

Jesús Martínez Martínez
Doctor en Ciencias Geológicas

**Formas y Estructuras en Rocas
Volcánicas e Hipoabisales**

BIG
552.31
MAR
for

I. C. E. Universidad Politécnica de Las Palmas
Depósito Legal: G. C. 364 - 1984

R.2.380

D. JESUS MARTINEZ MARTINEZ
Doctor en CIENCIAS GEOLOGICAS

FORMAS Y ESTRUCTURAS EN
ROCAS VOLCANICAS E
HIPOABISALES

I.C.E. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE LAS PALMAS.

Depósito Legal: G.C. 364-1.984.-



E S Q U E M A

- 1.- Introducción.
- 2.- Clasificación y nomenclatura de las formas y estructuras en rocas volcánicas.
 - 2.1. Formas.
 - 2.2. Estructuras.
 - 2.2.1. Estructuras en coladas.
 - 2.2.2. Estructuras en piroclastos.
 - 2.2.3. Estructuras en ignimbritas.
- 3.- Domos.
 - 3.1. Clasificación y nomenclatura de formas y estructuras.
- 4.- Rocas filonianas.
 - 4.1. Formas.
 - 4.2. Clasificación y nomenclatura de las estructuras.
- 5.- Las discordancias en rocas volcánicas.
- 6.- Bibliografía.

