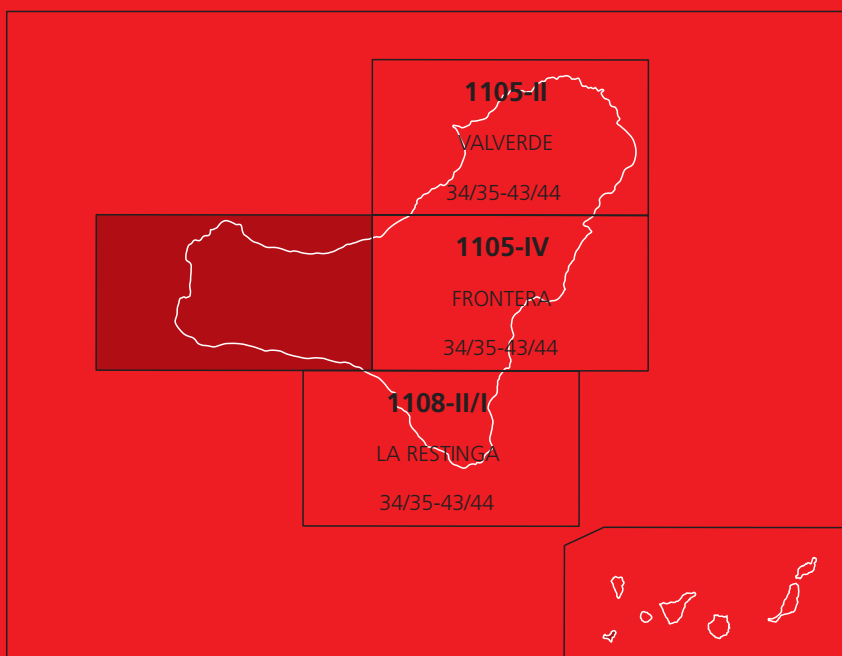




# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1 : 25.000

Segunda serie - Primera edición



ISLA DE EL HIERRO

# SABINOSA

# MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Escala 1:25.000

SE INCLUYE MAPA GEOMORFOLÓGICO A LA MISMA ESCALA

# SABINOSA

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  
[www.igme.es](http://www.igme.es)  
NIPO: 474-10-005-3  
ISBN: 978-84-7840-844-3  
Depósito legal: M-36203-2010

Impresión: Trébol Propuesta Gráfica

La presente Hoja y Memoria (Sabinosa 1105-III) ha sido realizada durante 1997 por GEO-PRIN, S.A. con normas, dirección y supervisión del IGME, habiendo intervenido en su realización los siguientes técnicos:

### **Cartografía**

Balcells Herrera, R. (GEOPRIN, S.A.)  
Gómez Sáinz de Aja, J.A. (GEOPRIN, S.A.)  
Pineda Velasco, A. (Cartografía Geomorfológica)

### **Memoria**

Balcells Herrera, R. (GEOPRIN, S.A.) (Geoquímica)  
Gómez Sáinz de Aja, J. A. (GEOPRIN, S.A.)  
Klein, E. (GEOPRIN, S.A.) (Petrología)  
Ruiz García, M. T. (GEOPRIN, S.A.) (Petrología)  
Del Pozo, M. (IGME). (Hidrogeología)  
Galindo, E. (IGME). (Hidrogeología)  
La Moneda, E. (IGME). (Hidrogeología)

### **Colaboradores**

Ancochea, E. (U.C.M.). (Asesoría Cartográfica)  
Barrera, J. L. (Tectónica).  
Brändle, J. L. (Inst.Geol.Econ, CSIC-Madrid). (Geoquímica)

### **Dirección y supervisión del IGME**

Cueto Pascual, L. A.

### **Edición**

Romero Canencia, G. (IGME)  
Miguel Cabrero, L. F. (IGME)  
Muñoz Moreno, A. (IGME)

### **INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA**

Se pone en conocimiento del lector que en el Centro de Documentación del IGME existe para su consulta una documentación complementaria de esta Hoja y Memoria constituida por:

- Muestras y sus correspondientes preparaciones.
- Informes petrológicos
- Análisis químicos
- Álbum de fotografías
- Fichas bibliográficas
- Puntos de interés geológico
- Informes complementarios



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	7
1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS.....	7
1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS.....	8
<b>2. ESTRATIGRAFÍA</b> .....	9
2.1. EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS.....	12
2.1.1. Tramo inferior. Edificios hidromagmáticos (2).....	12
2.1.2. Tramo inferior. Diques básicos (1), coladas basálticas “s.l” (3), intrusivos (4) y edificios de tefra basálticos.(5).....	12
2.1.3. Tramo superior. Coladas y escorias basálticas (6) y edificios de tefra basálticos “s.l”. (7).....	13
2.2. VOLCANISMO DE LAS DORSALES.....	14
2.2.1. Volcanismo de las Dorsales indiferenciado.....	15
2.2.1.1. Coladas basálticas, traquibasálticas, basaníticas y tefríticas (8); edificios de tefra (9); y depositos piroclásticos basálticos de dispersión (10).....	15
2.2.1.2. Depósitos piroclásticos freatomagmáticos de la Virgen de los Reyes (11).....	17
2.2.1.3. Coladas piroclásticas de tipo “surge” y pómez sálicos. (12)...	18
2.2.2. Volcanismo de relleno de El Golfo.....	18
2.2.2.1. Coladas basálticas “s.l”, basaníticas y tefríticas (13) y edificios de tefra (14).....	18
2.2.2.2. Volcán Tanganasoga: Coladas del edificio Tanganasoga (15) y Conos de tefra (16).....	19
2.2.3. Emisiones Recientes.....	20
2.2.3.1. Coladas basálticas “s.l”, basanitas, foiditas, etc. (17) y edificios de tefra (18) .....	20
2.2.4. Posible erupción histórica de 1793.....	21
2.2.4.1. Coladas basálticas. (19).....	21
2.3. FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES.....	22
2.3.1. Depósitos de ladera y coluviones. (20).....	22
2.3.2. Depósitos de playas. Arenas y cantos. (21).....	23
<b>3. TECTÓNICA</b> .....	23
<b>4. GEOMORFOLOGÍA</b> .....	26
4.1. DESCRIPCIÓN FISIAGRÁFICA.....	26
4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.....	27
4.2.1. Estudio morfoestructural.....	27
4.2.2. Estudio del modelado.....	27

4.3. EVOLUCIÓN DINÁMICA.....	31
4.3.1. Historia geomorfológica.....	31
4.3.2. Morfodinámica actual y tendencias futuras.....	32
<b>5. PETROLOGÍA Y GEOQUÍMICA.....</b>	<b>32</b>
5.1. EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS. PETROLOGÍA.....	34
5.1.1. Edificios hidromagmáticos. (2).....	34
5.1.2. Diques, intrusivos, coladas basálticas y conos de tefra. (1, 3, 4, 5, 6 y 7).....	34
5.2. EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS. GEOQUÍMICA.....	35
5.3. VOLCANISMO DE LAS DORSALES INDIFERENCIADO. PETROLOGÍA.....	38
5.3.1 Coladas basálticas y conos de tefra. (8 y 9).....	38
5.4. VOLCANISMO DE LAS DORSALES INDIFERENCIADO. GEOQUÍMICA.....	39
5.5. VOLCANISMO DE RELLENO DE EL GOLFO. PETROLOGÍA.....	46
5.5.1. Coladas basálticas y conos de tefra. (13 y 14).....	46
5.5.2. Coladas basálticas y conos de tefra. (Tanganasoga).(15 y 16).....	46
5.6. EMISIONES RECIENTES. PETROLOGÍA.....	46
5.6.1. Coladas basálticas y conos de tefra. (17 y 18).....	46
5.7. POSIBLE ERUPCIÓN HISTÓRICA DE 1793. PETROLOGÍA.....	47
5.7.1. Coladas basálticas. (19).....	47
5.8. VOLCANISMO DE RELLENO DE EL GOLFO, EMISIONES: RECIENTES E HISTÓRICAS. GEOQUÍMICA.....	48
<b>6. HISTORIA GEOLÓGICA.....</b>	<b>53</b>
<b>7. GEOLOGÍA ECONÓMICA.....</b>	<b>55</b>
7.1. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA.....	55
7.1.1. Climatología.....	55
7.1.2. Pluviometría.....	56
7.1.3. Hidrogeología.....	56
7.2. RECURSOS MINERALES.....	58
7.2.1. Rocas Industriales.....	58
<b>8. GEOTECNIA.....</b>	<b>60</b>
8.1. ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA: CRITERIOS DE DIVISIÓN.....	60
8.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES Y GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES.....	60
8.3. RIESGOS GEOLÓGICOS.....	64
8.4. VALORACIÓN GEOTÉCNICA.....	64
8.4.1. Terrenos con características constructivas desfavorables.....	64
8.4.2. Terrenos con características constructivas aceptables.....	65
8.4.3. Terrenos con características constructivas favorables.....	65
<b>9. PUNTOS DE INTERÉS GEOLÓGICO.....</b>	<b>67</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>69</b>

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. SITUACIÓN Y ASPECTOS GEOGRÁFICOS.

La presente cartografía y memoria del Mapa Geológico Nacional, a escala 1:25.000, corresponde a la Hoja de SABINOSA (1105-III) del MTN del IGN, localizada en el sector centro-occidental de la isla de El Hierro, en el archipiélago canario.

Al Este limita con la Hoja geológica de Frontera, mientras que sus restantes límites están ocupados por el Océano Atlántico.

Los materiales que afloran en esta zona son mayoritariamente de naturaleza volcánica y en gran medida de edad muy reciente, algunos de ellos, probablemente, originados en erupciones subhistóricas. Los más antiguos, emitidos en los últimos 500.000 años, constituyen los restos del segundo edificio subaéreo de la isla - el edificio El Golfo-Las Playas - que se encuentra hoy ya muy dismantelado y destruido. En este área aflora en la zona septentrional de la Hoja, a lo largo del escarpe de El Golfo, originado como consecuencia de un gran deslizamiento gravitacional, que destruyó parte de aquel primitivo edificio. Afloramientos más reducidos de estos materiales basálticos se encuentran también en el acantilado occidental. El resto de materiales volcánicos son lavas basálticas que forman extensos malpaíses que en su mayoría se emitieron desde la zona de cumbres, cubriendo el edificio anterior, hasta alcanzar la costa a ambos lados del eje estructural occidental o dorsal topográfica en la que se articula el relieve en este sector. Las laderas meridionales de la Hoja son campos de lava con gran pendiente, que aún conservan bastante bien su morfología original, e incluso sobre ellos resaltan coladas de lava de aspecto aún más reciente que el resto. En el borde occidental de la Hoja, en el área del faro de Orchilla, existen emisiones volcánicas que, junto con otras se atribuyen al volcanismo más reciente de la isla, con una edad de unos pocos miles de años. No existen en este área depósitos sedimentarios de interés destacando únicamente, los depósitos coluvionares que recubren los escarpes de El Golfo y unos pequeños recubrimientos aluviales en Frontera.

El relieve en este territorio se caracteriza por las grandes pendientes que descienden desde la zona central hasta la costa septentrional y meridional y por lo abrupto del terreno al estar formado por ramales de coladas de lava superpuestos unos a otros. Sobre ellos se han ido encajando algunos barrancos, si bien, no alcanzan gran entidad. El rasgo más sobresaliente es sin embargo el escarpe de El Golfo, que se manifiesta en la parte septentrional de la Hoja y que constituye el accidente morfológico más importante de la isla. En esta área, sus paredes, generalmente verticales, con más de 1500 m de altura se encuentran suavizadas por las emisiones de lava que cayeron hacia la costa norte. Entre los edificios que aparecen en el ámbito de El Golfo, destaca el gran volcán de Tanganasoga.

La costa meridional es escarpada y acantilada a lo largo de todo su recorrido, con pequeñas y estrechas rasas al pie del acantilado y prácticamente sin playas o acumulaciones arenosas. Las únicas playas dignas de mención son las de la Bahía de los Reyes (playa del Verodal) y la playa de las Negras, en el acantilado occidental, así como algunas pequeñas ensenadas al pie de los conos del área de Tacorón.



La zona central, donde se localizan las máximas alturas de la Hoja se caracteriza por un clima húmedo, a menudo con lluvias y casi siempre gran parte del día cubierto por nubes. En esa área la vegetación es abundante, con extensas formaciones de pinares y comunidades de fayal-brezal, que en algunos sectores conviven con restos de laurisilva. Las vertientes meridionales más bajas se caracterizan por una mayor aridez y sequedad, al estar a sotavento y contrariamente, predominan los días despejados y de cierta insolación. Los vientos del SO son los que en este sector producen las precipitaciones más intensas y generalmente en forma de aguaceros. La vegetación es predominantemente arbustiva, poco densa y con tipos xerofíticos propios del piso basal de las islas (tabaibas, veroles, etc.).

La mayor parte del territorio cartografiado está deshabitado, quedando englobado en la Hoja, los pueblos de Sabinosa y Tigaday, ambos del municipio de Frontera, como únicos núcleos de población en la zona. La carretera general TF-912 de Valverde a Frontera y la carretera de Sabinosa hasta el cruce del Tomillar por la Dehesa (zona oeste) son las únicas vías asfaltadas. Las pistas de tierra de la Cruz de los Reyes, por la cumbre o la del cruce del Tomillar-Hoya del Morcillo, en la vertiente meridional, son también dos importantes vías de comunicación. Las pistas que existen en el área del Julán y que dan acceso a galerías de agua se encuentran en buen estado, pero están cerradas al público por ser de propiedad particular.

## 1.2. ANTECEDENTES GEOLÓGICOS.

La mayor parte de la información geológica referida al ámbito de esta Hoja se encuentra en trabajos de índole general que en mayor o menor medida abarcan el conjunto de la isla.

Las primeras referencias se encuentran en el estudio geológico de FERNÁNDEZ NAVARRO (1908), que ya hace algunas observaciones en el área e incluso toma muestras de la zona y otros trabajos posteriores FERNÁNDEZ NAVARRO (1917).

Más tarde, HAUSEN (1972) en su trabajo general sobre la isla, reconoce la monotonía de los materiales que existen en la zona y establece que la fuerte inclinación de estas laderas de El Julán se debe a un basculamiento tectónico desde una posición inicialmente horizontal. Presenta un mapa geológico a escala 1:100.000 de la isla.

BRAVO (1982) en un breve trabajo sobre el conjunto de El Hierro expone también algunas observaciones interesantes de la zona.

La principal referencia geológica es, sin embargo, el trabajo de PELLICER (1977), en cuya tesis doctoral se realiza un extenso estudio de la volcanología y geoquímica de la isla. Su mapa geológico a escala 1:50.000 de la isla, realizado junto con otros geólogos de la Facultad de Ciencias Geológicas de la UCM, es el documento cartográfico más completo que existe hasta el momento y el que habitualmente se ha tomado como base de trabajos posteriores.

La génesis del espectacular valle de El Golfo ha sido objeto de numerosos comentarios y discusiones geológicas expuestas en la mayoría de los estudios realizados en El Hierro. FERNÁNDEZ NAVARRO (1908), BENÍTEZ PADILLA (1945), BLUMENTHAL (1961), HAUSEN

(1964, 1970, 1972), PELLICER (1977), BRAVO (1982). Más recientemente, en el avance del Plan Hidrológico de El Hierro, CABILDO INSULAR DE EL HIERRO-GOBIERNO DE CANARIAS (1991), cuyo autor en lo referente a la geología fue el geólogo JOSÉ MANUEL NAVARRO, se expone la hipótesis más razonada sobre su formación. Existe también una edición reciente de este avance, publicada por el Cabildo Insular de El Hierro, NAVARRO Y SOLER (1995). Los últimos trabajos sobre este tema son los de HOLCOMB Y SEARLE (1991) y MASSON (1996), en los cuales, mediante estudios de ecosonda marina, se confirma la génesis de El Golfo a partir de deslizamientos gravitacionales.

Los aspectos tectónicos y volcanoestructurales de la isla son abordados especialmente por COELLO (1971) y ANCOCHEA *et al.* (1983), aunque de manera general aparecen referencias en todos los trabajos. Las cuestiones de carácter geomorfológico son objeto del estudio de FERNÁNDEZ-PELLO (1985, 1989). BRAVO (1968), FRANZ (1980) y GARCÍA TALAVERA *et al.* (1989) ponen de relieve la existencia de playas levantadas y depósitos paleontológicos.

Desde el punto de vista hidrogeológico, cabe citar los trabajos de DUPUY DE LOME Y MARÍN DE LA BÀRCENA (1964), BRAVO (1968), SPA/15 (1975) y el mencionado Avance del Plan Hidrológico de la isla.

Los criterios cronoestratigráficos sobre el volcanismo de El Hierro son establecidos a partir de las dataciones absolutas de ABDEL MONEM *et al.* (1972), FÚSTER *et al.* (1993) y GUILLOU *et al.* (1996), utilizando éstos últimos, también, técnicas de datación paleomagnética.

## **2. ESTRATIGRAFÍA**

La estratigrafía de la isla de El Hierro se ha establecido tanto mediante criterios de campo (estratigrafía relativa, grado de conservación de los materiales, discordancias, etc...) como gracias a los datos paleomagnéticos y geocronológicos disponibles en la bibliografía (ver apartado anterior). Además, se ha efectuado una campaña geocronológica, durante la realización de este proyecto, cuyo resumen de resultados se adjuntará en la memoria y mapa de síntesis escala 1/100.000. (Isla de El Hierro).

Según las observaciones de campo efectuadas, y de acuerdo con FUSTER *et al.* (1993) y GUILLOU *et al.* (1996), a nivel insular se puede distinguir un dominio NE, limitado por fallas, en el que predominan los materiales más antiguos. En este sector NE, correspondiente fundamentalmente a la Hoja de Valverde, debió comenzar a construirse la primitiva isla hace algo más de 1 M.a. Este primer edificio ha sido denominado como Edificio Tiñor, por GUILLOU *et al.* (*op.cit.*) o Serie antigua A de FUSTER *et al.* (1993) y en él se reconocen varios episodios limitados por discordancias. En la tabla 2.1. aparece reflejada la estratigrafía propuesta por los distintos grupos de trabajo: PELLICER (1977); FUSTER *et al.* (1993); GUILLOU *et al.* (1996); CARRACEDÓ *et al.* (1997) y su correlación con la propuesta en este proyecto (MAGNA). En esta Hoja (Sabinosa) no afloran ninguna de las unidades en que se ha dividido el Edificio Tiñor.

Después de estas emisiones del Edificio Tiñor debieron producirse grandes deslizamientos o fracturas en su flanco occidental. A continuación, la actividad volcánica se reanuda, algo más al SO, en el sentido de la gran fisura eruptiva que definen las islas de Tenerife-La Gomera-El Hierro.

Estas emisiones han sido datadas por FUSTER *et al.* (1993) y GUILLOU *et al.* (1996) en la base del escarpe de El Golfo en torno a 0,5 M.a. para el sector de las Puntas. En esta Hoja se han datado las coladas de la base del acantilado de Hoya del Verodal en 0,41 M.a. (MAGNA). Se trata de un potente apilamiento de coladas con intercalaciones de edificios piroclásticos y diques, que dio origen a la isla en sí, llegando a cubrir este segundo edificio al edificio Tiñor. Este gran edificio es conocido como edificio " El Golfo o El Golfo-Las Playas", por ser en estos escarpes donde mejor puede contemplarse su estructura interna.

Cartográficamente se han distinguido dos unidades o tramos separados por una discordancia. En el tramo inferior son más frecuentes y voluminosas las intercalaciones piroclásticas, observándose incluso conos hidromagmáticos como los que aparecen en el sector occidental de la Hoja. El tramo medio-superior es eminentemente lávico y además se observa una cierta diferenciación magmática. Concretamente se han muestreado traquibasaltos, traquitas máficas y traquitas. Estas últimas coladas han sido datadas por GUILLOU *et al.* (1996) en 176.000 años (Hoja de Valverde). En las etapas finales de la construcción de este edificio, se debió producir un gran deslizamiento en el sector SO que aunque actualmente no tiene expresión morfológica. Sí puede intuirse geomorfológicamente por la extraña ausencia de materiales de este edificio y la enorme potencia que alcanzan las lavas del volcanismo de las dorsales, en la zona de El Julán. Además, en estudios realizados en la plataforma continental por HOLCOMB y SEARLE, 1991. Comprueban la existencia de depósitos de debris-avalanche en ese sector de la isla.

Se han asignado a esta unidad (volcanismo de las dorsales o ejes estructurales) lo que tradicionalmente era conocido como Serie Intermedia (PELLICER 1977) o Serie Indiferenciada de NAVARRO y SOLER (1995). Las primeras coladas de esta unidad han sido datadas por GUILLOU *et al.* (1996) en 158.000 años, existiendo una actividad casi continua hasta nuestros días. Ahora bien, a efectos cartográficos y geomorfológicos se consideran de esta unidad, aquellos materiales que se emiten en el lapso de tiempo existente entre los deslizamientos de El Julán y El Golfo. Evidentemente, este criterio puede ser algo subjetivo pero parece bastante útil.

Según se observa en la tabla 2.1, de todas las unidades distinguidas en la isla, se han remarcado en negrita, las que afloran en la Hoja que como ya se comentó, son todas las que afloran en la isla, salvo las unidades del Edificio Tiñor.

<b>PELLICER (1977)</b>	<b>FUSTER et al. (1993)</b>	<b>GUILLOU et al (1996); Y CARRACEDO et al. 1997</b>	<b>MAGNA (1996-97)</b>
SERIE RECIENTE	SERIE RECIENTE	VOLCANISMO DE RIFT	EMISIONES RECIENTES
SERIE INTERMEDIA B A	SERIE INTERMEDIA A		EMISIONES SUBRECIENTES
			VOLCANISMO DE RELLENO DE EL GOLFO Deslizamiento de El Golfo VOLCANISMO DE LAS DORSALES (S.S) Deslizamiento de El Julán
SERIE ANTIGUA	SERIE ANTIGUA	EDIFICIO EL GOLFO	EDIFICIO "EL GOLFO-LAS PLAYAS"
			Tramo Medio-Superior Tramo Inferior
		Deslizamiento (post. Tiñor)	
		EDIFICIO VOLCÁNICO "EL TIÑOR"	Grupo de Volcanes VENTEJIS
			Tramo medio-"Tabular"
		Tramo de coladas con fuerte buzzamiento	Tramo inferior

TABLA 2.1. CORRELACIÓN VOLCANOESTRATIGRÁFICA

## 2.1. EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS.

Este edificio, según las dataciones radiométricas de que se dispone, es el segundo gran edificio subaéreo que configura la parte emergida de la isla de El Hierro. Surgió hace unos 500.000 años, GUILLOU *et al.* (1996), y se supone que se apoya en el flanco occidental del edificio Tiñor (hojas de: Valverde, y Frontera), cronológicamente anterior a él, el cual en esos momentos ya debía estar en una fase avanzada de desmantelamiento y destrucción.

