrollan en superficie morfologías cordadas, tubulares, etc.

Ocasionalmente, se observan a lo largo del malpaís coladas que forman ramales superpuestos a otros, procedentes de emisiones más tardías.

En zonas próximas a la costa se observan en alguna excavación urbana de Arrieta y Punta Mujeres sedimentos continentales debajo de las lavas (M. Hoyos, com. pers.).

Gran parte de la superficie de estos campos de lava, principalmente en los tramos próximos y medios, en las áreas de menor pendiente, está bastante transformadas para labores agrícolas, lo cual modifica su morfología original.

#### 2.2.3.1.2. Edificio La Corona. Coladas basálticas (20)

Uno de los malpaíses o campos de lava no históricos más espectaculares de Lanzarote es el de La Corona-Quemada de Orzola, originado en los últimos episodios de la actividad volcánica desarrollada a lo largo de la alineación Los Helechos-La Corona. Los centros de emisión principales se localizan en los edificios La Corona, a su vez con varias bocas eruptivas adventicias próximas, y en La Quemada, si bien debió de existir también un centro eruptivo importante en Las Peñas de Tao, tal y como reconocen todos los autores previos, [BRAVO (1964) y FUSTER *et al.* (1968)], desde donde se emitieron grandes cantidades de lavas.

En esta área están representadas únicamente las coladas del volcán La Corona.

*Edificio La Corona.* Está localizado en lo alto de la meseta de Guatifay. Está compuesto por piroclastos, mayoritariamente de granulometría gruesa, con escorias bloques, fragmentos de lava y bombas, bastante apelmazados, lo que proporciona al edificio un armazón relativamente compacto, responsable de las elevadas pendientes de sus laderas.

La Corona y La Quemada de Orzola emitieron grandes cantidades de lavas basálticas que recubrieron el sustrato mioplioceno, rodeándolo cuando no podían superarlo. Cayeron por los relieves hasta alcanzar la costa, prolongando también la superficie insular en varios kilómetros cuadrados. Las emisiones se canalizaron principalmente hacia el sector oriental, y sólo un ramal, procedente de La Corona, tras invadir la vega de Ye, cayó por el acantilado de Famara, hacia la costa occidental, provocando un pequeño "delta" al entrar en el mar. Hacia el sur del edificio recubrieron también las emisiones de La Quemada-Los Helechos. A menudo, el contacto entre los dos episodios no es fácil de establecer, dada su similitud composicional y el poco espacio temporal que medió entre ambos, insuficiente para establecer diferencias morfológicas.

Considerando conjuntamente la totalidad de las emisiones producidas por todos estos centros eruptivos, se obtiene que el malpaís originado alcanza una superficie próxima a los 50 km<sup>2</sup>. Morfológicamente y a grandes rasgos, el campo de lavas es bastante monótono, si bien se distinguen, a lo largo de él, diversos tipos de coladas con estructuras y morfologías superficiales variadas.

Estas coladas forman potentes morrenas de lavas "aa" escoriáceas y muy caóticas, de grandes bloques y cascotes sueltos, con taludes frontales y laterales muy pronunciados. En sus partes internas la colada es masiva, coherente y desarrolla disyunción columnar, que a veces determina grandes columnas bien individualizadas. Sus bases suelen ser también escoriáceas y caóticas. Muy espectaculares, por sus dimensiones, son las lavas que surgen del centro de emisión localizado en la zona de Peñas de Tao. Los espesores visibles de las coladas son muy variados a lo largo del malpaís, pues existen lavas de tipo "pahoehoe" muy delgadas, que se entremezclan y superponen entre las lavas "aa" más potentes. En general las potencias medias oscilan entre 1 y 4 m, pero en los casos de Peñas de Tao y otros pueden superar los 10-12 m.

Son rocas oscuras, bastante masivas a veces vesiculares y esponjosas, de composición basáltica olivínica y con carácter porfídico, destacando en la matriz abundantes fenocristales de olivino.

Un hecho bastante frecuente es la presencia de grandes bloques de lava —megabloques— que fueron arrastrados por las lavas en su desplazamiento hacia la costa. Tienen varios metros cúbicos de volumen y hasta 10 m de altura y sobresalen entre el malpaís, a menudo como islotes o mogotes aislados.

Sobre las lavas se depositaron los sedimentos marinos biodetríticos, que constituyen el nivel marino holoceno conocido por erbanense.

Uno de los aspectos más llamativos del malpaís de La Corona, como se conoce habitualmente, es la presencia en él de tubos y cavidades volcánicas. Aunque no es un hecho extraño, la presencia de estas formas volcánicas en Canarias o en Lanzarote, pues son numerosas las que existen, por ejemplo en el malpaís de Timanfaya, en La Corona destaca uno de ellos por sus dimensiones tan excepcionales, buen estado de conservación y fácil acceso. Este último factor ha hecho que haya sido acondicionado para su visita turística.

Se trata de un tubo volcánico que comenzando al pie del edificio La Corona, en su parte suroccidental, se extiende de manera prácticamente continua hasta la costa, situada a unos 6,10 km de distancia. Más aún, se prolonga todavía varios kilómetros bajo el mar, sin que hasta hoy se haya logrado llegar al final: es el denominado "Túnel de la Atlántida".

Su recorrido subterráneo está perfectamente marcado en superficie por la existencia de depresiones u hoyas, en Lanzarote denominados "jameos", que de manera alineada van mostrando su trazado. Estas depresiones o jameos se forman como consecuencia del colapso del techo del tubo volcánico, alcanzando en ocasiones profundidades de hasta 20 o 30 m, siendo sus paredes completamente verticales.

Existen numerosos jameos a lo largo de este tubo volcánico, recibiendo muchos de ellos nombres locales, como Jameo Trasero, Jameos de Arriba, Jameos de la Puerta Falsa, Jameo Cumplido, Jameo Redondo, Jameo de la Gente, Jameo de los Lagos, Jameo del Agua (éste el más famoso), etc., [BRAVO (1964)]. En los dos últimos hay pequeños lagos de agua salada, debido a la comunicación subterránea con el mar. En los Jameos del Agua existe un pequeño cangrejo ciego y despigmentado (blanco) de la especie *Munidopsis polymorpha*. La sucesión encadenada de todos ellos es denominada por este autor con el gráfico nombre de "Ruta de los Jameos" (véase también la hoja de Caleta de Sebo). Precisamente, son estos hundimientos del techo del tubo, los que permiten su acceso al interior, pues de lo contrario pasarían inadvertidos. Sólo



una parte de los Jameos del Agua es visitable, conociéndose dicha parte como "Cueva de los Verdes", y es uno de estos jameos el lugar de entrada y salida al mismo.

En los cortes producidos por estos desplomes se puede apreciar la constitución interna del malpaís, observándose la superposición de numerosas coladas de lava, a menudo muy delgadas, de tipo "pahoehoe", con formas tubulares, irregulares y en general morfologías diversas. En el fondo de los jameos se observa la acumulación caótica de bloques y fragmentos desplomados del techo.

El interior del tubo volcánico es espectacular, por la variedad y riqueza morfológica de las formaciones de lava. Existen numerosas galerías y pasillos, a veces superpuestas o cruzadas unas a otras a diferentes alturas, terrazas y escalones laterales indicativos de los sucesivos descensos de los caudales de lava, simas, cornisas, acumulaciones de cascotes, coloraciones diversas: rojizas, por oxidación de las lavas, verdosas, blancuzcas, por escape de gases durante el proceso de enfriamiento, etc. Especialmente llamativas son las goteras de lava o estalafitos colgantes en las paredes y techos de algunas zonas del tubo. En cuanto a las dimensiones de los pasillos y galerías, las hay estrechas y de paso difícil, pero a menudo alcanzan anchuras de varias decenas de metros, que forman enormes salas.

La formación de los tubos volcánicos está condicionada por las características físicas de las lavas (temperatura, fluidez, composición química, etc.) pero también por la superficie topográfica por la que discurren. Su formación se ve favorecida por una elevada temperatura y fluidez de las lavas, en general propio de lavas basálticas, como en este caso, además de pendientes poco abruptas, más bien suaves. Como consecuencia de ser las lavas malas conductoras del calor, una vez enfriada y solidificada la superficie de la corriente lávica, el interior queda aislado térmicamente y protegido del enfriamiento, permitiendo el flujo continuo de la lava bajo la costra superior endurecida. Al cesar el caudal o la tasa de efusión en la boca eruptiva, permanecerá vacía una cavidad de forma tubular.

Existen varios trabajos bastante detallados sobre el origen y formación del tubo volcánico de La Corona, con abundantes y extensas descripciones de su interior; entre ellos destacan los de BRAVO (1964), MACAU (1965) y SOCORRO (1989), a los que se remite para más detalles. En el trabajo de MACAU (*op.cit.*) y en MONTORIOL (1969) se aportan incluso topografías con secciones en planta y alzado de este tubo.

### 2.2.3.2. Depósitos aluviales: arenas y conglomerados (22)

A lo largo del barranco Valle de Temisa se observan depósitos aluviales antiguos aterrizados sobre el cauce actual, que en su desembocadura forman una amplia llanura aluvial.

Son depósitos formados por arenas y cantos basálticos redondeados y subredondeados, heterométricos, con tamaños desde pocos centímetros hasta 80-90 cm de diámetro. La proporción de matriz suele ser baja en general, de tal manera que los cantos están casi en contacto unos con otros. No presentan estratificaciones o laminaciones sedimentarias, observándose cierta imbricación de los cantos hacia el este. Tampoco se aprecia ordenación alguna en el depósito.

Hacia los relieves están cubiertos por los depósitos detríticos de ladera, mientras que hacia el norte van siendo recubiertos por depósitos de arenas y arcillas marrones.

El espesor medio visible es del orden de 1,8-2 m.

### 2.2.3.3. Arenas eólicas (23)

Las formaciones dunares son también frecuentes a lo largo del litoral de Lanzarote, al igual que en todas las islas orientales del archipiélago. Estratigráficamente se extienden desde el Mioceno hasta la actualidad, por lo que al ser su formación un proceso continuo van quedando intercaladas en las sucesivas emisiones volcánicas.

En este sector están muy restringidos los depósitos arenosos, si bien originalmente, durante el Pleistoceno medio-superior, debieron de alcanzar mayor extensión. La actividad volcánica ocurrida en el Pleistoceno superior o en Holoceno, en el caso de esta hoja (emisiones de la alineación de Calderetas de Guatiza), las han sepultado, aflorando actualmente en puntos dispersos. El depósito más importante se encuentra al este de Mala, debajo del malpaís de Calderetas de Guatiza, siendo explotado en la actualidad en una cantera que deja apreciar un espesor de unos 22 m. Aparecen también pequeños afloramientos junto a la carretera de Mala a Arrieta y en el barranco valle de Temisa, apoyadas sobre coladas basálticas plioleístocenas o sobre depósitos aluviales antiguos y con espesores de 1 o 2 m.

Son arenas eólicas con estratificación cruzada, de coloración dorada o blanquecina, grano fino y formadas por diminutos fragmentos calcáreos de fauna marina. En el corte vertical de la cantera se observan varias secuencias de deposición de episodios eólicos superpuestos. Cada uno de ellos termina con una coloración asalmonada, que indica el comienzo de un período más lluvioso. Englobados en el depósito aparecen multitud de nidos de antóphora, así como conchas de caracoles de tierra de tipo *Helix* y moldes de plantas.

Los depósitos presentan cierto grado de encalichamiento, principalmente, en los afloramientos más pequeños, que les proporciona una mayor cohesión, si bien es baja en general.

## 2.2.4. Período Holoceno y actual. Episodios volcánicos y sedimentarios

### 2.2.4.1. Rasa marina erbanense (+0,5 m): arenas y conglomerados (24)

Depósitos marinos correspondientes al Holoceno superior, denominados erbanenses (de Erbani, el antiguo nombre de Fuerteventura) por MECO *et al.* (1987) y MECO (1988), se encuentran en pequeños tramos discontinuos a lo largo de todo el litoral de la isla, a alturas que oscilan entre 0,5 y 1 m.

En esta área aparecen en varios puntos sobre las coladas del malpaís de La Corona, que es donde mejor exposición presentan, pero también sobre coladas basálticas más antiguas, en el Lajero, al sur de Arrieta. Están constituidas por una arenisca biodetrítica de color claro, granulometría fina, bastante compactada y con abundante fauna marina. A techo es frecuente que aparezca un conglomerado de cantos basálticos. En ocasiones en la base existe un nivel de arenas marrones, bastante compactado. El depósito está habitualmente buzando hacia el mar y su espesor máximo visible es de 40-60 cm.

La fauna se caracteriza por la presencia abundante de *Thericium vulgatum* (Bruguiere), junto con gran cantidad de patellas. Otras especies son *Columbella rústica* (Linné), *Linga columbella* Lamarck, *Thais haemastoma* (Linné), *Luria Lurida* (Linné), *Cantharus viverratus* Kiener, etc.

El afloramiento de El Lajero está menos desarrollado que el del malpaís de La Corona y la calidad de observación es peor. Asimismo, su interpretación como depósito erbanense no está clara.

#### 2.2.4.2. *Alineación Calderetas de Guatiza: coladas basálticas y piroclastos de dispersión (25 y 26)*

Esta alineación de edificios volcánicos está únicamente representada en esta área, en el cuarto meridional de la hoja, por una parte de sus emisiones lávicas y por piroclastos dispersados por el viento desde los centros de emisión. Consta de cuatro edificios principales y otros de menor entidad, alineados según una fisura de dirección N30°E. La distancia entre los edificios extremos de la fisura es de unos 3 km.

La consideración de estas emisiones como de edad holocena se basa en el hecho de que parecen situarse por encima del nivel de playa erbanense, datado en unos 2.000-9.000 años. Efectivamente, al sur de la playa de La Garita, en la zona de El Lajero, parece observarse cómo las lavas de estos centros de emisión interrumpen dicha rasa marina, por lo que al menos, tentativamente, se asigna una edad bastante reciente o subhistórica a estas emisiones volcánicas.

Los centros de emisión, descritos con mayor detalle en la hoja de Guatiza, constituyen grandes edificios piroclásticos de perfiles cónicos o tronco-cónicos, con cráteres en su cima abiertos en herradura hacia el NNE, y en algún caso con cráteres perfectamente circulares (calderetas). En sus alrededores existen algunas bocas eruptivas de pequeñas dimensiones, formadas por escorias y bombas de mayor granulometría, así como una amplia zona cubierta por la lluvia piroclástica dispersada por el viento durante la erupción.

A partir de grietas y fisuras en la base de estos edificios, hoy cubiertas por los piroclastos, surgieron gran cantidad de coladas de lavas basálticas que se extendieron radialmente a ellos, formando un extenso malpaís, todavía bastante bien conservado. La mayor parte de las emisiones se extendieron hacia el norte y este, alcanzando pronto la costa, pero cubriendo antes el campo de dunas que jalonaba el litoral de este sector de la isla durante el Pleistoceno. Provocan la prolongación de la línea costera, que muestra aún hoy una morfología avanzada, indicando la relativa juventud de estas emisiones. La erosión marina no ha excavado aún una rasa sobre ellas, conformando cantiles de 1 o 2 m de altura. Sobre las lavas aparecen a lo largo de la línea de costa recubrimientos de arenas eólicas de reducido espesor.

Son lavas de composición basáltica muy escoriáceas, porfídicas y vesiculares, con abundantes fenocristales de olivino fresco en una matriz oscura y afanítica. Forman potentes mornas o coladas de grandes cascotes y bloques relativamente sueltos en superficie, con frentes y taludes pronunciados de varios metros de altura. A veces engloban megabloques arrancados de las propias coladas o de los edificios piroclásticos. Es frecuente observar a lo largo del malpaís hornitos y coneletes de 8-10 m de altura, formados por escorias y lavas muy apelmazadas.