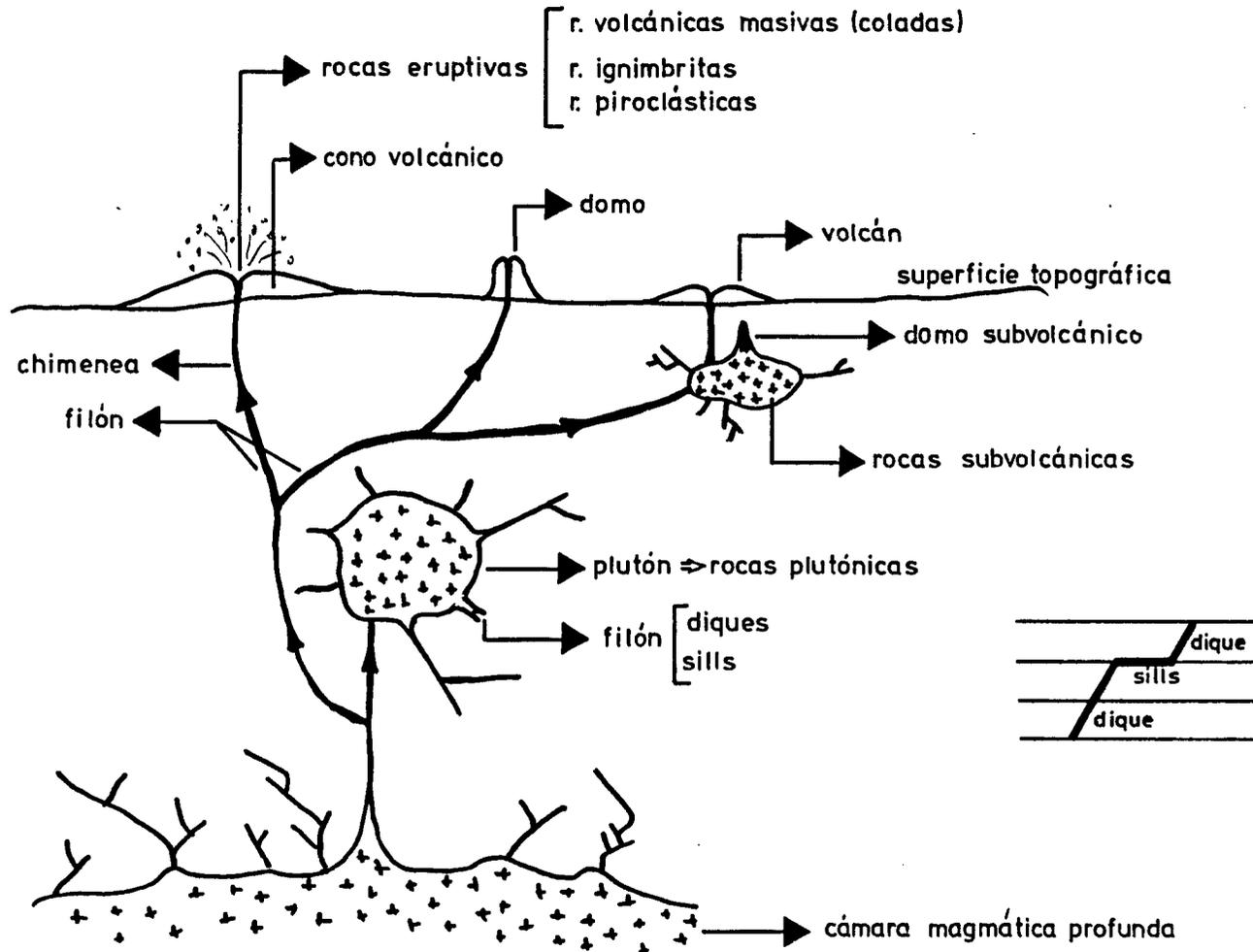
INTRODUCCION

Una propuesta de sistematización y nomenclatura, y la formulación y descripción de unos condicionantes físicos - químicos, en relación a formas y estructuras en rocas volcánicas, constituyen los objetivos fundamentales de este cursillo. En consecuencia, no se desarrollará un trabajo más sobre la fisiografía de las Islas Canarias, sino que se esbozará una geomorfología estructural, constructiva, que naturalmente controlará, en parte, esa fisiografía, destructiva.

La enumeración de otros objetivos sería:

- Elaborar un banco de ejemplos de campo en el entorno canario.
- Investigar las bases didácticas para la utilización de la geomorfología estructural en relieves volcánicos.
- Formar grupos de seguimiento.
- Completar referencias bibliográficas.

- ESQUEMA DE LAS ROCAS ÍGNEAS O MAGMÁTICAS -



en el laboratorio: texturas

OBSERVACIONES DE
ROCAS

in situ= en el afloramiento

es suficiente limitados campos de visión: estructuras

es necesario grandes panorámicas: formas

2. Clasificación y nomenclatura de
las formas y estructuras en
rocas volcánicas.



2.1. Formas volcánicas.

Conos volcánicos. Cadenas y grupos volcánicos.

Lagos de lava solidificados.

Derrames y cascadas lávicas solidificadas.

Tubos volcánicos y sus elementos estructurales.

Hornitos.

Abombamientos.

Plateaux.

Calderas.

Elementos estructurales de los tubos volcánicos:

Tubos múltiples.

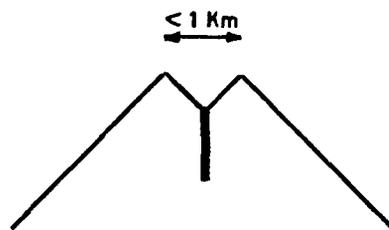
Falsos techos.

Jameos.

Estafilitos.

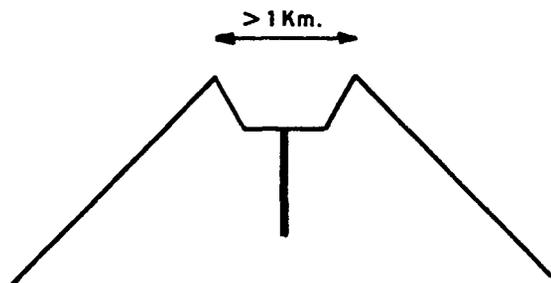
Estrias.

Bloques erráticos.



CONO VOLCANICO CON UN CRATER EN LA CUSPIDE

El vértice o diámetro inferior del tronco de cono invertido coincide con el dominio de la chimenea.



CONO VOLCANICO CON UNA CALDERA EN LA CUSPIDE

El diámetro inferior del tronco de cono invertido rebasa el dominio de la chimenea.