En el área cartografiada el edificio El Golfo-Las Playas no adquiere una gran representación, por un lado, al haberse desmantelado parcialmente y por otro, por estar prácticamente recubierto por materiales más jóvenes que, a grandes rasgos, han configurado mayoritariamente el resto del edificio volcánico insular tal como se presenta hoy en día. Los afloramientos de ese primitivo edificio aparecen en el escarpe superior de la gran depresión de El Golfo, en el tercio más septentrional de la Hoja, cuyo origen es el responsable de su desaparición, y en el acantilado occidental de la isla.

Dos tramos parecen distinguirse en la secuencia volcánica expuesta de ese edificio, bien a partir de dataciones radiométricas y en menor medida también a partir de la cartografía geológica.

### 2.1.1. Tramo inferior. Edificios hidromagmáticos (2)

El tramo inferior aflora en la base del escarpe de El Golfo, en el sector de Sabinosa, parcialmente recubierto por materiales volcánicos posteriores y por los depósitos de ladera.

Este tramo se caracteriza, a lo largo de todo el edificio, por la mayor representación de edificios y depósitos piroclásticos con respecto al tramo superior. En el área de la Hoya del Verodal existen, en la base del acantilado, dos edificios piroclásticos de carácter hidromagmático, que deben representar los primeros estadios de emersión de la isla. Afloran escasamente debajo de coladas basálticas del tramo superior, que se apoyan sobre ellos de manera discordante. En gran parte se hallan recubiertos también por derrubios de ladera.

Los edificios están constituidos por una toba palagonítica, de tipo "wet surge", con estratificación masiva a gran escala, si bien se aprecian niveles cineríticos muy finos, que definen cierta laminación, aunque no afecta a todo el conjunto. La fracción de líticos densos es del orden de 30-40%. Son de composición basáltica, subangulosos y subredondeados, con tamaños entre 1-2 mm hasta 25-30 cm, siendo el tamaño medio de 8-12 cm. Los edificios presentan una coloración amarillenta debido a la palagonitización del piroclasto. Están cubiertos por depósitos piroclásticos basálticos oscuros, típicos de fases explosivas subaéreas.

### 2.1.2. Tramo inferior. Diques básicos (1), coladas basálticas "s.l." (3), intrusivos (4) y edificios de tefra basálticos.(5)

Se describen conjuntamente en este epígrafe, las coladas del tramo inferior junto con su red filoniana y los conos de tefra que aparecen entre el apilamiento lávico. Esta unidad está constituida básicamente por apilamientos de coladas basálticas olivínicas y olivínico-piroxénicas con algunos centros de emisión enterrados, muy desmantelados. El conjunto del apilamiento

to muestra un suave buzamiento hacia el sur-suroeste. Las coladas de lava son de espesores variables, mayoritariamente entre 1 y 3 m, si bien se intercalan algunas unidades más potentes. Son masivas y coherentes, con disyunción columnar en sus partes internas, mientras que en base y techo su carácter es más escoriáceo. También se encuentran tipos "pahoehoe", más delgados y vesiculares, que al apilarse dan un aspecto estratificado y tabular. La vesicularidad es variable de una parte a otra de las coladas y no suele encontrarse rellena por productos secundarios. Son rocas oscuras y porfídicas, con abundantes fenocristales de olivino, a veces también de piroxeno, destacando en una matriz muy afanítica. A menudo los tipos son afaníticos o muy débilmente porfídicos.

En el escarpe de la playa de la Madera se observan algunos centros de emisión piroclásticos e incluso una masa lávica intrusiva, relacionada con cuerpos subvolcánicos.

Los edificios de tefra no son muy abundantes, al menos en este sector y los presentes están siempre muy oxidados y destruidos. Están formados por lapilli y escorias gruesas, con bombas volcánicas intercaladas.

El apilamiento está atravesado por una red filoniana relativamente densa y uniforme, formada por diques basálticos, a veces de largo recorrido y orientaciones de tendencia E-O (N-85°-110°E) para el sector occidental, y de tipo NO-SE (N110°-140° E) para el resto; con buzamientos subverticales. Su espesor es variable, oscilando entre 1,5-2,5 m por término medio, pero se encuentran también digitaciones mucho más delgadas.

### 2.1.3. Tramo superior. Coladas y escorias basálticas (6) y edificios de tefra basálticos "s.l"(7)

No existe una clara discordancia entre los materiales de este tramo y los del anterior, salvo, quizás, en puntos muy localizados, lo que significa que la emisión de ambos fue relativamente continua, sin grandes "lapsus" de tiempo entre ellos. La red filoniana menos intensa y el tipo de coladas, aunque no su composición, además de las dataciones disponibles en el sector oriental de El Golfo, permiten, no sin dificultades, establecer una separación en dos tramos de este edificio. Las condiciones de observación, por la densa vegetación existente en las laderas de Sabinosa, Mencáfete, etc, contribuye aún más a dificultar la delimitación de ese contacto, por lo que en la cartografía se ha incluido como supuesto.

Los materiales asignados a este tramo son igualmente coladas basálticas (s.l.), con tipologías olivínicas y olivínico-piroxénicas. Morfológicamente son lavas aa, muy escoriáceas y vesiculares, con desarrollo irregular de disyunción columnar en sus partes internas. Existen también tipos "pahoehoe" intercalados con los tipo "aa", mucho más delgados, pero a veces forman apilamientos de gran altura, como se observa en algunos puntos de la carretera TF-912, de Valverde a Frontera, en el tercio oriental de la Hoja. Es de destacar que a lo largo de gran parte del escarpe superior, predominan los paquetes de escorias, a menudo muy potentes, con intercalaciones menores de lavas, lo que parece indicar la elevada concentración de centros de emisión piroclásticos en estas partes altas del edificio. En ocasiones estas unidades lávicas intercaladas, más masivas y compactas, dan resaltes morfológicos de cierta continuidad, que a primera vista, y de lejos, pudiera pensarse que se trata de diques.

El conjunto muestra un buzamiento de 5-10° hacia el sur-suroeste, definiendo, a grandes rasgos, un edificio periclinal.

En algunas partes de la pared (frente al volcán Tanganasoga), el material parece brechificado y roto, aunque la observación es puntual, debido a la densa vegetación de la zona, que no permite una mayor precisión. En esta zona, se han encontrado, incluso, fragmentos de basaltos plagioclásicos muy vesiculares, tipología petrográfica no demasiado abundante en este edificio.

En el acantilado marino de Bahía de los Reyes, playa del Verodal, etc, se observa relativamente bien esta sucesión de materiales, en este caso subhorizontal y con amplio predominio de coladas de lava, interrumpidas localmente por algún nivel de escorias.

La red filoniana no es densa, con diques basálticos de orientación N100-120° E. y hasta N140°E. Esta orientación es casi paralela a la del acantilado por lo que los diques pasan con frecuencia desapercibidos pues no resaltan, por lo que la densidad real puede ser algo mayor que la cartografiada. Algunos diques parecen llegar hasta la parte superior de estos escarpes, correspondiendo a conductos de emisión de los aparatos volcánicos de emisión más recientes. En general los diques visibles que atraviesan a este conjunto superior son aparentemente menos numerosos que los que cortan al tramo inferior. Son diques igualmente basálticos y de orientaciones similares. A la altura del P.K. 27 de la carretera Valverde-Frontera, se observan varios de estos diques, con direcciones N-110-140°E, siendo algunos de ellos de gran espesor.

## 2.2. VOLCANISMO DE LAS DORSALES.

El volcanismo de las dorsales o de rift corresponde al conjunto de erupciones que han surgido a lo largo de bandas o franjas, también llamadas ejes estructurales, que en el caso de El Hierro, configuran un sistema triple con ángulos de 120° entre sí convergentes en la zona central de la isla. Es a lo largo de estos tres ejes, donde se ha concentrado la actividad eruptiva en los últimos 150.000 años, configurando una isla de planta triangular y perfil piramidal. Con las sucesivas y repetidas erupciones en el tiempo, la isla fue creciendo en altura desde dichas franjas y la llegada de los materiales volcánicos al mar, emitidos hacia ambos lados de los ejes, extendió progresivamente la superficie de la isla.

En estos sectores convergen la dorsal topográfica occidental y la meridional, aunque dicha intersección corresponde a un punto hoy desaparecido como consecuencia de la pérdida de una porción de la isla al formarse el valle de El Golfo.

En superficie estas bandas o dorsales topográficas se manifiestan por la alineación de centros de emisión, tal como las que se observan en la parte occidental y centro oriental de la Hoja (alineación M<sup>na</sup> Tenaca, la Virgen, M<sup>na</sup> los Picos, etc.). En profundidad, se corresponden con una red de diques y fracturas cuya densidad es mayor en la zona axial y decrece gradualmente hacia ambos lados.

Este esquema volcanoestructural no es propio de El Hierro, sino que se repite en otras islas del archipiélago, como Tenerife, también con tres ejes convergentes entre sí a 120° en la zona central de la isla (Las Cañadas del Teide), y en La Palma.

## 2.2.1. Volcanismo de las Dorsales indiferenciado

### 2.2.1.1. Coladas basálticas, traquibasálticas, basaníticas y tefríticas (8); edificios de tefra (9); y depositos piroclásticos basálticos de dispersión (10).

Las emisiones del volcanismo de las dorsales están cortadas por el escarpe del valle de El Golfo, lo que significa que este valle se generó con posterioridad a ellas. El buzamiento que presentan estos materiales a lo largo del escarpe de El Golfo es generalmente hacia el sur, si bien adquieren una disposición periclinal respecto del eje central, indicando, además, que su centro de emisión tuvo que estar localizado más al norte y a mayor altura, en esa parte de la isla hoy ocupada por la depresión de El Golfo. Igualmente, en la costa meridional y occidental presentan un fuerte retroceso, generándose sobre ellos acantilados de gran altura, con estrechas rasas en su base.

Los materiales emitidos son mayoritariamente coladas de lavas basálticas, que en su desplazamiento hacia la costa alcanzan fuertes inclinaciones, al irse adaptando al relieve previo. La morfología que presentan es la de las típicas lavas aa, formando extensos y potentes morrenas o costillares, con taludes de gran altura. Superficialmente muestran una disposición caótica de bloques, placas y cascotes de lava escoriáceos más o menos sueltos y heterométricos, mientras que en el interior la estructura es más compacta y masiva, desarrollando, a menudo, disyunción columnar verticalizada. Cuando son cortadas por el encajamiento de los barrancos que poco a poco han ido incidiendo estos materiales, se observan espesores de coladas individuales 2 ó 4 m y en algún caso de 8 a 9 metros.

Es frecuente observar perfectamente los "levees" o paredes laterales de estos lóbulos, que canalizan así en su interior la corriente lávica a lo largo de su recorrido, al mismo tiempo que servían de protección frente al enfriamiento. De esta manera, junto con tasas eruptivas elevadas y cierta fluidez, posibilitaron un mayor avance de las coladas. Los ramales de las distintas corrientes se van superponiendo unos a otros, adaptándose y truncando lóbulos de emisiones anteriores de la propia erupción, configurando extensos malpaíses, que hacen de este sector un vasto campo de lavas, relativamente homogéneo y monótono.

Otro carácter morfológico típico es la presencia de tubos volcánicos, en la isla denominados "juaclos", desarrollados bajo estas lavas y puestos de manifiesto, únicamente en el corte ocasionado por algún barranco o por el desplome de parte de su techo ("jameos"). Los observados no son de grandes dimensiones (del orden de 5-6 metros de altura y recorridos de algunas decenas de metros), si bien en profundidad deben existir otros de mayores dimensiones. Su formación ha contribuido también, sin duda, a que algunas de estas emisiones de lava hayan alcanzado mayor recorrido.

Entre unas y otras emisiones existen a veces cortos "lapsus" de tiempo, y que han quedado reflejados en pequeñas discordancias angulares y paleorrelieves de escasa entidad. A pesar de ello se puede decir, que se sucedieron muy rápidamente, sin interrupciones prolongadas y, en general, de manera bastante continuada, además con tasas eruptivas elevadas. En conjunto los malpaíses presentan una morfología similar y con grados de erosión parecidos, y así, atendiendo a este factor es posible distinguir áreas de aspecto más antiguo de otros más recientes, si bien su cartografía completa no es posible por falta de definición sobre todo hacia las zonas de cumbre, donde ya es imposible la diferenciación, por criterios de campo.



Según esto, parece que las emisiones más tardías de la Hoja se reflejan en el sector oriental, asociadas al eje estructural que se extiende hacia el sur (erupciones subrecientes y recientes). Estas erupciones aunque en la cartografía se han distinguido aparte, pertenecen realmente al volcanismo de las dorsales de la isla.

A escala de detalle, las lavas son oscuras, vesiculares y de carácter porfídico, a veces con un alto contenido en fenocristales de olivino y piroxeno. A menudo se observan estrías de ficción entre los bloques de cascotes, reflejando una cierta viscosidad dentro de la relativa fluidez de estos materiales basálticos. En algún caso se han observado nódulos duníticos incluidos en la lava, con tamaños de 1 a 8 cm, como por ejemplo, en los alrededores del barranco de los Pimpollos.

Aunque la mayor concentración de aparatos eruptivos estuvo localizada en la zona de cumbreras, a lo largo del eje de la dorsal, fuera de él surgieron edificios que emitieron sus coladas de lava. Muchos de estos fueron rodeados o enterrados por las lavas procedentes de mayor altura y hoy pueden observarse en los cortes proporcionados por determinados barrancos, si no, de lo contrario, pasarían desapercibidos. Igualmente, en las galerías de captación de aguas subterráneas excavadas en la zona pueden ser interceptados.

En el extremo occidental de la dorsal existe un gran número de centros de emisión que destacan por encima de los malpaíses y muchos de ellos forman alineaciones volcánicas, con orientaciones diversas, subparalelas entre sí, que reflejan la orientación general del eje estructural sobre el que se emplazaron. Algunas de estas fisuras parecen haberse reactivado en tiempos más recientes, dando lugar a aportes eruptivos de edad reciente, como los de M<sup>na</sup> de las Calcosas y las de la Orquilla, ambas en el extremo de la dorsal. Las orientaciones más significativas de este sector occidental son las que se sitúan en el rango de N 55-75°E coincidentes, con algunas de las indicadas por ANCOCHEA *et al.* (1983), quienes analizan todas las alineaciones volcánicas de la isla utilizando un modelo matemático mediante ordenador.

Por otro lado, los centros de emisión situados en el lado oriental de la Hoja muestran alineaciones cuyas orientaciones se inscriben en la dirección general de la dorsal meridional.

Los edificios piroclásticos presentan todos prácticamente las mismas características morfológicas, variando únicamente en sus dimensiones, y en cierta medida en el grado de conservación. Están compuestos por mantos de lapilli con fracciones de diferentes granulometrías, alternando con niveles de escorias y bloques, a veces de gran tamaño, sin selección ni ordenación. Las bombas se intercalan también en los depósitos, presentando formas variadas (alargadas, en huso, estiradas, esféricas...). En conjunto los depósitos muestran un grado de compactación y apelmazamiento elevado, además de una oxidación generalizada, si bien en un gran número de centros de emisión la coloración del piroclasto es negra y el depósito está suelto o con escasa consistencia.

Las morfologías más frecuentes suelen ser las circulares, con embudos o cráteres en sus partes centrales y en ocasiones se presentan asociaciones de varios edificios superpuestos unos a otros con diferentes bocas eruptivas, grupo de M<sup>na</sup> de la Virgen, Mercadel, etc, indicando que constituyeron centros de emisión relativamente importantes. En algún caso se presentan

formando una fisura alargada. Son frecuentes los salideros menores, en forma de coneletes u hornitos de spatter, de pequeño tamaño, como se observa en la Dehesa, Hoya de los Carites, zona de M<sup>na</sup> de la Empalizada, etc. En las secciones de los barrancos es posible observar centros de emisión enterrados por coladas procedentes de zonas más elevadas y ya bastante desmanteladas.

El área de dispersión de piroclastos de todos estos edificios no se restringe a sus zonas más próximas, sino que abarca una enorme superficie dentro de esta Hoja. Los depósitos de mayor importancia se extienden a lo largo de toda la zona de cumbres, desde los escarpes septentrionales hasta cotas del orden de 500 y 600 m en las laderas meridionales. Recubren materiales lávicos emitidos desde estas zonas de rift y los espesores que alcanzan son muy variables, observándose desde varios metros (2-4 m) hasta débiles recubrimientos peliculares, inferiores al metro. En la zona de cumbre, a lo largo de la pista de la Cruz de los Reyes hacia el oeste y también en la pista inferior (Hoya del Morcillo- El Tomillar) es donde mayores espesores de piroclastos se observan, con fuertes buzamientos, bien estratificados y escaso grado de consolidación. Su acumulación en estas zonas enmascara la probable existencia de mayor número de centros de emisión. En general la granulometría de estos depósitos de dispersión es bastante homogénea, del orden de 0,5-1 cm, como corresponde a depósitos seleccionados durante el transporte eólico. En algunos lugares estos depósitos están bastante alterados y muestran ya un cierto grado de edafización.

Es frecuente que entre estos niveles piroclásticos de tipo lapilli aparezcan nivelillos o pasadas centimétricas de fracciones piroclásticas y arenosas, pulverizadas, es decir, de grano muy fino, correspondientes a pulsos o fases freatomagmáticas que se desarrollaron alternativamente con las fases puramente magmáticas de todos estos procesos eruptivos. Presentan coloraciones más grisáceas y amarillentas y se suceden alternativamente a lo largo de toda la secuencia piroclástica de dispersión.

#### *2.2.1.2. Depósitos piroclásticos freatomagmáticos de la Virgen de los Reyes. (11)*

Estos depósitos afloran en la trinchera de la carretera, entre la M<sup>na</sup> de la Virgen (próximo a la entrada al santuario) y la de Tembárgena, a una cota de 690 metros sobre el nivel del mar. Detrás de la carretera, existe un pequeño sacadero, donde se ha extraído este material, permitiendo apreciar también su estructura interna.

Están constituidos por un material arenoso de grano fino, formado por cantitos milimétricos, con estratificación paralela o subparalela en finas capas que muestran una débil y poco apreciable ondulación. A escala de afloramiento se observa también esta ondulación del depósito y la penetración del paquete superior en otro inferior. Estas capas presentan, igualmente, una laminación cruzada de bajo ángulo, que a menudo es deformada por líticos de mayor tamaño. Algunas láminas tienen mayor concentración de líticos y de mayor tamaño (centimétricos). Los líticos son generalmente basálticos (olivínico-piroxénicos) y traquibasálticos, casi siempre densos, pero también se encuentran fragmentos vesiculares comagmáticos, típicos de los materiales del edificio El Golfo-Las Playas. Además se han observado líticos de 40-80 cm de tamaño, escorias y bombas volcánicas de hasta 30-40 cm, que denotan una cierta proximidad del centro de emisión, el cual podría tener relación con la M<sup>na</sup> de los Humilladeros.

El depósito tiene un espesor visible de 1,80 metros y presenta un suave buzamiento hacia el SO.

### 2.2.1.3. Depósitos piroclásticos de tipo "surge" y pómez sálicos. (12)

Los únicos depósitos piroclásticos de composición sálica encontrados en la isla se localizan en lo alto y alrededores del vértice Malpaso (1.503 m), habiendo sido citados ya por PELLICER (1977).

Se trata de niveles decimétricos de un material cinerítico de color grisáceo, finamente laminados y con ondulaciones características, de composición traquítica. Se asocian a ellos niveles también cineríticos de naturaleza arenosa, que con espesores inferiores a 50 cm se extienden por esa zona elevada. Igualmente llevan consigo, niveles centimétricos de fragmentos de pómez de tamaño lapilli, muy vesiculares y coloración clara, en los que destaca algún fenocristal de feldespatos. Cubriéndolos existen depósitos de lapilli negro, de casi un metro de espesor. Fragmentos de pómez sueltos han sido localizados en escombreras de pozos para agua excavados en el valle de El Golfo.

El origen de estos depósitos es incierto, atribuyéndolo PELLICER (*op.cit.*) a un episodio explosivo posterior al volcán Tanganasoga. Sin embargo, según las observaciones de campo realizadas, parece más lógico pensar que este volcán (Tanganasoga) constituye una resurgencia posterior a la explosión que originó estos depósitos, y así se ha indicado en la leyenda.

## 2.2.2. Volcanismo de relleno de El Golfo

### 2.2.2.1. Coladas basálticas "s.l.", basaníticas y tefríticas (13) y edificios de tefra (14).

El volcanismo Post Golfo incluye aquellas emisiones volcánicas que han tenido lugar en el ámbito del valle de El Golfo, originados como consecuencia de la fuerte descompresión litostática que supuso el derrumbamiento de esta parte del edificio insular y la consiguiente formación del valle.

La mayoría de los centros de emisión surgidos se localizan en las escarpadas laderas de la cabecera del valle, próximos o dentro del eje estructural, donde, como ya señalan NAVARRO y SOLER (1995), se concentra la mayor actividad eruptiva en ese momento de la evolución volcanológica de la isla.

Este volcanismo es predominantemente efusivo, con emisiones masivas de lava que fluyeron hacia la costa, provocando su avance en más de 3 km, y rellenando el valle, en algunos lugares con un espesor del orden de los 300 m, NAVARRO y SOLER (*op.cit.*)

Los centros de emisión y las coladas de lava tienen un aspecto bastante reciente, por lo que estas emisiones deben ser bastante jóvenes, posiblemente holocenas. Los conos, volumétricamente reducidos en relación con las lavas emitidas, no alcanzan gran desarrollo morfológico debido a su incapacidad para crecer en laderas tan pronunciadas que hacían inestable la acumulación de la tefra alrededor de los salideros. Así, sólo algunos (M<sup>na</sup>. Tamasina, El

Brezal, M<sup>ña</sup> Colorada y La Caldereta), presentan cráteres circulares y morfologías típicas, mientras que en la mayoría de los casos, el edificio no llega a desarrollarse. Su número es probablemente mayor que los cartografiados en la Hoja, por un lado, porque muchos de ellos quedaron enterrados por lavas procedentes de mayor cota y, por otro, la vegetación de esta zona de cabecera del valle hace que posiblemente algunos pasen desapercibidos. La M<sup>ña</sup> Tamasina es un cono piroclástico formado esencialmente por lapilli de 1 a 2 cm de tamaño, con intercalaciones de fracciones más gruesas, así como de escorias y bombas volcánicas, estas últimas con formas diversas y tamaños del orden de 20 a 50 cm.

Las emisiones debieron sucederse en un período de tiempo relativamente rápido, pues entre ellos no se observan grandes discordancias ni fuertes contrastes morfológicos. En algunas zonas del norte de la Hoja, sí se aprecian, sin embargo, hechos que ponen de manifiesto cierta temporalidad relativa entre ellas. Las coladas presentan morfologías típicas aa, son muy escoriáceas en superficie y en la base y en sus partes internas son más masivas y coherentes, con cierta vesicularidad. Se emitieron en forma de morrenas de bloques y cascotes sueltos con taludes frontales y laterales pronunciados, alcanzando espesores de 2 a 6 m, como se puede observar en zonas distales, ya en la Hoja de Tigaday. Las partes internas, a veces no superan los 2 m de espesor. En los malpaíses se conservan aún las morfologías originales prácticamente intactas, tales como lavas cordadas, levees o paredes de canales de lava, superficies irregulares, tubos subterráneos, etc. Estos últimos se desarrollan en zonas más llanas, como ocurre en la zona del poblado de Guinea.