Un hecho a destacar en estas emisiones lávicas y piroclásticas es la presencia de abundantes nódulos de dunitas y en menor frecuencia de piroxenitas, de varios centímetros de tamaño, que en detalle fueron estudiados por SAGREDO (1969).

#### 2.2.4.3. *Recubrimientos de arenas eólicas* (27)

Aparecen recubriendo las coladas del malpaís de Calderetas de Guatiza, a lo largo de la franja más próxima a la costa. Son arenas de carácter calcáreo procedentes de la removilización de los depósitos que afloran más al oeste, actualmente explotados en una cantera. Constituyen recubrimientos peliculares sobre estas lavas, alcanzando a veces espesores decimétricos o incluso próximos al metro, principalmente en zonas deprimidas.

#### 2.2.4.4. *Depósitos de ladera* (21)

Prácticamente todas las laderas de los relieves del macizo de Famara aparecen recubiertos por depósitos detríticos, que a veces alcanzan gran desarrollo longitudinal. Están formados por arenas y cantos subangulosos y heterométricos de litologías basálticas, en conjunto pobremente seleccionados. En ocasiones aparecen incididos longitudinalmente por barranqueras o cortados en el frente por el encajamiento de los barrancos. El espesor es variable, pero puede llegar a 10 o 12 m en algunas laderas, como por ejemplo en el barranco de Temisa o en el del Palomo.

#### 2.2.4.5. *Depósitos aluviales: arenas y arcillas* (28)

Estos depósitos adquieren gran importancia en zonas endorreicas o depresiones en el terreno, como ocurre en la vega de Guatiza y en las proximidades de Arrieta, que es donde tienen mayor espesor y extensión superficial. También son frecuentes en zonas llanas entre las coladas de los malpaíses cuaternarios, si bien no alcanzan nunca los espesores que tienen en los otros sitios.

Son depósitos de naturaleza arenosa y arcillosa, coloración anaranjada y de granulometría media-fina, entre los que aparecen niveles o bolsadas poco potentes de arenas y cantos de carácter aluvial o coluvial procedentes de abanicos de ladera de los relieves cercanos. Su espesor visible es del orden de 3 a 4 m.

Al ser materiales poco consolidados, se desmoronan fácilmente, formándose en ellos pequeñas barranqueras en épocas de lluvias fuertes. Por su naturaleza arcillosa presentan un drenaje deficiente que facilita el que se formen.

#### 2.2.4.6. *Depósitos de barranco: arenas y gravas* (29)

Los cauces de los barrancos principales están rellenos por materiales detríticos, generalmente de escaso espesor visible. Son depósitos constituidos por arenas y cantos basálticos muy heterométricos, con tamaños desde centimétricos hasta próximos o mayores de un metro y formas de tendencias redondeadas o subredondeadas. La matriz arenosa es abundante, si bien a veces se observan zonas en que está muy reducida y los fragmentos están casi en contacto unos con otros. No presentan estructuración sedimentaria, aunque a veces se aprecia cierta imbricación de los fragmentos y en algún caso débil secuencia positiva.

Al llegar a la desembocadura de los barrancos, los depósitos presentan cierta morfología en abanico, pero con mayor tendencia a desarrollar más el extremo norte, indicando la existencia de una cierta pendiente del sustrato en ese sentido. La razón puede estar en un basculamiento hacia el norte del macizo de Famara.

El espesor visible de estos depósitos no suele ser superior a 1-1,5 m, pero haciendo una estimación aproximada podrían llegar, en el caso de los barrancos más importantes, a alcanzar valores próximos a 10 o 12 m.

#### 2.2.4.7. Playas de arenas y cantos (30)

No son abundantes los depósitos de playa en este sector de la isla. La playa más importante es la playa de La Garita, situada junto al pueblo de Arrieta. Está formada por arenas bioclásticas de grano fino y coloración dorada-grisácea, con algunas intercalaciones esporádicas de cantos basálticos sueltos. Existe igualmente cierta fracción, aunque pequeña, de componentes detríticos básicos y minerales ferromagnesianos sueltos.

### 3. TECTÓNICA

Prácticamente, todos los tipos de elementos estructurales existentes en la isla de Lanzarote están representados en la hoja de Haría a saber: fallas, diques y alineaciones volcánicas.

En el esquema de lineamientos de MARINONI y PASQUARÉ (1994), y deducido claramente de la cartografía y geomorfología de la hoja, se aprecia un lineamiento muy marcado en el escarpe SE del edificio Famara, que separa el apilamiento basáltico mioplioceno de la plataforma costera de Guatiza-Mala. Este lineamiento corresponde muy probablemente a una fractura, hoy en día cubierta por depósitos volcánicos y sedimentarios, que, entre otras unidades, dio origen a la cubeta sedimentaria de la cuenca de Guatiza. Esta fractura discurre por la base del escarpe, con una dirección N40°E, delimitando claramente el bloque antiguo de Famara de las formaciones volcánicas y sedimentarias posteriores.

Los diques cartografiados en esta hoja son escasísimos. Se restringen a unos pocos diques basálticos de menos de un metro de espesor, aflorantes en el fondo del barranco de Tenegüime. Tienen una dirección N40°E, concordante con las otras directrices tectónicas de Famara. Están cortando a las unidades basálticas inferiores del edificio mioplioceno de Famara, sin apreciarse su continuidad hacia los tramos superiores. Esto significa que su edad es prepliocena y, en consecuencia, su dirección estructural también. Puede concluirse, por tanto, que la directriz tectónica SSO-NNE de Famara viene actuando ininterrumpidamente desde esa época hasta la actualidad, provocando la fracturación del bloque basáltico antiguo y la aparición de fisuras eruptivas cuaternarias.

MARINONI y PASQUARÉ (1994) describen la presencia de una falla, aproximadamente a 2 km al oeste de Arrieta, cuyo eje de compresión máximo lo miden a N344°E. Suponen los autores que esta compresión corresponde al primer campo de paleoesfuerzos transcurrente de los dos que se distinguen en la isla de Lanzarote.

Los dos únicos edificios volcánicos cuaternarios presentes en la hoja son el de la Atalaya de Haría y el de Mala, ambos del Pleistoceno inferior. En el límite sur aflora un sector del volcán de Temeje, que se describe en el capítulo de tectónica de la hoja de Guatiza. La Atalaya de Haría es un cono de tefra con un cráter redondeado y cerrado, que emitió coladas en dirección SE.

El edificio de Mala es una emisión "intracanyon", cuyas lavas discurrieron por el valle del Palomo y cuyo centro no tiene cráter. Parece que ambos forman parte de una fisura eruptiva polifásica

N40°E, en la que han surgido edificios volcánicos de niveles estratigráficos diferentes (Mala, 1.8 m.a; Tenegüime, 1,4 m.a y Atalaya de Haría, considera como pre-edificio Mala), aunque todos del Pleistoceno inferior. Esta fractura tiene un longitud de unos 6 km y su dirección es paralela a la de algún conjunto de diques basálticos miopliocenos del Dominio de Famara. Debido al pequeño tamaño de sus centros de emisión y a la ausencia de otros elementos estructurales secundarios (conos adventicios, diques asociados, etc.), resulta difícil determinar si la tectónica que dio origen a esta fisura fue de régimen extensional o compresivo ("strike-slip").

Los movimientos en la vertical de esta zona de Famara están representados por las rasas marinas erbanenses.

## **4. GEOMORFOLOGÍA**

### **4.1. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA**

El relieve de la hoja está conformado en un 60% aproximadamente de su superficie sobre las coladas miopliocenas del macizo de Famara y en un 40% sobre malpaíses cuaternarios aflorantes al NE y SE de la hoja.

Sobre los basaltos del macizo de Famara, los agentes externos han actuado desde el Plioceno superior para dar lugar a un conjunto de materiales sedimentarios que cubren parte de los materiales volcánicos.

Las mayores elevaciones de la hoja se encuentran en el área occidental en las series basálticas de Famara. Alcanza altitudes como las de El Agujero de 489 m, Montaña de Faja con 449 o Peñita de Cabrera Peraza de 450 m. Estas alturas, que suelen estar en superficies aplanadas, aparecen justo al O de la hoja y van bajando más o menos abruptamente hacia el E por lomos y barrancos hasta la costa, en el caso del área central, o hasta que son cortadas por el NE y SE por malpaíses cuaternarios, de una morfología más plana, con pendientes inferiores al 5%.

La red hidrográfica está representada por algunos barrancos relativamente profundos, de dirección principalmente E-O, que en la actualidad aparecen secos durante todo el año, debido al clima seco reinante.

El clima, como en el resto de la isla, es árido y seco, con escasas precipitaciones, que van de 200 mm de media anual en el ángulo NO de la hoja a 100 mm anuales en las proximidades de la costa, [MARZOL (1988)].

La vegetación es de tipo arbustivo, herbáceo y carácter xerófito, con predominio de tabaibas y vimaprecas.

Adjunto a esta memoria se ofrece un mapa geomorfológico realizado a escala 1: 25.000.

### **4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO**

#### **4.2.1. Estudio morfoestructural**

Desde el punto de vista morfoestructural, la mayoría de los autores [MARINONI, PASQUARÉ (1994); ROMERO (1987), CARRACEDO y RODRÍGUEZ BADIOLA (1993), etc.] dividen a la isla de

Lanzarote en tres dominios: uno al norte constituido fundamentalmente por el macizo de Famara otro al sur, formado por el macizo de Los Ajaches, y otro central, de transición, constituido casi en su totalidad por las alineaciones centrales.

La hoja de Haría entra en su totalidad en el citado dominio de Famara.

Este dominio está constituido por el macizo mioplioceno de Famara propiamente dicho, con una dirección NNE-SSO y por una serie de edificios volcánicos cuaternarios de distintas edades, que van desde el Pleistoceno inferior hasta coladas históricas, que en parte se emitieron sobre los basaltos de Famara.

Existe una serie de lineamientos topográficos a escala de la isla, que en algún caso han sido considerados como fracturas. Los más importantes, en el entorno de la hoja estudiada, serían: uno de dirección N40°E que definiría el borde E del macizo de Famara, marcando un escalón topográfico, localizado al O de Mala, y otro con dirección N-S que también define el borde del macizo de Famara en el área E de Trujillo. Ambos lineamientos mantienen direcciones significativas tectónicamente en el macizo de Famara.

Se encuentra otro escalón topográfico de carácter tectónico, de menor envergadura, reflejado en un barranco de laderas asimétricas, el de Tenegüime, con una dirección N160°E.

Este lineamiento aparece al SO de la hoja sólo en un pequeño tramo del barranco, continuando en la hoja de Guatiza al sur.

Por otra parte, las superficies de glaciares señaladas aparecen basculadas hacia el E, lo que también indicaría un funcionamiento tectónico en esta área de la isla.

Así pues, este juego de bloques en el dominio de Famara habría condicionado las posteriores emisiones volcánicas, siendo por tanto el relieve de la hoja en gran parte de origen endógeno, estructural, en gran medida también volcánico.

## **4.2.2. Estudio del modelado**

### *4.2.2.1. Formas endógenas*

#### *Formas volcánicas*

Las formaciones volcánicas imprimen en gran parte el carácter al modelado del relieve en la hoja. Esto ocurre principalmente en el norte, noreste y en el sureste.

Las formas más significativas son los malpaíses, las coladas "intracanyon", y con menor importancia en esta hoja, los conos volcánicos.

Los malpaíses más destacados son los de la alineación Los Helechos, La Corona al N y E de la hoja y los de la alineación Calderetas de Guatiza al SE de la misma. Los primeros están constituidos por coladas basálticas de tipo "aa" muy vesiculares, escoriáceos bien conservados, de aspecto caótico, pues a menudo arrastran cascotes y grandes bloques. Entre ellos hay coladas más fluidas, "pahoehoe", que aparecen con formas cortadas, en tripas, tubos, jameos, etc.

Una forma muy espectacular es la que constituye un tubo volcánico de varios km de longitud, que viene del norte, en la hoja de Caleta de Sebo, y llega hasta al mar. A lo largo de este tubo aparecen numerosos Jameos, siendo los más conocidos los de la Cueva de los Verdes y el del Agua.

El malpais de la alineación Calderetas de Guatiza aparece asimismo con un alto grado de conservación, formado por coladas muy escoriáceas y vesiculares, con algunos hornitos en su superficie.

Las coladas lineales o "intracanyon" son aquellas que discurren por algunos barrancos, rellenando en parte su fondo. Esto ocurre con las coladas que avanzan por los barrancos del Palomo y Tenegüime.

En cuanto a los conos volcánicos, se observan en la hoja el de la Atalaya de Haría, con un cráter circular colmatado, muy desmantelado y de una altura de 70 m sobre una cota base de 300 m y el de Mala en el barranco del Palomo, sólo aparece como centro de emisión, sin morfología de cono.

### *Formas estructurales*

Como forma estructural se ha señalado un pequeño resto de superficie estructural en Montaña Los Llanos, al N de la hoja, que corresponde a la parte alta de los apilamientos basálticos de Famara, que no han sido desmantelados. También se han señalado ciertas fracturas supuestas y basculamientos, ya comentados en el apartado anterior.

#### *4.2.2.2. Formas exógenas*

Las formas exógenas producidas por denudación o acumulación se agrupan según los procesos o sistemas morfogénicos siguientes:

##### *Laderas*

Las formas de ladera más significativas son los coluviones formados en los barrancos del macizo de Famara, como el del Valle de Temisa, barranco Hondo del Valle, etc.

Se distinguen dos generaciones de coluviones. La desarrollada durante el Pleistoceno inferior-medio, que se caracteriza por el desarrollo de carbonatos en su superficie, produciéndose un encalichamiento y formación de procesos edáficos. Muestran formas triangulares, redondeadas, ocupando las partes altas de las laderas con mayor pendiente y son incididos por la otra generación. La segunda generación se encuentra más desarrollada, ocupando posiciones más bajas, de menor pendiente que las anteriores, suavizando las de la propia ladera, siendo incididos algunas veces por los depósitos de fondo de barranco o enlazando con conos de deyección que finalizan en zonas de escasa escorrentía y drenaje.

##### *Fluviales*

El modelado fluvial ha actuado fundamentalmente en el relieve del macizo de Famara, conformando barrancos en V, que se abren en los apilamientos basálticos con una dirección O-E, en líneas generales. Los valles son de paredes bastante escarpadas con cursos de agua esporádicas de alta energía y carácter torrencial. En el curso del barranco de Temisa deja depósitos de terraza a ambos lados del cauce y sufre una nueva entalladura, quedando éstos colgados en las laderas, con escarpes verticales.



A la salida de estos barrancos se forman a menudo conos de deyección que representan pequeñas áreas de drenaje en donde se acumulan depósitos debido a un transporte rápido.

### *Eólicos*

Debieron, existir amplios mantos eólicos que se formaron en la parte sur de la hoja que fueron cubiertos por las coladas de las Calderetas de Guatiza. En la actualidad los depósitos eólicos sólo difuminan ligeramente las formas volcánicas del malpais de dichas coladas, ocupando pequeñas depresiones o formando una fina película sobre los mismos.

### *Endorreicos*

Al sur de la hoja, en la Vega de Guatiza, que continúa en la vecina hoja de Guatiza, se distingue dicha "cuenca" que adquiere carácter endorreico al ser cerrado el valle por las coladas de la alineación Calderetas de Guatiza durante el Holoceno. Los materiales son aportados lateralmente por la escasa escorrentía existente y proceden de la propia alteración de las rocas basálticas. De este modo se rellenan estas áreas deprimidas por depósitos areno-arcillosos, dando lugar a una morfología de valle plano.