Documentación fotográfica utilizada:

1. Cono piroclástico con crater en la cúspide. Erupciones 1730 - 1737. Parque Nacional de Timanfalla. Lanzarote.
2. Cono compuesto en herradura, por destrucción parcial del edificio en los procesos efusivos. Erupciones 1730 - 1737. Parque Nacional de Timanfalla. Lanzarote.
3. Crater roto por la salida efusiva de lava. Tinguaton. Lanzarote. Erupciones de 1824.
4. Chimeneas despejadas (Cuevas del Diablo) en el crater de Tinguaton. Lanzarote.
5. Cono de piroclastos en herradura (basaltos recientes). Aquí la morfología estuvo condicionada por los alisios (vientos dominantes). Entre Nazaret y Teguisse.
6. Conos compuestos (Narices del Teide) adosados al volcan Pico Viejo. En último término el Teide. Parque Nacional de las cañadas del Teide. Tenerife.
7. Conos del Teneguía (isla de La Palma). Pertencen a las erupciones de 1971. En primer término: Teneguía III. Detrás de este pequeño cono: Teneguía IV y Teneguía V. Desde el volcán de San Antonio.
8. Panorámica parcial del conjunto de conos de Teneguía. Destaca el Teneguía III. Desde Teneguía IV y V.
9. Primer plano del Teneguía III.
10. Cono en parasol. Piroclastos de la serie basáltica IV. Montaña Quemada. Fuerteventura.
11. Primer plano de Montaña Quemada.
12. Cono en escudo de basaltos II. El Ventosillo. Fuerteventura.
13. Cadena volcánica. Llanos de Aridane. La Palma.
14. Cadena volcánica. La Orotava. Tenerife.
15. Cadena volcánica del Malpaís Grande (basaltos IV). Fuerteventura.
16. Cadena volcánica de Bayeyo (basaltos IV). Fuerteventura.
17. Complejo de Pico Partido . Erupciones basálticas de 1930 - 1937. Lanzarote.
18. Derrame lávico del complejo de Pico Partido. Lanzarote.
19. Derrame lávico del complejo de Pico Partido. Primer plano. Lanzarote.
20. Lago de lava solidificado. Complejo de Pico Partido. Lanzarote.
21. Cascada de lava solidificada. Complejo de Pico Partido. Lanzarote.
22. Cascada de lava solidificada. Complejo de Pico Partido. Primer plano. Lanzarote.

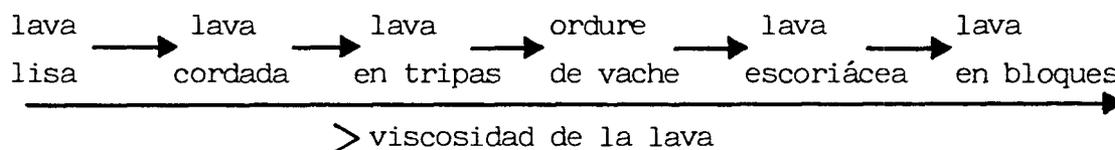
23. Tubo volcánico y jameo. Jameo de Puerta Falsa. Malpaís de la Corona. Lanzarote.
24. Jameos del Agua. Malpaís de La Corona. Lanzarote.
25. Tubos múltiples con un jameo interior. Complejo de Pico Partido. Lanzarote.
26. Tubo volcánico con el techo desplomado en casi su totalidad. Gran Raja. Parque Nacional de Timanfalla. Lanzarote.
27. Gran Raja. Parque Nacional de Timanfalla. Lanzarote.
28. Pequeño tubo volcánico. Complejo de Pico Partido. Lanzarote.
29. Pequeño tubo volcánico en corte longitudinal. Parque Nacional de Timanfalla. Lanzarote.
30. Falsos techos en un tubo volcánico. Complejo de Pico Partido. Lanzarote.
31. Falsos techos y estafilitos en un tubo volcánico. Parque Nacional de Timanfalla. Lanzarote.
32. Estafilitos en un tubo volcánico. Complejo de Pico Partido. Lanzarote.
33. Estafilitos de un tubo volcánico. Complejo de Pico Partido. Lanzarote. Ejemplar actualmente expuesto en el Museo de la Naturaleza de Galdar (Gran Canaria).
34. Estrias. Complejo de Pico Partido. Lanzarote.
35. Hornito. Tacita de Chocolate. Parque Nacional de Timanfalla. Lanzarote.
36. Hornito. Manto de La Virgen. Parque Nacional de Timanfalla. Lanzarote.
37. Campo de Hornitos en la Isla de Lobos, desde Corralejo (Fuerteventura).
38. Plateaux de coladas basálticas de la serie I (tramo inferior) y paquetes de traquitas ignimbríticas. Macizo de Tamadaba. Gran Canaria.
39. Plateaux de coladas fonolíticas. Barranco de Fataga (desde el Mirador). Gran Canaria.
40. Caldera en explosión en fonolitas (escarpes) y piroclastos basálticos IV (cobertera). Bandama. Gran Canaria.
41. Panorámica parcial de la Caldera de Las Cañadas del Teide, con centros eruptivos posteriores. Tenerife.
42. Panorámica de la Caldera de Las Cañadas del Teide (vista aérea). Destaca el cono del Teide. Tenerife.