Los tipos de lava “pahoehoe” son menos frecuentes pero existen y en algunos casos son muy espectaculares, como los que se observan en la carretera de Tigaday a Sabinosa, a la altura del topónimo La Tabla. Presentan superficies retorcidas, en tripa, pequeños tubos volcánicos, lóbulos digitados, etc.

Composicionalmente, son rocas basálticas olivínicas-piroxénicas, de matriz afanítica.

#### *2.2.2.2. Volcán Tanganasoga: Coladas del edificio Tanganasoga (15) y Conos de tefra (16)*

El volcán más sobresaliente de este conjunto de erupciones Post Golfo es el Tanganasoga, localizado en la mitad occidental del escarpe del valle de El Golfo y debe corresponder a uno de los episodios finales del relleno lávico del mismo.

Surgió en la parte alta del valle, en una zona donde existe un retranqueo en el arco del escarpe, originado como consecuencia de un proceso volcánico que probablemente dió lugar a una pequeña caldera, hoy ya retocada morfológicamente y parcialmente rellena por las emisiones del propio Tanganasoga. Asociando los depósitos piroclásticos freatomagmáticos y pumíticos dispersos por la zona de la cumbre, con la formación de esa supuesta caldera y, al mismo tiempo, teniendo en cuenta la datación C-14 de 6000 años realizada en esos mismos depósitos, PELLICER (1979), se puede considerar la erupción del Tanganasoga como contemporánea a las de edad reciente del resto de la isla, aunque en este caso, confinada al valle de El Golfo. No obstante, el edificio actual es la culminación de repetidas erupciones volcánicas desarrolladas en el seno de dicha caldera, debidas a una resurgencia de la actividad magmática en su interior y probablemente ha funcionado durante un dilatado espacio de tiempo.

Está constituido por varias bocas eruptivas alineadas según una fisura norte-sur, configurando en conjunto un edificio compuesto de grandes dimensiones.

Las coladas de lava surgen de su base y cayeron inmediatamente por la fuerte pendiente de las laderas del valle hasta alcanzar la costa, superponiéndose a emisiones post Golfo anteriores. En las partes distales es donde mejor se aprecia su morfología aún poco retocada, con grandes lóbulos y morrenas de cascotes y bloques. Junto al cono existe un malpais de aspecto muy reciente, sin casi recubrimientos vegetales, que parece corresponder a una última emisión surgida de un salidero en la base oriental del edificio.

### 2.2.3. Emisiones recientes.

#### 2.2.3.1. Coladas basálticas "s.l", basanitas, foiditas, etc. (17) y edificios de tefra (18)

Dejando a un lado la posible erupción histórica de 1793 (que se describirá en el siguiente epígrafe), HERNÁNDEZ-PACHECO (1982), los episodios más recientes del volcanismo insular están representados en los extremos de los ejes estructurales. En esta Hoja, ocupan el sector occidental, (Faro de Orchilla), donde alcanzan una extensión considerable.

Se trata, generalmente, de un volcanismo de carácter basáltico, definido por mecanismos eruptivos estrombolianos y que se manifiestan, a menudo, por la alineación de centros volcánicos según directrices fisurales bien definidas, que ponen de manifiesto las pautas estructurales y tectónicas según las que se ha ido construyendo la isla.

Los volcanes del área de Orchilla están formados por dos conjuntos de edificios, M<sup>ña</sup> de las Calcosas y M<sup>ña</sup> de la Orchilla.

M<sup>ña</sup> de las Calcosas. Es un edificio piroclástico emplazado sobre coladas basálticas del tramo superior del edificio El Golfo-Las Playas, en el acantilado costero primitivo de la costa occidental de la isla. Está formado por depósitos de lapilli, escorias, bloques y bombas, en conjunto relativamente apelmazados y con fracciones muy heterogéneas. Desde este centro de emisión surgieron coladas de lava que cayeron en cascada hacia el mar, formando una extensa plataforma costera o "isla baja", que aumentó la superficie insular. Son coladas "aa", muy escoriáceas en superficie y en la base, masivas y coherentes en su parte interior, donde exhiben cierto diaclasado columnar, si bien, escasamente desarrollado. Superficialmente están formadas por cascajo y bloques o placas poco cohesionadas entre sí. El espesor medio del conjunto de cada unidad lávica es de 1 a 3 metros.

El otro conjunto volcánico de la zona está formado por la M<sup>ña</sup> de la Orchilla, que constituye la boca eruptiva principal, y los edificios menores de M<sup>ña</sup> Quemada y Montañita Negra, todos los cuales han emitido coladas de lava que alcanzaron la línea de costa.

M<sup>ña</sup> de la Orchilla. Es un gran edificio de tefra con dos cráteres principales en su cima, al que se le asocian otras bocas o salideros menores localizados en su perímetro y que en conjunto se disponen alineados según una directriz N80°E. Está constituido por lapilli, escorias, bloques y bombas, relativamente apelmazadas y de composición basáltica.

El salidero de M<sup>ña</sup> Negra, situado en las laderas al norte del anterior edificio, en la Hoya del Faro, es una fisura eruptiva, con una orientación paralela a la de los cráteres de Orchilla. De ella surgieron lavas "pahoehoe", con morfologías tubulares y digitadas, que se canalizaron hasta el mar rodeando a la M<sup>ña</sup> de la Orchilla.

El resto de las bocas eruptivas muestran también acumulaciones piroclásticas.

Las coladas de lava de todos estos edificios son de características similares y siempre llegan a alcanzar la costa, cayendo con fuertes inclinaciones por las laderas hasta horizontalizarse en las proximidades del mar. En algunos puntos es posible observar cómo se apoyan sobre coladas de episodios volcánicos anteriores, como ocurre a lo largo del acantilado junto al faro de Orchilla.

La morfología de las lavas está aún perfectamente preservada, formando un extenso malpais con morfologías de lavas "aa y pahoehoe" típicas. Las primeras dan lugar a superficies escoriáceas e irregulares con bloques y cascotes sueltos en superficie, mientras que en el interior la lava es más compacta y masiva. Los espesores visibles de los flujos lávicos son del orden de 1 a 3 metros. Los tipos "pahoehoe" son lavas menos potentes, vesiculares y generalmente desarrollan multitud de tubos volcánicos con dimensiones desde escasos centímetros hasta escala métrica, como se observa en las inmediaciones del faro. En superficie son frecuentes las formas cordadas y retorcidas, a menudo con agrietamientos longitudinales, por donde salen algunos reflujos de lava. Los espesores individuales de estas unidades habitualmente son inferiores al metro y cuando se ven en sección se observa un apilamiento tabular estratificado.

En general son rocas oscuras, porfídicas, con fenocristales de olivino frescos y con una vesicularidad alta.

#### 2.2.4. Posible erupción histórica de 1793

##### 2.2.4.1. Coladas basálticas. (19)

En el año 1793 tuvieron lugar una serie de fenómenos sísmicos, de mayor intensidad en la zona occidental de la isla, que fueron recogidos en numerosos documentos de la época: Aunque en ninguno de ellos se hace referencia expresa a la existencia de una erupción volcánica asociada a esos temblores, algunos autores, teniendo en cuenta los relatos de dicha documentación y trabajos geológicos de campo en la zona, han llegado a suponer que en esa fecha pudiera haber tenido lugar una pequeña erupción volcánica.

Basándose en relatos de la época, recogidos por el historiador "herreño" DARIAS y PADRÓN, BRAVO (1968) asocia estos terremotos con una posible erupción volcánica submarina en las inmediaciones de El Golfo. Posteriormente, analizando la documentación bibliográfica antigua y a través de un detallado estudio geológico y volcanológico de las zonas de volcanismo reciente de la isla más próximas a donde tenían lugar esos movimientos sísmicos, HERNÁNDEZ-PACHECO (1982) localiza la posible área de erupción en la plataforma costera de la Hoya del Verodal, al pie de los acantilados, en el lugar denominado Lomo Negro.

Dicho autor aporta una serie de pruebas, que según él, demuestran que efectivamente tuvo lugar una erupción volcánica en esa época y la confirma con una datación C-14, en la que obtuvo una edad de 1800 años (d.J.C.) la cual coincide prácticamente con la fecha de 1793. Por el contrario, ROMERO (1991), en su estudio de las erupciones volcánicas históricas del archipiélago canario, descarta la existencia de dicha erupción y pone en duda, de manera más o menos razonada, los argumentos de HERNÁNDEZ-PACHECO (*op.cit.*).

A pesar de las dudas que puedan surgir, el lugar propuesto por HERNÁNDEZ-PACHECO (1982) tiene, no obstante, todas las características para haber resultado de una erupción extremadamente reciente o histórica.

El malpaís de esta supuesta erupción de 1793 está formado por lavas basálticas de morfologías "aa", con grandes bloques escoriáceos, vesiculares y a veces poco cohesionadas entre sí. Existen también morfologías "pahoehoe" con características superficies cordadas, retorcidas, formas en tripas, etc. Desde el punto de vista macroscópico, son lavas porfídicas, con abundantes fenocristales de olivino y piroxeno. Las coladas de lava se abrieron en abanico desde el salidero principal y se emplazaron sobre otro malpaís reciente anterior, muy similar a él y salvo en puntos concretos, como indica HERNÁNDEZ-PACHECO (*op.cit.*), no debió alcanzar la costa. Del malpaís anterior quedan algunas ventanas o islotes entre la superficie lávica de esta nueva erupción. La superficie cubierta por la lava es del orden de 0,36 km<sup>2</sup>.

El centro de emisión principal de estas lavas es una grieta eruptiva de orientación N30°E, situada al pie de un edificio de tefra anterior; junto al cruce triple de carreteras a la playa del Verodal, la Dehesa y Sabinosa.

Señala HERNÁNDEZ-PACHECO (*op.cit.*) que existe también un pequeño salidero de tipo hornito, junto a esta fisura y de unos 3-4 m de profundidad, formado por escorias y fragmentos apelmazados.

### 2.3. FORMACIONES SEDIMENTARIAS RECIENTES.

#### 2.3.1. Depósitos de ladera y coluviones. (20)

Los únicos depósitos de ladera de importancia en este área se han desarrollado en las laderas y escarpes más prominentes y donde no ha habido una actividad volcánica muy reciente, que los hubiera podido recubrir, tal y como se observa en algunas zonas del valle de El Golfo. Así, donde mayor entidad adquieren es a lo largo de todo el escarpe de El Golfo, donde aparecen adosados al relieve de coladas de este Edificio (El Golfo-Las Playas).

Estos depósitos constituyen abanicos de materiales detríticos groseros, a menudo coalescentes unos con otros o bien individualizados, con gran pendiente en cabecera, mientras que en las partes distales ésta es menor y pueden llegar a horizontalizarse. Con frecuencia están seccionados por barranqueras, que ponen al descubierto su constitución interna y su formación, a veces, por episodios de aporte diferentes. Están compuestos por fragmentos angulosos y subangulosos heterométricos de rocas basálticas, sin selección ni ordenación interna, en una matriz arenosa, a veces algo arcillosa, que generalmente está en mayor proporción que los

cantos. La consistencia es baja y se desmoronan con relativa facilidad, si bien pueden ofrecer cortes naturales casi verticales.

### 2.3.2. Depósitos de playas. Arenas y cantos. (21)

Al igual que en el resto de la isla, este sector no se caracteriza tampoco por la presencia de playas de arena, ya que es eminentemente rocoso. Las únicas playas de cierta entidad a destacar son la playa del Verodal, en la bahía de los Reyes y la playa de los Negros, ambas en la costa occidental.

En general, son depósitos de arena de color negruzco y granulometría media-fina, formados por la descomposición de la roca basáltica circundante. La presencia de cantos es subordinada respecto de la arena. En el caso de la playa del Verodal, está formada principalmente por material piroclástico oxidado (color rojizo) procedente del edificio M<sup>ña</sup> de las Calcosas.

## 3. TECTÓNICA

La amplia representación volcánica que hay en la Hoja, permite la observación de varios de los elementos volcano-estructurales más característicos de los edificios. Salvo el edificio Tiñor, el resto de fases está representado.

Edificio El Golfo-Las Playas.- Los afloramientos del apilamiento lávico visible todo a lo largo del escarpe de El Golfo, muestran un suave buzamiento hacia el SSO, definitorio del flanco SSO del edificio, el cual se extiende mayoritariamente hacia el norte.

En el tramo inferior, la escasez de centros de emisión, pues muchos se encuentran enterrados, impide la observación de las primeras fisuras eruptivas que construyeron el edificio. Sin embargo, atravesando a ese mismo tramo, aflora una malla de diques básicos subverticales en la pared del escarpe de El Golfo. Constituye un conjunto de diques paralelos que configuran una de las tres bandas principales de rift que aparecen en la isla. Su orientación es de tendencia N110°E y convergen, junto con los otros dos rift, en la zona de cumbre de la Cruz de los Reyes, localizada hacia el sector oriental de esta Hoja.

Estructuralmente, no hay importantes diferencias entre los tramos inferior y superior, ya que no se aprecian discordancias entre ámbos. La única diferencia se encuentra en que la densidad de diques en el tramo superior es bastante menor, aumentando sin embargo las cantidades de unidades piroclásticas correspondientes a centros de emisión. El conjunto del tramo superior mantiene un ligero buzamiento de 5°-10° hacia el SSO, en continuidad con el apilamiento lávico inferior.

En menor abundancia que en el tramo inferior, afloran diques básicos subverticales atravesando las lavas en el acantilado occidental, entre Punta del Verodal y la Playa de los Negros. En esta ocasión, los diques presentan una orientación algo girada hacia el norte, como es la N85°-90°E, que participa del modelo geométrico general de convergencia en la Cruz de los Reyes, de la malla del edificio. Por tanto, se puede afirmar que esa área supone el centro geométrico eruptivo que controló, durante 300.000 años las emisiones volcánicas del edificio El Golfo-Las Playas.



Por su relativa espectacularidad, hay que mencionar el paquete de diques aflorantes en el P.K. 27 de la carretera Valverde-Frontera, que cortan la parte alta del tramo superior del edificio, con una dirección N110°-140°E. Por la orientación que presentan, participan más del rift NO-SE de La Restinga, que del brazo del rift occidental previo, pudiendo ser conductos de salida de los episodios de Las Dorsales, particularmente del volcán del Lomo de Tábano.

El Deslizamiento de El Julán.- Es uno de los elementos estructurales más sobresalientes del Edificio El Golfo-Las Playas. Hacia los 158.000 años, el flanco sur del macrovolcán colapsó desde su parte alta. La causa de la catástrofe pudo estar en el constante ascenso y empuje magmático en la parte alta de la isla, donde se localiza el centro geométrico de intersección de los "rift" laterales. El testimonio de este gran deslizamiento lo da, no sólo el arco morfológico marcado desde la zona de Orchilla hasta La Restinga, sino la presencia de depósitos de avalancha en el fondo marino a profundidades de 3400-3900 m, según demuestran HOL-COMB y SEARLE (1991). Para estos autores, el volumen perdido es de unos 100 km<sup>3</sup>, extrapolando el material aflorante hacia la zona donde el deslizamiento sahariano se le superpone.

Posterior al deslizamiento de El Julán, las coladas de Las Dorsales cubrieron totalmente la gran cicatriz, impidiendo su observación directa. Sólo en alguna galería de agua sería posible su detección.

Volcanismo de Las Dorsales.- Estructuralmente, está representado en esta Hoja uno de los tres ejes de emisión o bandas de rift, que alimentaron este volcanismo: el occidental, casi en su totalidad. Este eje está perfectamente definido por los lineamientos o fisuras eruptivas de varios kilómetros, marcados por la alineación rectilínea de conos. En la dorsal occidental destacan las fisuras de M<sup>ña</sup> Quemada-M<sup>ña</sup> de Las Cuevas (N80°E); M<sup>ña</sup> Tenaca-M<sup>ña</sup> de Los Picos (N85°E); M<sup>ña</sup> Colorada-M<sup>ña</sup> Tembárgena (N70°E) y M<sup>ña</sup> Asomada Alta-El Tomillar (N70°E). También hay que mencionar las fisuras de M<sup>ña</sup> de Los Guirres -M<sup>ña</sup> Tagutante a N120°E, o la de M<sup>ña</sup> Escobar (N90°E). Considerados en su conjunto, se aprecia que las orientaciones de estas fisuras, van girando progresivamente formando un abanico de direcciones que tienden a converger hacia la zona alta del volcán Tanganasoga. Todas las coladas que surgieron de esos centros y fisuras se extendieron hacia el sur, por la pendiente dejada por el mencionado deslizamiento de El Julán. Así, son perfectamente visibles las inclinaciones originales de las coladas, que superan los 5°-10° del buzamiento observado en el apilamiento lávico del edificio El Golfo-Las Playas, en la zona de cumbre.

Por último, un pequeño grupo de conos situados en el Lomo de los Garañones, en plena ladera de El Julán, tienen tendencia a alinearse según una directriz N175°E que, prolongada, llega igualmente al Tanganasoga. Puede afirmarse, por tanto, que el área Tanganasoga-Malpasos, se convierte en el centro neurológico de las erupciones del volcanismo de las Dorsales, desde el que partieron los tres brazos de "rift" que alimentaron el volcanismo.

El Deslizamiento de El Golfo.- En las fases eruptivas finales del volcanismo de las Dorsales, la presión ejercida por la inyección magmática de los "rift" y el ascenso magmático de las cámaras principales en el área Tanganasoga-Malpasos, provocó la desestabilización y colapso pro-

gresivo de El Golfo. Previamente, el deslizamiento de El Julán había tenido una génesis similar, pero afectando al flanco sur del edificio El Golfo- Las Playas. El arco entre las dorsales septentrional y occidental se fue agrietando y deslizando progresivamente, hasta formarse la depresión morfológica hoy conocida. Según las dataciones radiométricas disponibles, esto debió ocurrir hace unos 25.000 años. Todo el flanco oeste del Edificio El Golfo-Las Playas, incluyendo las coladas del volcanismo de Las Dorsales que se encontraba superpuesto, no soportó la presión y deslizó a los fondos marinos. Su lugar lo ocupó otro volcanismo resurgente: el Volcanismo PostGolfo.

Volcanismo PostGolfo, Subreciente y Reciente.- Aunque situados en dominios diferentes, estas tres fases volcánicas son prácticamente sincrónicas, y surgen por la reactivación magmática constante de los tres ejes estructurales de la isla, activos desde tiempos anteriores.

En el volcanismo de relleno de El Golfo, los centros de emisión se sitúan en las escarpadas laderas de la cabecera del deslizamiento. Los del sector oeste, se alinean según una directriz N125°E, como lo marca la fisura de los volcanes del área de Rosa Cabrera y Las Tabladas. Por su parte, los del sector este (parcialmente representados en la Hoja de Frontera) tienden a orientarse según una dirección N45°E, que converge con la anterior en un amplio sector que va desde el volcán Tanganasoga, hasta M<sup>ña</sup> Colorada. Es precisamente ese sector el que mayores conos presenta, con lo que una vez más se comprueba que sigue actuando de centro magmático principal de la actividad volcánica de la isla en ese período.

Mención aparte merece el volcán Tanganasoga. El cono actual ocupa el lugar de una depresión calderiforme que debió producirse previamente a las últimas fases eruptivas del edificio. De ser así, habría que hablar de un episodio catastrófico de pequeña escala, que originaría la depresión. Posteriormente, una fisura N-S dio lugar a un conjunto volcánico multicentro formado en la zona del Tanganasoga-Hoya Moreno.

Las fisuras por donde se emitieron las fases subreciente y reciente, siguieron gobernadas por los ejes de rift principales de la zona. Así, en la dorsal occidental, las alineaciones de M<sup>ña</sup> de las Calcosas y M<sup>ña</sup> Orquilla presentan orientaciones N70°E, que apuntan hacia el área del Tanganasoga. En la Hoja de La Restinga, la dorsal meridional, el grupo de M<sup>ña</sup> Cueva del Guancho y el volcán El Tomillar tienden a orientarse según la dirección N135° E que converge también con la anterior en el ya repetido sector Tanganasoga-Malpaso.

La fracturación reciente.- En la parte alta del escarpe de El Golfo, sobre todo en la pared de Sabinosa, los fenómenos de agrietamiento y caída de cuñas rocosas siguen activos. Entre el cono de Las Casillas y Ventejea, aflora un sistema de grietas paralelas al escarpe, que están haciendo colapsar parte de la pared. Iguales desprendimientos se aprecian en las laderas del conjunto volcánico post Golfo, al E y SE de Sabinosa (Rosa Cabrera, Piedra del Rey y Las Tabladas). Por tanto, puede hablarse de riesgos de deslizamientos parciales que afectarían a la carretera de Sabinosa a Tigaday con alto peligro para la circulación. Una pequeña crisis sísmica, como la habida en el extremo peninsular del oeste de Sabinosa, a finales del siglo XVIII, pudo ser la causante de la caída parcial de estas laderas inestables.

También en las laderas occidentales de El Julán se aprecian pequeñas fallas normales con el labio hundido hacia el interior de la isla, afectando a las coladas de Las Dorsales. Su proximidad, y ligera concordancia en la orientación con las erupciones recientes de Orchilla y M<sup>ña</sup> de Las Calcosas, hace pensar que están relacionadas sismotectónicamente con ellas.

#### **4. GEOMORFOLOGÍA**

##### **4.1. DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA.**

La Hoja de Sabinosa cubre todo el sector occidental de la isla.

Fisiográficamente se distinguen:

- Un área de ladera hacia el norte, que forma la parte alta de la depresión de El Golfo. La ladera arranca desde el escarpe de El Golfo (que presenta cotas de 720 m a 1.503 m, la mayor de la isla) y desciende con pendientes del 31 al 75% (aunque localmente se alcancen más del 76% al pie de la parte occidental del escarpe) hasta enlazar con la "isla baja de El Verodal" y/o llegar al mar, más al oeste.
- Un área de ladera hacia el sur (la ladera de El Julán) que forma el dorso del escarpe de El Golfo y desciende hacia el mar con pendientes del 31-60%, hasta acantilados de escasa importancia.
- Un área amesetada (La Dehesa), al oeste, en la prolongación occidental de El Julán, y a 800-150 m de cota, cuya superficie culminante se inclina hacia el oeste con pendientes del 16-45%, y en gran parte, inferiores al 15%. El borde oeste es un acantilado relativamente importante.
- Una plataforma costera ("isla baja" de Orchilla), en el suroeste de la isla y en la zona de unión Julán-Dehesa, cuyas alturas son normalmente de 50-100 m sobre el nivel del mar.
- Una plataforma costera ("isla baja" del Verodal-Punta de la Dehesa), localizada al oeste y al norte, al pie de la meseta de La Dehesa, y cuyas alturas no sobrepasan los 50 m sobre el nivel del mar.

La costa es moderadamente acantilada al pie de la ladera de El Golfo, y baja, aunque escabrosa, en la isla baja del Verodal-Dehesa.