### *Nuvimo*

Sobre las coladas holocenas al SE de la hoja la erosión marina forma pequeños cantiles de 1 a 5 m. En la costa NE aparecen restos de una estrecha superficie de abrasión marina "erbanense", [MECO (1988)], que es trabajada sobre las coladas de La Corona desde Arrieta hasta Los Bonancibles. Esta superficie aparece a 0,51 m de altura sobre el nivel del mar.

Únicamente se encuentra una playa actual de cierta importancia en la desembocadura del valle de Temisa, constituido por arenas, que es la de La Garita.

### *Poligénicos*

Se han distinguido tres niveles de glaciares, formados por sucesivos rebajes del nivel de base, que aparecen basculados al N, E o S,E ocupan las zonas altas del relieve, al O y centro de la hoja.

Su formación comienza a partir de la primera superficie de "penillanura", formada sobre los niveles de coladas basálticas del último episodio del edificio de Famara.

Presentan formas más o menos triangulares y alargadas, que pueden ofrecer en superficie, sobre todo los del primer nivel, fenómenos de carbonataciones o edafizaciones.

También hay otras zonas, como amplias áreas de ladera o zonas planas como en el entorno de Trujillo, donde se produjeron procesos de carbonatación y también de edafización, con formación de suelos rojos, pseudogley en las zonas llanas, etc., formando una capa de materiales finos producto de las alteraciones sufridas especialmente durante el Pleistoceno medio, en el que las condiciones climáticas favorecían estos procesos.

### *Antrópicos*

Lo único destacable son las canteras realizadas al E de Mala para la explotación de arenas eólicas y el embalse construido en el barranco del Palomo, la Presa de Mala.

### 4.3. FORMACIONES SUPERFICIALES

#### 4.3.1. Depósitos eólicos

Estos depósitos se localizan especialmente en el ángulo SE de la hoja. Se han separado dos formaciones, en función de su anterioridad o posterioridad a las coladas de la alineación de Las Calderetas de Guatiza.

Las arenas más antiguas son de coloración amarillenta o blanquecina, de grano fino y constituidas por conchas marinas. Aparecen ligeramente cementadas por neoformación de carbonatos y con estructuras de estratificaciones cruzadas. El afloramiento más destacado se sitúa a E de Mala en el Valle del Molino. Como mínimo su potencia es de 22 m, que es el espesor que se observa en una cantera donde se explotan estas arenas.

Los depósitos modernos cubren zonas deprimidas del malpaís de los Helechos-La Corona, formando una fina película que en ocasiones puede alcanzar hasta 1 m. Su composición es la misma que en el caso anterior.

#### 4.3.2. Depósitos fluviales

De carácter fluvial se han diferenciado los depósitos que constituyen algunas terrazas, los que forman los conos de deyección y los de fondo de barranco.

Los que constituyen el fondo de barrancos y las terrazas se localizan principalmente en el barrancode Temisa. Básicamente su composición es la misma, diferenciándose únicamente en que los depósitos de terraza aparecen ligeramente más compactados. Están constituidos por arenas y cantos basálticos redondeados y subredondeados, heterométricos, con tamaños desde centimétricos hasta casi métricos. No presentan ninguna orientación interna.

Los conos de deyección se forman a las salidas de los barrancos, cuando el agua pierde su energía y por tanto su capacidad de transporte. Aparecen también formados por arenas y cantos subredondeados, heterométricos, con laminaciones y estratificación paralela discontinua. Estos conos se sitúan sobre todo al sur de la hoja, en la salida de Valle Grande, Valle de la Higuera y pequeños valles intermedios.

#### 4.3.3. Depósitos endorreicos

Al sur de la hoja en la Vega de Guatiza, a la salida de los pequeños barrancos, existe una zona que en principio funcionaba como aluvial y que al ser cerrada por las coladas de la alineación Calderetas de Guatiza comenzó a hacerlo como endorreica, con escasa escorrentía y mal drenaje.

El depósito está constituido por arenas, limos y arcillas de tonos marrón-anaranjado, que proceden de la propia alteración de los materiales volcánicos de las paredes, y por alguna pasada de cantos de origen aluvial. Su potencia visible puede alcanzar los 3-4 m. La edad de los depósitos es holocena.

#### **4.3.4. Depósitos de ladera**

Dentro de este tipo de depósitos se han distinguido dos generaciones de coluviones. Los de la primera generación aparecen en la parte alta de las laderas, con formas triangulares; en ellas se han desarrollado procesos de carbonatación, encostrándose la parte superficial de los mismos.

La segunda generación ocupa posiciones más bajas en las laderas, que a su vez están inclinadas por los depósitos de fondo de barranco.

Están compuestos por materiales detríticos, groseros heterométricos, con cantos y bloques basálticos de bordes angulosos envueltos en una matriz arenosa.

La primera generación se considera de edad pleistocena inferior-media y la segunda comenzaría su formación a partir del Pleistoceno superior.

#### **4.3.5. Depósitos poligénicos**

En la parte superior de la mayoría de las superficies de glaciares se encuentran finas láminas de depósitos formados por cantos basálticos milimétricos o centimétricos con una matriz arenosa-arcillosa. Su potencia es inferior al metro y a menudo presentan en superficie fenómenos de carbonatación o de edafización, con formación de óxidos de hierro.

Otros depósitos de origen poligénico son los formados en pequeñas cuencas atravesadas por finos regueros, en los que se forman depósitos aluviales-coluviales de granulometrías finas, como por ejemplo al O de Arrieta.

#### **4.3.6. Depósitos litorales**

Dentro de los depósitos marinos, se han separado los que corresponden a playas antiguas o actuales.

Así, en la costa norte se encuentran restos de depósitos marinos "urbanenses" desde Punta del Burro hasta Los Bonancillos y en el Lajero al sur de Arrieta, consistentes en un nivel de areniscas con abundante fauna marina, de grano fino, color claro y bastante compactadas, que a menudo presentan un techo de otro nivel de conglomerados de cantos basálticos redondeados. Su potencia está entre los 40 y los 60 cm.

Como playas actuales, la única destacable es la de La Gaviota, junto a Arrieta. Está formada por arenas bioclásticas de grano fino de color dorado-grisáceo con una pequeña proporción de minerales detríticos oscuros procedente de basaltos. También aparecen finas lentículas de cantos basálticos intercaladas.

### **4.4. EVOLUCIÓN DINÁMICA**

El relieve de esta hoja comienza su evolución a partir del apilamiento de las coladas basálticas miopliocenas del edificio de Famara. El macizo aparece en parte cubierto por las coladas y emisiones piroclásticas de la alineación Los Helechos-La Corona, al NO de la hoja. Es un gran edificio en escudo que se conformó durante tres episodios.

En el Plioceno superior se abre un amplio período durante el cual no se producen manifestaciones volcánicas y es la erosión el proceso predominante. Así, durante esta etapa se genera en Famara un paleorrelieve a modo de penillanura sobre la superficie del escudo volcánico con una cobertura edafizada en el que sobresalen restos de algunos edificios volcánicos. De esta superficie sólo aflora en la hoja un pequeño retazo. Se origina una primera generación de glaciares de erosión.

Comienzan a funcionar determinadas fracturas, rejugando bloques con basculamientos sucesivos hacia el N y el E, entre los que se generan asimismo nuevos glaciares con escasa o nula cobertura detrítica.

Durante esta etapa se inicia el envejecimiento de la red de barrancos.

Surgen sobre el relieve del macizo de Famara centros de emisión a lo largo de la alineación Tenegüime-Mala-Atalaya de Haría. De estos tres centros, el primero en aparecer fue el de Atalaya de Haría, pues no se desliza por el barranco Hondo del Valle junto a las coladas, lo que indica que no estaba formado en ese momento. Las coladas de los otros dos centros sí discurrieron por los barrancos del Palomo y de Tenegüime, respectivamente.

También funcionan fracturas con movimiento en la vertical que habían generado en el área de Guatiza-Mala por ejemplo en su labio hundido, una plataforma de abrasión (posiblemente de origen marino) alrededor de la cota 100 m. sobre la que posteriormente discurran las coladas pleistocenas-holocenas.

Durante el Pleistoceno medio el clima favorece los procesos de encalichamientos y edafización, que en esta hoja afectan fundamentalmente a los materiales de las laderas de los barrancos.

Ya en el Pleistoceno superior, surgen al norte de la hoja los edificios volcánicos de la alineación Los Helechos-La Corona sobre relieves del edificio de Famara y cubriendo sus coladas y piroclásticos una amplia extensión del N y E de la hoja.

Al final del Pleistoceno superior, en los relieves del macizo de Famara, se producen nuevos encajamientos de la red de barrancos, quedando los depósitos de terraza colgados incididos por la red, como ocurre en el barranco de Temisa.

Asimismo, en la plataforma costera al SO de la hoja se producen acumulaciones de arenas eólicas.

Ya en el Holoceno, se emiten las coladas de la alineación Calderetas de Guatiza, que discurren por el SE de la hoja y cierran el valle de Guatiza, pasando así a adquirir un carácter endorreico.

En la costa tiene lugar una transgresión marina a comienzos del Holoceno, generando depósitos con fauna marina, de los cuales queda algún retazo sobre las coladas de Los Helechos-La Corona. Se retira el mar nuevamente, quedando una estrecha franja de rasa marina (erbanense) ahora a 0,5-1 m sobre el nivel del mar.

El relieve está ya prácticamente configurado y sólo se aprecian pequeños retoques al mismo, como son la formación de pequeños cantiles sobre las coladas de Calderetas de Guatiza, la acumulación de arenas en la playa de la Garita o el recubrimiento por arenas eólicas de los malpaíses al E de Mala.

## 4.5. MORFODINÁMICA ACTUAL

La dinámica actual viene condicionada fundamentalmente, como en épocas pasadas, por los procesos internos, especialmente el volcanismo. Lanzarote es una isla volcánicamente activa y por tanto cualquier nueva emisión volcánica puede cambiar la configuración del relieve de la isla.

Por lo demás, los agentes externos están condicionados especialmente por el clima cálido y seco, y es de prever sigan actuando como hasta ahora, retocando suavemente una morfología eminentemente volcánica. El mar sería el agente que incide con mayor fuerza, modelando la costa con formación de acantilados o plataformas de abrasión.

## 5. PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA

En este capítulo se describen las características petrológicas y geoquímicas generales de los distintos episodios volcánicos representados en la hoja.

La caracterización petrológica parte del muestreo sistemático llevado a cabo en los episodios presentes en la hoja, completado con el realizado del mismo episodio en áreas adyacentes. El resultado del estudio petrográfico de cada muestra, así como su localización geográfica, figura en la ficha individual de cada una y en el mapa de muestras de la hoja, que se adjuntan a la información complementaria de la misma.

El estudio geoquímico incluye los análisis químicos realizados paralelamente, a los que se ha añadido los disponibles en la bibliografía. Se parte de la consideración de dos grandes ciclos volcánicos constructivos dentro del conjunto de la isla: un primer ciclo, representado por los macizos miocenos de Ajaches, Dominio central y Famara (mioplioceno), y un segundo ciclo, constituido por el resto de emisiones, mayoritariamente cuaternarias, incluidas las de fecha histórica.

Como un estudio de este tipo se sale necesariamente fuera de los límites de una sola hoja, se hace primero un comentario de las características generales de los ciclos en ella representados y a continuación una referencia particular y comparativa en los episodios cartografiados en esta área.

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.* (1986)]. La denominación de las rocas obtenida en dicho diagrama aparece al pie de la tabla, junto con la localización geográfica de las muestras y su procedencia bibliográfica. Las diferencias que puedan encontrarse en los contenidos de algunos elementos de rocas similares pueden deberse, en parte, a la diversidad de procedencia de los análisis, principalmente a las técnicas analíticas empleadas.

### 5.1. PRIMER CICLO VOLCÁNICO. PETROLOGÍA

#### 5.1.1. Período Mio-plioceno. Edificio Famara. Tramo inferior

Aparecen en este tramo basaltos olivínicos y en menor cuantía basaltos olivínico-piroxénicos, siendo en general muy similares petrográficamente.

*Basaltos olivínicos.* Son rocas de textura porfídica, generalmente con abundantes microfenocristales de olivino de tamaños diversos, pudiendo variar entre los 2,6 mm para los ejemplares

mayores y 0,2 mm para los más pequeños. Son cristales idiomorfos y subidiomorfos, en ocasiones con golfos de corrosión. Están siempre alterados, por lo general a iddingsita, preferentemente en bordes de los cristales, si bien pueden tener alteraciones más complejas a clorofaeita, serpentina e iddingsita, como en el caso de la muestra BM-2068, tomada en la parte inferior del barranco de Tenegüime.

*Basaltos olivínico-piroxénicos.* La augita suele presentarse en forma de cristales automorfos, generalmente tabulares y rara vez mayores de 0,6 mm, formando a veces glomérulos de aspecto radial. Pueden tener zonado concéntrico o en "reloj de arena".

La matriz, generalmente fina, está compuesta por plagioclasa microlítica y maclada polisintéticamente, augita, tanto en forma granular como en pequeños microlitos tabulares y opacos granulares dispersos. Estos aparecen en ocasiones agrupados en pequeños agregados de hasta 0,15 mm, rasgo bastante frecuente en los basaltos miocenos. La muestra BM-2068, anteriormente citada, contiene igualmente escasa biotita de nucleación incipiente.

Como minerales secundarios y rellenando microvesículas y/o microfracturas (éstas a veces muy abundantes), aparecen calcita, analcima, ceolita, feldespato, vidrio y a veces sílice criptocristalina.

#### *Tramo medio*

No presenta diferencias apreciables con el tramo anterior. Aparecen, igualmente, basaltos olivínicos, con esporádicos cristales de augita, de características en todo similares a las de aquél.

Se observa en este tramo y con bastante frecuencia la presencia de microacumulados ultramáficos, tanto de composición dunítica como algo más piroxeníticos. Igualmente se observan cristales de olivino xenocristalino, en ocasiones de gran tamaño (hasta 2 mm), con extinción ondulante, procedentes de la disgregación de rocas ultramáficas más profundas, arrastradas por el magma en su ascenso.

#### *Tramo superior*

Coladas basálticas. Predominan en este tramo los basaltos olivínicos, que parecen tener un ligero mayor grado de cristalinidad. Incluyen microfenocristales idiomorfos de olivino, de hasta 3,5 mm, con procesos de iddingsitización o alteración a clorofaeita, serpentina e iddingsita. Igualmente aparecen cristales de augita zonada y con bordes titanados de hasta 1,2 mm. Como en el caso del tramo medio, aparecen en ocasiones microacumulados ultramáficos.

La matriz, entre fina o muy fina, contiene augita, opacos granulares y plagioclasa, en ocasiones poco abundante. La muestra BM-2060, perteneciente a Montaña Los Llanos, contiene escasa biotita de nucleación incipiente.

*Intrusivos.* Los intrusivos que perforan las unidades lávicas y piroclásticas son generalmente de composición basáltica y textura porfídica. Tienen abundantes microfenocristales de olivino, de hasta 2,5 mm de tamaño, con hábitos idiomorfos o subidiomorfos, con procesos de iddingsitización, tanto en bordes como en fracturas. Los cristales de augita son escasos o inexistentes.

La matriz es muy fina o microgranular y contiene plagioclasa microlítica, augita y opacos granulares, pudiendo formar, estos últimos, agregados de hasta 0,4 mm.

Es general la presencia de biotita en forma de pequeños cristales de nucleación incipiente, así como la de anfíbol, igualmente pequeño, en forma de cristales hexagonales, de color pardo marrón, muy pleocroicos.