2.2. Estructuras en coladas.

a). Estructuras techo - muro.

a.1. Estructuras del techo:

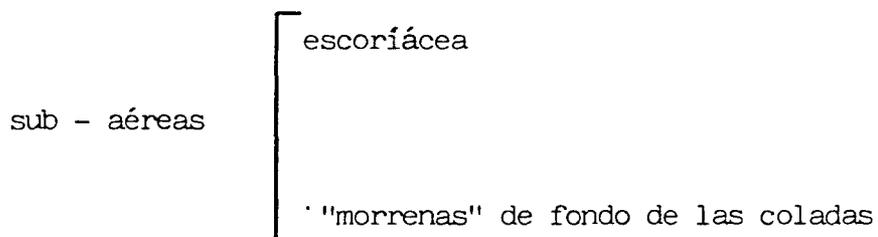
Se podría describir la siguiente secuencia en coladas basálticas alcalinas:



- > Si y Al ⇒ > acidez
- < Ca, Fe, Mg
- < Volátiles: H₂O, CO₂, S, Cl, F, B, y otros
- < Temperatura
- > Grado de cristalización

En este apartado se incluirían también los reflujos, manifestaciones externas de remolinos, estructura en corteza de pan (en lavas lisas) y otras estructuras peculiares.

a.2. Estructuras del muro:



sub - marinas → pillow - lavas.

b). Estructuras en los frentes de coladas:

b.1. En ambientes sub - aéreos:

Arcos

Bolas de acreción

Fuentes "morrenicos" de potentes coladas.

b.2. En ambientes submarinos:

Pillow - lavas

c). Intra - estructuras

c.1. Estructuras de fracturación:

Comprenden fracturación regular y fracturación irregular:

Fracturación regular:

Disyunción columnar

Grosera disyunción vertical

Tableado perpendicular a la superficie de enfriamiento laminar

Tableado paralelo a la superficie de enfriamiento.

La fracturación irregular incluye fracturas de contracción térmica, que no siguen las pautas de la fraturación regular, y otras.

c.2. Estructuras de no fracturación:

Fanítica → vitrea con visibles fenocristales
afenítica, vesicular.

Vacíos lávicos.

Concreciones

Xenolítica.

Torbellinos (remolinos).

Estructuras de flujo:

linealidad (elementos alineados)-bandeado, y laminación (debidas al flujo laminar).

En la linealidad se incluye la estructura vesicular deformada (dando secciones elípticas) y orientadas (diametros mayores siguiendo una misma dirección).

d). Estructuras relacionadas con procesos post-eruptivos:

d.1. Estructuras debidas esencialmente a procesos de meteorización y alteraciones subacuáticas (se excluyen procesos de mineralizaciones):

Estructuras en piel de cebolla.

Estructuras en bolitas (alteración subacuática).

Grano de millo.

d.2. Estructuras debidas a procesos de mineralizaciones secundarias (tanto de meteorización como hidrotermales-neumetalíticas):

- Estructuras dendríticas de pirolusita (MnO_2), frecuente en traquitas y fonolitas. Las mineralizaciones tienen lugar en planos de fracturación.

- Estructuras geodíticas, que incluyen procesos de segregaciones.

- Estructuras amigdalíticas, con sus fases previas vario-
líticas, a partir de estructuras vesiculares.