El paisaje vegetal en la Hoja de Sabinosa sintetiza muy bien el existente en la isla de El Hierro:

Fayal-brezal y laurisilva, en la fachada norte del escarpe de El Golfo, a barlovento de los vientos dominantes, que originan una notable humedad (y mar de nubes) al chocar con el relieve insular.

- Pinar, en la parte alta de El Julán, a sotavento de los vientos dominantes.
- Sabinar en la meseta de La Dehesa
- Matorral xerófilo en las áreas bajas, costeras.

Por las razones apuntadas anteriormente, la pluviometría supera los 500-400 mm en la parte alta de El Julán, sobrepasando dichos valores al norte. Más abajo, desciende hasta los 200-300 mm.

## 4.2. ANÁLISIS GEOMORFOLÓGICO.

### 4.2.1. Estudio morfoestructural

Las unidades geomorfológicas distinguibles, coinciden bien con las zonas fisiográficas descritas anteriormente, siendo:

- La ladera de El Julán.
- La meseta de La Dehesa.
- El escarpe y la ladera de la depresión de El Golfo.
- La isla baja del Verodal-Punta de la Dehesa.
- La isla baja de Orchilla.

La ladera de El Julán y su prolongación occidental, la meseta de La Dehesa, están constituidas por superficies lávicas modernas cuya morfología es perfectamente reconocible, aunque presenten una edafización y colonización vegetal más o menos importante. Corresponden fundamentalmente a la  $S_3$  de las cuatro superficies de apilamiento volcánico definidas en la isla en este Proyecto. En el sureste aparecen lavas recientes -Superficie  $S_4$ - que alcanzan mayor desarrollo en la vecina Hoja de La Restinga.

El escarpe de la depresión de El Golfo está tallado en el apilamiento volcánico que culmina con la  $S_3$  de El Julán y  $S_2$  al este. La depresión de El Golfo está parcial y desigualmente rellenada por materiales volcánicos cuyas superficies lávicas culminantes poseen características morfológicas, edáficas, etc, que las hacen totalmente equiparables a  $S_3$ .

Las superficies que constituyen la isla baja del Verodal-Dehesa se presentan casi como cuando fueron emitidas, prácticamente sin edafización, y con escasa colonización vegetal; corresponden a la  $S_4$  de las cuatro superficies de apilamiento volcánico definidas en la isla en este Proyecto.

La isla baja de Orchilla está formada por una plataforma lávica y algún cono volcánico asociado- correspondiente a la superficie  $S_4$ : coladas con todos sus rasgos originales frescos, sin edafización y con escasa colonización vegetal. La plataforma lávica se depositó sobre la plataforma submarina, al pie de los acantilados de Julán-Dehesa.

### 4.2.2. Estudio del modelado.

Como en cualquier isla volcánica, el relieve es fruto de la interacción de dos tipos fundamentales de modelado, el de origen endógeno (constructivo) y el de origen exógeno (fundamentalmente destructivo, aunque pueda ser, temporalmente, acumulativo).

De origen endógeno existen, en la Hoja, formas de génesis volcánica y estructural. De origen exógeno, se han distinguido formas de ladera; fluviales; poligénicas; eólicas; litorales y antrópicas.

Mención especial merece el origen de la depresión de El Golfo. Varios autores lo han considerado de origen erosivo, pudiendo, incluso, representar un antiguo acantilado marino (ver FERNÁNDEZ y MARTÍN, 1989). Más recientemente, se ha considerado que pueda representar la marca de un gigantesco deslizamiento de ladera (MASSON, 1996). Fenómenos de este tipo podrían ser frecuentes en las islas volcánicas, cuyo rápido crecimiento vertical -en términos de tiempo geológico- genera una notable inestabilidad gravitativa. El posible deslizamiento de El Golfo pudo producirse a lo largo de un lapso de tiempo relativamente dilatado y según cuñas múltiples, más que constituir un único, rápido y catastrófico fenómeno. En cualquier caso que sea su origen, el escarpe de El Golfo debe estar retocado sin duda, por procesos erosivos posteriores (acción remontante de cabecera de torrentes, desprendimientos, etc.).

Formas volcánicas.

Como se ha indicado anteriormente, las superficies lávicas o de coladas en la Hoja se han dividido en dos grandes grupos, basadas en su grado de juventud:  $S_4$  (la más reciente. localizada al oeste y noroeste), y  $S_3$  (la predominante en extensión) que cubre una gran parte de la Hoja. Sobre ellas se han marcado los lóbulos de avance y las direcciones de flujo, observadas.

Hay que destacar la heterocronía de la superficie lávica  $S_3$ : una parte de ella rellena la depresión del Golfo, cuyo escarpe está tallado en la  $S_3$  culminante de El Julán; Otras partes, sobre todo las próximas a las lavas  $S_4$  de: Hoya del Verodal, y Orchilla, son también más jóvenes que las inmediatamente próximas (obsérvese cómo, al sureste y en otros puntos costeros de El Julán, una parte de  $S_3$  cubre un acantilado tallado también en  $S_3$ ). El caso de El Golfo es explicable teniendo en cuenta el más que probable retroceso del escarpe y la génesis de la depresión de El Golfo a lo largo de un período dilatado de tiempo, a que se ha aludido antes.

En cuanto a los conos volcánicos, se han distinguido dos grandes grupos, basados en su grado de edafización y conservación, y por tanto correlacionables con las superficies lávicas definidas.

Los mejor conservados son los que constituyen las Montañas de: las Calcosas, de Orchilla, Hoya del Verodal, Roque de Basco y Quemada, así como la Montañita Negra, en el oeste y suroeste, habiendo sido los centros de emisión que han generado la plataforma lávica  $S_4$  de la isla baja de Orchilla, y de la Hoya del Verodal-Punta de la Dehesa.

La mayoría de los del resto del área están todavía muy bien conservados y se asocian a  $S_3$ . Destaca la Montaña de Marcos sobre la meseta de la Dehesa. En El Julán destacan, al oeste, las Montañas Tembárgena, de La Virgen, Tenaca y Asomada Alta. En la ladera de El Golfo es muy notable por su importancia, el Tanganasoga. Hay también algunos conos relacionados con la  $S_3$  pero con cierto grado de edafización, así en la meseta de La Dehesa (Montaña Escobar y Montaña de Los Guirres), y en la ladera de El Golfo (Montaña Tamasina).

En la parte occidental de la meseta de La Dehesa, la superficie lávica  $S_3$  presenta una ruptura de pendiente, correspondiente a un paleoacantilado o paleoescarpe, sepultado posteriormente por las lavas del apilamiento volcánico que culminó en dicha superficie.

Centros de emisión lávicos, sin cráter, se localizan en las proximidades de los conos mejor conservados, sean los asociados a  $S_4$  ó a  $S_3$ .

Junto a Montaña Tenaca (cono  $S_3$ ) se detecta, incluso, una fisura volcánica.

En las proximidades del Tanganasoga (cono  $S_3$ ), el escarpe poligénico de El Golfo muestra un pequeño retranqueo de contorno circular incompleto, atribuido a una caldera de hundimiento relacionada con la actividad de dicho cono.

Mantos piroclásticos se localizan sobre todo en la parte alta de El Julán, sobre  $S_3$ . Pueden guardar relación con la actividad del Tanganasoga y/u otros conos de El Golfo, habiendo caído a sotavento del relieve insular.

En varios puntos, la superficie lávica  $S_3$  presenta rupturas de pendiente, correspondientes a paleoacantilados o paleoescarpes en general, sepultados posteriormente por las lavas que culminaron en dicha superficie. En el oeste de El Julán destacan una a 150 m de cota (que se prolonga en el acantilado que limita la meseta de La Dehesa y que hacia el este alcanza hasta 500 m de cota), y otra a 300-550 m., también más elevada hacia el este; ambas son bastante paralelas a la costa actual. En el oeste de El Julán existe otra a 750-950 m (más elevada hacia el oeste), también paralela a la costa actual. Por último, en la depresión de El Golfo existe una a 350 m de cota.

#### Formas estructurales

El modo de construcción insular, debido a apilamiento de materiales volcánicos sucesivos, resulta evidente en el acantilado de la meseta de La Dehesa y bajo el escarpe de El Golfo, donde se han marcado las trazas de coladas y capas de piroclastos.

En ambos escarpes se han marcado también los resaltes de diques, orientados E-O u ONO-ESE. Representan las antiguas fisuras a favor de las cuales se produjo la salida de los materiales volcánicos constitutivos del apilamiento, o, al menos, de una parte de él.

Próximos al escarpe de El Golfo, y en su dorso, se han marcado las trazas de piroclastos subrecientes, erosionados, con indicación de inclinación. Corresponden a los materiales de los mantos piroclásticos.

Por último, en dos zonas muy concretas del oeste de El Julán se han marcado posibles fallas normales, de muy escaso salto, con labio hundido norte y orientación general E-O. Afectan a  $S_3$ .

#### Formas de laderas.

Se han distinguido depósitos de derrubios y coluviones gruesos, localizados al pie del acantilado de La Dehesa y en el oeste de la ladera de El Golfo, y depósitos de derrubios finos, en su mayor parte procedentes del material piroclástico de conos o mantos piroclásticos, caídos bajo el escarpe de El Golfo, en la parte oriental de la Hoja.

Cicatrices de deslizamiento de ladera incipiente se han identificado en la parte occidental del escarpe de El Golfo, junto al Monumento al General Serrador, y en la ladera norte de Montaña Tembárgena (cono S<sub>3</sub>). Además, en varios puntos de la ladera de El Golfo se han marcado cicatrices de deslizamientos antiguos o probables.

#### Formas fluviales

El agua de arroyada termina por formar incisión hidrográfica y una red de barrancos de funcionamiento torrencial y esporádico, especialmente importante en las laderas de los escarpes de El Golfo y de La Dehesa. Al pie de estos escarpes, o donde existen tramos con menor pendiente en el perfil longitudinal de estos barrancos, se generan depósitos de abanicos aluvio/torrenciales y conos de deyección, con espesor y granulometría notables.

Aguas abajo, alguno de éstos gradúa hacia el norte, a depósitos aluviales, más finos.

Los barrancos de El Julán no son tan importantes como los de los escarpes mencionados, en parte por su juventud. Sobre la plataforma lávica de Orchilla existen depósitos aluviales de escasa importancia depositados por el Barranco del Estancadero y otro próximo.

Por último, se han marcado saltos de agua, lógicamente esporádicos, sobre algún barranco de El Julán.

#### Formas poligénicas

En su génesis intervienen, y en distinto e imponderable grado, factores de ladera, fluviales, etc. Es por ello que se les clasifica aparte.

El escarpe de El Golfo se ha marcado como escarpe erosivo. A pesar de que, en sus orígenes, pudo ser la cicatriz de un gran deslizamiento de ladera (ver anteriormente), hoy día se encuentra retocado (y, muy probablemente, retrocedido) por la acción remontante de las cabeceras de los barrancos, y los fenómenos de ladera. Asimismo, se han marcado los interfluvios agudos, existentes entre barrancos.

Otros escarpes erosivos se localizan en la costa occidental de El Julán, en relación con la erosión remontante de barrancos.

#### Formas eólicas

Corresponden a depósitos arenosos poco potentes y extensos, depositados sobre la superficie lávica S<sub>4</sub> en la Punta de Arenas Blancas (isla baja de La Dehesa). Se originan por acumulación eólica debido a deflacción de arena en playas localizadas inmediatamente al Este (e irrepresentables cartográficamente).

#### Formas litorales

Se han distinguido acantilados actuales y antiguos. Los primeros se localizan en el borde occidental de la meseta de La Dehesa (donde son más importantes), y en toda la costa de El Julán.

Como acantilados antiguos pueden citarse: el escarpe existente al SO de la Montaña de las Calcosas, limitando, en parte, la isla baja de Orchilla, y el escarpe occidental de la meseta de La Dehesa, no funcional actualmente debido a que su pie ha sido invadido por emisiones lávicas posteriores ( $S_4$ ) que lo protegen temporalmente de la erosión marina.

Se ha marcado, además, la línea de costa, en general.

#### Formas antrópicas

Son poco importantes en el área, correspondiendo a pequeños escarpes de frente de cantera para extracción de áridos o zahorra.

### 4.3. EVOLUCIÓN DINÁMICA.

#### 4.3.1. Historia geomorfológica.

La Historia geomorfológica de la parte occidental de la isla de El Hierro, correspondiente a la Hoja de Sabinosa, se desarrolló conforme a las siguientes etapas:

1. Apilamientos volcánicos que construyen el edificio insular de El Golfo, finalizando hace unos 175.000-200.000 años ( $S_2$ , visible en sectores al este de la Hoja) (según se deduce de dataciones absolutas: GUILLOU *et al.*, 1996), pero prosiguiendo en determinados lugares donde, más adelante, culminarían en  $S_3$ .

2. Formación principal de la depresión de El Golfo, por gigantesco deslizamiento de ladera (hace unos 13.000-17.000 años; según MASSON, 1996) o algo más de 21.000 años según datos radiométricos de GUILLOU *et al.* (1996). Otros autores (FERNÁNDEZ y MARTÍN, 1989) habían sugerido que se formó por erosión vigorosa del edificio insular de El Golfo. Reducción del perímetro insular en la parte oeste de la meseta de La Dehesa, por erosión marina y creación de acantilados.

3. Retroceso del escarpe de El Golfo hacia el sur (por erosión remontante de barrancos y deslizamientos locales de ladera) y del acantilado occidental de La Dehesa hacia el este (por la acción marina), durante las últimas fases del apilamiento de  $S_3$ . Este apilamiento culmina formando el dorso actual de La Dehesa y de El Julán, y al mismo tiempo, rellenando parcialmente la depresión de El Golfo, donde  $S_3$  debe tener menos de 11.000 años (GUILLOU *et al.* 1996).

4. Prosección de los retrocesos en las unidades citadas anteriormente, e inicio de acantilamiento en la costa meridional.

5. Aparición de emisiones volcánicas recientes subhistóricas ( $S_4$ ) al oeste de El Julán y al norte de la Meseta de La Dehesa que, respectivamente, crean la isla baja de Orchilla y la isla baja de la Dehesa-Hoya del Verodal (deteniendo el proceso de acantilamiento y retroceso insular en estos sectores occidentales. Prosección del retroceso hacia el sur del escarpe de El Golfo y también de la costa norte por inicios de acantilamiento.



#### 4.3.2. Morfodinámica actual y tendencias futuras.

En la actualidad, la morfodinámica actual y principal del área corresponde a la erosión marina (que tiende a la reducción del perímetro insular por socavamiento de las rocas costeras, y la creación de acantilados), y a la erosión torrencial (cuya acción remontante hace retroceder el escarpe de El Golfo).

En el futuro, este proceso seguirá, conformando todo ello el proceso de destrucción erosiva exógena, típico de las islas volcánicas.

No obstante, si se considera que, en conjunto, la isla de El Hierro es notablemente joven, y que en ella el volcanismo se encuentra aún activo, cabe esperar, en un futuro geológico cercano, la aparición de nuevas emisiones volcánicas que interrumpirán el proceso destructivo indicado, obliterando sus formas, y haciendo crecer la isla de forma imprevisible, aunque probable y fundamentalmente hacia el sur, por el vértice de La Restinga.

### 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, a los que se han añadido los de la bibliografía. Como un estudio de este tipo se sale necesariamente fuera de los límites de una sola Hoja, se incluyen en los diagramas todos los análisis disponibles de la totalidad de cada formación volcánica, comentándose así las características generales del conjunto.

En las Tablas 5.1 a 5.3 aparecen listados todos los análisis de elementos mayores, menores y la norma CIPW. Los análisis de elementos menores proceden de PELLICER (1980). 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. Algunas diferencias que puedan encontrarse en los contenidos de algunos elementos de rocas similares, pueden deberse, en parte, a la diversidad de procedencia de los análisis, principalmente a las técnicas analíticas empleadas.

Desde el punto de vista petrológico existe una gran uniformidad en las características petrográficas de la mayor parte de los materiales presentes en la Hoja. Se trata en la mayor parte de los casos de basaltos, con variedades olivínicas, y olivínico-piroxénicas.

TABLA 5.1.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA

Edificio El Golfo-Las Playa

MUESTRA	40130	40128	41277	41319	41372	40134	41373
SIO2	46.81	44.81	41.60	47.51	46.00	42.60	48.81
AL2O3	16.95	14.66	7.66	17.81	15.68	9.06	17.59
FE2O3	6.08	5.07	5.22	2.87	4.23	3.06	3.33
FEO	5.05	7.58	9.65	6.77	8.39	11.44	6.87
MGO	5.77	7.11	18.25	4.89	7.60	16.70	5.76
CAO	8.47	9.53	10.23	8.78	9.24	10.40	6.32
NA2O	4.49	3.91	1.63	4.81	3.96	1.95	5.08
K2O	1.68	1.87	0.68	2.00	1.44	0.65	1.66
MNO	0.20	0.23	0.19	0.22	0.22	0.21	0.21
TIO2	2.96	3.81	3.52	2.85	3.97	3.17	2.81
P2O5	1.00	0.96	0.50	1.14	1.06	0.52	1.29
H2O	0.39	0.39	0.58	0.63	0.59	0.32	0.28
OR	9.93	11.05	4.02	11.82	8.51	3.84	9.81
AB	29.66	19.15	8.28	25.30	23.96	7.96	38.00
AN	21.13	16.93	11.58	21.10	20.76	14.05	20.29
NE	4.51	7.55	2.99	8.35	5.17	4.63	2.70
DI	11.18	19.14	28.43	12.14	14.53	27.36	2.13
OL	6.44	8.91	28.43	8.74	12.73	30.26	13.65
HE	0.32						
MT	8.35	7.35	7.57	4.16	6.13	4.44	4.83
IL	5.62	7.24	6.69	5.41	7.54	6.02	5.34
AP	2.32	2.22	1.16	2.64	2.46	1.20	2.99
Cu		39	49				
Ga		16	15				
Ni		40	440				
Sr		546	260				
Zr		128	241				
Th		15	15				
Rb		38	22				
Pb		8	8				
Zn		83	81				
Y		25	18				
ID	44.10	37.75	15.28	45.46	37.65	16.43	50.51
FEMG	0.00	0.14	0.12	0.26	0.19	0.20	0.23
IP	53.64	52.55	52.74	51.65	52.21	52.12	51.90

- 40130.- Tefrita. Colada en la Bahía de los Reyes, al O de Mña de los Charcos. ILM (inédito).  
 40128.- Tefrita. Colada en la Bahía de los Reyes. PELLICER (1979).  
 41277.- Picrobasalto. Colada en Sabinosa. PELLICER (1979).  
 41319.- Tefrita. Dique en la Fuga de la Florida. PELLICER (1979).  
 41372.- Basanita. Dique en las Casillas. PELLICER (1979).  
 40134.- Picrobasalto. Dique en la Bahía de los Reyes. PELLICER (1979).  
 41373.- Hawaiita. Dique en las Casillas. PELLICER (1979).

## 5.1. EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS. PETROLOGÍA.

### 5.1.1. Edificios hidromagmáticos. (2)

Los depósitos piroclásticos de carácter hidromagmático de la Hoya del Verodal presentan una textura hipercristalina brechoide y amigdaloides, con abundantes componentes cristalinos como clinopiroxeno, olivino y opacos. Además aparecen fragmentos o líticos de rocas basálticas. Estas últimas son petrográficamente bastante variadas, apareciendo tipos casi doleríticos, basaltos ricos en piroxeno y otros en plagioclasa de grano relativamente grueso.

La matriz es fundamentalmente vítrea, isotrópica, de tipo palagonítico y coloración amarillenta. Es abundante la presencia de ceolitas y carbonatos en los intersticios entre los fragmentos y dentro de ellos.

### 5.1.2. Diques, intrusivos, coladas basálticas y conos de tefra. (1, 3, 4, 5, 6 y 7)

Las tipologías observadas en los materiales de este edificio son mayoritariamente basaltos olivínico-piroxénicos, pero existen también basaltos plagioclásicos y rocas de características petrográficas intermedias entre basaltos y traquibasaltos.

Basaltos piroxénico-olivínicos. Son los tipos predominantes, siempre con texturas porfídicas o microporfídicas intergranulares y a veces vesiculares. En algún caso, se han muestreado rocas afíricas.

Los fenocristales más abundantes son de augita, con hábitos subidiomorfos y xenomorfos y normalmente con zonación, a veces en "reloj de arena". Presentan tonalidades violáceas claras, más intensas en los bordes, así como coloraciones pardo-amarillentas y pueden contener finas inclusiones de opacos. El olivino aparece como fenocristal y microfenocristal, subidiomorfo-xenomorfo, a veces algo redondeado y con golfos de corrosión. Puede contener inclusiones de opacos y plagioclasa. Los opacos tienen a veces carácter de microfenocristal, con cristales subidiomorfos. En ocasiones aparecen grumos de augita, olivino y opacos.

La matriz está constituida por microlitos de plagioclasa subidiomorfa clinopiroxeno prismático, olivino alterado a iddingsita, con tonalidades amarillentas y marrones, pero suele ser escaso. Los opacos son muy abundantes en la matriz, generalmente en cristales isométricos xenomorfos. En algunas muestras se ha detectado vidrio, en cantidades pequeñas (< 5%), pero a menudo es difícil de identificar.

Las alteraciones suelen ser débiles y afectan generalmente al olivino, con iddingsitizaciones totales o parciales. Existen también desarrollos de óxidos de hierro. En algunos casos se han observado rellenos de carbonatos.

Basaltos-traquibasaltos. Estas rocas de carácter intermedio, desde el punto de vista petrográfico, son también bastante frecuentes en este edificio. Presentan texturas porfídicas o microporfídicas traquitoides e intergranulares y en ocasiones microvesiculares. Los diques que atraviesan las coladas de este edificio suelen presentar este tipo de composiciones.

Los fenocristales de piroxeno y olivino son relativamente abundantes, alcanzando, en ocasiones, porcentajes de hasta 30% del total. El clinopiroxeno (augita) aparece en cristales subidiomorfos-xenomorfos, con zonados de tonalidades amarillentas y violáceas, éstas últimas, más intensas en los bordes. A menudo tienen inclusiones muy finas de opacos y microlitos de plagioclasa. Se pre-

senta de manera dispersa, pero a veces, también, formando grumos. El olivino, en proporciones similares al anterior, es subidiomorfo con secciones en rombo y rectangulares, y casi siempre se encuentra disperso. Los microfenocristales de opacos son xenomorfos y esqueléticos.

La matriz está formada por plagioclasa (muy abundante), augita, olivino (a veces escaso) y opacos. De manera accesoria se han encontrado escasos cristales de anfíbol, apatito acicular y biotita en pequeñas plaquitas de cristalización tardía. Existen manchitas pequeñas de carácter intersticial, en proporciones pequeñas, que puede corresponder a vidrio.

Basaltos plagioclásicos. No son muy abundantes en este edificio. Presentan una notada textura vesicular glomero-porfídica, con 20-25% de fenocristales de plagioclasa, en una matriz muy fina. Otros fenocristales, en menor proporción son de augita subidiomorfa-xenomorfa, de tonalidades violáceas y de olivino, casi siempre iddingsitizado. La matriz es igualmente rica en microlitos de plagioclasa subidiomorfos y opacos isométricos, englobando cantidades variables de augita y olivino.