## 5.2. PRIMER CICLO VOLCÁNICO. GEOQUÍMICA

En el primer ciclo magmático de la isla se distinguen dos tendencias de variación geoquímica claramente diferenciadas, y en ambos casos alcalinas. Una de ellas, la más antigua, correspondiente al edificio Ajaches, sigue una evolución que va desde términos basálticos hasta tipos diferenciados (traquitas), entre los que se suceden términos intermedios (traquibasaltos). La siguiente, posterior en el tiempo y generadora de Famara y el Dominio central, se caracteriza por su carácter más subsaturado y mayor alcalinidad, en la que los tipos dominantes son basanitas y donde no existen episodios diferenciados.

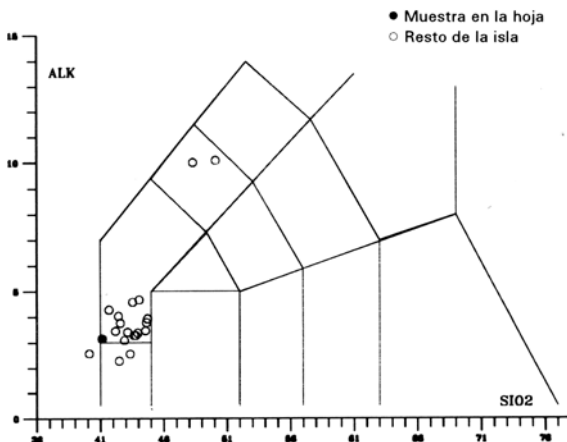
### 5.2.1. Período Mio-plioceno. Edificio Famara

En el diagrama TAS, (Fig. 5.1), se observa cómo la gran mayoría de las muestras de este edificio se proyectan, con escasa dispersión, en el campo de las basanitas. Igual composición tiene la muestra perteneciente a esta área, Tabla 5.1. Es una roca de carácter subsaturado y alcalinidad moderada, destacando su bajo contenido en  $\text{SiO}_2$  con respecto a la tendencia general del conjunto. El diagrama de variación interelemental óxidos/ $\text{SiO}_2$ , (Fig. 5.2), presenta, igualmente, una clara individualización con respecto a las emisiones cuaternarias.

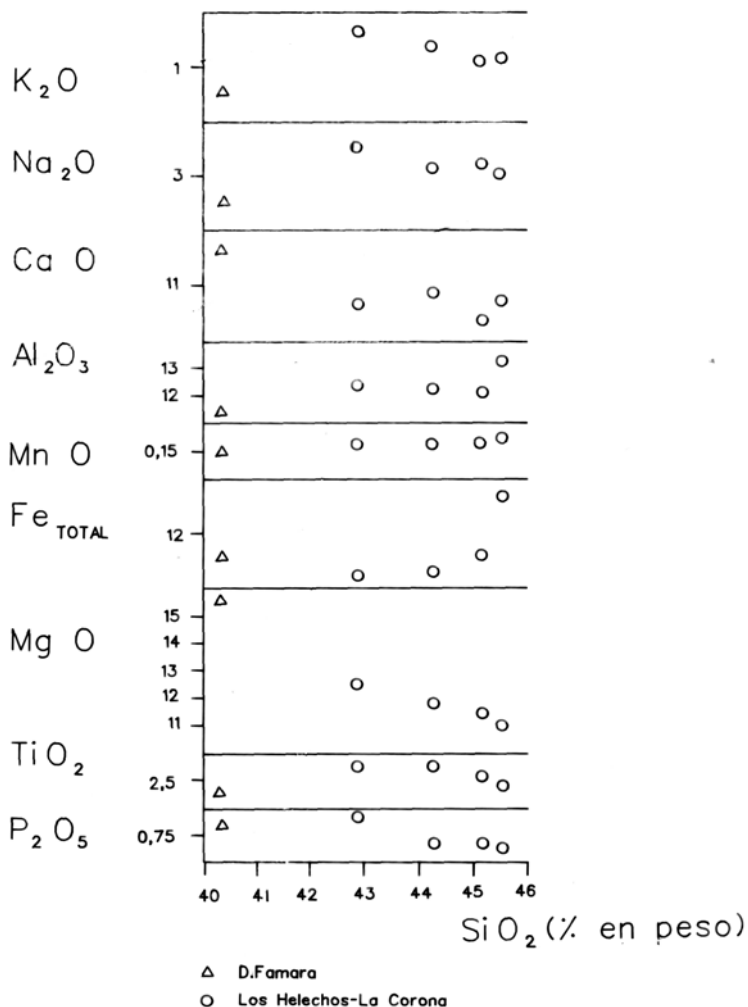
## 5.3. SEGUNDO CICLO VOLCÁNICO. PETROLOGÍA.

### 5.3.1. Alineación Tenegüime-Mala-Atalaya de Haría

*Colada "intracanyon" del bco. de Tenegüime.* Está constituida por basaltos olivínicos, porfíricos con microfenocristales de olivino de escaso tamaño (entre 0,3-0,6 mm), si bien algunos



**Fig. 5.1. Diagrama TAS del período Mio-plioceno.**



**Fig. 5.2. Diagrama de variación de elementos mayores.**

cristales pueden llegar hasta los 1,5 mm de tamaño. Varían entre idiomorfos y subidiomorfos, presentando, en ocasiones, golfos de corrosión. Se observan esporádicos olivinos xenomorfos con extinción ondulante. La augita, escasa, aparece formando glomérulos de aspecto radial.

La matriz es fina, y contiene microlitos de plagioclasa, augita y opacos granulares, al igual que calcita secundaria rellenando microvesículas y fracturas.



*Colada "intracanyon" de la presa de Mala.* Se trata igualmente de basaltos olivínicos con mayor grado de cristalinidad que las anteriores. Tienen fenocristales de gran tamaño, tanto de olivino (que llega hasta cristales centimétricos) como de augita, cuando aparece (hasta 3,5 mm).

El olivino se presenta como cristales subidiomorfos, alterados en bordes a iddingsita, mientras que el piroxeno suele ser idiomorfo, con abundantes inclusiones tanto de olivino como de plagioclasa y/o biotita, zonado, maclado, bordes titanados y, en ocasiones, con núcleos acmíticos.

La matriz suele tener escasa plagioclasa y abundante augita y opacos. Se observa biotita de nucleación incipiente en pequeños cristales en la matriz.

Con carácter secundario puede aparecer calcita, sílice criptocristalina, vidrio, ceolita y analcima.

*Intrusivo de barranco del Palomo.* Está relacionado con la emisión anterior, tratándose de basaltos olivínico-piroxénicos. Contiene a la vez microfenocristales de olivino y de augita, si bien menos abundantes estos últimos. Predominan los ejemplares comprendidos entre 0,4 y 0,8 mm si bien esporádicamente aparecen olivinos de hasta 2 mm. El piroxeno suele aparecer con zonado concéntrico o en "reloj de arena", formando microglomérulos radiales. La matriz contiene abundantes opacos, con cristales de hasta 0,15 mm de tamaño.

*Colada de la Atalaya de Haría.* Los basaltos olivínicos de la Atalaya contienen generalmente microfenocristales de escaso tamaño (entre 0,2 y 1,8 mm, predominando los de menor tamaño) con iddingsitización incipiente. La augita aparece muy rara vez en estas rocas como microfenocristales.

Las matrices varían desde microcristalinas, las más abundantes, a escasos ejemplos de matrices con plagioclasa microlítica orientada. Generalmente la plagioclasa es muy abundante, apareciendo en ocasiones bandas más ricas en plagioclasa y con mayor tamaño de sus cristales.

### **5.3.2. Alineación Los Helechos-La Corona**

Es una colada basáltica formada por abundantes microfenocristales de olivino subidiomorfo a idiomorfo, en ocasiones de gran tamaño (hasta 4 mm), que presentan esporádicos golfos de corrosión o hábitos esqueléticos. La matriz consta de microlitos de plagioclasa, augita, opacos granulares dispersos y, de manera intersticial, vidrio y calcita. Rellenando microvesículas aparecen calcita y algo de vidrio.

#### *Colada de la Playa de la Garita*

Las emisiones de todo este conjunto de volcanes, se caracterizan por su gran homogeneidad composicional y textural en todas las muestras estudiadas. Se trata siempre de basaltos olivínicos porfídicos, con olivinos subidiomorfos de escaso tamaño (menores de 0,5 mm), pero muy abundantes, junto con ejemplares aislados xenomorfos con extinción ondulante, procedentes de la disgregación de nódulos duníticos.

La matriz, muy fina, consta de plagioclasa microlítica, augita, opacos granulares dispersos y a veces una sustancia de color pardo-marrón, isótropa, no determinada.

**Tabla 5.1. Análisis químicos, norma CIPW y parámetros geoquímicos de las muestras de la hoja**

Epoca	MIO-PLIOCENO	PLEIST.SUPERIOR-HolocENO				
Muestra	13362	13351	13364	13418	RB-101	12952
SiO <sub>2</sub>	40.25	42.90	44.30	45.55	45.19	46.20
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11.54	12.35	12.27	13.13	12.5	25.26
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.63	3.81	3.07	3.48	11.52	0.53
FeO	8.43	8.44	8.95	7.94		1.77
MgO	15.82	12.40	11.72	10.85	11.33	10.47
CaO	11.77	10.62	10.82	10.71	10.34	14.02
Na <sub>2</sub> O	2.54	3.50	3.12	3.00	3.19	1.02
K <sub>2</sub> O	0.55	1.60	1.34	1.12	1.02	
MnO	0.16	0.16	0.16	0.17	0.16	0.05
TiO <sub>2</sub>	2.32	2.72	2.70	2.35	2.52	0.16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.84	0.89	0.65	0.60	0.64	0.10
H <sub>2</sub> O	1.95	0.35	0.55	1.09		0.28
CO <sub>2</sub>		0.10	0.05			
<b>Total</b>	<b>99.80</b>	<b>99.84</b>	<b>99.70</b>	<b>99.99</b>	<b>99.97</b>	<b>99.86</b>
Ba						
Ce					81	
Co						
Cr					359	
Cu						
La					38	
Nb					60	
Ni					248	
Rb					23	
Sr					689	
Th						
V					194	
Y					18	
Zr					214	
Zn						
Or	3.25	9.46	7.92	6.62	6.03	
Ab	0.56	5.41	10.00	16.38	26.95	8.63
An	18.46	13.26	15.52	19.05	15.55	64.35
Ne	11.34	13.12	8.89	4.88	0.02	
Di	27.39	26.30	26.93	24.12	18.23	3.58
Hy						8.86
Ol	25.23	18.97	18.70	16.96	13.85	12.86
He					11.52	
Mt	5.26	5.52	4.45	5.05		0.77
Il	4.41	5.17	5.13	4.46	0.34	0.30
Pf					3.98	
Ap	1.95	2.06	1.51	1.39	1.48	0.23
Cc		0.23	0.11			
ID	15.15	27.98	26.80	27.88	33.00	8.63
FEMG	0.15	0.17	0.20	0.19	0.00	0.07
IP	0.41	0.61	0.54	0.47	0.53	0.07

13362 Basalto. Colada de Montaña los Llanos, al NE de Máguez. FUSTER *et al.* (1968).  
 13351 Basanita. Colada de La Quemada-Los Helechos. IBARROLA Y LÓPEZ RUIZ (1967).  
 13364 Basanita. Colada de La Quemada-Los Helechos. IBARROLA Y LÓPEZ RUIZ (1967).  
 13418 Basalto. Colada de Los Helecho-Cabecera del Barranco de la Negras. FUSTER *et al.* (1968).  
 RB-101 Basalto. Colada a 7590 m al NE de Jameo del Agua (Malpais de la Corona); cota 5 m MAGNA  
 12952 Gabro. Enclave en coladas de Calderetas de Guatiza, 500 m al O de Mala. FUSTER *et al.* (1968).

### 5.3.3. Rasa marina erbanense

Los depósitos de este nivel marino están constituidos por una arenisca biomicrita, con abundantes fragmentos de fósiles, junto con restos de rocas basálticas. Todo está parcialmente cementado por calcita micrítica.

### 5.3.4. Alineación Calderetas de Guatiza

Los materiales emitidos son todos muy similares entre sí y los anteriores. Son basaltos olivínicos porfídicos, con microfenocristales de olivino y en menor cuantía de augita. Entre los olivinos se deben distinguir los cristales de mayor tamaño, de carácter xenomorfo, con extinción ondulante y posibles maclas dinámicas, y los cristales primarios, de menor tamaño (entre 0,4 y 0,7 mm generalmente), con ocasionales golfos de corrosión. No suele presentar alteración de ningún tipo.

La matriz es por lo general muy fina incluso criptocristalina, y contiene plagioclasa microlítica, augita y opacos. De manera intersticial aparece escaso vidrio.

## 5.4. SEGUNDO CICLO VOLCÁNICO. GEOQUÍMICA

El segundo ciclo magmático se caracteriza por la presencia de términos de naturaleza básica con tipos basálticos y basaníticos, estando ausentes rocas con mayor grado de diferenciación. El período de erupciones históricas del siglo XVIII (erupciones de Timanfaya) muestra otra vez más variación, con una evolución desde basanitas en los primeros episodios a basaltos en los finales, y aunque la tendencia general es alcalina, en estos finales se observan afinidades toleíticas. En la erupción de 1824, los materiales emitidos son únicamente basanitas.

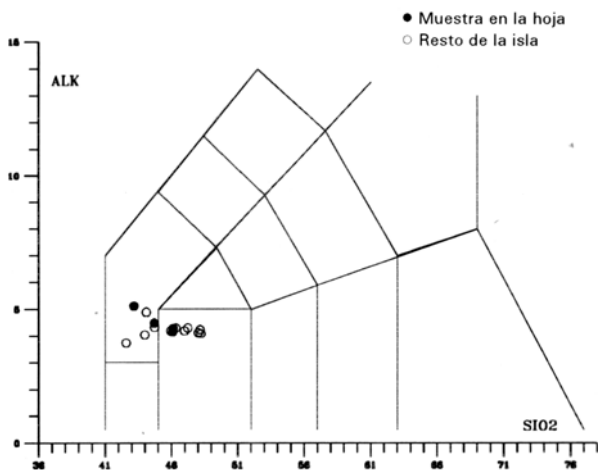
En esta área los análisis disponibles, pertenecientes en su mayoría a las emisiones de Los Helchos-La Quemada y La Corona corresponden a basaltos alcalinos, (Fig. 5.3), excepto uno de ellos que es una basanita, (Tabla 5.1). Son rocas muy poco diferenciadas, con contenidos entre 44 y 46% de SiO<sub>2</sub>, en el caso de los basaltos, y de MgO bastante altos, debido a la presencia abundante en estas lavas de olivinos xenomorfos. En el gráfico de la Figura 5.2 se observa cómo todos presentan un comportamiento muy parecido, con algunas diferencias en sus contenidos elementales.

En el enclave de gabro presente en las lavas de Calderetas de Guatiza (muestra 12952) cabe destacar su elevado contenido en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y la presencia de Hy normativa, aspecto éste último que hace pensar que corresponde a rocas relacionadas con las emisiones miocenas de Famara.

## 6. HISTORIA GEOLOGÍA

Las dataciones absolutas disponibles indican que el sector septentrional de Lanzarote comienza su emersión alrededor de los 10 m.a. con la construcción paulatina y gradual de un edificio volcánico basáltico, al que se le denomina Famara. Inicialmente se constituyó como una isla independiente de otros sectores meridionales de la actual isla de Lanzarote, con los que se unirá más tarde, durante el Cuaternario, para alcanzar la configuración que tiene hoy día.