Documentación fotográfica utilizada:

1. Lava lisa. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
2. Lava lisa con torbellino. Complejo de Pico Partido. (Lanzarote).
3. Lava lisa con estructura en corteza de pan. Complejo de Pico Partido. (Lanzarote).
4. Paso de lava lisa a lava cordada. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
5. Lava cordada. Mozaga. (Lanzarote).
6. Lava cordada. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
7. Lava cordada. Puerto Santiago. (Tenerife).
8. Lava cordada y en tripas. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
9. Paso de lava cordada y en tripas a lava escoriacea. Complejo de Pico Cortado. (Lanzarote).
10. Lava escoriacea. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
11. Lava escoriacea. Janubio. (Lanzarote).
12. Paso de lava escoriacea a lava en bloques. Los Hervideros. (Lanzarote).
13. Lava en bloques. Janubio. (Lanzarote).
14. Lava en bloques. Janubio. (Lanzarote).
15. Reflujo. Complejo de Pico Cortado. (Lanzarote).
16. Lavas escoriaceas en techos y muros de coladas. Puerto de Las Nieves. (Gran Canaria).
17. Lavas escoriaceas en techos y muros de coladas. Puerto de Las Nieves. (Gran Canaria).
18. Lavas escoriaceas en techos y muros de coladas. Primer plano. Puerto de Las Nieves. (Gran Canaria).
19. Pillow-lavas. Barranco de Las Angustias. (Gran Canaria).
20. Pillow-lavas. Barranco de Las Angustias. (Gran Canaria).
21. Pillow-lavas. Barranco de Guanarteme. (Gran Canaria).
22. Pillow-lavas. Barranco de Guanarteme. (Gran Canaria).
23. Pillow-lavas. Barranco de Guanarteme. (Gran Canaria).
24. Pillow-lavas. Detalle de la costra externa. Barranco de la Ballena. (Gran Canaria).
25. Arcos en los frentes de coladas (en relación con reflujos). Complejo de Pico Cortado. (Lanzarote).
26. Arcos en los frentes de coladas (en relación con reflujos). Complejo de Pico Cortado. (Lanzarote).
27. Bolas de acreción. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
28. Bolas de acreción, primer plano. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
29. Frente morrénico de una potente colada. Bayuyo. (Fuerteventura).

30. Disyunción columnar en basaltos II. Barranco de Azuaje, carretera de Moya a Firgas. (Gran Canaria).
31. Disyunción columnar en basaltos II. Barranco de Azuaje, carretera de Moya a Firgas. (Gran Canaria).
32. Disyunción columnar en basaltos II. Barranco de Azuaje, carretera de Moya a Firgas. (Gran Canaria).
33. Disyunción columnar en disposición radical (Rosa de piedra). Monte de la Esperanza. (Tenerife).
34. Grosera disyunción vertical en basaltos horizontales (basaltos subre^ucientes). Agulo. (La Gomera).
35. Estructura laminar. Barranco de los Vicentes -dentro de lo que podría ser el Parque Nacional de Ayagaures. (Gran Canaria).
36. Tableado paralelo de la superficie de enfriamiento en basaltos II. - Cuesta de Silva. (Gran Canaria).
37. Tableado paralelo de la superficie de enfriamiento en basaltos II. - Barranco Hondo de Guía. (Gran Canaria).
38. Tableado paralelo a la superficie de enfriamiento en fonolitas. Punta del Camello. (Gran Canaria).
39. Tableado paralelo a la superficie de enfriamiento en fonolitas. Punta del Camello. (Gran Canaria).
40. Tableado perpendicular a la superficie de enfriamiento en fonolitas. Punta del Camello. (Gran Canaria).
41. Fracturación radical y perpendicular a la superficie de enfriamiento en fonolitas. Punta del Camello. (Gran Canaria).
42. Fracturas de colapso. Mozaga. (Lanzarote).
43. Estructura fanítica en basaltos plagioclásicos. Puerto Santiago. (Tenerife).
44. Estructura vesicular. Basaltos históricos. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
45. Estructura vesicular. Basaltos históricos. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
46. Vacío volcánico en basaltos IV. El Paso -valle de Agaete- (Gran Canaria).
47. Gruta determinado por una burbuja de grandes dimensiones y por explosiones internas. Colada traquílica. Alajeró. (La Gomera).
48. Concreciones de olivino. Lago solidificado del complejo de Pico Cortado. (Lanzarote).
49. Xenolito en rocas subvolcánicas. Playas de Tasarte. (Gran Canaria).
50. Estructura de flujo en fonolitas: linealidad de leucocratos. Roque de Almagro, Galdar. (Gran Canaria).
51. Estructura de flujo: bandeado. Basaltos históricos de Pico Partido. (Lanzarote).