Microgabros. Se han muestreado una colada de grano notablemente grueso en comparación con otras lavas de este edificio, a la altura del PK-27 de la carretera de Valverde a El Golfo. Presenta abundante plagioclasa subidiomorfa, con secciones listonadas, augita, opacos, así como olivino xenomorfo.

En todas estas rocas las alteraciones varían de insignificantes a moderadas, afectando al olivino casi siempre, que suele estar iddingsitizado. Aparece también desarrollo de óxidos de hierro dispersos y en el olivino.

## 5.2. EDIFICIO EL GOLFO-LAS PLAYAS. GEOQUÍMICA.

En este segundo gran edificio magmático se observa toda una sucesiva serie de variación geoquímica más o menos completa, que va desde términos básicos hasta términos altamente diferenciados, siempre subsaturados y en conjunto con un cierto grado de alcalinidad acusado en la mayoría de los casos, Fig. 5.1. Los tipos básicos se corresponden con una línea de evolución geoquímica más alcalina, que no se continúa hacia tipologías diferenciadas, mientras que los términos intermedios y más evolucionados corresponden a series comparativamente menos alcalinas. No se ha hecho, sin embargo, un estudio que refleje esas variaciones de alcalinidad a lo largo del tiempo. Destaca también en el diagrama TAS (Fig. 5.1.), la ausencia de composiciones basálticas propiamente dichas, si bien podría ser debido a falta de muestreo.

Como se observa en el citado diagrama, la mayoría de las muestras disponibles en el conjunto del edificio, se clasifican como basanitas y tefritas, pero también hay picrobasaltos (en menor cuantía), hawaiitas (traquibasaltos), así como benmoreitas y traquitas. De todo el edificio, en el ámbito cartografiado, sólo afloran o sólo se han muestreado, tipos básicos (tefritas, basanitas, picrobasaltos y traquibasaltos). Aunque muchas de las muestras analizadas, Tabla 5.1, corresponden a rocas "basálticas", en el sentido amplio del término, se ve que hay diferencias entre la clasificación petrográfica y la clasificación geoquímica a través del diagrama TAS. Como suele ser habitual, en el campo de las basanitas y las tefritas se proyectan muchas rocas que petrográficamente son basaltos, pero que normativamente tienen características de basanitas.

En general todos los tipos existentes en esta Hoja son rocas subsaturadas, con índices de diferenciación bajos, contenidos variables en SiO<sub>2</sub> (entre 42 y 49%) y algunas diferencias significati-

vas en el resto de elementos mayores. La Fig. 5.2 representa la variación de óxidos/SiO<sub>2</sub> y permite apreciar el comportamiento de estos elementos a medida que se produce la diferenciación magmática, reflejando, con los datos disponibles, que en ella han dominado los procesos de cristalización fraccionada.

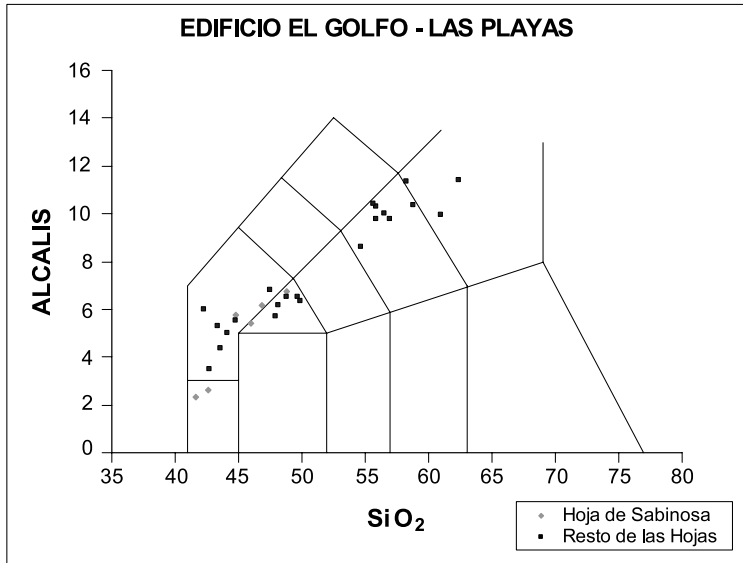


Fig. 5.1.- Diagrama T. A. S. de clasificación de rocas volcánicas.

## Edificio El Golfo - Las Playas

(% en peso)

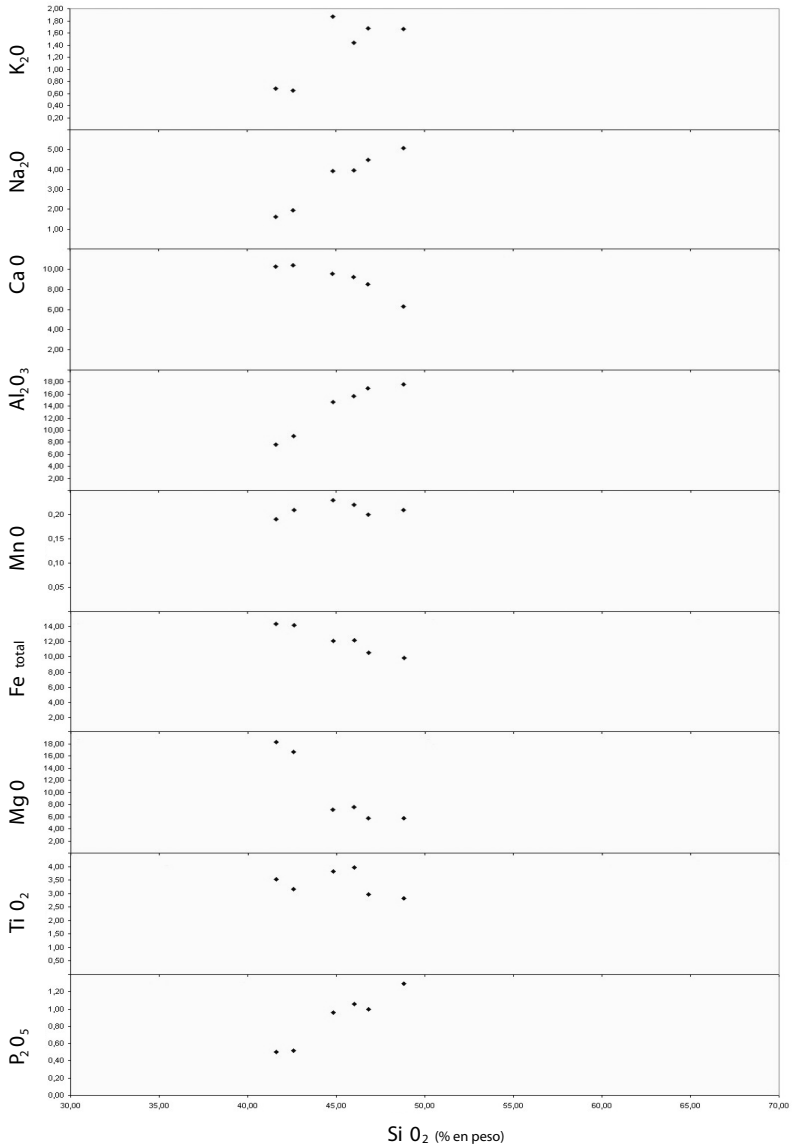


Fig. 5. 2.- Diagrama de variación óxidos/sílice, para el Edificio El Golfo-Las Playas.

### 5.3. VOLCANISMO DE LAS DORSALES INDIFERENCIADO. PETROLOGÍA.

#### 5.3.1. Coladas basálticas y conos de tefra. (8 y 9)

Al igual que en otros episodios volcánicos de la isla; en este predominan también los tipos basálticos con tipologías olivínico-piroxénicas, piroxénico-olivínicas y olivínicas, pero existen, al mismo tiempo, términos basálticos poco máficos, que responden a características petrográficas de traquibasaltos.

Basaltos olivínico-piroxénicos, piroxénico-olivínicos y olivínicos. Tienen todas características muy similares, con texturas micro-porfídicas vesiculares e intergranulares e hipocristalinas. En algunos casos presentan texturas traquitoides. Generalmente son ricos en fenocristales, dominando la augita y el olivino y en menor medida los opacos.

La augita es de hábito subidiomorfo-xenomorfo, habitualmente está zonada, con tonalidades pardo-amarillentas y violáceas, y los cristales están dispersos en la roca. Ocasionalmente forma glomérulos y agregados policristalinos con el olivino y los opacos. La presencia de olivino es del orden del 15%-20%, en cristales irregulares esqueléticos subidiomorfos-xenomorfos y en ocasiones con golfos de corrosión. En algunos casos muestra aureolas de clinopiroxeno y opacos.

Los opacos se presentan tanto con carácter de fenocristal como de microfenocristal, en cristales subidiomorfos. Como fenocristal accesorio y no en todas las muestras, aparecen escasos cristales de anfíbol, como por ejemplo en alguna bomba de M<sup>na</sup> Tembárgena. Suelen tener una aureola de opacos.

La matriz de estas rocas es de grano fino, a veces inequigranular y rica en microlitos de plagioclasa subidiomorfos, augita, olivino, que a veces es muy escaso y opacos. De manera intersticial aparecen zonas vítreas.

Las alteraciones son, en general, insignificantes o débiles, manifestándose por la presencia de óxidos de hierro e iddingsitizaciones del olivino.

Basaltos-traquibasaltos. Muestran este carácter rocas basálticas poco máficas, transicionales o traquibasaltos. Son microporfídicas y afíricas, de texturas intergranulares y traquitoides. Los fenocristales, muy escasos a veces (<2-3%), son principalmente augitas subidiomorfas-xenomorfos y en ocasiones anfíboles estando el olivino en proporciones inferiores al 2-3%. El anfíbol suele aparecer asociado a agregados de opacos y clinopiroxeno, que a su vez suelen pseudomorfizarlo.

En la matriz, siempre de grano muy fino, destacan plagioclasa, augita, anfíbol, opacos, algunos cristallitos de olivino alterados y de manera accesorio y ocasional, biotita xenomorfa, ilmenita muy escasa y vidrio.

Traquitas máficas-traquibasaltos. Son rocas poco frecuentes en este conjunto volcánico, habiendo sido muestreadas dentro de la Hoja de Frontera, en las inmediaciones de M<sup>na</sup>

Tenerife (Tenerista) y al este de Mercadel. La más llamativa es la colada que existe en la pista de Mercadel a M<sup>na</sup> de La Casilla (Hoja de Frontera), a unos 1.140 m de cota sobre el nivel del mar. Desde el punto petrográfico son rocas traquíticas-traquibasálticas con textura traquitoide, e incluso casi traquítica, algo vesicular y microporfídica, con muy pocos microfenocristales (<1-2%). Estos son principalmente augita xenomorfa, dispersa y de coloración verdosa y anfíbol xenomorfo-redondeado, fuertemente pleocroico, con aureolas de opacos de grano fino.

La matriz es de grano fino y está constituida por plagioclasa alistonada, clinopiroxeno acicular, opacos isométricos y muy escasos olivinos en cristallitos subidiomorfos e idingsitizados. Existen, en algún caso pequeñas proporciones de feldespatos alcalinos.

#### 5.4. VOLCANISMO DE LAS DORSALES INDIFERENCIADO. GEOQUÍMICA.

Lo primero que se aprecia en las muestras de esta formación geovolcanológica es su mayor alcalinidad con respecto a la del volcanismo del edificio El Golfo-Las Playas, Tabla 5.2. Según el diagrama TAS, Fig. 5.3, la mayoría de las muestras se proyectan en el campo de las basanitas y tefritas, existiendo, también, escasos términos basálticos propiamente dichos, desde el punto de vista geoquímico, así como de traquibasaltos. Hay, por tanto, también, diferencias entre la clasificación petrográfica y la geoquímica, aplicándose el término basanitoide a muchas de estas rocas que son modalmente basaltos, tal como ya indicó PELLICER (1979).

Los contenidos normativos de estas rocas reflejan igualmente esa mayor alcalinidad de la serie, tal como se desprende de los valores de Ne y Ab, que son bastante superiores a los del edificio anterior. Son, asimismo, rocas subsaturadas y sólo en un caso aparece Q e Hy normativos, si bien en cantidades pequeñas.

Estos episodios volcánicos que representan el crecimiento de la isla a partir de los ejes estructurales, se caracterizan también por la presencia de tipos más evolucionados y sálicos, benmoreitas y traquitas, que aparecen, no obstante, subordinados respecto a los tipos más básicos. Todos ellos se localizan, en esta Hoja, en puntos geográficos bastante próximos, Malpaso y zona al este de M<sup>na</sup> Mercadel. Aunque sus centros de emisión no han podido ser localizados, no parece muy aventurado suponer que provengan de la zona de Tanganasoga de una explosión previa al edificio actual que generó una caldera volcánica cuyos productos piroclásticos debieron caer fundamentalmente hacia el norte y sólo quedan estos vestigios. En el barranco del Jablillo existe una muestra que corresponde, según el diagrama TAS, a una tefrita fonolítica y por tanto, una emisión más alcalina que la de las traquitas anteriores.



TABLA 5.2.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA

Volcanismo de las Dorsales (indiferenciado)

MUESTRA	40873	40952	40951	40948	41295	40912	40961	47636
SIO2	45.10	42.51	44.35	47.81	44.10	41.60	43.66	58.10
AL2O3	14.73	12.32	15.43	15.30	14.53	10.59	14.53	18.48
FE2O3	5.14	4.51	4.49	8.19	4.45	3.57	5.37	2.59
FEO	7.88	9.49	7.70	5.02	8.11	10.26	7.66	1.29
MGO	6.22	1.53	6.72	4.74	7.07	12.19	7.13	0.88
CAO	10.77	10.05	9.19	7.16	9.55	12.20	9.61	2.53
NA2O	4.32	2.92	4.38	5.16	3.81	3.24	4.05	8.64
K2O	2.08	1.40	1.50	2.35	1.77	1.12	1.90	3.70
MNO	0.20	0.22	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	0.12
TIO2	2.19	3.94	3.58	2.62	4.24	3.62	3.77	0.64
P2O5	1.00	0.83	1.16	1.18	1.01	0.81	1.23	0.19
H2O	0.64	0.45	0.59	0.57	0.77	0.44	0.44	2.91
Q		1.29						
OR	12.29	8.27	8.86	13.89	10.46	6.62	11.23	21.87
AB	12.57	24.71	21.24	32.75	18.65	1.14	17.04	50.79
AN	14.66	16.38	18.01	11.65	17.32	11.05	15.86	0.71
NE	12.99		8.57	5.91	7.36	14.24	9.33	12.09
DI	26.03	22.52	15.99	12.59	18.71	35.43	18.89	4.73
WO		0.62						1.89
OL	7.16		10.02	4.18	9.49	17.00	8.95	
HE				1.82				0.73
MT	7.45	6.54	6.51	9.24	6.45	5.18	7.79	2.69
IL	4.16	7.48	6.80	4.98	8.05	6.88	7.16	1.22
AP	2.32	1.92	2.69	2.73	2.34	1.88	2.85	0.44
Cu			33					8
Ga			17					22
Ni			39					27
Sr			652					688
Zr			271					834
Th			21					30
Rb			89					120
Pb			9					21
Zn			87					93
Y			16					31
ID	37.86	34.27	38.68	52.55	36.47	21.99	37.60	84.75
FEMG	0.26	0.60	0.18	0.00	0.16	0.20	0.14	0.00
IP	51.72	49.31	52.26	53.64	52.38	52.09	52.58	53.64

40873.- Tefrita. Colada al sur de la Mña de los Pinos. PELLICER (1979).

40952.- Tefrita. Colada en la Mña de los Hibrone. PELLICER (1979).

40951.- Tefrita. Colada al oeste de Mña de los Hibrone. PELLICER (1979).

40948.- Tefrita. Colada en el barranco de El Julán. PELLICER (1979).

41295.- Tefrita. Colada al sur del Salto de la Charca. PELLICER (1979).

40912.- Basanita. Colada en el Espigón de los Fares. PELLICER (1979).

40961.- Tefrita. Colada del volcán de los Cardillos. PELLICER (1979).

47636.- Traquita s.s. Colada en Malpaso. PELLICER (1979).

TABLA 5.2.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA (Continuación)

Volcanismo de las Dorsales (indiferenciado)

MUESTRA	40653	40945	47647	40826	40928	40949	40201	40947
SIO2	60.47	42.96	58.76	47.41	46.65	41.60	42.01	47.31
AL2O3	19.46	13.86	18.86	16.57	16.14	10.84	10.01	17.59
FE2O3	2.11	4.18	3.15	3.82	3.04	3.45	3.47	3.02
FeO	1.12	8.94	1.78	7.29	8.03	10.14	10.51	6.64
MGO	1.02	9.66	1.22	5.38	4.28	13.57	15.76	4.47
CAO	2.27	10.01	4.35	9.15	11.90	11.43	10.81	7.54
NA2O	7.77	3.87	6.59	4.45	4.77	2.98	2.41	6.20
K2O	3.53	1.60	3.16	2.01	1.74	1.33	1.00	2.41
MNO	0.19	0.21	0.22	0.21	0.21	0.21	0.19	0.20
TIO2	0.73	3.30	0.94	1.91	1.86	3.63	3.29	2.86
P2O5	0.16	1.13	0.20	1.16	1.01	0.84	0.56	1.18
H2O	1.02	0.41	0.59	0.37	0.56	0.20	0.41	0.24
OR	20.86	9.46	18.67	11.88	10.28	7.86	5.91	14.24
AB	58.87	10.77	54.67	24.09	14.18	0.84	3.33	22.87
AN	7.80	15.72	12.55	19.30	17.49	12.27	13.54	13.05
NE	3.72	11.90	0.59	7.35	14.19	13.21	9.24	16.03
DI	1.88	21.28	6.01	15.04	28.82	31.14	29.11	13.47
OL	1.17	15.64	0.17	9.85	4.40	20.86	26.31	7.21
HE	0.65		0.58					
MT	2.11	6.06	3.73	5.54	4.41	5.00	5.03	4.38
IL	1.39	6.27	1.79	3.63	3.53	6.89	6.25	5.43
AP	0.37	2.62	0.46	2.69	2.34	1.95	1.30	2.73
Cu	13		9	18				12
Ga	22		21	18				18
Ni	24		12	27				23
Sr	1129		998	678				904
Zr	1052		797	289				346
Th	29		23	14				20
Rb	87		71	38				48
Pb	23		12	8				7
Zn	94		96	85				86
Y	44		38	27				29
ID	83.46	32.13	73.94	43.32	38.65	21.90	18.48	53.15
FEMG	0.00	0.20	0.00	0.30	0.41	0.19	0.18	0.27
IP	53.64	52.12	53.64	51.41	50.65	52.22	52.27	51.63

- 40653.- Traquita s.s. Colada en el Chorro del Jable. PELLICER (1979).  
 40945.- Basanita. Colada en el barranco del Jablillo. PELLICER (1979).  
 47647.- Benmoreita. Colada al este de Mña Mercadel. PELLICER (1979).  
 40826.- Tefrita. Colada entre el barranco de Tejada y el de Bintto.PELLICER (1979).  
 40928.- Tefrita. Colada en el barranco de Garañones. PELLICER (1979).  
 40949.- Basanita. Colada del volcán La Empalizada. PELLICER (1979).  
 40201.- Basanita. Colada del volcán Mña Mercadel. PELLICER (1979).  
 40947.- Tefrita fonolítica. Colada del barranco del Jablillo. PELLICER (1979).

TABLA 5.2.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA (Continuación)

Volcanismo de las Dorsales (indiferenciado)

MUESTRA	47644	40451	40925	39902	40651	40871	40592	40967
SIO2	42.16	45.96	41.55	46.71	59.85	58.64	55.35	43.21
AL2O3	14.03	15.81	11.02	17.08	20.36	19.18	17.53	12.36
FE2O3	5.28	4.62	8.39	8.38	2.20	3.86	4.22	3.62
FEO	8.40	6.81	5.10	2.19	1.24	0.59	3.29	10.53
MGO	8.78	5.49	16.30	4.34	0.88	1.11	3.26	13.23
CAO	9.68	9.48	10.48	7.58	2.56	4.22	5.39	11.16
NA2O	3.89	4.91	2.68	5.29	7.55	7.12	5.62	2.41
K2O	1.70	2.08	1.06	2.35	3.61	3.00	2.90	0.68
MNO	0.19	0.21	0.19	0.20	0.19	0.23	0.17	0.19
TIO2	3.89	2.99	1.88	3.01	0.71	1.04	0.98	1.56
P2O5	0.81	1.35	0.71	1.10	0.19	0.21	0.73	0.47
H2O	0.75	0.47	0.45	1.24	0.84	0.59	0.59	0.24
OR	10.05	12.29	6.26	13.89	21.33	17.73	17.14	4.02
AB	10.65	20.61	6.98	28.46	56.38	54.73	47.56	7.99
AN	15.80	14.96	14.91	15.92	11.00	11.52	14.04	20.90
NE	12.06	11.34	8.51	8.83	4.07	2.99		6.72
DI	21.42	18.60	25.26	10.35	0.36	5.93	6.27	25.32
HY							0.72	
OL	11.91	6.40	20.24	4.21	1.42	0.01	4.04	25.18
HE			0.38	8.38	0.44	3.86		
MT	7.66	6.70	11.61		2.56		6.12	5.25
IL	7.39	5.68	3.57	5.05	1.35	1.74	1.86	2.96
PF				0.59		0.21		
AP	1.88	3.13	1.64	2.55	0.44	0.49	1.69	1.09
Cu		45	51	30			19	82
Ga		17	16	20			18	16
Ni		58	500	43			25	379
Sr		591	394	737			793	345
Zr		271	147	607			383	148
Th		18	20	27			21	20
Rb		40	30	72			53	29
Pb		9	10	14			10	7
Zn		84	81	87			87	82
Y		26	18	28			30	18
ID	32.76	44.25	21.75	51.18	81.78	75.45	64.70	18.73
FEMG	0.15	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.25
IP	52.51	52.21	53.64	53.64	53.64	53.64	52.83	51.78

- 47644.- Basanita. Colada al norte de Roque Chico. PELLICER (1979).  
 40451.- Tefrita. Colada en el Espigón de los Fares. PELLICER (1979).  
 40925.- Basanita. Colada en Malpaso. PELLICER (1979).  
 39902.- Tefrita. Colada en el barranco de El Julan. PELLICER (1979).  
 40651.- Traquita s.s. Colada en el Chorro del Jable. PELLICER (1979).  
 40871.- Benmoreita. Colada al este del volcán Mña Mercadel. PELLICER (1979).  
 40592.- Benmoreita. Colada entre Chorro del Jable y Bintó. PELLICER (1979).  
 40967.- Basanita. Colada en el barranco de Bintó. PELLICER (1979).