El edificio Famara, parcialmente representado en esta área, está constituido por apilamientos de coladas basálticas, con intercalaciones piroclásticas, en conjunto suavemente inclinadas ha-



**Fig. 5.3. Diagrama TAS del período Pleistoceno superior.**

cia el este y con un espesor global de 700 m. Esta disposición indica que las áreas de emisión de estos materiales debieron, estar situadas en lugares más occidentales, hoy ocupados por el mar. El volcanismo debió de ser eminentemente fisural, con emisiones estrombolianas puntuales. La presencia de discordancias en la sucesión lávica, no siempre bien definidas y a veces de carácter muy local (paleosuelos, niveles arenosos con fauna, discordancias angulares, etc.), permiten establecer, al menos, tres períodos o etapas de construcción del mismo: un tramo inferior, edificado entre 10.2 y 8.3 m.a., otro intermedio, entre 7.2 y 5.3 m.a. y un tramo superior, emitido entre 6.2 y 3.9 m.a., según se desprende de las edades radiométricas publicadas por IBARROLA *et al.* (1988) y COELLO *et al.* (1992). Entre la emisión del tramo inferior y el medio debieron formarse campos de dunas litorales en este sector que eran aprovechadas por las colonias de aves para nidificar, hasta que más tarde las siguientes emisiones los cubrieron.

La actividad volcánica en Famara cesa a mediados del Plioceno, comenzando entonces un largo período erosivo en el que el relieve es profundamente retocado y el edificio se desmantela gradualmente. Se excavan valles y barrancos como los observados en el área cartografiada, valle del Palomo, Temisa, Tenegüime, etc. y los vertientes se modelan, quedando suavizadas por depósitos de ladera. En algunos sectores del edificio (sector occidental) ocurren grandes deslizamientos gravitacionales en masa, que contribuyen al desmantelamiento del mismo.

Ya en el Cuaternario, tiene lugar una reanudación de los fenómenos volcánicos, aunque su intensidad, estilo y características son diferentes al que configuró el macizo de Famara. Este segundo ciclo volcánico es marcadamente fisural, como queda constatado con la aparición de numerosos edificios volcánicos alineados según directrices estructurales de componente principal NE-SO. En esta área las primeras erupciones cuaternarias son las del volcán Atalaya de Haría, cuyas emisiones lávicas cubrieron las partes superiores de los apilamientos de Famara.

Otras emisiones, algo posteriores, se manifiestan como emisiones "intracayon", es decir, erupciones de lava que se canalizaron por barrancos o valles abiertos en el relieve mioplioceno de Famara. Se trata de las emisiones que ocuparon los barrancos del Palomo, datadas en 1,8 m.a. y de Tenegüime, datadas en 1,41 m.a.

Durante el Cuaternario, continúa la denudación de los relieves de Famara y el retoque de sus vertientes. A la salida del valle de Temisa se instala un extenso abanico aluvial que recubre emisiones anteriores. A lo largo de la costa, la acción del viento, de componente NE acumula arenas eólicas que configuraron campos de dunas, en algún caso cubiertos posteriormente por lavas posteriores.

En el Pleistoceno superior tienen lugar las masivas erupciones de Los Helechos-La Corona, cuyas lavas recubren los relieves de Famara hasta la costa, produciendo un notable avance de ésta. La lluvia piroclástica que acompañó a las erupciones ocuparon grandes áreas de este sector.

A finales del Pleistoceno superior, quizás ya en el Holoceno, tiene lugar otra gran erupción, la de Calderetas de Guatiza, cuyas lavas ocuparán también una amplia superficie en la parte meridional de la hoja, haciendo avanzar, igualmente, el perímetro costero. Las lavas ocuparon la rasa costera, fosilizando las dunas litorales (cantera de Mala) y la playa erbanense.

## **7. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA**

El conjunto de bibliografía y de trabajos actualizados referentes a los recursos hidráulicos de la isla de Lanzarote es bastante limitado. Como principales fuentes de documentación se han consultado el reciente Plan Hidrológico de Lanzarote [CABILDO INSULAR DE LANZAROTE y GOBIERNO DE CANARIAS (1992)] y los trabajos del ITGE, como son el de Síntesis sobre las Aguas Subterráneas de España del ITGE (1989), y el de ITGE (1992). Estudios hidrogeológicos como el SPA/15 (1975) y MAC-21 (1976), aunque antiguos, son todavía de gran interés y aún hoy son tomados en consideración en los estudios mencionados. De esta área concreta no existen demasiados datos, por lo que se citarán algunos que proceden del estudio conjunto de la isla.

### **7.1. HIDROLOGÍA**

#### *Climatología*

La isla de Lanzarote es una de las más áridas del archipiélago canario, pudiéndose clasificar su clima como desértico, cálido y seco. Las temperaturas medias son del orden de 20-22 °C, a veces algo inferiores en el macizo de Famara, donde las condiciones suelen ser más frescas y húmedas. Existen fuertes contrastes térmicos diarios, con oscilaciones entre 15 y 17 °C en un mismo día, siendo la oscilación media anual de 8 °C, [MARZOL (1988)].

Los vientos son frecuentes y de intensidad moderada, con una componente dominante NNE, modificada en algunos sectores por la presencia de accidentes topográficos.

#### *Pluviometría*

El régimen de lluvias se caracteriza en Lanzarote por su escasez anual (máximo inferior a 300 mm/año y una media de apenas 155 mm/año, ITGE 1990), baja intensidad e irregularidad en el tiempo y en el espacio. Las máximas precipitaciones corresponden a los meses de invierno (diciembre-enero), frente a unas precipitaciones insignificantes en los meses de verano (junio, julio y agosto).

La escasa pluviosidad se debe en gran parte a la baja altitud de sus relieves (el punto culminante, Las Peñas del Chache situado en la vecina hoja de Soo, apenas llega a los 670 m sobre el nivel del mar), que no alcanzan la cota de inversión del alisio (alrededor de 700 m), principal portador de lluvia a las islas. En la hoja de Haría, en concreto, se encuentran parte de los relieves más abruptos de la isla, lo que permite la formación de nubosidad, que da lugar a un mayor frescor y a un aumento relativo de la humedad ambiental, acompañada de una pluviosidad algo mayor que la de otras zonas de la isla.

En el mapa de isoyetas de la isla, (Fig.7.1), se refleja que son los sectores del centro y norte de la isla donde la pluviometría tiene una mayor importancia cuantitativa, decreciendo considerablemente hacia el sur y en las zonas próximas a la costa (inferior a 150 mm/año).

**Tabla 7.1. Precipitaciones medias mensuales (mm) en la hoja de Haría. SPA/15 (1975) y MARZOL (1988)\*.**

Estación	O	N	D	E	F	M	A	My	J	Jl	A	S	Total
Haría	20,4	34,8	37,3	34,4	23,5	16,7	12,0	2,8	0,5	0,0	0,2	3,5	186,1
Macher	14,8	25,3	30,1	29,4	19,7	10,1	7,9	1,7	0,2	0,0	0,1	3,6	142,9
Punta Mujeres	10,3	23,2	26,7	23,7	16,2	9,3	6,0	1,1	0,3	0,0	0,1	2,5	119,1
Mña de Haría(*)	19,3	38,2	50,8	55,9	36,6	36,5	14,5	3,6	0,8	0,0	0,1	3,9	260,2
Haría (*)	18,0	34,0	40,3	37,1	25,6	20,5	11,1	2,4	0,8	0,1	0,1	3,8	193,8
Mala (*)	7,5	21,4	22,8	24,2	23,3	20,2	6,3	1,3	0,0	0,0	0,0	2,5	129,5

En el área de esta hoja se dispone de varias estaciones pluviométricas, controladas por el Servicio Hidráulico de Las Palmas, y que aportan datos sobre las precipitaciones medias anuales y mensuales. En la Tabla 7.1 se indican los datos de precipitaciones de esta área tomados de este organismo, [MARZOL (1988)], además de los aportados por el SPA/15 (1975), que, aunque ya algo antiguos, sirven como dato comparativo.

La infiltración aproximada del agua en terreno para el conjunto de la isla, según el Plan Hidrológico, se determinó en 4,1 mm/año (3,304 dm<sup>3</sup>/año).

En la Tabla 7.2 se resumen las principales características hidrológicas de la isla.

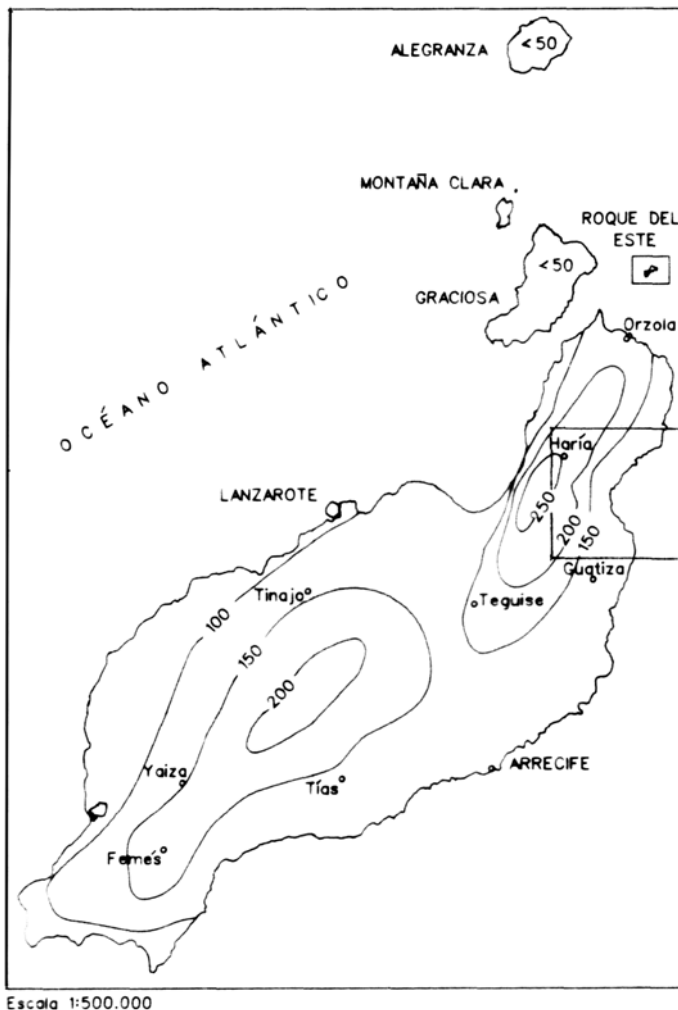
**Tabla 7.2. Resumen de las Características Hidrológicas. (Plan Hidrológico de Lanzarote 1992).**

Precipitación	155,7 mm/año
Escorrentía superficial	1,6-2 mm/año
Infiltración	4,1 mm/año
EVT	150 mm/año

### *Cuencas y cauces principales*

En Lanzarote la red de barrancos es baja, excepto en los macizos de Famara y Ajaches donde tiene un desarrollo importante.

Los barrancos presentes en esta área tienen perfiles anchos y encajamientos notables, configurando una red más o menos diversificada, con barrancos importantes y una red de barranqueras o barrancos menores asociados. Como principales cauces están los barrancos de Tenería, Tres Barrancos, La Negra, Chafarés, Valle del Palomo y Tenegüime.



**Fig. 7.1. Esquema de isoyetas de la isla de Lanzarote. Modificado de MARZOL (1988).**

organismo, [MARZOL (1988)], además de los aportados por el SPA/15 (1975), que, aunque ya algo antiguos, sirven como dato comparativo.

La infiltración aproximada del agua en terreno para el conjunto de la isla, según el Plan Hidrológico, se determinó en 4,1 mm/año (3,304 dm<sup>3</sup>/año).

En la Tabla 7.2 se resumen las principales características hidrológicas de la isla.

Todos estos barrancos están secos durante todo el año, dada las escasas precipitaciones que se producen. Incluso en los períodos de mayor pluviosidad es raro que circule agua por ellos.

*Aprovechamiento de los recursos superficiales e infraestructuras hidráulicas básicas.*

La infraestructura de aprovechamiento de las aguas superficiales es escasa, dada la ausencia de escorrentías de cierta entidad. El único embalse de cierta importancia de la isla de Lanzarote es la presa de Mala, situada a cota 135 m en el barranco del Palomo, cerca del pueblo de Mala.

En la Tabla 7.3, se resumen las principales características técnicas de esta presa, tomadas del inventario de presas españolas del MOPU (1986).

Es una presa que presenta problemas de permeabilidad y actualmente tiene cierto grado de aterramiento, encontrándose casi vacía. Su capacidad está estimada en 18.000 m<sup>3</sup>, según el Plan Hidrológico de Lanzarote, cifra algo inferior a la indicada por el MOPU (1986). Los 0,17 hm<sup>3</sup> de volumen anual regulados por esta presa, según el proyecto MAC-21 (1976), se consideran elevados, ya que superan la aportación media interanual obtenida en el estudio de escorrentía realizado en el Plan Hidrológico. Según dicho estudio, el volumen sería del orden de 34 dm<sup>3</sup>/año, valor más acorde con la aportación media del barranco.

Otros elementos de aprovechamiento de la escorrentía superficial lo constituyen obras de menor envergadura, como son los aljibes y represamientos tradicionales sobre los cauces de los barrancos, como nateros, gavías y maretas.

No existe un inventario actualizado de estos depósitos ni de su capacidad de almacenamiento. El Plan Hidrológico vuelve a citar datos del SPA/15 (1975), en el que se estimó una capacidad de conjunta de 18.000 m<sup>3</sup>, utilizándose el 20% de ella a lo largo de un año normal.

**Tabla 7.3. Características técnicas de la presa de Mala. (MOPU, 1988).**

<b>Año de terminación:</b>	<b>1975</b>
Río	Barranco del Palomo
Término municipal:	Haría
Provincia	Las Palmas
Propietario	Estado
Constructor	C y T
Proyectista	S. Alonso Vega
Tipo	Presa de gravedad
Altura (m)	37
Longitud de coronación (m)	118
Volumen de Presa (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	20
Volumen del Embalse (hm <sup>3</sup> )	0,18
Superficie del Embalse (ha)	2
Destino	Riegos
Aliviadero	Lámina libre
Capacidad de aliviadero (m <sup>3</sup> /s)	10

Cabe destacar en esta área la presencia de algunas canalizaciones de transporte de agua, como la que unen el pueblo de Arrieta con Guatiza, así como la que parte de la presa de Mala.



## 7.2. HIDROGEOLOGÍA

Los recursos hidráulicos subterráneos de la isla de Lanzarote son muy escasos, lo que hace que actualmente la extracción de estas aguas sea cada vez más reducida y que la producción de agua desalada sea una práctica cada vez más común.

### *Características hidrogeológicas generales de los materiales volcánicos y sedimentarios*

En general, la sucesión e imbricación de coladas, depósitos piroclásticos, sedimentos, almargres e intrusivos hacen de las formaciones volcánicas un medio heterogéneo, que condiciona enormemente el flujo y almacenamiento del agua subterránea. Asimismo, los procesos posteriores al emplazamiento y consolidación de los materiales modifican también su comportamiento primario.

La permeabilidad por fracturación y la porosidad de los materiales volcánicos va asociada, en las coladas de lava, a la zona afectada por disyunción columnar y a los tramos escoriáceos de sus bases y techos. Los tramos impermeables o poco permeables se deben mayormente a la presencia de rocas compactas sin fisurar y sin conexión de vesículas, presencia de almargres y depósitos piroclásticos alterados; en general, estos hechos condicionan y afectan al movimiento del agua en sentido vertical. Por otro lado, los diques y cuerpos intrusivos que cortan las lavas y piroclastos representan barreras a la circulación horizontal, si bien, en casos en que están fisurados, pueden constituir zonas de permeabilidad preferente.

La elevada permeabilidad primaria de los materiales más modernos (malpaíses cuaternarios) contrasta con la de los más antiguos, como los basaltos mio-pliocenos de Famara, en los que los procesos de alteración, rellenos de fisuras y huecos y la compactación en profundidad los hacen más impermeables.

Los depósitos sedimentarios de carácter aluvial del barranco de Temisa tienen una elevada porosidad intergranular y una permeabilidad alta. Menos permeables son los depósitos arenoso-arcillosos que recubren extensas zonas próximas a Guatiza, Mala y Arrieta.