52. Estructura en piel de cebolla. Barranco de los Vicentes. (Gran Canaria).
53. Estructura en piel de cebolla en basaltos subrecientes. Km 4 de la carretera del Sur. (La Gomera).
54. Estructura en piel de cebolla en basaltos subrecientes, panorámica parcial. Km 4 de la carretera del Sur. (La Gomera).
55. Estructura en piel de cebolla en basaltos subrecientes, panorámica parcial. Km 4 de la carretera del Sur. (La Gomera).
56. Estructura en piel de cebolla desprendidos. Carretera de Moya a Firgas. (Gran Canaria).
57. Estructura en piel de cebolla desprendidos y entre lahares. Carretera de Moya a Firgas. (Gran Canaria).
58. Estructura en bolitas. Barranco de Las Angustias. (La Palma).
59. Dendritas de pirolusita en fonolitas. Carrtera de Temisas. (Gran Canaria).
60. Estructuras geodíticas en basaltos I. Caleta Agaete. (Gran Canaria).
61. Estructuras geodíticas en basaltos I. Caleta Agaete. (Gran Canaria).
62. Estructura amigdalítica. Roque de Almagro, Galdar. (Gran Canaria).

2.2.2. Estructuras en piroclastos.

a) Clasificación y nomenclatura

1. Según sus relaciones con edificios volcánicos:

- 1.1 Formando parte de ellos, como en los conos compuestos.
- 1.2 Depósitos muy extendidos alrededor de edificios singenéticos.
- 1.3 Fosilizando, total o parcialmente, edificios de erupciones más antiguos.

2. Según criterios estratigráficos:

Se pueden identificar y denominar diversas estructuras sedimentarias primarias, clasificables de acuerdo con distintos criterios:

2.1 Formas externas de la estratificación:

2.1.1 Espesor de los estratos:

- Laminación: $< 1\text{cm}$.
- Estratificación muy fina: de 1 a 5cm.
- Estratificación fina: de 5 a 60cm.
- Estratificación gruesa: de 60 a 120cm.
- Estratificación muy gruesa: $> 120\text{cm}$.

2.1.2 Evoluciones laterales: (Se describen dos casos extremos):

- Espesor uniforme y continuo.
- Espesor variable y no continuo.