TABLA 5.2.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA (Continuación)

Volcanismo de las Dorsales (indiferenciado)

MUESTRA	47635	RB 30	RB 35	40456	AG 521	AG 522	RB 17	RB 7
SIO2	58.21	59.73	41.56	43.40	42.81	43.15	44.62	44.00
Al2O3	18.48	18.96	12.95	14.40	12.25	11.01	14.96	14.01
FE2O3	3.99	4.63	14.79	5.80	14.45	13.24	12.46	13.74
FEO	0.31			8.58				
MGO	0.81	0.90	8.31	6.35	8.89	13.71	5.31	5.89
CAO	2.68	4.16	11.59	10.12	11.70	10.67	10.22	10.22
NA2O	7.24	7.12	3.38	4.02	3.34	3.05	5.04	4.93
K2O	3.86	2.95	1.19	1.72	1.25	0.97	1.81	1.64
MNO	0.20	0.22	0.18	0.19	0.18	0.18	0.18	0.21
TIO2	0.84	0.89	4.83	3.75	4.32	3.23	4.05	4.02
P2O5	0.16	0.21	1.06	1.06	0.79	0.74	1.14	1.33
H2O	2.89			0.75				
OR	22.81	17.43	10.16	10.16	7.39	5.73	10.70	9.69
AB	53.30	57.68	15.59	16.05	10.86	10.45	17.48	17.67
AN	6.53	11.06	16.17	16.17	14.74	13.49	12.85	11.26
NE	4.32	1.39	9.98	9.98	9.43	8.32	13.64	13.03
DI	3.72	6.10	21.80	21.72	30.37	24.09	24.09	24.51
WO		0.24						
OL	0.20		8.19	7.57	9.33	19.69	3.02	4.81
HE	3.99							
MT		3.47	7.87	8.41	6.86	6.08	6.92	7.45
IL	1.08	1.69	7.12	7.12	8.20	6.13	7.69	7.63
PF	0.46							
AP	0.37	0.49	2.46	2.46	1.83	1.71	2.64	3.08
ID	80.43	77.32	33.82	35.95	33.54	29.39	46.70	45.50
FEMG	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
IP	53.64	53.64	53.64	52.14	53.64	53.64	53.64	53.64

47635.- Traquita s.s. Colada en Malpaso. PELLICER (1979).

RB 30.- Traquita s.s. Colada en la pista al E de Mñ Mercadel. MAGNA.

RB 35.- Tefrita. Colada al sur de Mña Tenacas. MAGNA.

40456.- Tefrita. Colada en el Espigón de los Fares. PELLICER (1979).

AG 521.- Tefrita. Colada en pista forestal Virgen de los Reyes-El Pinar. MAGNA.

AG 522.- Basanita. Colada en pista forestal Virgen de los Reyes-El Pinar. MAGNA.

RB 17.- Tefrita. Colada en la pista de Tocarón al Julian. MAGNA.

RB 7.- Tefrita. Colada en la ladera sur de Mña los Cardillos. MAGNA.

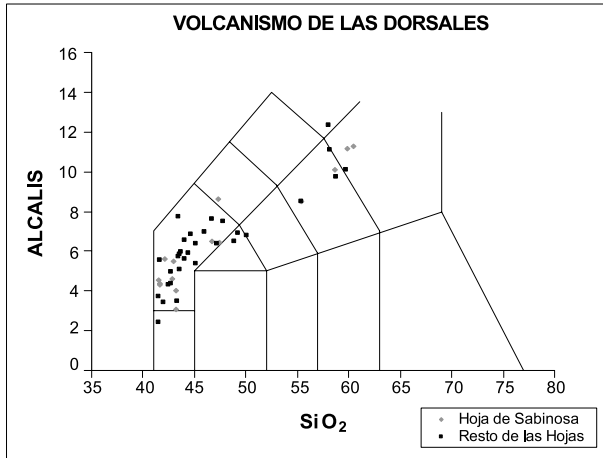


Fig. 5.3. Diagrama T. A. S. de clasificación de rocas volcánicas.

Las pautas de variación de elementos mayores de estos materiales quedan reflejadas también en el diagrama de la Fig. 5.4, donde se observa una disminución de Fe total, TiO<sub>2</sub>, MgO, CaO y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a medida que progresa la diferenciación, mientras que aumentan los contenidos de Na<sub>2</sub>O; K<sub>2</sub>O; y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

### Volcanismo de las Dorsales (indiferenciado)

(% en peso)

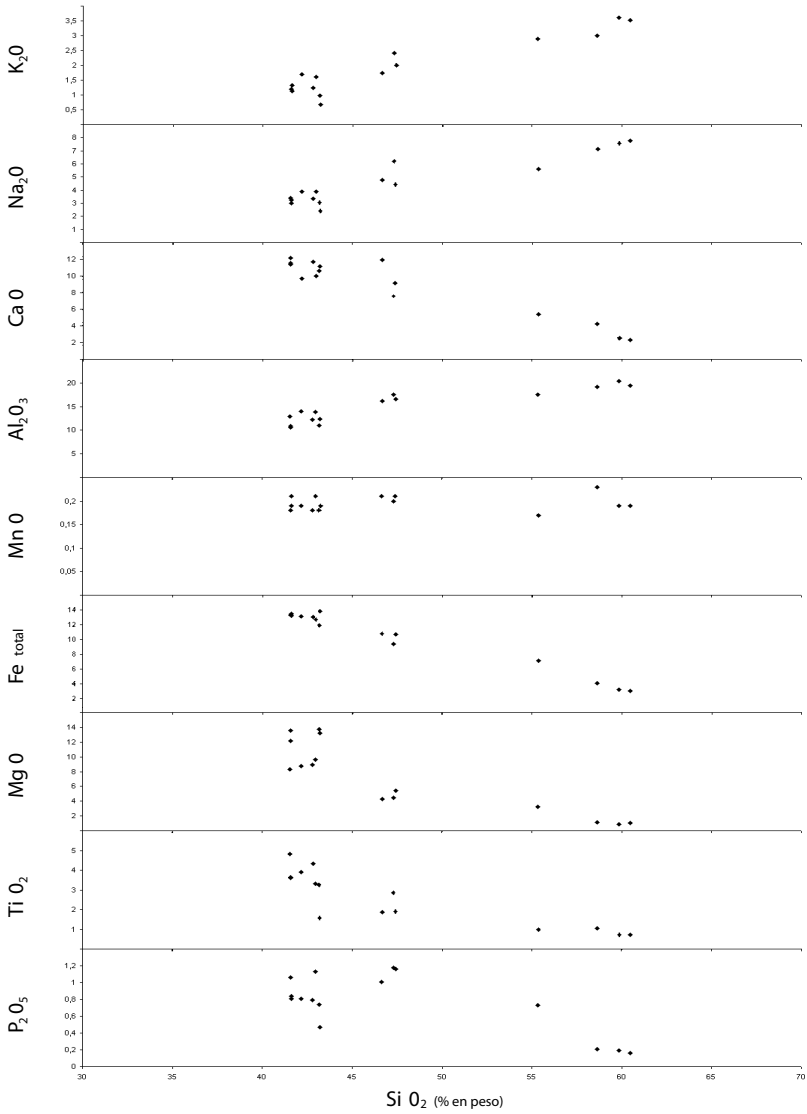


Fig. 5.4.- Diagrama de variación óxidos/sílice para el Volcanismo de Las Dorsales

## 5.5. VOLCANISMO DE RELLENO DE EL GOLFO. PETROLOGÍA.

### 5.5.1. Coladas basálticas y conos de tefra. (13 y 14)

El volcanismo que rellena el valle de El Golfo es de composición basáltica, con tipologías piroxénico-olivínica y olivínica. A pesar de este predominio esencialmente basáltico, en muchas muestras estudiadas se observan, sin embargo, características traquibasálticas, pudiendo clasificarse desde el punto de vista petrográfico, como basaltos-traquibasaltos.

Los tipos más frecuentes son basaltos olivínico-piroxénicos de textura porfídica o microporfídica vesicular. El olivino, generalmente dominante aparece en cristales subidiomorfos-xenomorfos dispersos al igual que la augita, cuyos cristales suelen estar zonados y en ocasiones con zonado en "reloj de arena". Son abundantes también los microfenocristales de opacos.

La matriz es rica en microlitos de plagioclasa subidiomorfa, augita de tonalidades pardo-amarillentas y violáceas y finos cristales de opacos. El olivino suele ser escaso y en granos dispersos.

Los términos basálticos-traquibasálticos son también relativamente frecuentes, caracterizándose por ser rocas de textura porfídica traquitoide intergranular y en algunos casos glomero-porfídicas. Los fenocristales son escasos, generalmente en una proporción inferior al 5% del total y son principalmente, augita subidiomorfa con cristales zonados, a veces de tonalidades violáceas y plagioclasa, que suele formar glomérulos. Menos abundantes son los microfenocristales de anfíbol, con fuerte pleocroismo amarillento-marrón y aureolas de minerales opacos.

La matriz de estas rocas está formada por plagioclasa alistonada y orientada, augita, opacos muy finos e isométricos. De manera accesoria aparece olivino en secciones romboidales y apatito, que a veces tiene carácter de fenocristal. El vidrio (? 10%) es intersticial y aparece enturbiado.

Las alteraciones suelen ser débiles, afectando al olivino (iddingsitizaciones), el cual aparece transformado a productos anaranjados. Existen pequeñas manchas de óxidos de hierro y algunas plaquitas de carbonato.

### 5.5.2. Coladas basálticas y conos de tefra. (Tanganasoga) (15 y 16)

Las muestras estudiadas del volcán Tanganasoga tienen características similares a las descritas, pero en algunos casos presentan texturas orientadas y fluidales de tipo traquitoide.

## 5.6. EMISIONES RECIENTES. PETROLOGÍA.

### 5.6.1. Coladas basálticas y conos de tefra. (17 y 18)

Las emisiones recientes, son relativamente homogéneas desde el punto de vista petrográfico, clasificándose todas las muestras como basaltos olivínico-piroxénicos y en algún caso como basaltos plagioclásico-olivínicos.

Son rocas muy porfídicas, con una alta proporción de fenocristales y texturas intergranulares vesiculares hipocristalinas. El olivino varía de subidiomorfo a muy xenomorfo, cristales esqueléticos y golfos de corrosión. Ocasionalmente forman glomérulos y pueden presentar extinción ondulante. La augita suele ser algo más escasa y normalmente aparece zonada y con coloraciones amarillentas y violáceas. Los minerales opacos son muy abundantes con hábitos subidiomorfos y aciculares, formando agregados o cristales dispersos y a veces aureolas alrededor de otros cristales.

La matriz de estas rocas es generalmente de grano muy fino y rica en microlitos de plagioclasa, augita, opacos y olivino, aunque este es más escaso. De manera accesoria se encuentra ilmenita, en algunas muestras. El vidrio está casi siempre presente, (5-10%) y de manera intersticial.

No se observan alteraciones importantes salvo iddingsitizaciones parciales en los cristales de olivino.

## 5.7. POSIBLE ERUPCIÓN HISTÓRICA DE 1793. PETROLOGÍA.

### 5.7.1. Coladas basálticas. (19)

Durante esta posible erupción de 1793 se emitieron basaltos piroxénico-olivínicos, caracterizados por la presencia de abundantes (micro) fenocristales, en una matriz hipocristalina, de grano relativamente grueso. El clinopiroxeno es subidiomorfo-xenomorfo y está zonado. Presenta tonalidades pardo-amarillentas y tonalidades algo violáceas claras, pero a menudo los bordes están intensamente coloreados. Estos cristales tienen, además, inclusiones de opacos o vidrio y no suelen formar grumos.

Los fenocristales de olivino tienen hábitos subidiomorfos-xenomorfos, a veces también redondeados y golfos de corrosión. Constituyen glomérulos cuando son cristales de menor tamaño. Los opacos son abundantes y pueden tener carácter de fenocristal.

La matriz es rica en plagioclasa subidiomorfa, poco alistonada y clinopiroxeno de color violáceo más intenso que el de los fenocristales. Los opacos son también muy abundantes y forman, a veces, rejas muy finas. El olivino en la matriz es escaso. La presencia de vidrio es difícil de apreciar (<5-10% en algunas muestras), pues aparece de manera intersticial, enturbiado y grisáceo, en plaquitas muy pequeñas.

HERNÁNDEZ-PACHECO (1982) hace un estudio petrográfico más detallado, estableciendo variedades texturales entre las distintas morfologías de las lavas: "aa", "pahoehoe", etc. Igualmente, detecta variaciones petrográficas entre los materiales próximos al centro de emisión y los más lejanos. En escorias del centro de emisión, identifica la presencia de anfíboles (kaersutita), mientras que este mineral ya no aparece en las lavas, donde son más abundantes los fenocristales de augita y olivino.



## 5.8. VOLCANISMO DE RELLENO DE EL GOLFO, EMISIONES: RECIENTES E HISTÓRICAS. GEOQUÍMICA

En el diagrama TAS de la Fig. 5.5 se han agrupado las emisiones que rellenan el valle de El Golfo, las, recientes e históricas, ya que son muy similares petrográfica y geoquímicamente (ver tabla 5.3). Superponiendo los diagramas TAS de las Fig. 5.5 y 5.6 se observa que estas emisiones más recientes se proyectan en los mismos campos que las anteriores, pudiéndose asegurar que realmente son una repetición o continuación de los episodios masivos indiferenciados de Las Dorsales y que representan, por tanto, otros episodios, aunque más recientes, de la actividad volcánica de los ejes estructurales.

Considerando únicamente estas manifestaciones más recientes, cabe destacar la presencia de algunas coladas de lava, procedentes de Pico del Cepón, de marcado carácter básico y sub-saturado (foiditas), ausentes en episodios anteriores de Las Dorsales, así como una alcalinidad algo más acusada con respecto a aquellos, resaltada por la presencia ocasional de leucita normativa. Por otro lado, otra diferencia en relación al resto del Volcanismo de las Dorsales es la ausencia aquí de manifestaciones más diferenciadas de tipo traquita-máfica-traquita.

TABLA 5.3.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA

Emissiones de relleno de El Golfo, Subrecientes y Recientes

MUESTRA	40235	40847	39860	40829	40846	40202	40191	40269
SiO2	41.10	41.60	42.71	41.51	40.26	40.26	42.10	42.01
Al2O3	12.89	10.72	13.85	10.59	9.57	9.44	10.97	10.72
Fe2O3	6.61	3.01	4.49	3.66	4.55	5.03	3.55	2.85
FeO	10.53	10.48	9.73	9.81	10.84	10.90	10.09	10.36
MgO	10.99	13.28	7.85	14.01	14.19	14.18	12.51	12.53
CaO	10.88	11.69	12.65	11.63	12.52	12.55	11.61	11.64
Na2O	2.68	2.92	3.76	3.06	2.09	1.74	2.81	3.19
K2O	1.18	1.21	0.53	1.30	0.84	0.73	1.30	1.42
MnO	0.20	0.19	0.20	0.19	0.19	0.08	0.19	0.23
TiO2	2.45	3.40	3.21	3.41	3.82	3.92	3.41	3.38
P2O5	0.68	0.81	0.41	0.81	0.58	0.55	0.87	0.87
H2O	0.16	0.47	0.64	0.35	0.34	0.41	0.74	0.51
OR	6.97	7.15	3.13	6.51	3.40	4.31	7.68	8.39
AB	5.90	0.78	8.48			1.40	3.77	0.88
AN	19.66	12.57	19.35	11.32	14.25	15.79	13.48	10.74
LC				0.92	1.23			
NE	9.09	12.96	12.64	14.03	9.58	7.22	10.84	14.15
DI	24.01	32.20	32.93	32.80	35.21	34.21	30.80	33.20
OL	18.75	20.95	9.31	20.74	20.59	20.44	19.20	19.28
MT	9.58	4.36	6.51	5.31	6.60	7.29	5.15	4.13
IL	4.65	6.46	6.10	6.48	7.26	7.45	6.48	6.42
AP	1.58	1.88	0.95	1.88	1.34	1.27	2.02	2.02
Cu	53	83		53				
Ga	16	17		16				
Ni	225	296		224				
Sr	392	438		390				
Zr	181	179		179				
Th	19	22		18				
Rb	32	34		31				
Pb	9	9		10				
Zn	82	82		83				
Y	20	21		20				
ID	21.96	20.90	24.25	21.46	14.21	12.93	22.29	23.42
FEMG	0.22	0.21	0.26	0.17	0.18	0.17	0.20	0.22
IP	51.97	52.05	51.65	52.31	52.27	52.34	52.11	51.98

- 40235.- Basanita. Colada de Mña Colorada. PELLICER (1979).  
 40847.- Basanita. Colada del volcán Mña Empalizadas. PELLICER (1979).  
 39860.- Tefrita. Colada al SO de Mña Tajanara, junto al camino. ILM (inédito).  
 40829.- Basanita. Colada procedente de Cueva del Guanche. PELLICER (1979).  
 40846.- Foidita. Colada procedente de Picos del Cepón. PELLICER (1979).  
 40202.- Foidita. Colada procedente de Picos del Cepón. PELLICER (1979).  
 40191.- Basanita. Colada procedente de Cueva del Guanche. PELLICER (1979).  
 40269.- Basanita. Colada procedente de Cueva del Guanche. PELLICER (1979).

TABLA 5.3.- ANÁLISIS QUÍMICOS, NORMA CIPW Y PARÁMETROS GEOQUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE LA HOJA (Continuación)

Emissiones relleno de El Golfo, subrecientes y recientes

MUESTRA	RB 50	RB 37	41343	41341
SiO2	45.39	43.76	44.42	50.10
Al2O3	15.11	14.17	16.31	18.00
Fe2O3	12.46	13.55	4.03	3.56
FeO			9.53	5.26
MgO	5.71	6.56	6.45	3.63
CaO	9.88	10.83	9.26	6.87
Na2O	4.41	3.92	3.65	5.60
K2O	1.80	1.44	1.21	3.33
MnO	0.17	0.17	0.19	0.20
TiO2	3.97	4.65	3.94	2.48
P2O5	0.94	0.83	0.70	0.80
H2O			0.38	0.51
OR	10.64	8.51	7.15	19.68
AB	20.54	16.42	21.88	26.69
AN	16.12	16.82	24.55	14.14
NE	9.09	9.07	4.88	11.21
DI	21.23	25.00	13.62	11.79
OL	5.00	5.60	12.67	4.59
MT	6.73	6.83	5.84	5.16
IL	7.54	8.83	7.48	4.71
AP	2.18	1.92	1.62	1.85
Cu				13
Ga				19
Ni				11
Sr				712
Zr				405
Th				25
Rb				53
Pb				12
Zn				86
Y				28
ID	45.18	39.80	33.91	57.58
FEMG	0.00	0.00	0.28	0.20
IP	53.64	53.64	51.57	52.11

RB 50.-Tefrita. Colada junto a la ladera S del volcán Tanganasoga. MAGNA.

RB 37. - Tefrita. Colada junto a Mña las Calcosas. MAGNA.

41343.- Basanita. Colada del Salidero de Hoya del Faro. PELLICER (1979).

41341.- Tefrita fonolítica. Colada en Mña Quebólico. PELLICER (1979).

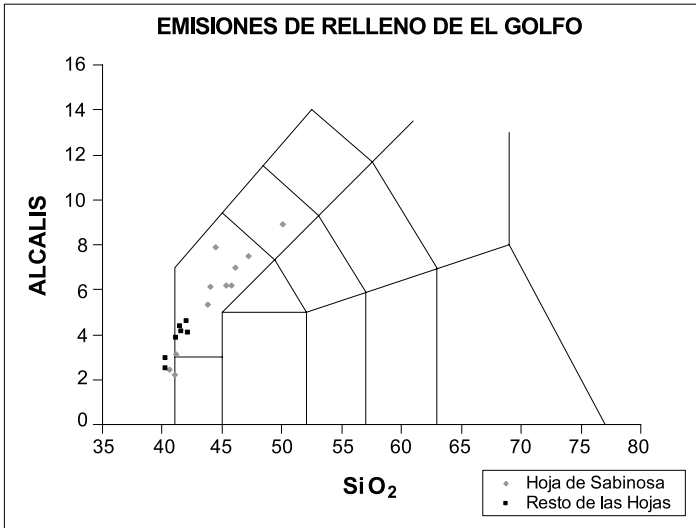


Fig. 5.5. Diagrama T. A. S. de clasificación de rocas volcánicas.

Emisiones de relleno de El Golfo, tardías, subrecientes, recientes e históricas

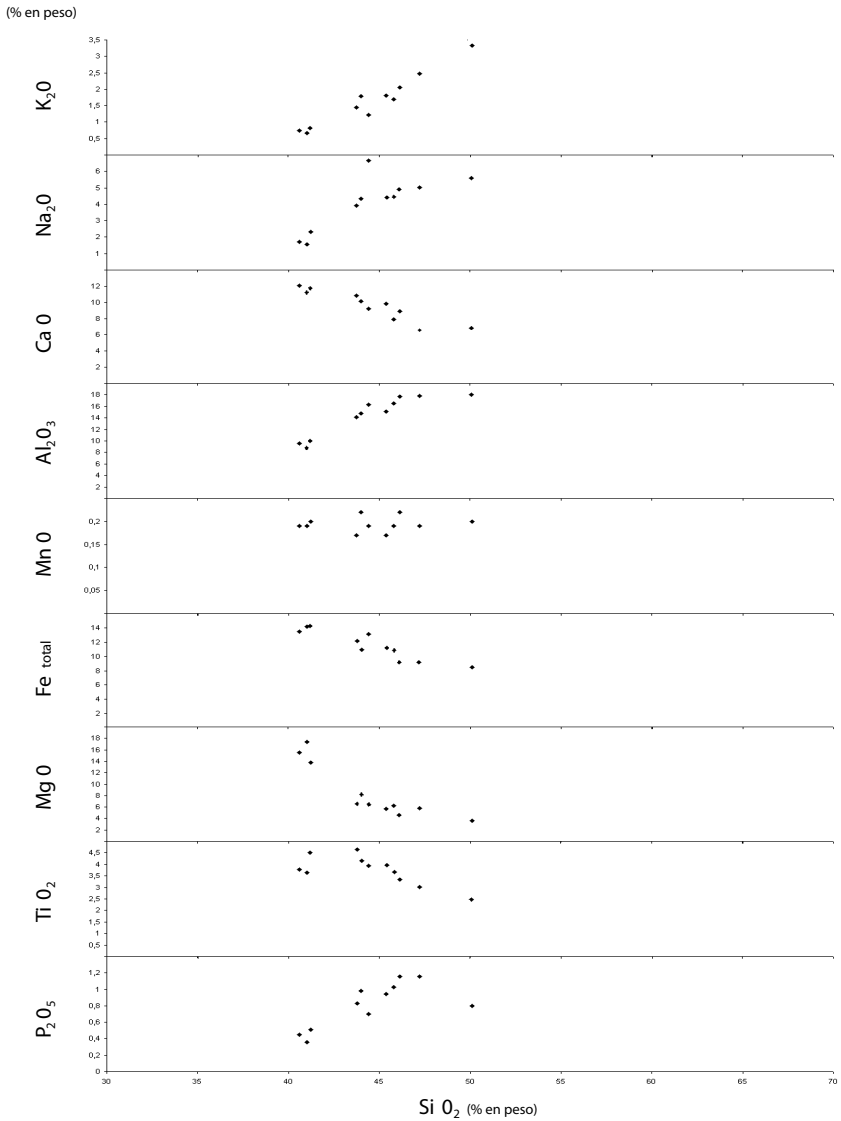


Fig. 5.6.- Diagrama de variación óxidos/sílice para el Volcanismo de Relleno de El Golfo, Emisiones Recientes e Históricas.