En la Figura 7.2 se presenta un esquema hidrogeológico simplificado de la isla de Lanzarote, adaptado de la cartografía MAGNA a escala 1:25.000.

### *Formaciones acuíferas*

Desde el punto de vista hidrogeológico, en la hoja de Haría, la principal formación acuífera la constituyen los materiales basálticos de edad miopliocena, que conforman el macizo de Famara. En el resto de formaciones, por sus características hidrogeológicas, potencia, posición topográfica, etc., no existen niveles saturados de importancia, salvo en determinadas zonas.

El macizo de Famara es el que presenta mejores condiciones hidrogeológicas. En él se han realizado, ya desde hace años, la mayoría de las investigaciones para la explotación de sus recursos hidráulicos (proyectos SPA/15 y MAC-21). También los ensayos y estudios para la construcción de la presa de Mala han aportado datos de parámetros hidráulicos de estos materiales basálticos.

Según el Plan Hidrológico, las observaciones realizadas en galerías y sondeos configuran un esquema general de flujo subterráneo dominante de componente vertical, interrumpido, localmente, por zonas o niveles impermeables que dan lugar a niveles saturados colgados a diferentes al-

turas. A menor cota, próximo al nivel del mar, se establece un flujo horizontal con una débil componente vertical descendente en el centro y otra ascendente cerca de la costa.

Con los ensayos realizados en sondeos en galerías de Famara, y con el estudio de agotamiento de caudales de ellas, hechas durante el Proyecto SPA/15 (1975), se han podido conocer algunos valores de permeabilidad y de porosidad en los basaltos miopliocenos, habiendo sido recogidos los datos en el presente Plan Hidrológico insular. En estos basaltos, los valores de permeabilidad observados oscilan entre 0,05 y 0,2 m/día.

Con respecto a la presa de Mala, asentada sobre coladas pleistocenas, hay que destacar que los valores de permeabilidad obtenidos son similares o algo mayores a los del macizo de Famara, lo que concuerda en parte con su menor antigüedad.

Las medidas de porosidad total de los materiales de la isla son escasas, pero los datos generales indican que presentan una porosidad eficaz baja. Así, en los basaltos miopliocenos de Famara, se obtiene una porosidad eficaz a drenaje lento entre 0,03 y 0,05.

#### *Aprovechamiento de los recursos subterráneos*

El aprovechamiento de las aguas subterráneas en la isla se realiza a través de pozos y galerías.

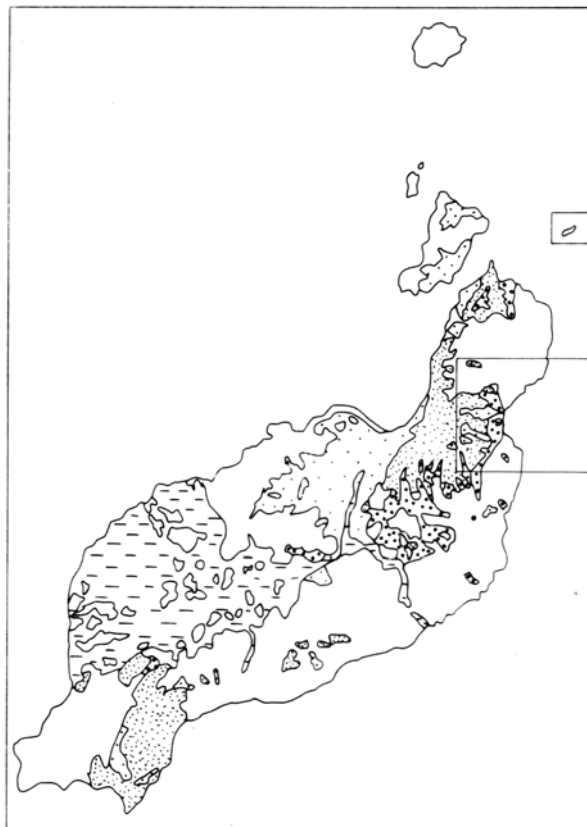
*Pozos.* El número de pozos inventariados en Lanzarote por el SPA/15 (1975) fue algo superior a 100, con una profundidad media de 2 a 10 m. Actualmente, el número de ellos en funcionamiento es sin embargo muy bajo, bien por quedar gran parte de ellos por encima de los niveles saturados, y por tanto improductivos, bien por obtener aguas salobres poco aptas para los usos habituales. Generalmente, extraían el agua de la formación acuífera mio-pliocena. Los más importantes de la zona se encuentran en el área del pueblo de Haría, situados a cotas entre 270 y 300 m. Según el SPA/15 (1975), extraían caudales entre 10 y 20 m<sup>3</sup>/día, con contenidos en cloruros de 1.000 a 2.000 ppm.






Próximos a la costa, en el valle de Temisa, existen algunos pozos que extraían aguas salobres, usadas para regar pequeñas huertas.

*Nacientes.* En el macizo de Famara son relativamente frecuentes los nacientes, si bien normalmente son pequeños rezumes o goteos. Aparecen en el contacto entre niveles lávicos y piroclásticos o almagres, debido a la diferente permeabilidad entre ellos. En la cabecera del barranco de Temisa y en el de Palomo, se detectan pequeños rezumes de aguas estacionales y de bajo caudal, según el Plan Hidrológico de Lanzarote.

*Galerías.* Las únicas que existen en Lanzarote son las de Famara, teniendo casi todas ellas bajas producciones e incluso algunas son ya improductivas, por quedar por encima de los niveles de saturación. A veces, sin embargo, sólo captan aguas de niveles colgados. En general, suelen explotar total o parcialmente recursos existentes en la formación geológica, por lo que periódicamente deben realizarse trabajos de avance de la perforación, y, así mantener productiva la explotación. Ninguna de ellas aparece en esta área.

Actualmente la explotación de aguas subterráneas a partir de pozos y galerías en Lanzarote es muy reducida, encontrándose alrededor de 200.000 m<sup>3</sup>/año, según el Plan Hidrológico, frente a los 364.000 m<sup>3</sup>/año del año 1972 citados en el SPA/15.



- 
 Depósitos detríticos cuaternarios indiferenciados  
 (arenas eólicas, aluviales, coluviales.) PERMEABLE
- 
 Depósitos areno-arcillosos cuaternarios  
 IMPERMEABLE A PERMEABILIDAD BAJA
- 
 Coladas y piroclastos basálticos cuaternarios (históricos)  
 ELEVADA PERMEABILIDAD POR FISURACION
- 
 Coladas y piroclastos basálticos pliocenos y cuaternarios  
 PERMEABILIDAD MEDIA-ALTA POR FISURACION
- 
 Coladas intrusivas y piroclastos Mio-pliocenos  
 PERMEABILIDAD BAJA A IMPERMEABLE

**Fig. 7.2. Esquema hidrogeológico de la isla de Lanzarote.**

### 7.3. PIEZOMETRÍA

En la Figura 7.3. se presenta el mapa piezométrico de la isla tomado del Plan Hidrológico, encuadrando el área de la hoja de Haría. Este mapa es prácticamente igual al que ya fue elaborado en el SPA/15 (1975) y tal cual fue incorporado también a los trabajos de ITGE (1989) e ITGE (1992). Al no existir datos más recientes, no es posible realizar un seguimiento

de la evolución de los niveles piezométricos. Gran parte de las líneas isopiezas son supuestas, al carecer de suficientes puntos de control de agua a lo largo de su superficie.

En Famara, el mayor número de medidas en los pozos permite un mejor conocimiento de la superficie piezométrica. El gradiente en estos materiales más impermeables es elevado, principalmente hacia el oeste, aun cuando la recarga es baja. En este macizo, el nivel de saturación puede aparecer a mayor cota sobre el nivel del mar. Las posibilidades de explotación son algo mejores, si bien, como ya se dijo, la producción en las galerías ha disminuido considerablemente. En las inmediaciones de Haría se observa un encurvamiento generalizado de las isopiezas como consecuencia de una mayor explotación de los acuíferos.

Hacia el este, también en Famara, a partir de los malpaíses de Los Helechos-La Corona, disminuye el gradiente piezométrico, debido a su mayor permeabilidad, quedando el nivel de saturación a cotas muy bajas, lo que hace poco recomendable la captación del agua mediante pozos.

#### 7.4. CALIDAD DEL AGUA

Los datos analíticos sobre la calidad química del agua subterránea de la isla proceden también del Proyecto SPA/15 (1975) y así son recogidos en el Plan Hidrológico de 1992.

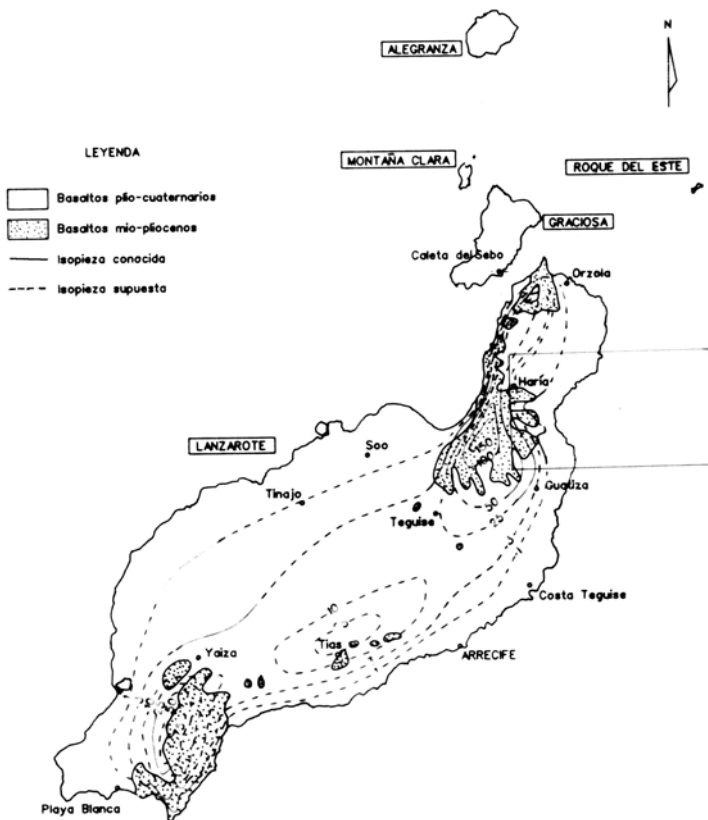
En general, en las aguas de Lanzarote existe una elevada cantidad de sales minerales consecuencia principalmente de la aridez del clima y los aportes de sales solubles de las rocas por las que circulan. Según el SPA/15 (*op. cit.*), son aguas predominantemente de tipo clorurado-sódicas, más o menos bicarbonatadas, y generalmente poco duras, pero con residuo seco elevado (entre 5.000 y 1.000 mg/l). Los elementos que contienen no son tóxicos pero su concentración supera los límites tolerables para agua potable. Desde el punto de vista para su utilización en agricultura, la calidad es también baja.

Existen también en la isla problemas de salinización por intrusión de agua marina, principalmente a lo largo de la costa. Las causas son, entre otras, la elevada permeabilidad de los materiales basálticos cuaternarios y la fisuración generalizada en los de edad miopliocena de Famara.

No sólo cerca del litoral, sino incluso a distancias considerables hacia el interior, la salinidad aumenta notablemente en algunos pozos, pues a 1 km, según señala CUSTODIO (1988), el acuífero está ocupado por agua marina, en zonas de escasa recarga. Según se expone en el Plan Hidrológico, la heterogeneidad de los materiales y el efecto de la marea podrían influir también en ello. El bombeo de agua subterránea a partir de pozos situados cerca del mar es, por tanto, una práctica desaconsejable, ya que favorece la penetración de masas de agua salada.

#### 7.5. RECURSOS HIDRÁULICOS NO CONVENCIONALES

La disminución paulatina de los recursos hidráulicos del subsuelo insular y la creciente demanda de agua para diversas actividades ha hecho necesario el empleo de técnicas de desalación de agua marina y de tratamiento de las aguas residuales. Sin embargo, aunque en el primer caso esta práctica está extendida desde hace años, la reutilización de aguas residuales aún no está completamente desarrollada, si bien se avanza cada día más en ese sentido.



**Fig. 7.3. Esquema piezométrico de la isla de Lanzarote. (Plan Hidrológico de Lanzarote, 1992).**

Actualmente, el agua obtenida a partir de plantas desalinizadoras representa la principal fuente de abastecimiento de agua potable en la isla. Existen varias plantas potabilizadoras de propiedad pública y algunas más están en proyecto. Asimismo, algunas de ellas son privadas y abastecen a ciertos complejos turísticos. Los sistemas que emplean varían de unos a otros, siendo uno de los más comunes el de ósmosis inversa.

Tomando datos del Plan Hidrológico del archipiélago canario (período 1986-88), el ITGE (1992) cita 4,4 hm<sup>3</sup>/año como el total de agua desalinizada para el conjunto de la isla. Esta cantidad ha aumentado posteriormente a 6 hm<sup>3</sup>/año, según CUSTODIO *et al.* (1991).

Como resumen, en la Tabla 7.4, se indican, a modo comparativo, las producciones totales de los diversos recursos hidráulicos de la isla, según el SPA/15 (1975), MOPU (1985), ITGE (1992) y CUSTODIO *et al.* (1991) (estos últimos referidos a datos de 1989).

De los datos contenidos en la citada tabla, se desprende el enorme incremento que tiene con los años la producción de agua desalinizada, como consecuencia de la creciente demanda para usos diversos. A la vista de los escasos recursos que adoptan las aguas subterráneas y superficiales en el futuro, la demanda de agua en la isla parece satisfacerse con plantas desalinizadoras del agua marina.

**Tabla 7.4. Producción total de recursos hidráulicos en Lanzarote. (Hm<sup>3</sup>/año)**

	SPA/15 (1975)	MOPU (1985)	ITGE (1992)	CUSTODIO <i>et al.</i> (1991)
Recursos superficiales	2,0	0,2		0,1
Recursos subterráneos	1,4	0,3		0,3
Aguas desalinizada	0,9	1,8	4,4	6
Aguas reutilizadas				1
<b>Total</b>	4,3	2,3		7,4

## 8. GEOTECNIA

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

No se han realizado ensayos ni otro tipo de pruebas geotécnicas que proporcionen datos 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 (1976a).

### 8.1. ZONACIÓN GEOTÉCNICA: CRITERIOS DE DIVISIÓN

Atendiendo a criterios de tipo geológico, en los que se recogen aspectos principalmente litológicos y de edades de los materiales, criterios hidrogeológicos y geomorfológicos, se ha dividido la superficie cartografiada en áreas de comportamiento geotécnico diferente. A su vez, estas áreas se han subdividido en zonas que representan recintos relativamente homogéneos frente a características geotécnicas determinadas.

En la hoja se han distinguido dos áreas y seis zonas.

### 8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

#### Área I

Comprende enteramente los materiales que componen el edificio Famara, de edad mio-pliocena.

Zona I<sub>1</sub>. Coladas e intrusiones basálticas miocenas.

*Características litológicas y estructurales.* Se trata de coladas basálticas superpuestas unas a otras, formando apilamientos tabulares que alcanzan hasta 500 m de potencia visible, con buzamientos del orden de 5 a 12° hacia el ENE. Ocasionalmente se intercalan entre ellos niveles y conos piroclásticos de igual composición, así como algún depósito sedimentario. Las coladas suelen tener una parte basal y otra superficial escoriácea y masiva, coherente y con disyunción columnar o diaclasado vertical en el interior, con un carácter menos vesicular en esta parte que en los bordes. El grado de alteración es mayor en los tramos inferiores del edificio o de los apilamientos de lavas. Los espesores de las coladas individuales oscilan entre 2 y 4 m. En los tramos finales aparecen algunos cuerpos intrusivos basálticos atravesando las coladas. La roca es masiva y con disyunción columnar acusada, vertical o inclinada.