2.2 Ordenación interna:

2.2.1 Homometría: diámetros muy semejantes dentro de unos límites prefijados.

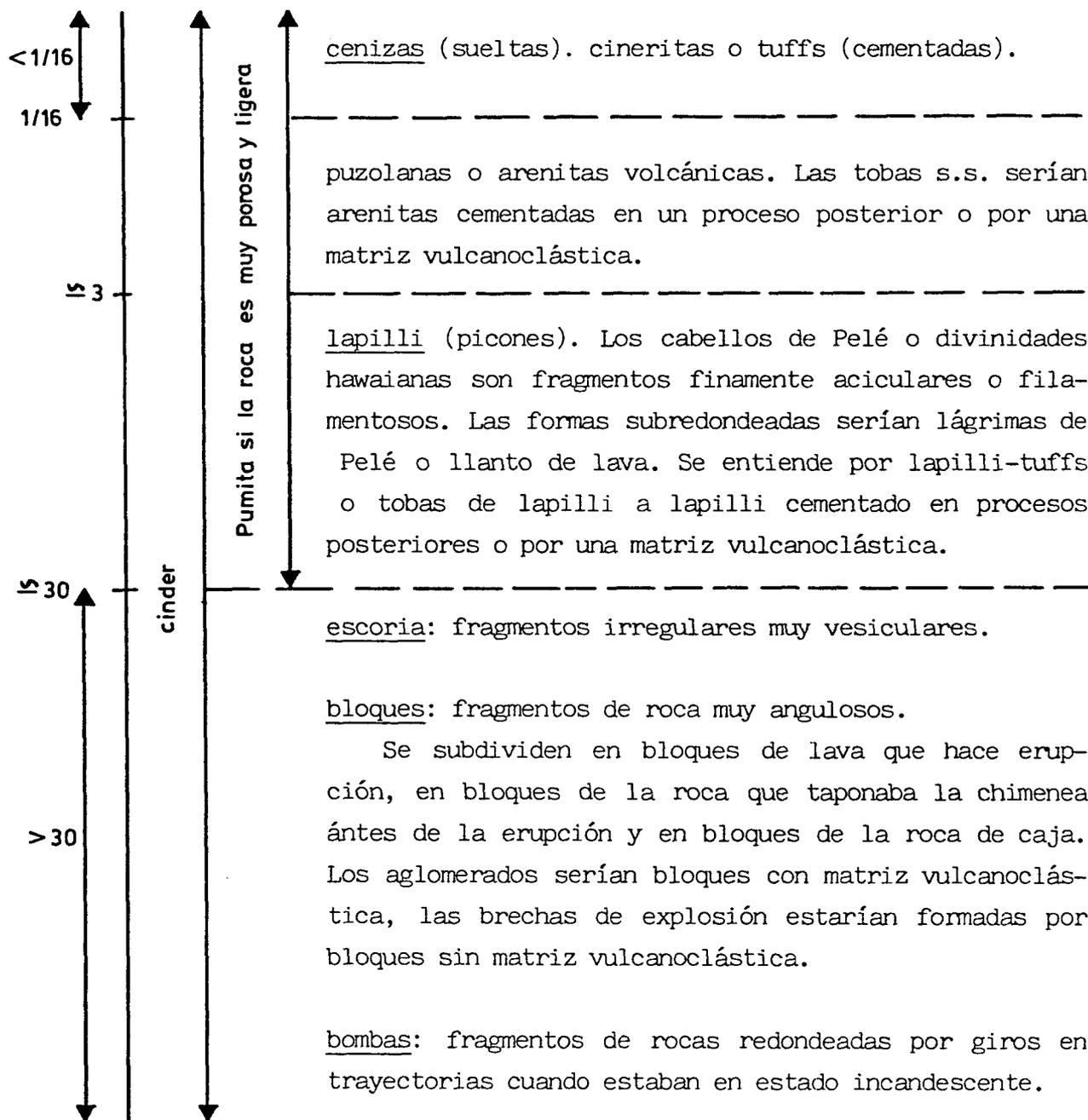
2.2.2 Heterometría: diferentes diámetros.

La estructura heterométrica comprende dos alternativas:

- Graduada (en depósitos subacuáticos): las partículas más gruesas ocupan las posiciones más bajas.
- No graduadas: no existe la anterior posición.

2.2.3 Clasificación granulométrica:

∅ en mm.



2.2.4 Laminada: en el interior de cada estrato se encuentra una estratificación de capas menores de 1cm., bien definiendo una laminación subhorizontal o una estratificación cruzada.

2.2.5 Suelta - cementada - soldada.

2.3 Marcas e irregularidades en los planos de estratificación.

2.3.1 Ocasionales rizaduras.

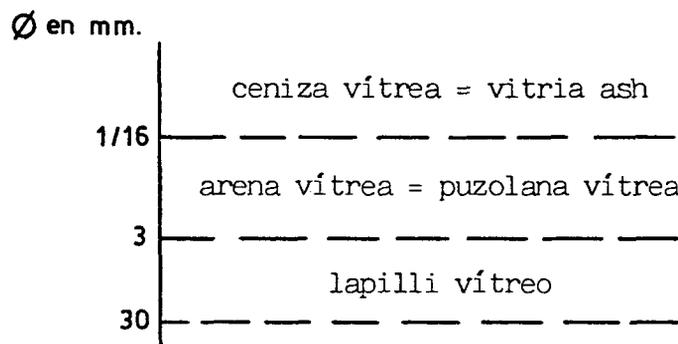
2.4 Deformaciones y perturbaciones de la estratificación.