## 6. HISTORIA GEOLÓGICA

La isla de El Hierro comenzó su formación hace aproximadamente 1,2 millones de años, GUILLOU *et al.* (1996), con la emersión de un edificio, el denominado edificio Tiñor, el cual sólo aflora en la parte noreste de la isla, ya muy desmantelado y cubierto por episodios volcánicos posteriores. Tras su destrucción parcial, posiblemente como consecuencia de grandes deslizamientos gravitacionales en masa, comenzó, hace alrededor de 500.000 años, la formación de otro edificio, también de composición basáltica. Este edificio llamado El Golfo-Las Playas, se haya representado en este sector de la isla, aunque también está muy destruido en gran parte y cubierto por emisiones más recientes.

Las dataciones absolutas disponibles indican que este segundo gran edificio insular se formó al menos en dos episodios constructivos, prácticamente continuos entre sí, que conjuntamente dieron lugar a un edificio de más de 800 m de altura, formado básicamente por apilamientos de lavas, con intercalaciones, no muy abundantes de piroclastos. Estas etapas iniciales estuvieron marcadas, incluso, por un volcanismo de tipo hidromagmático que originó algunos edificios piroclásticos, como los que aún hoy se observan, ya desmantelados, en la Hoya del Verodal. Los estadios de crecimiento siguientes estuvieron dominados por emisiones efusivas, también basálticas, pero con algunas intercalaciones menores de materiales traquibasálticos y traquíticos, al techo del apilamiento, si bien siempre volumétricamente inferiores a los de composición basáltica. La finalización de la construcción del edificio El Golfo-Las Playas se estima que tuvo lugar hacia los 150 mil años, B.P.

Un hecho importante en la evolución volcano-tectónica de la isla tiene lugar, sin embargo, en esta época, debido a la ocurrencia de grandes deslizamientos gravitacionales como ya ocurriera en el primer edificio volcánico, que en este caso afectaron al sector meridional del edificio El Golfo-Las Playas. Se trata del deslizamiento de El Julán, que provocó una morfología arqueada, abierta hacia el sur, aún hoy apreciable. Su edad es incierta, pudiendo ser del orden de los 250.000-20.000 años o menos, y en gran parte ha sido rellenada por las emisiones procedentes del eje de la dorsal este-oeste y edificios periféricos.

El siguiente gran episodio volcánico se sucede sin una interrupción importante en la actividad volcánica en la isla, pues tampoco existen paleorrelieves o discordancias acusadas que hagan pensar en una etapa erosiva prolongada.

El desarrollo de estas erupciones, tiene lugar ya a lo largo de todo el Pleistoceno superior, de manera bastante continuada, y se manifiesta incluso en el Holoceno, con erupciones de unos pocos miles de años e incluso con una posible erupción histórica, en 1793, según señala HERNÁNDEZ-PACHECO (1982). Lo más característico de este volcanismo es que se desarrolla a partir de unas bandas estrechas o ejes estructurales que convergen en el centro de la isla con ángulos de 120° y en ellos es donde se concentra la máxima actividad volcánica.

El crecimiento de la isla se ha ido produciendo por sucesivas emisiones en torno a esos ejes, configurando finalmente un edificio insular con forma triangular. En este área se localiza sólo el eje más occidental (E-O). La zona de confluencia quedaría ligreramente al E de esta Hoja, en un lugar hoy desaparecido como consecuencia de la formación del valle de El Golfo.

En superficie estos ejes se manifiestan por la elevada concentración de edificios volcánicos, que alineados entre sí van indicando su traza en el espacio. Así, en este área es posible apreciar acumulaciones de edificios desde un extremo a otro con orientaciones que se enmarcan en la directriz tectónica del eje estructural este-oeste.

Las dataciones absolutas en rocas de la isla y los datos de ecosonda marina, en relación con el estudio del "debris-flow de Canarias" y depósitos turbidíticos volcanoclasticos en el fondo oceánico, FUSTER *et al.* (1993), GUILLOU *et al.* (1996), MASSON (1996) y URGELÉS *et al.* (1996) indican, que posiblemente entre los 6000 y los 17.000 años B.P. tuvo lugar otra vez, un gran deslizamiento gravitacional que afectó a la porción más septentrional de la isla, originándose como consecuencia el valle de El Golfo. El volumen de los depósitos de la avalancha originada se calcula en unos 250-350 km<sup>3</sup>, MASSON (1996). El elevado crecimiento en altura de la isla, como consecuencia de las múltiples inyecciones magmáticas, dio lugar a un edificio insular geoméricamente poco estable, que sometido a continuas erupciones volcánicas con sus efectos sísmicos asociados, fueron causa del desencadenamiento de inestabilidades que terminaron por causar la rotura de este sector y su deslizamiento hacia el mar. En la cabecera del escarpe formado quedaron cortados todos los materiales volcánicos emitidos hasta entonces.

La liberación súbita de presión litostática debida al deslizamiento de esa masa de material, dio lugar casi inmediatamente a una intensa actividad volcánica basáltica a lo largo del eje estructural este-oeste. Así, los centros de emisión se encuentran localizados y alineados entre sí en la cabecera del valle, si bien desplazados paralelamente, hacia el norte, respecto a la primitiva zona axial del eje. Las abruptas paredes del valle de El Golfo no permitieron el crecimiento y desarrollo de grandes edificios volcánicos, que se destruían casi inmediatamente. Las emisiones lávicas fueron muy voluminosas y rellenaron parcialmente dicha depresión, con espesores del orden de 200-300 m, según se ha podido comprobar en la inspección de obras de captación de aguas subterráneas (pozos y galerías). Llegaron a la costa y actualmente forma una amplia plataforma subhorizontal, desde un extremo a otro del valle, pero más ancha en el sector de Tigaday (este). Uno de los últimos episodios volcánicos en El Golfo fue la erupción del volcán Tanganasoga, cuya edad debe ser inferior a 6000 años.

El volcanismo continuó, no sólo en el interior de la depresión de El Golfo, donde sin duda fue muy importante, sino también en la zona de cumbres y vertiente meridional de la isla y posiblemente tanto en un sitio como en otro las erupciones se solaparon en el tiempo. Así se han cartografiado erupciones tardías, subrecientes e incluso recientes, con unos pocos miles de años, en los extremos de la dorsal este-oeste (zona del faro de Orchilla, y Hoya del Verodal) y en la zona de La Restinga ( Hoja del mismo nombre), correspondiente ya a las estribaciones del eje meridional. En este sentido, HERNÁNDEZ-PACHECO (1982) y otros autores relacionan los terremotos ocurridos en 1793 con una posible erupción volcánica. Dicho autor la localiza en Lomo Negro, en la Hoya del Verodal, igualmente en el extremo occidental de la dorsal este-oeste de la isla. Mediante una datación C-14, que dió una edad equivalente al año 1800 (d.J.C.), parece confirmar esta posible erupción la cual sería la única histórica de El Hierro.

Los procesos erosivos propiamente dichos no han tenido tiempo de actuar con gran intensidad y el relieve se mantiene poco retocado, con escasa incisión de barrancos y procesos de

vertiente. En la costa, el efecto de la erosión marina, si se siente, sin embargo, con cierta fuerza.

## **7. GEOLOGÍA ECONÓMICA**

### **7.1. HIDROLOGÍA E HIDROGEOLOGÍA**

#### **7.1.1. Climatología**

Las características climatológicas de la isla de El Hierro están regidas, por la dinámica atmosférica asociada al anticiclón de las Azores, que determina una incidencia favorable de los vientos alisios del noroeste, la existencia de una corriente oceánica fría que la circunda, su proximidad a África y su accidentado y elevado relieve.

La acción de los vientos alisios combinados con la considerable altura topográfica de la zona central de la isla (1.503 m), contribuye a la existencia de variaciones pluviométricas y termométricas entre los sectores de barlovento y de sotavento. De esta forma, se pueden distinguir diversas zonas bien diferenciadas: una zona septentrional, desde la costa hasta los 950 m de cota, húmeda y fresca, que al encontrarse a barlovento se ve afectada por la descarga de humedad del alisio; una zona central, por encima de los 950 m, que presenta frecuentes nieblas y está afectada por el mar de nubes buena parte del año; y una zona meridional, caracterizada por una gran sequedad ambiental, al encontrarse a sotavento y estar afectada por los vientos que descienden ya secos y cálidos.

En la Hoja 1: 25.000 de Sabinosa, curiosamente se observan estas tres zonas, aunque con cierto predominio en extensión de la zona meridional.

La vertiente meridional de la isla se encuentra a sotavento, respecto a los vientos alisios, lo que le confiere un marcado carácter de aridez a gran parte de la ladera. No obstante, dada la altitud de la isla, el manto de estratocúmulos, en los días de alisio reforzado, consigue rebasar la barrera definida por el arco montañoso de El Golfo, remontando la línea de cumbres y derramándose por la ladera sur, atenuando parcialmente los contrastes de humedad existentes entre la vertiente septentrional y meridional de la isla.

La influencia de esta capa húmeda y fresca del alisio sólo afectará a las cotas más altas de la vertiente sur, a medida que se desciende hacia la línea de costa deja de notarse su influencia.

Aunque se carece de datos térmicos, las observaciones de campo indican que las temperaturas son más elevadas en la zona de El Julan que en la vertiente de El Golfo a igual cota. Sin embargo, la presencia frecuente de vientos en la ladera septentrional se traduce en un descenso de la temperatura y en un aumento de la evaporación. Asimismo, en la franja costera, abierta al océano, se deja sentir el efecto atemperante del mar determinando una mayor suavidad de las temperaturas.



En la vertiente septentrional, las temperaturas son bastante suaves todo el año, sobre todo en los sectores costeros, con medias anuales que oscilan entre 18 y 24° C. Los meses más fríos son enero y febrero y los más calurosos julio y agosto. En la zona central de la isla, las frecuentes nieblas y la humedad producen un descenso notable en las temperaturas y una sensación de frescor incluso en los meses de verano.

### 7.1.2. Pluviometría

El régimen pluviométrico de la isla también presenta una clara disimetría en cuanto a la distribución y cuantía de las lluvias. Esta distribución espacial depende de la orientación y la cota.

En el sector O y en la ladera SO de la isla, que corresponde en su totalidad a la Hoja de Sabinosa, las lluvias son escasas e irregulares, oscilando entre 500 mm en la zona de cumbreres y valores menores de 200 mm en la costa.

Esporádicamente, en la ladera de El Julán se producen borrascas de componente SO que llegan a afectar a toda esta zona, ocasionando precipitaciones intensas de carácter torrencial. Estas lluvias (ligadas a situaciones locales de vientos de poniente), se originan fundamentalmente en la estación invernal, desde finales de noviembre hasta febrero.

### 7.1.3. Hidrogeología

#### Características generales

La Hoja 1:25.000 de Sabinosa comprende gran parte de la vertiente meridional de la isla, denominada en su conjunto El Julán, así como de la vertiente septentrional constituida por el escarpe de El Golfo.

La vertiente de El Julán se dispone como una rampa de pendiente pronunciada que va desde la cabecera de El Golfo hasta la costa y que se caracteriza por su uniformidad morfológica. Al norte está limitado por la línea divisoria de aguas que separa la vertiente septentrional de la meridional, hacia el este enlaza con la suave orografía de la Meseta de Nisdafe y al oeste su límite viene dado por los importantes cantiles retranqueados de la Hoya del Verodal y la "isla baja" de Orchilla.

Toda esta vertiente se encuentra surcada por numerosos barrancos de dirección N-S, que se caracterizan por su escasa o nula jerarquización y la débil incisión de los mismos.

Los materiales que recubren superficialmente esta ladera proceden de los centros enclavados en la línea de cumbreres del escarpe de El Golfo dispuestos según la directriz ONO-ESE, que se han definido como Volcanismo de Las Dorsales. Hidrogeológicamente, estos materiales presentan una elevada permeabilidad incrementada por la presencia de un gran número de diques fracturados que actúan como niveles preferentes de circulación.

Los extremos occidentales de la Hoja están constituidos por materiales correspondientes a Emisiones Recientes que dan lugar a la isla baja de Orchilla (SO) y Hoya del Verodal- Punta de

la Dehesa (NO). Estos materiales son los más jóvenes de la isla y presentan una elevada permeabilidad.

Toda la vertiente norte de la Hoja está constituida por el escarpe montañoso de El Golfo. Este escarpe configura un paredón de pendientes muy pronunciadas constituido principalmente por materiales del Edificio El Golfo-Las Playas en las cotas más altas, así como por materiales de lo que se ha denominado Volcanismo de Relleno de El Golfo.

Hidrogeológicamente, los materiales del edificio de El Golfo-Las Playas son bastante permeables, fundamentalmente los correspondientes al tramo medio-superior, debido al menor grado de alteración y compactación de los materiales. Los materiales de Relleno de El Golfo también presentan una elevada permeabilidad.

La importante actividad eruptiva que se concentra en este sector está en estrecha relación con la presencia de dos de los ejes estructurales que operan en la isla.

#### Inventario de puntos de agua

Según la base de datos del IGME en la Hoja de Sabinosa se han inventariado 11 puntos de agua: 1 pozo, 1 sondeo, 3 pozos con galería, 2 galerías, 2 manantiales y 2 galerías con pozo.

La mayoría de estas captaciones extraen el agua de los materiales procedentes del Edificio El Golfo-Las Playas, del Volcanismo de las Dorsales o de los materiales del Volcanismo de Relleno de El Golfo.

La galería denominada Lomo de Trébol está situada en la falda del escarpe de los materiales que constituyen el Edificio El Golfo-Las Playas. Esta galería se abre con una alternancia de piroclastos y coladas atravesadas por una densa malla de diques. No obstante, a pesar de la elevada permeabilidad de estos materiales la captación es improductiva debido probablemente a la elevada cota a la que está situada respecto al nivel piezométrico de la zona.

Los dos manantiales o nacientes se encuentran situados a una cota de 740 y 980 m. Estos surgen a favor de almargres y/o discontinuidades en los materiales. El manantial de Rodrigo se utiliza como abrevadero para el ganado de la zona y el de Mancafite para abastecimiento al núcleo de Sabinosa.

El Pozo de Tigaday tiene propiedades minero-medicinales, y extrae el agua del Edificio El Golfo-Las Playas, según la descripción del corte, presenta un gran número de fracturas y un total de 9 diques de dirección E-NE.

La mayoría de los puntos inventariados en esta Hoja no se utilizan en la actualidad. Algunos de ellos se han dejado de explotar al abandonarse las explotaciones de regadío como consecuencia de los fuertes vientos que se producen en la zona. Otra de las causas del abandono de las captaciones es la mala calidad de las aguas debido a la salinidad y/o contenido en carbonatos y a la presencia de gases.

En aquellas captaciones situadas próximas a la costa, al sur de la Hoja, se observan oscilaciones del nivel freático del orden de los 20-30 cm.

En la tabla adjunta se especifican algunas de las características de estos puntos de agua:

Nº Inventario	Toponimia	Naturaleza del Punto	Prof (m)	Uso	Cota (m)
344430001	Lomo deTrébol	Galería	303	Seca	700
344430002	El Verodal	Pozo-galería	66	No se utiliza	60
344440002	Las Alcusas	Galería-pozo	738	No se utiliza	8
344440003	Mancafite	Manantial	-	Abast Sabinosa	980
344440004	Rodrigo	Manantial	-	Abrevadero	740
344440005	Chirgo	Pozo-Galería	264	No se utiliza	264,77
344440006	S-17	Sondeo	266,2	No se utiliza	247,12
344440007	El Julan	Galería	1 071	No se utiliza	20
344370001	La Salud	Pozo	10,61	Minero- medicinal	10
344370002	San Simón	Pozo con galería	25	Abandonado	25
344380001	Tigaday	Pozo con galería	280	Regadío y abast	273,73

## Calidad del agua

En la Hoja 1:25 000 de Sabinosa se han inventariado 11 puntos que se sitúan en las vertientes septentrional y meridional de la isla.

Los puntos situados en la vertiente sur captan fundamentalmente aguas de los materiales procedentes del Volcanismo de Las Dorsales. Las aguas correspondientes a estos materiales presentan una salinidad intermedia y un contenido medio en calcio y magnesio. En las zonas de recarga su facies es clorurada sódica, aumentando su salinidad en las zonas costeras debido a la intrusión marina existente.

Los puntos situados en la vertiente norte de la isla captan el agua de los materiales de Relleno de El Golfo. En general, se trata de aguas blandas con una mineralización notable y su facies predominante es la clorurada sódica. Sin embargo, a veces puede presentar un elevado contenido en gases que la hacen inadecuadas para consumo.

## 7.2. RECURSOS MINERALES

### 7.2.1. Rocas Industriales

En esta Hoja no existen yacimientos minerales de interés económico, pero sí se han explotado, como recurso económico, materiales rocosos utilizados principalmente en la industria de la construcción y en obras públicas.

Un primer inventario sobre la situación de este tipo de actividad en la isla fue realizado por

IGME (1976b), plasmado en un mapa a escala 1:200.000. En este estudio se analizó el estado operativo de las canteras, la explotabilidad de los diferentes materiales susceptibles de aprovechamiento económico, sus reservas, etc, con el fin de establecer y optimizar su explotación racional. Más adelante, en 1987, la Consejería de Industria del Gobierno de Canarias encargó otro estudio de inventario y catalogación de los conos de la isla, GOBIERNO DE CANARIAS (1987), en el cual se seleccionaron, a partir de varios criterios, (granulometría, distancia a centros de consumo, entorno natural, etc), los conos que mejores características presentaban para su aprovechamiento.

En el ámbito de esta Hoja los materiales que se explotan o han sido objeto de extracción, son materiales piroclásticos y coladas de lavas basálticas. En todos los casos se trata de explotaciones pequeñas y no muestran una actividad continuada, sino que más bien la extracción es ocasional, para pequeñas obras puntuales de los alrededores. Además, gran parte del territorio cartografiado queda incluido, dentro de espacios naturales protegidos, lo que determina que este tipo de actividad presente más limitaciones.

Materiales piroclásticos (picón). Se presentan principalmente formando conos o edificios volcánicos dispersos por la Hoja y como mantos que recubren los relieves en la zona de cumbreros. Casi todos los conos presentan cicatrices de haber extraído picón, si bien, casi siempre son pequeños sacaderos que no modifican mucho la morfología original. Tal es el caso de M<sup>ña</sup> Quemada, Las Cuevas, M<sup>ña</sup> de la Virgen, Tembárgena, M<sup>ña</sup> Gamonal, etc. En otros casos las labores de extracción sí han supuesto alteraciones importantes en la morfología del edificio: M<sup>ña</sup> Tamasina, M<sup>ña</sup> Tejeguete y Sabinosa, etc.

El picón es un material granular, poco denso y vesicular de composición basáltica. Su granulometría varía de un depósito a otro e incluso dentro del mismo. Por lo general los centros de emisión presentan mayor heterogeneidad granulométrica, con tamaños desde 2-6 centímetros (tamaño lapilli) hasta bloques y fragmentos de 40-60 cm, que incluso en algún caso, superan el metro (bombas). Los depósitos que originan mantos y recubrimientos sobre el relieve, presentan mayor homogeneidad en sus tamaños, al haber sufrido una selección granulométrica durante el transporte por el viento. En este caso suelen tener tamaños milimétricos y escasos centímetros. Tienen coloración negruzca, cuando son recientes, o rojiza cuando están oxidados. Los depósitos pueden encontrarse relativamente sueltos, por lo que se extraen fácilmente con palas mecánicas. Frecuentemente, sin embargo, como ocurre en muchos conos, están apelmazados o compactados y su extracción, aunque no es difícil, resulta algo más costosa. Dependiendo de la granulometría original, se hace necesario un tamizado previo, según el uso a que va destinado.

La utilización más frecuente de este material es como árido ligero cuando son finos y como material de relleno cuando los tamaños son gruesos. Actualmente el uso más frecuente es para la realización de bloques y bovedillas prefabricadas, que se utilizan para fachadas, muros, forjados, etc.

En obras públicas se emplea para bases y subbases de carreteras, caminos, etc. Otro uso frecuente es su empleo en embellecimiento de jardines, áreas naturalizadas, márgenes de carreteras, etc.

## 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 este 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 de la isla en áreas de comportamiento geotécnico diferente. A su vez estas áreas se han dividido en zonas que representan recintos relativamente homogéneos frente a características geotécnicas determinadas.

En la Hoja se han distinguido dos áreas y cuatro zonas.

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

#### ÁREA I.

Comprende los materiales más antiguos de la Hoja, correspondientes al edificio El Golfo-Las Playas.

*Características litológicas y estructurales.* Son coladas de lava basáltica superpuestas unas a otras con espesores individuales de 1 a 4 m, a veces inferior, y en conjunto del orden de los 700 m, con un ligero buzamiento generalizado hacia el S-SO. En general son rocas masivas, algo vesiculares, porfídicas, con fenocristales propio del enfriamiento y retracción sufridos. La red filoniana que atraviesa las coladas es de orientación principalmente N-90-110°E.

*Características geomorfológicas.* El apilamiento de estos materiales origina elevaciones de gran altura hasta 700 m, con paredes muy verticalizadas, como se observa a lo largo del escarpe de El Golfo. Los depósitos de ladera y fundamentalmente las emisiones volcánicas posteriores suavizan, no obstante, el relieve.

*Características hidrogeológicas.* Presentan una permeabilidad relativamente alta por el diaclasado que tienen, pero generalmente disminuye hacia los niveles inferiores.

*Capacidad portante.* Son rocas duras y coherentes que normalmente presentan una capacidad portante alta, aunque algo más reducida en las partes más superficiales.

*Facilidad de excavación.* La excavación de zanjas y desmontes requieren siempre el empleo de medios de gran potencia como es el martillo hidráulico. Las partes más superficiales si están alteradas pueden ser removibles más fácilmente.

*Estabilidad de taludes.* Los taludes naturales observados son generalmente estables incluso con grandes alturas, como se observa a lo largo de los escarpes de El Golfo. Ocasionalmente se producen desprendimientos de rocas y bloques que van quedando sueltos por el diaclasado. A gran escala, hay que recordar, que el presente escarpe de El Golfo es producto de un gran deslizamiento gravitacional ocurrido hace algo más de diez mil años.

## ÁREA II.

Se agrupan en este área el resto de materiales aflorantes en la Hoja, habiéndose diferenciado dentro de ella varias zonas.

Zona II<sub>1</sub>. Coladas basálticas del Volcanismo de las Dorsales (emisiones subcrecientes y Post Golfo).

*Características litológicas y estructurales.* Son coladas basálticas que originan extensos campos de lava, en la mitad meridional y occidental de la Hoja, con pendientes pronunciadas hasta el mar. Son rocas escoriáceas vesiculares con grandes bloques y cascotes sueltos en superficie, mientras que internamente su carácter es más masivo y coherente y muestran diaclasado columnar con desarrollo variable de unos casos a otros. Las coladas o flujos se superponen unos a otros y a menudo la incisión de barrancos y barranqueras los individualiza aún más. Sus espesores medios son del orden de 2-6 m.