*Características geomorfológicas.* El apilamiento de coladas origina relieves prominentes, seccionados por barrancos y barranqueras que determinan una morfología abrupta e irregular, con pendientes importantes.

*Características hidrogeológicas.* A grandes rasgos, estos materiales presentan un carácter semipermeable, que se va haciendo más impermeable hacia los tramos inferiores, donde están más alterados y compactados. Favorecen un drenaje aceptable y pueden contener niveles saturados colgados.

*Capacidad portante.* Presentan en general una elevada capacidad de carga, siendo los asientos pre-  
visibles bajos o despreciables. En las zonas alteradas, estos valores pueden verse algo reducidos.

*Facilidad de excavación.* Carecen absolutamente de ripabilidad, por lo que su excavación requiere emplear martillo hidráulico o explosivos.

*Estabilidad de taludes.* Generalmente son taludes elevados, próximos a la vertical y altamente estables. Pueden, sin embargo, producirse desprendimientos de bloques que quedan sueltos por el diaclasado. A veces, la presencia de materiales menos competentes en su base, como piroclastos o sedimentos, pueden favorecer también desplomes y caídas al erosionarse más fácilmente.

## Área II.

Comprende el resto de materiales aflorantes en el área, ya sean volcánicos o sedimentarios, pudiéndose diferenciar cuatro zonas diferentes.

*Zona II<sub>1</sub>.* Coladas basálticas cuaternarias.

*Características litológicas y estructurales.* Son coladas basálticas que originan malpaíses o campos de lavas extensos, actualmente bastante bien conservados, excepto los de emisiones más antiguas, que están ya muy arrasados. Tienen un carácter escoriáceo y caótico superficialmente, altamente vesicular y masivo, coherente y poco vesicular en el interior, donde desarrollan un diaclasado columnar vertical. La potencia media de las coladas varía entre 1 y 4 m, pudiendo alcanzar hasta 20 m en las emisiones "intracanyon" del valle de Temisas, del Palomo en las de la Atalaya de Haría. Se disponen de manera subhorizontal, salvo cuando caen por los relieves miocenos, donde alcanzan inclinaciones próximas a 10-20°.

*Características geomorfológicas.* Los malpaíses que originan dan lugar a superficies subhorizontales, abruptas e irregulares, poco incididas por barrancos, aunque ocasionalmente seccio-

nados por alguno importante. Las emisiones más antiguas que ocupan los valles en el relieve mioceno sí están profundamente cortadas por el encajamiento del propio barranco y superficialmente recubiertas de depósitos detríticos.

*Características hidrogeológicas.* Generalmente son materiales bastante permeables por fisuración, mostrando un drenaje superficial moderado-bajo.

*Capacidad portante.* Tienen una capacidad de carga media-alta, pero pueden alcanzar también valores altos. Es necesario considerar la posibilidad de la existencia de cavidades subterráneas o tubos volcánicos bajo los malpaíses más modernos (La Corona y Calderetas de Guatiza) que pueden favorecer hundimientos importantes.

*Facilidad de excavación.* Su excavabilidad es muy baja, requiriéndose para su removilización, medios, mecánicos de gran potencia, tales como martillo hidráulico o explosivos.

*Estabilidad de taludes.* Los taludes naturales observados presentan tendencia a la verticalidad para alturas elevadas, siendo en general estables. Pueden producirse, no obstante, desprendimientos ocasionales de bloques, al quedar individualizados por el diaclasado. En la costa, la socavación basal puede producir también, esporádicamente, inestabilidades y caídas de bloques.

*Zona II<sub>2</sub>.* Depósitos piroclásticos cuaternarios.

*Características litológicas y estructurales.* Los depósitos piroclásticos son de composición basáltica, estando constituidos por materiales granulares, cuyos tamaños varían entre 2 y 64 mm cuando tienen tamaño lapilli, y superiores cuando son bloques, escorias y bombas, con granulometría media entre 8 y 80 cm. Forman depósitos relativamente sueltos o poco consolidados cuando son recientes. Los más antiguos pueden estar muy compactados y oxidados.

*Características geomorfológicas.* Las acumulaciones piroclásticas más características presentan formas cónicas o tronco-cónicas, a veces de gran altura y pendientes del orden de 20 a 35°. Otras veces ocupan extensiones más suaves, tapizando el relieve previo.

*Características hidrogeológicas.* Estos depósitos tienen una elevada porosidad y un grado de permeabilidad a menudo importante, si bien cuando están muy alterados este parámetro se ve considerablemente reducido.

*Capacidad portante.* Su capacidad portante puede variar entre media y baja, estando determinada por su heterogeneidad granulométrica, grado de consolidación, etc.

*Facilidad de excavación.* Constituyen habitualmente depósitos poco consolidados o sueltos, por lo que son ripables con facilidad. En algunos casos están más endurecidos y deben ser excavados con retroexcavadora y martillo.

*Estabilidad de taludes.* Los ángulos de reposo de las acumulaciones que forman edificios volcánicos varían entre 20 y 35°, mostrando una buena estabilidad. Cortes próximos a la vertical, cuando el material está consolidado, se mantienen estables, si bien en condiciones precarias.

*Zona II<sub>3</sub>.* Depósitos aluviales y de ladera cuaternarios.

*Características litológicas y estructurales.* Son depósitos detríticos groseros, heterométricos, mal seleccionados, formados por fragmentos basálticos redondeados, en el caso de los aluviales, y



más angulosos en los depósitos de ladera. La matriz es arenosa, de grano fino-medio y a menudo envuelve los cantos, si bien a veces es muy escasa. Las potencias son difíciles de apreciar, pues no suele observarse su base. Son variables de un tipo de depósitos a otros, pero puede estimarse que alcanzan máximos próximos o superiores a 10 o 12 m en los casos más favorables.

*Características geomorfológicas.* Los depósitos aluviales adoptan formas planas, poco inclinadas, mientras que en los de ladera las pendientes tienden a ser fuertes hacia las zonas de arranque, tendiéndose en las distales.

*Características hidrogeológicas.* Tienen una naturaleza granular que les proporciona un carácter permeable. La consolidación es escasa y la fracción de finos a veces también, por lo que la infiltración en ellos es considerable.

*Capacidad portante.* Las condiciones geotécnicas están siempre limitadas en cuanto a las cargas de trabajo, por poseer baja capacidad de carga, con asientos importantes.

*Facilidad de excavación.* Salvo casos en que estén altamente consolidados, cosa que no ocurre habitualmente, son materiales ripables y excavables con retroexcavadora.

*Estabilidad de taludes.* Cuando están más cohesionados como consecuencia de una cementación por carbonatos, pueden ser estables. Lo normal es que presenten una estabilidad precaria en cortes agudos, produciéndose con facilidad caídas y desplomes.

*Zona II<sub>4</sub>.* Depósitos arenoso-arcillosos cuaternarios.

*Características litológicas y estructurales.* Ocupan generalmente zonas planas deprimidas o endorreicas, alcanzando espesores desde 1 a 4 m. Están compuestos por material arenoso y arcilloso de grano medio-fino, de carácter aluvial, pero también resultan de alteraciones *in situ* de piroclastos y arenas.

*Características geomorfológicas.* La morfología en estos materiales es siempre plana y con pendientes variables, según rellenen zonas llanas o tapicen laderas de relieves antiguos, pudiendo alcanzar grandes inclinaciones.

*Características hidrogeológicas.* Presentan un carácter impermeable favoreciendo encharcamientos, y en general muestran un drenaje superficial pobre.

*Capacidad portante.* La capacidad portante, baja en estos materiales siempre será un factor condicionante de las cargas de trabajo.

*Facilidad de excavación.* Al estar poco consolidados, es fácil excavar en ellos y removilizarlos con una simple retroexcavadora.

*Estabilidad de taludes.* Los cortes observados en ellos, revelan una cierta estabilidad ante cortes verticales, pero precaria con el tiempo.

*Zona II<sub>5</sub>.* Depósitos de arenas eólicas cuaternarias.

*Características litológicas y estructurales.* Son arenas de color dorado, de granulometría fina y composición bioclástica, dispuestas horizontalmente, recubriendo relieves antiguos. Su potencia visible varía de 1 a 2 m, en los afloramientos más pequeños, a los 22 m que se observan en la cantera próxima a Mala.

**Características geomorfológicas.** Adoptan disposiciones más o menos horizontales y no suelen generar relieves propios, al tener poca extensión o estar cubiertas por emisiones volcánicas.

**Características hidrogeológicas.** Por su carácter granular y suelto, tienen una elevada porosidad intergranular, siendo alta también la permeabilidad.

**Capacidad portante.** Tienen nula o muy baja consolidación, lo que hace que las cargas de trabajo sean siempre muy bajas, produciéndose asientos importantes.

**Facilidad de excavación.** Son completamente ripables y extraíbles con una simple pala cargadora.

**Estabilidad de taludes.** En el corte existente en la cantera de Mala se observan paredes estables de 22 m de altura completamente verticales. La escasa cohesión de estos depósitos favorece, no obstante, la ocurrencia ocasional de desmoronamientos y desplomes parciales de las partes superiores.

**Tabla 8.1. Resumen de las características geotécnicas y riesgos geológicos en la zona.**

Área	Zona	Unidad cartográfica	Litología Estructura	Hidrogeología	Características geotécnicas	Características constructivas	Riesgos geológicos
I	1	Coladas basálticas miocenas	Apilamiento de coladas subhorizontales, con suave buzamiento hacia el SE. Morfología abrupta e irregular	Permeabilidad media-baja por fisuración, disminuye con la profundidad	CP = Alta FE = Muy baja ET = Alta	Favorables	
II	1	Coladas basálticas cuaternarias	Extensos campos de lava (malpais) de morfología suave pero abrupta	Permeabilidad alta-elevada por fisuración	CP = Media-alta FE = Muy baja ET = Alta	Favorables	
	2	Depósitos piroclásticos cuaternarios	Depósitos granulares relativamente sueltos, a veces consolidados	Permeabilidad media alta, que disminuye con la alteración	CP = Media-baja FE = Alta-baja, según consolidación ET = Precaria		V = Bajo ST = Posible en malpais
	3	Depósitos de ladera y aluviales cuaternarios	Depósitos granulares heterométricos con matriz arenosa, poco consolidados	Permeabilidad alta	CP = Baja FE = Alta ET = Baja	Desfavorables	IL = Baja
	4	Depósitos arenoso-arcillosos cuaternarios	Depósitos terrosos-granulares	Permeabilidad baja-muy baja. Encharcamientos; drenaje escaso	CP = Baja FE = Alta ET = Baja	Desfavorables	
	5	Depósitos de arenas eólicas cuaternarias	Depósitos granulares muy poco consolidados	Permeabilidad y porosidad intergranular alta	CP = Baja FE = Alta ET = Baja	Desfavorables	

CP = Capacidad portante; FE = Facilidad de excavación; ET = Estabilidad de taludes; V = Riesgo volcánico; ST = Subsistencia del terreno; IL = Inestabilidad de laderas.

### 8.3. RIESGOS GEOLÓGICOS

En el área cartografiada no se detectan, *a priori*, riesgos geológicos que puedan suponer una amenaza inminente a las poblaciones asentadas en ella. Desde el punto de vista de utilidad en

cuanto a ordenación del territorio, se consideran los siguientes tipos de riesgos geológicos: riesgo volcánico, subsidencia del terreno e inestabilidad de laderas.

*Riesgo volcánico.* Aunque la parte meridional de la hoja está ocupada por una de las últimas emisiones subhistóricas ocurridas en Lanzarote, la de Calderetas de Guatiza, este riesgo se considera como de baja incidencia en la zona.

*Riesgo de subsidencia del terreno.* Es frecuente la presencia de túneles volcánicos y cavidades subterráneas bajo los malpaíses recientes. El caso más espectacular es el tubo volcánico de la Cueva de Los Verdes, en el malpaís de La Corona. Es necesario considerar la posibilidad de su presencia, a la hora de programar determinado tipo de cimentaciones.

*Riesgo de inestabilidad de laderas.* Se puede considerar también un riesgo de baja incidencia, dada la buena estabilidad que presentan los relieves más elevados, si bien pueden ocurrir desprendimientos y caídas ocasionales de bloques.

#### 8.4. 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 en tres grupos, designados con el calificativo más apropiado por sus condiciones constructivas: desfavorables, aceptables y favorables.

##### **8.4.1. Terrenos con características constructivas desfavorables o muy desfavorables**

Se agrupan bajo este calificativo los depósitos sedimentarios aluviales y de ladera, así como los de tipo arenoso-arcilloso y eólicos (Zonas II<sub>3</sub>, II<sub>4</sub> y II<sub>5</sub>).

Los problemas que se presentan en ellos son de tipo geotécnico, debido a la limitación en las cargas de trabajo, ya que los asentamientos previsibles serán importantes. El factor geomorfológico y la inestabilidad en los depósitos de ladera es otra condición negativa. Dada la naturaleza permeable en los depósitos eólicos, aluviales y de ladera, es posible que puedan presentar algún problema. En los de carácter arenoso-arcilloso, son frecuentes los encharcamientos y los problemas de drenaje.

##### **8.4.2. Terrenos con características constructivas aceptables**

Se pueden considerar como aceptables, en cuanto a características constructivas, los terrenos formados por las coladas basálticas y los depósitos piroclásticos cuaternarios (Zonas II<sub>1</sub> y II<sub>2</sub>).

La capacidad portante de estos materiales varía entre media y alta, o media-baja, en los piroclastos, adaptándose relativamente bien a los condicionantes constructivos. Igualmente, la estabilidad de posibles taludes elevados y pronunciados es suficiente, aunque algo inferior en los depósitos piroclásticos. La caída de bloques de lava será en general un hecho ocasional. El factor geomorfológico no será un hecho que imponga grandes restricciones, salvo en casos de gran pendiente como ocurre en los edificios volcánicos. El drenaje y la escorrentía será generalmente alto.

### 8.4.3. Terrenos con características constructivas favorables

Se incluyen aquí los materiales de la Zona I<sub>1</sub>, es decir, las coladas basálticas miopliocenas del edificio Famara.

Las condiciones constructivas se verán favorecidas en estos materiales en cuanto a alta capacidad de carga y estabilidad. Los asentamientos son despreciables en la mayoría de los casos. El factor geomorfológico puede ser limitador debido a las fuertes pendientes de las laderas de los relieves miocenos, si bien éstas serán estables, pudiendo ocurrir ocasionalmente alguna caída de bloques. El drenaje superficial es también aceptable. Ante obras subterráneas puede haber problemas de infiltración e intersección de niveles saturados colgados.

En la Tabla 8.1 se incluye un resumen de las características geotécnicas de los materiales representados en la hoja, así como de los riesgos geológicos considerados.

## 9. GEOLOGÍA ECONÓMICA. MINERÍA Y CANTERAS

En el ámbito geográfico de esta hoja no existen yacimientos minerales de interés económico. Sí se explotan materiales rocosos que se utilizan como áridos en la industria de la construcción y obras públicas.

Los materiales que son objeto de explotación en este área son piroclásticos, arenas eólicas y arcillas. Estas extracciones, excepto la de la cantera de Mala, ya fueron señaladas en el mapa de rocas industriales a escala 1:200.000 de la isla, IGME (1976b), y actualmente continua su aprovechamiento. En dicho estudio se hace un inventario de los yacimientos de rocas industriales en la isla, señalando el estado operativo de las canteras existentes en ese momento. Al mismo tiempo analiza la explotabilidad y reservas de los diferentes materiales aprovechables, señalando sus posibles usos en función de sus características y realiza una valoración de los materiales con el fin de establecer y optimizar su explotación racional.