*Características geomorfológicas.* Originan superficies irregulares y abruptas, con pendientes de 5 a 10° e incluso de 30° (en el interior del valle de El Golfo) y en la costa se encuentran fuertemente cortadas, con cantiles de gran altura. En los casos de emisiones más recientes, originan deltas costeros y plataformas o "islas bajas" horizontales.

*Características hidrogeológicas.* Son materiales de una permeabilidad muy elevada por porosidad y fracturación, que facilitan rápidamente la infiltración del agua.

*Capacidad portante.* Su capacidad de carga es media-alta, permitiendo, en general, una buena cimentación en la mayoría de los casos. Es frecuente en estos materiales la presencia de cavidades y tubos de lava que pueden favorecer hundimientos importantes.

*Facilidad de excavación.* La excavabilidad es baja debido a su resistencia y dureza, requiriéndose medios mecánicos para excavar.

*Estabilidad de taludes.* Admiten cortes de varios metros de altura y habitualmente con ángulos próximos a la vertical. Las zonas escoriáceas, menos resistentes, y el buzamiento alto,

favorece sin embargo, las caídas y desprendimientos de bloques con cierta frecuencia, principalmente en épocas de lluvias importantes.

Zona II<sub>2</sub>. Coladas basálticas de las emisiones recientes.

*Características litológicas y estructurales.* Son coladas de lava basálticas con morfologías pahoehoe, vesiculares, de superficies lisas y cordadas y, coladas aa, escoriáceas y de bloques y cascotes. Su espesor varía entre menos de un metro en el caso de las primeras y 2-3 m en el caso de los tipos aa. Sus partes internas son masivas y coherentes, con frecuente desarrollo de diaclasado columnar.

*Características geomorfológicas.* Alcanzan pendientes elevadas al situarse los centros de emisión a cotas altas y caer las coladas hacia la costa. En la zona Orchilla, forman extensas superficies o plataformas más o menos horizontales que hace avanzar la costa.

*Características hidrogeológicas.* Al igual que las de la zona anterior, tienen elevada permeabilidad y favorecen la infiltración del agua hacia el interior.

*Capacidad portante.* Las condiciones de cimentación en estos materiales son relativamente buenas, al presentar una capacidad de carga media-alta. Son frecuentes las cavidades y tubos volcánicos que favorecen hundimientos y asentamientos diferenciales.

*Facilidad de excavación.* La movilización de estos materiales requiere el empleo de explosivos o medios mecánicos de gran potencia.

*Estabilidad de taludes.* Los taludes observados en estos materiales admiten gran altura e inclinaciones próximas a la vertical, con una estabilidad en general alta. En los casos en que las coladas presenten fuertes buzamientos, el desprendimiento y la caída de bloques es más frecuente y en parte se ve favorecido por la individualización de bloques por el diaclasado columnar y el encontrarse bloques y cascotes sueltos en superficie.

Zona II<sub>3</sub>. Depósitos piroclásticos.

*Características litológicas y estructurales.* Son materiales basálticos granulares, poco compactados o consolidados, estando prácticamente sueltos o a lo más apelmazados. Su granulometría es heterogénea, variando desde escasos centímetros hasta fragmentos de 30-80 cm, en los edificios o centros de emisión. Los depósitos de la lluvia de dispersión han sufrido una mayor clasificación durante su transporte, por lo que son más homogéneos, desde tamaños milimétricos hasta 2-3 centímetros. En este caso forman mantos que recubren los relieves previos, alcanzando a veces gran inclinación y espesores de varios metros.

*Características geomorfológicas.* Las morfologías más características de estos depósitos son las formas cónicas o tronco cónicas propios de los centros de emisión. Sus laderas son pronunciadas, con algunos de reposo entre 20 y 35°. Cuando cubren grandes superficies forman mantos que se adaptan a los relieves, suavizándolos.

*Características hidrogeológicas.* En general, al tratarse de materiales bastante recientes, están poco alterados y litificados, presentando porosidad y permeabilidad alta. La compactación y alteración reduce notablemente estos parámetros.

*Capacidad portante.* Suele variar entre media y baja, al estar determinada por su heterogeneidad granulométrica, grado de consolidación, etc.

*Facilidad de excavación.* La excavabilidad suele ser alta en general, dado su carácter granular y poco consolidado, lo que permite una extracción relativamente fácil con palas mecánicas.

*Estabilidad de taludes.* En los edificios piroclásticos, la estabilidad de sus laderas es relativamente alta a medio plazo, en gran parte por el grado de apelmazamiento de los granos. No obstante, esta estabilidad es precaria con el tiempo, teniendo lugar ocasionales caídas y desplomes, a veces de grandes sectores del edificio por socavación basal gradual de arroyos y cortes excavados en ellos para la extracción del material. En los casos de los depósitos más sueltos, pueden alcanzar taludes de orden de 1H:2V, aunque siempre con derrumbes frecuentes, como se observa a lo largo de la pista de la cumbre (Binto-Malpasso, etc.). Después de lluvias intensas y persistentes, es frecuente observar derrumbes en las laderas de los conos.

Zona II<sub>4</sub>. Depósitos sedimentarios coluvionares.

*Características litológicas y estructurales.* Estos depósitos están representados en las laderas del escape de El Golfo y están constituidos por material detrítico grosero, granular y heterométrico, mal clasificado.

*Características geomorfológicas.* Adoptan gran pendiente al encontrarse adosados a los escarpes basálticos, horizontalizándose gradualmente en las partes más distales.

*Características hidrogeológicas.* Son depósitos poco consolidados, con gran permeabilidad y porosidad intergranular.

*Capacidad portante.* La capacidad de carga es baja, con asientos previsibles no tolerables.

*Facilidad de excavación.* En general son ripables y excavables con retroexcavadores convencionales.

*Estabilidad de taludes.* Los taludes naturales observados presentan siempre una estabilidad precaria ante inclinaciones elevadas. En épocas lluviosas son frecuentes los desmoronamientos y caídas, al encontrarse en situaciones de equilibrio límite al no tener sustentación suficiente.



### 8.3. RIESGOS GEOLÓGICOS.

#### *Inestabilidad de laderas*

Los riesgos geológicos que pueden tener mayor incidencia en el área derivan, principalmente, del deslizamiento y desprendimiento de piedras de las laderas más escarpadas. Estos procesos se dan con mayor frecuencia, en el acantilado marino, donde al pie de los mismos son habituales las acumulaciones de bloques y cascotes. En el interior de la isla, suelen ocurrir generalmente después de grandes lluvias. Numerosos tramos de la carretera Valverde Frontera, se encuentran estabilizados con muros de contención, y en algunos puntos se han dispuesto mallas y otros elementos de retención contra el desprendimiento de bloques.

En las zonas de la cumbre (por ejemplo, cerca del monumento al General Serrador, alrededores de la fuente de Bintó) es posible observar grietas abiertas, de escalas métricas, que determinan hundimientos escalonados hacia el valle, indicando que se trata de futuros deslizamientos.

*Riesgo volcánico.* No se puede considerar de especial incidencia en la zona, si bien en ella han tenido lugar algunas de las manifestaciones volcánicas más recientes de la isla. A poca distancia de la Bahía de los Reyes, en la Hoya del Verodal, fuera del área cartografiada, incluso tuvo lugar una erupción volcánica que posiblemente se correspondiera con los fenómenos sísmicos del año 1793, HERNÁNDEZ PACHECO (1982), por lo que aunque no hay constancia de la posibilidad de nuevas erupciones en un período de tiempo próximo, es un hecho a considerar dentro de unos límites razonables.

*Riesgo de erosión.* Dado que en la zona existen grandes pendientes sin una cobertura vegetal importante, principalmente en la vertiente meridional y occidental, el riesgo de erosión es potencialmente alto.

*Riesgo de erosión marina.* A lo largo del litoral es evidente el retroceso que ha sufrido la costa, como consecuencia de la constante acción del oleaje.

### 8.4. VALORACIÓN GEOTÉCNICA.

A partir de las características expuestas anteriormente, se puede realizar una valoración geotécnica provisional de los materiales representados en la Hoja, en cuanto a su idoneidad constructiva. Los terrenos se han dividido en tres grupos, de acuerdo a si presentan condiciones constructivas desfavorables, aceptables y favorables.

#### 8.4.1. Terrenos con características constructivas desfavorables.

Se agrupan bajo este calificativo los depósitos sedimentarios coluviales (Zona II)

Los principales aspectos a considerar son su elevada pendiente y la baja capacidad de carga que presentan, lo que limita enormemente la cimentación sobre ellos. Además, la inestabilidad de estos depósitos es otro factor negativo a sumar a los anteriores.

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

En este apartado se agrupan los materiales lávicos y piroclásticos correspondientes al volcanismo de las dorsales y reciente.

Sus capacidades portantes son medias-altas en el caso de las lavas y media baja en los piroclastos. La presencia de cavidades y tubos subterráneos, junto con el escaso espesor de las coladas en algunos casos, es un factor que limita la aplicación de cargas de trabajo por encima de ciertos valores. El factor geomorfológico es negativo en los conos volcánicos y de menor incidencia en el resto. La estabilidad de taludes en las lavas es en general alta, con casos probablemente puntuales, de desprendimientos, asociados a afloramientos de cascos y bloques sueltos. La elevada permeabilidad de las coladas de lava no favorece encharcamientos ni problemas de drenaje dignos de consideración.

#### 8.4.3. Terrenos con características constructivas favorables.

Los materiales del edificio El Golfo-Las Playas son los que mejores condiciones constructivas ofrecen, en cuanto a capacidad de cargas a aplicar y condiciones hidrogeológicas. Sin embargo en los afloramientos de la Hoja, las elevadas pendientes que presentan restringen en determinados casos, las posibilidades constructivas.

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 que se han considerado.

TABLA 8.1. RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS Y RIESGOS GEOLÓGICOS EN LA HOJA.

ÁREA	ZONA	UNIDAD CARTOGRÁFICA	LITOLOGÍA ESTRUCTURA	HIDROGEOLOGÍA	CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS	CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS	RIESGOS GEOLÓGICOS
I	1	Coladas basálticas del Edificio El Golfo-Las Playas	Apilamiento de coladas subhorizontales o con suave buzamiento, atravesadas por diques	Permeabilidad media-baja por fisuración; disminución con la profundidad	CP = alta FE = muy baja ET = alta	Favorables	
			Extensos campos de lava (malpaisés) horizontales y a veces con fuerte inclinación	Permeabilidad alta por fisuración	CP = media-alta FE = muy baja ET = alta	Aceptables	
II	3	Depósitos piroclásticos	Piroclastos basálticos formando conos volcánicos y recubriendo los relieves	Porosidad y permeabilidad alta	CP = media-baja FE = alta ET = media	Aceptables	V=bajo
			Depósitos poco consolidados granulares he-terométricos, de gran pendiente	Permeabilidad y porosidad intergranular alta	CP = baja-muy baja FE = alta ET = media-baja	Desfavorables	ST= posible en malpaisés
			Depósitos poco consolidados granulares horizontales	Permeabilidad y porosidad intergranular alta	CP = baja-muy baja FE = alta ET = media-baja	Desfavorables	IL=media-alta EM=media

CP=capacidad portante; FE= facilidad de excavación; ET=estabilidad de taludes; V=riesgo volcánico; ST=subsistencia del terreno; IL=inestabilidad de laderas; EM=erosión marina.

## 9. 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.

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 Sabinosa se han seleccionado tres PIG cuya singularidad, es decir, contenido, calidad de afloramiento, etc, les hace merecedores de protección y consideración.

### VOLCANES DE ORCHILLA

El conjunto volcánico de Orchilla representa un buen ejemplo del volcanismo basáltico reciente de la isla, donde es posible observar diversa tipología de lavas e incluso de centros eruptivos.

Los centros de emisión están definidos mayoritariamente por edificios piroclásticos de morfologías tronco-cónicas, constituidas por fracciones heterométricas de lapilli, escorias, bloques y bombas. Son frecuentes también los coneletes de escorias y las fisuras y grietas eruptivas que marcan perfectamente la dirección de las directrices volcano-tectónicas. Estas erupciones dieron lugar a un extenso malpaís de coladas de lavas "aa", muy escoriáceas superficialmente; también son frecuentes las morfologías "pahoehoe", con zonas lisas, cordadas y digitadas. Asimismo es común el desarrollo de tubos volcánicos que se ponen de manifiesto por desplomes y colapsos de parte del techo, como se observa en las inmediaciones del faro. Un factor morfológico interesante es como el emplazamiento de los centros de emisión y las lavas sobre el paleoacantilado ha dado lugar a morfologías avanzadas en la costa al caer las lavas por aquel y remansarse en forma de delta, constituyendo lo que en Canarias se denominan "islas bajas".

Considerando en conjunto este PIG, se puede resaltar su valor geomorfológico y volcanológico, con interés turístico y didáctico, en cuanto a posible utilización. Por su influencia se le considera de interés local y regional.

### ISLA BAJA DE HOYA DEL VERODAL Y PUNTA DE LA DEHESA.

Una plataforma costera horizontal situada al pie de grandes acantilados es lo que se denomina, en las Islas Canarias, "isla baja", y un ejemplo de ello aparece en la esquina noroccidental de la Hoja. Estas superficies están formadas por erupciones volcánicas muy recientes,

a partir de centros de emisión situados al pie de esos escarpes, o al borde del acantilado, y suponen un contraste morfológico muy llamativo, con respecto a estos elevados acantilados verticales antiguos.

Las coladas de lava se extienden desde sus salideros en forma de abanico, originando clásicas morfologías en delta que provocan formas avanzadas en la costa, con perfiles irregulares y recortados. No sólo extienden la superficie de la isla unos pocos kilómetros cuadrados, sino también ejercen un efecto de protección del antiguo acantilado costero de la erosión marina.

El área propuesta está formada por malpaíses de lavas "aa" muy recientes, (unos pocos miles de años) constituidos por morrenas y lóbulos de bloques y cascotes muy caóticos. Existen también lavas "pahoehoe", con formas digitadas, morfologías cordadas, retorcidas, lavas en tripa, etc que junto con los conos de tefra, representan un pequeño conjunto volcánico llamativo, aunque no excepcional en El Hierro. Se puede considerar, por tanto, a este PIG como interesante desde el punto de vista geomorfológico y de atractivo turístico y didáctico, en cuanto a posible utilización. Por su influencia se puede calificar como de cierta importancia a nivel regional y nacional. Por último, cabe señalar que en la Hoya del Verodal se superpone a estos malpaíses, uno más pequeño, que parece corresponder a la única erupción histórica ocurrida en la isla (año 1793).

#### VALLE DE EL GOLFO.

Este valle es una enorme depresión en forma de herradura, de unos 1500 m de altura, que ocupa prácticamente toda la mitad norte de El Hierro y constituye el accidente morfológico más espectacular de la isla. La parte inferior del valle está formada por una plataforma costera suavemente inclinada hacia el mar. Las paredes del valle, muy verticales, están formadas por apilamientos de coladas basálticas y depósitos piroclásticos en sus partes inferiores, con mayor predominio de materiales lávicos hacia las partes más elevadas. El conjunto muestra un buzamiento más o menos periclinal, configurando un edificio en escudo, hoy interrumpido por la mencionada depresión. La red de diques que atraviesa las lavas y piroclastos presenta una disposición radial.

Las paredes del valle se encuentran suavizadas, en algunos puntos, por depósitos de ladera y, sobre todo, por coladas de lavas basálticas procedentes de centros de emisión localizados en la cabecera del valle, y que rellenan parcialmente la depresión.

Uno de los aspectos más interesantes de este valle es su origen, el cual desde siempre ha suscitado polémica. De todas las ideas propuestas, la hipótesis que resulta más verosímil o que al menos explica muchas de las incógnitas, es la del deslizamiento en masa de este sector del edificio basáltico primitivo. Igualmente explica la existencia de un valle submarino más allá de la curva batimétrica de 1500 m.

Este valle representa, por tanto, un interesante PIG, tanto desde el punto de vista geomorfológico como volcanológico y en cuanto a su posible utilización es indudable su interés turístico y didáctico. Por su influencia se puede clasificar de interés local, regional y nacional. Este PIG se extiende en las vecinas hojas de Frontera y Valverde.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- ABDEL-MONEM, A, WATKINS, N.D. y GAST, P.W. (1972).- "Potassium-Argon ages, volcanic stratigraphy, and geomagnetic polarity history of the Canary Islands: Tenerife, La Palma and El Hierro". Am. Jour. Sc, 272, pp. 805-825.
- ANCOCHEA, E, BRÄNDLE, J.L, y HERNÁNDEZ-PACHECO, A. (1983).- "Aplicación de un método matemático al análisis de direcciones volcánicas en La Palma y El Hierro (Islas Canarias)". V Asabl. Nac. Geod. y Geofísica, pp. 2407-2417.
- BENITEZ PADILLA, S. (1945).- "Síntesis geológica del archipiélago canario". Est. Geol, 3, pp. 3-19.
- BLUMENTHAL, M. (1961).- "Rasgos principales de la geología de las Islas Canarias, con datos de Madeira". Bol. Inst. Geol. Min. España, 77, pp. 1-30.
- BRAVO, T. (1968).- "Hidrogeología de la isla de El Hierro". Inst. Est. Canarias, 11-12, pp. 88-90.
- BRAVO, T. (1982).- "Formaciones geológicas en la isla de El Hierro". Inst. Est. Canarias (Aniversario), Tomo 50, (I Cien-cias), pp. 83-99.
- CABILDO INSULAR DE EL HIERRO y GOBIERNO DE CANARIAS (1995).- "El agua en El Hierro. Resumen del avance del Plan hidrológico insular de El Hierro". Cabildo Insular de El Hierro - Gobierno de Canarias, 57 p.
- COELLO, J. (1971).- "Contribución a la tectónica de la isla de El Hierro". Est. Geol, 27, pp. 335-340.
- DUPUY DE LOME, E. y MARIN DE LA BARCENA, A. (1964).- "Estudio hidrogeológico de la isla de El Hierro (Canarias)". Bol. Geol. Min. España, Tomo 74, pp. 1-62. (Incluye mapa geológico a escala 1:100.000).
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1908).- "Observaciones geológicas en la isla de El Hierro". Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat, Tomo V, 2, pp. 49-91.
- FERNÁNDEZ NAVARRO, L. (1917).- "Sur la non existence du cretace dans l'île de Hierro (Iles Canarias)". Comp. Rend. Acad. Sc, París, T. 165, pp. 796-797.
- FERNÁNDEZ, L. y MARTÍN, P. (1985).- "Comentario al mapa geomorfológico de la isla de El Hierro". Rev. Geogr. Canaria, Tomo I, pp. 31-42.

- FERNÁNDEZ, L. y MARTÍN, P. (1989).- "Los paisajes naturales de El Hierro". Excmo. Cabildo Insular de El Hierro-Centro de la Cultura Popular Canaria, 264 p.
- FRANZ, H. (1976).- "Beitrag zur Kenntnis der Bodengeschichte der Insel Hierro". *Agrochimica Ital*, 20, 4-5, pp. 543-563.
- FUSTER, J. M<sup>a</sup>, HERNAN, F, CENDRERO, A, COELLO, J, CANTAGREL, J. M<sup>a</sup>, ANCOCHEA, E. y IBARROLA, E. (1993).- "Geocronología de la isla de El Hierro (Islas Canarias)". *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Geol.)*, 88, 1-4, pp. 86-97.
- GARCIA TALAVERA, F, PAREDES, R. y MARTIN, M. (1989).- "Catálogo-Inventario. Yacimientos Paleontológicos. Provincia de Santa Cruz de Tenerife. Inst. Est. Canarios (CECEL), La Laguna-Tenerife, 76 p.
- GOBIERNO DE CANARIAS (1987).- "Inventario y catalogación de estructuras de lapilli en las Islas Canarias. El Hierro. Memoria y fichas.
- GUILLOU, H. CARRACEDO, J.C, PEREZ TORRADO, F. J. y RODRIGUEZ BADIOLA, E. (1996).- "K-Ar ages and magnetic stratigraphy of a hotspot-induced, fast grown oceanic island: El Hierro, Canary Islands". *Jour. Volcanol. Geotherm. Res*, 73, pp. 141-155.
- HAUSEN H. (1964). "Rasgos geológicos generales de la isla de El Hierro". *Ann. Est. Atlánticos*, 10, pp. 547-593.
- HAUSEN H. (1970). "Desprendimientos en las Islas Canarias". *An. Est. Atlánticos*, 16, pp. 531-559.
- HAUSEN H. (1972).- "Outlines of the geology of El Hierro (Canary Islands)". *Soc. Sci. Fennica, Comm. Phys. Math*, 43 (1), pp. 65-165. (Incluye mapa geológico).
- HERNÁNDEZ-PACHECO, A. (1982).- "Sobre una posible erupción en 1793 en la isla de El Hierro (Islas Canarias)". *Est. Geol*, 38, pp. 15-25.
- HOLCOMB, R. y SEARLE, R. (1991).- "Large landslide from oceanic volcanoes". *Marine Geotechnology*, 10, pp. 19-32.
- IGME (1976 a). "Mapa Geotécnico General, escala 1:200.00. Hoja y Memoria N° 89-90. Santa Cruz de La Palma y San Sebastián de La Gomera".
- IGME (1976 b). "Mapa de Rocas Industriales, escala 1:200.000. Hoja y Memoria N° 89-90. Santa Cruz de La Palma y San Sebastián de La Gomera".

- LE BAS, M.J, LE MAITRE, R.W, STRECKEISEN, A. y ZANETTIN, B. (1986).- A Chemical clasification of volcanic rocks based on the Total Alkali-Silica diagram". Jour. Petrol, 27, Pat 3, pp. 745-750.
- MASSON, D.G. (1996).- "Catastrophic collapse of the volcanic island of Hierro 15 ka ago and teh history of lanslides in the Canary Islands". Geology, 24, 3, pp. 231-234.
- NAVARRO, J. M. y SOLER, C. (1995).- "El agua en El Hierro". Cabildo Insular de El Hierro, 97.
- PELLICER, M<sup>a</sup> J. (1977).- "Estudio volcanológico de la isla de El Hierro, Islas Canarias". Est. Geol, 33, 2, pp. 181-197. (Incluye mapa geológico a escala 1:50.000).
- PELLICER, M<sup>a</sup> J. (1979).- "Estudio geoquímico del volcanismo de la isla de El Hierro, archipiélago canario". Est. Geol, 35, pp. 15-29.
- PELLICER, M<sup>a</sup> J. (1980).- "Comportamiento de elementos menores y modelo de fusión parcial para las lavas de El Hierro (Islas Canarias)". Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Ser. Geol.), 78, pp. 175-189.
- 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 III: Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro; + 2 vols. de figuras.
- URGELÉS, R, CANALS, M, BARZA, J. Y ALONSO, B. (1996).- "The submarine "El Golfo" debris avalanche and the Canary debris flow, West Hierro Island: The last major slides in the Canary archipelago". IV Congreso Geológico de España, Geogageta, 20, (2), pp. 390-393.





MINISTERIO  
DE CIENCIA  
E INNOVACIÓN

ISBN 978-84-7840-844-3



9 788478 408443