*Depósitos piroclásticos (picón).* Las explotaciones actualmente activas y más importantes extraen los depósitos de las laderas de los edificios los Helechos y La Quemada, cerca de Maguez y Haría en la esquina NO de la hoja. Se explotan también, al menos ocasionalmente, los depósitos de la misma erupción que tapizan las laderas de los relieves antiguos de Famara. Igualmente, se explotaron en la ladera norte del edificio La Atalaya de Haría.

Las canteras son casi siempre de dimensiones reducidas, aunque en el caso de las de Maguez, al existir varios frentes de explotación se van solapando y ya constituyen huecos de dimensiones considerables. Es habitual, no obstante, que los lugares de extracción no sean más que simples sacaderos. La extracción es relativamente fácil al ser el material ripable y estar bastante suelto. Con una pala cargadora se extrae y se echa directamente en camiones que lo transportan a los centros de consumo. Según la granulometría, a veces se hace necesario un tamizado previo en la propia cantera. El número de operarios no suele ser superior a dos o tres.

El material es de carácter granular, poco denso, vesicular y composición basáltica, con una coloración negra cuando están frescos y rojiza cuando están oxidados. Si son relativamente recientes suelen estar sueltos o poco consolidados. La granulometría varía entre pocos milímetros y 10-15 cm, pudiendo existir fragmentos mayores, de hasta 1 m de diámetro. Los tamaños más

solicitados suelen oscilar entre 3-4 cm, debiéndose machacar cuando son mayores o el depósito está compactado.

El auge de la industria de la construcción en los últimos años, como consecuencia de una galopante demanda turística en la isla, ha incrementado notablemente la necesidad de materiales de este tipo. Ante esta creciente demanda, en un estudio más reciente, el IGME (1986) establece las bases para la ordenación minera y ambiental de las explotaciones de picón en varias islas del archipiélago, entre ellas Lanzarote. En el estudio se seleccionan una serie de edificios piroclásticos que sean idóneos para su explotación, pero causando un impacto ambiental mínimo. Establece también una serie de parámetros técnicos, ambientales y económicos referidos a su explotabilidad, de tal manera que su aprovechamiento incida lo menos posible en el entorno y asegure el abastecimiento a los sectores consumidores.

Los usos más habituales del picón son como árido ligero (tamaños finos) y material de relleno, cuando los tamaños son gruesos. Es frecuente en esta isla, emplearlos echando una capa de lapilli sobre los campos de cultivo, para, dado su poder higroscópico, preservar durante mayor tiempo la humedad y retardar la evaporación. Otro uso común, es en ornamentación de parques y jardines, márgenes de carreteras, etc.

En construcción se emplea para hacer bloques prefabricados de cemento. En carreteras se usa para bases de asfalto, caminos, etc.

*Arenas eólicas.* La única explotación es la de la cantera de Mala que alcanza ya un frente de 22 m de altura.

Son materiales de granulometría muy fina, entre 0,1-0,5 mm, de color claro y escasamente cementados. Su explotabilidad es muy buena, siendo extraíbles mediante una pala mecánica que las introduce en camiones y son así transportadas hasta donde deban ser utilizadas.

El empleo de estas arenas es básicamente para fabricación de cemento y en general como árido de construcción, mezclas, prefabricados, etc.

*Arcillas.* Donde ocupan una cierta extensión superficial es en la vega de Guatiza, cerca de Mala, y al oeste de Arrieta.

Son depósitos relativamente poco consolidados y poco cohesivos, de naturaleza predominantemente arcillosa, con un contenido en arcilla del 30%, IGME (1976b) y el resto arena (24%), limos (26-39%). La arcilla es de baja cristalinidad, predominando illita y montmorillonita. Otros minerales son goethita, hematites, geles de hierro, cuarzo, etc. Se observa pues un porcentaje importante en hierro.

El empleo más común es como correctivos agrícolas y en ladrillería y en este caso, el exceso de hierro impone restricciones en cuanto al cocido.

## **10. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO**

El patrimonio geológico de un país es un recurso natural, igual o tan importante como cualquier otro elemento cultural, ya que proporciona una información básica de la historia de la Tierra y de la vida que en ella se ha desarrollado. Además, es el medio natural donde el hombre realiza su

actividad y por ello debe cuidarlo. En este sentido, un punto de interés geológico (PIG) se puede definir como un recurso no renovable, en donde se reconocen características de gran interés para interpretar y evaluar los procesos geológicos que han actuado en una zona desde épocas lejanas. Su deterioro o desaparición supone un daño irreparable al patrimonio de la humanidad, por lo que es necesario preservarlo para las generaciones venideras y actuales.

Desde 1978, el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) viene realizando de manera sistemática un inventario nacional de PIG que por sus especiales valores intrínsecos sean dignos de medidas de protección y aprovechamiento, con fines divulgativos, científicos, educativos, turísticos, etc. Los PIG quedan pues definidos por su contenido, posible utilización y su influencia.

En la hoja de Haría se han seleccionado dos PIG cuya singularidad, es decir, contenido, calidad de afloramiento, etc., los hace merecedores de protección y consideración. Los criterios empleados para su selección son los establecidos en la metodología desarrollada por el IGME.

### 10.1. DESCRIPCIÓN Y TIPO DE INTERÉS DE LOS PIG

A continuación se hace una breve descripción de los PIG seleccionados, indicando su contenido, posible utilización y su nivel de significado.

*Depósitos de arenas eólicas en la cantera de Mala.* Estos depósitos representan restos de campos de dunas que se extendían por el litoral de Lanzarote durante el Pleistoceno superior. Existen otras áreas de la isla cubiertas por depósitos de este tipo (por ejemplo, al norte de Tiagua o en el área de Soo, e incluso en las proximidades de Arrecife). En este lugar, el corte es excepcional gracias a un profundo hueco de unos 22 m de altura, abierto por una cantera para explotación de las arenas.

Son depósitos de arenas eólicas de granulometría fina y composición bioclástica, con estratificaciones cruzadas de gran ángulo. Engloban abundantísimos restos de caracoles de tierra de tipo Hélix, así como moldes de plantas y de nidos de antóphora (avistas). A lo largo del corte expuesto en la cantera se observan varias secuencias de depósitos dunares con su color claro o dorado habitual, representantes de períodos climáticos cálidos y áridos separados por niveles de coloración asalmonada, que suponen unas condiciones climáticas algo más húmedas. En estas condiciones menos áridas se dan situaciones más favorables para el desarrollo de la vida vegetal y animal, con la consiguiente proliferación de plantas psamófilas o adaptadas a medios arenosos y la presencia de caracoles y fauna similar. La alternancia sucesiva de períodos áridos y húmedos origina esa superposición de niveles arenosos, que junto con el conocimiento de la fauna marina fósil encontrada a lo largo de la costa, permiten estudiar las variaciones climáticas del Cuaternario en este sector oriental del archipiélago.

Los depósitos fueron cubiertos en el Holoceno por lavas del malpaís de Calderetas de Guatiza.

Por su contenido, este punto de interés geológico resulta interesante desde el punto de vista estratigráfico, cuanto a que permite datar las sucesiones volcánicas entre las que se encuentra. Es igualmente destacable su interés geomorfológico. Permite su utilización con interés científico y didáctico, dado su contenido y exposición de sus características. En cuanto a su influencia, resalta por su interés a nivel local y regional.

*Malpaís de La Corona.* Las lavas emitidas por la alineación volcánica Los Helechos-La Corona constituyen un extenso campo de lavas que alcanzan unos 50 km. Son lavas basálticas de morfología

predominantemente "aa", con taludes laterales y frontales, a veces de gran altura, formados en superficie por cascotes y bloques de lavas vesiculares pero masivas y coherentes, con disyunción columnar en el interior. Es frecuente que arrastren grandes bloques o megabloques, que quedan actualmente como espigones sobresalientes sobre el malpaís. Los tipos "pahoehoe" son también abundantes, originando morfologías tubulares, cordadas, etc.

La emisión de las lavas se canalizó preferentemente hacia el E-SE, cubriendo los relieves del edificio mioplioceno de Famara, hasta llegar a la costa, lo que provocó el aumento del perímetro insular en varios kilómetros cuadrados. Por los acantilados occidentales de Famara cayeron algunas coladas, formando en la base pequeñas plataformas costeras.

Uno de los rasgos más sobresalientes del malpaís es la formación de tubos volcánicos, siendo el más conocido por sus dimensiones (más de 6,10 km de longitud) el de la Cueva de los Verdes. La longitud máxima no se conoce aún, pero se sabe que se prolonga bajo el mar varios kilómetros más ("Túnel de la Atlántida"). Su recorrido en profundidad viene marcado en superficie por una sucesión encadenada de depresiones o jameos ("Ruta de los Jameos") originados por desplome del techo de la cavidad. El tubo es visitable en una pequeña parte de recorrido, accediéndose a él precisamente por uno de estos jameos. En el interior es posible apreciar numerosos pasillos y galerías a distintas alturas, donde se observan diversas morfologías de lavas, coloraciones variadas, terrazas causadas por las variaciones en el caudal de la lava, etc.

Una descripción amplia y detallada sobre su origen y formaciones volcánicas existentes en este tubo fue realizada por BRAVO (1964), MACAU (1965) y SOCORRO (1989).

Por su contenido este PIG es de alto interés volcanológico y geomorfológico, siendo un lugar idóneo para el estudio de este tipo de formaciones volcánicas. En cuanto a su posible utilización, además del interés científico y didáctico, el tubo volcánico tiene también interés económico, ya que representa una enorme atracción turística para la isla, hecho ya reconocido, de tal manera que actualmente es explotado por el Cabildo Insular, al gestionar su utilización. Por su influencia, se puede calificar este PIG como de gran interés, desde el ámbito local hasta el internacional.

## 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.

BRAVO, T. (1964): *El volcán y el malpaís de La Corona. la "Cueva de los Verdes y los Jameos"*. Publicaciones del Cabildo Insular de Lanzarote, 31 p.

CABILDO INSULAR DE LANZAROTE Y GOBIERNO DE CANARIAS (1992). "Plan hidrológico insular de Lanzarote". *Cabildo Insular de Lanzarote - Consejería de Obras Publicas, Vivienda y Aguas del Gobierno de Canarias*.

COELLO, J.; CANTAGREL, J. M.; IBARROLA, E.; JAMOND, C.; HERNÁN, 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.

- CUSTODIO, E, JIMENA, J. NUÑEZ, J. A, PUGA, L. y BRAOJOS, J. (1991): "Canary Islands". En: *Hydrology and Water Resources of Small Islands: a Practical Guide*. Ed. A. Falkland. UNESCO, pp. 339-355.
- FUSTER, J. M.<sup>a</sup>; FERNÁNDEZ, S. y SAGREDO, J. (1968): "Geología y volcanología de las Islas Canarias: Lanzarote". *Inst. Lucas Mallada, CSIC, Madrid*, 177 pp. (Incluye mapa geológico a escala 1:100.000 publicado por IGME (1968).
- HARTUNG, G. (1857): *Die geologischen Verhältnisse der Inseln Lanzarote und Fuerteventura*. Neue Denkschr, allgem. Schrv. Gessells. f. d. gesamm. Naturwiss. Zürich 15/4, 168 págs.
- HAUSEN, H. (1959). "On the Geology of Lanzarote, Graciosa and the Isletas (Canarian Archipelago)". *Soc. Scient. Fennica. Comm. Phys. Math.*, vol. 23, núm. 4, 116 págs.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1909): "Estudio geológico de Lanzarote y de las isletas Canarias". *Real Soc. Esp. Hist. Nat*, Tomo VI, pp. 107-331(Incluye mapa geológico a escala 1:50.000).
- IBARROLA, E.; CANTAGREL, J. M.; FUSTER, J. M.; COELLO, J. y JAMOND, E. (1988): "Geocronología de las series volcánicas neógenas de Lanzarote, Islas Canarias". *II Congreso Geológico de España*, Granada, Tomo Simp. de volcanismo, pp. 345-348.
- IGME (1976a): Mapa Geotécnico General, escala 1:200.000. Hoja y Memoria n.º 88-92. *Arrecife-Puerto del Rosario*.
- IGME (1976b): Mapa de Rocas Industriales, escala 1:200.000. Hoja y Memoria n.º 88-92. *Arrecife-Puerto del Rosario*.
- IGME (1986): *Bases para la ordenación minera y ambiental de la extracción de picón en las islas canarias, (Tenerife, Lanzarote y Gran Canaria)*, 51 pp. (Incluye tres planos de situación).
- IGME-CSIC (1967a): Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria N.º 1.079-1.080. *Alegranza*". Lanzarote.
- IGME-CSIC (1967b): Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria N.º 1.081. *Montaña Clara*. Lanzarote.
- IGME-CSIC (1967c): Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria N.º 1.082. *Graciosa*. Lanzarote.
- IGME-CSIC (1967d): Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria N.º 1.083. *Teguise*". Lanzarote.
- IGME-CSIC (1967e): Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria N.º 1.084. *Haría*". Lanzarote.
- IGME-CSIC (1967f): Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria N.º 1.087. *Punta Pechiguera*. Lanzarote.
- IGME-CSIC (1967g): Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria N.º 1.088. *Arrecife*". Lanzarote.



IGME-CSIC (1967h): Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. 1.ª edición. Hoja y Memoria N.º 1.089. *El Charco*. Lanzarote.

ITGE (1989): *Las aguas subterráneas en España. Estudio de síntesis*. 603 pp. Islas Canarias, cap. XVII, pp. 503-528.

ITGE (1992): *Definición de unidades hidrogeológicas en los sistemas acuíferos 82, 83, 84 y 87 de las Islas Canarias*. Documento N.º 36534. ITGE, Servicio Documentación. 41-50.

LE BAS, M. J.; LE MAITRE, R. W.; STRECKEISENA y ZANETTIN, B. (1986): "A chemical clasification of volcanic rocks based on the Total Alkali-Silica diagram". *Jour. Petrol*, 27, Part 3, pp. 745-750.

MAC-21 (1976). *Proyecto de planificación de la explotación y uso racional de los recursos de agua en las Islas Canarias*. Com. Interministerial de las actuaciones del Estado en materia de aguas de las Islas Canarias.

MARZOL, M.ª V. (1988): *La lluvia, un recurso natural para Canarias*. Servicio de Publicaciones de la Caja Gral. de Ahorros de Canarias, nº 130, (S. investigación, 32), 220 p.

MACAU, F. (1965): "Tubos volcánicos en Lanzarote: Cueva de los Verdes". *An. Est. Atlánticos*, 11, pp. 437-463.

MECO, J. (1988): "The emergent littoral deposits in Fuerteventura and the evolution of the canarian marine faunas during the Quaternary". En N. Petit-Maire (ed). *Deserts, Past Presents and Future Evolution*, Fuerteventura, Workshop 1988, PICG 252, pp. 166-178.

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.

MOPU (1985): "El agua en Canarias". *SGOP, Bol. Inform. y Estudios*, 44, 45 pp.

MOPU (1986): "Inventario de presas españolas". *Dirección General de Obras Públicas*, 356 pp.

SOCORRO, S. (1989): "La Cueva de Los Verdes (Lanzarote, Islas Canarias): un canal de lava cerrado". (Abstract). En *ESF, Meeting on Canarian Volcanism*, Lanzarote Nov-Dic, 1989, pp. 187-189.

SPA/69/515. (1975): *Estudio científico de los Recursos de Agua en las Islas Canarias*. Ministerio de Obras Públicas-UNESCO, Madrid, Tomo I: Generalidades, resumen y conclusiones; Tomo II: Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote; Tomo III: Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro; +2 vols. de figuras.



MINISTERIO  
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ISBN 84-7840-523-2



9 788478 405237