2.4.1 Estructuras de carga: se rompe la continuidad de los depósitos por deslizamientos gravitatorios. Una sistemática y denominación al respecto sería:

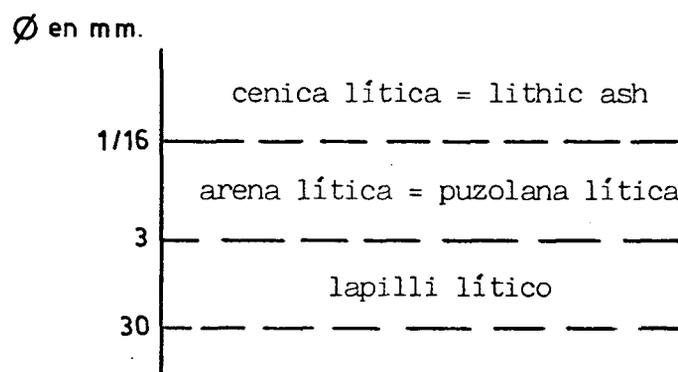
- Grietas de asentamiento.
- Andenes de asentamiento.
- Fallas gravitacionales (fallas normales).

3. Según criterios mineralógicos y de petrología ígnea:

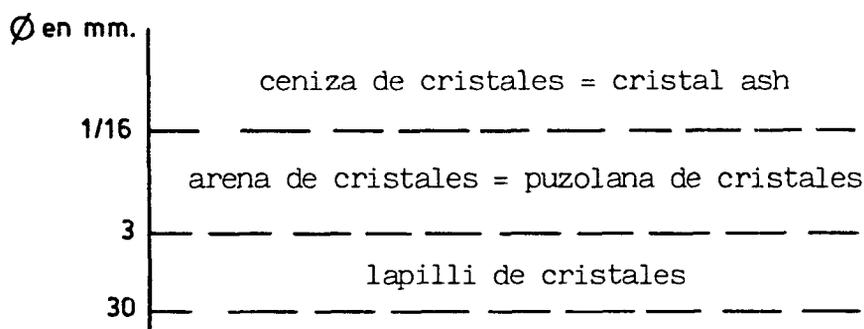
3.1 Partículas formadas por fragmentos de vidrio:



3.2 Partículas formadas por fragmentos de roca más o menos cristalizada.



3.3 Partículas entre las que predominan fragmentos de cristales más o menos recubiertos de una película de lava negra.



4 Otras consideraciones:

4.1 Se entiende por hialoclástica, las acumulaciones de fragmentos de vidrio basáltico a partir de explosiones de vapor de agua bajo jirones de lava en trayectorias subacuáticas. En algunos casos, los depósitos se deben a la descamación de los pillows.

H. TariEFF (1974), en la obra titulada "Los volcanes y la deriva de los continentes", publicada por Ed. Labor (Barcelona) hace una discusión muy interesante de este concepto.

4.2 Los depósitos de piroclastos correspondientes a ambientes submarinos, con intercalaciones de sedimentos, reciben la denominación de tuffitas.

b) Clasificación y nomenclatura estructural de las bombas volcánicas

1. Según criterios geométricos:

1.1 De acuerdo con la geometría principal:

1.1.1 Esferiforme.

1.1.2 Cilindriforme.

1.1.3 Paletiforme.

1.1.4 Periforme.

1.1.5 En huso (elipsoide o fusiforme).

- De revolución: sección transversal delimitada por una circunferencia, según el eje mayor.

- Escalínica: sección transversal delimitada por una elipse, según el eje mayor.

1.1.6 Irregular.

1.2 De acuerdo con matizaciones geométricas complementarias:

1.2.1 Aplastada. Ejemplos: esferiforme aplastada, cilindriforme aplastada, periforme aplastada. La bomba denominada "en boñigo de vaca" tiene una geometría esferiforme aplastada, pero con una corteza escoriacea.

1.2.2 Retorcida. Ejemplos: cilindriforme retorcida.

1.2.3 Con un cuerpo redondeado. Ejemplo: paletiforme con un cuerpo redondeado.

1.2.4 Con un polo prolongado.

-No curvado.

- Curvado (monoganchuda).

1.2.5 Con dos polos prolongados.

- No curvados.

- Curvados (biganchuda).

2. Según la estructura de la corteza:

2.1 Escoriacea: Corteza vítrea y vesicular.

2.2 Plegada o en surcos:

- Subparalelos.

- Retorcidos.

2.3 En corteza de pan: Corteza lisa con grietas irregulares y perpendiculares de contracción térmica.

2.4 Cascariacea: Superposición de películas vítreas, quebradizas y concéntricas por una fracturación de contracción térmica.

2.5 Grumosa: Costra con numerosos coágulos de lava.

2.6 Lisa: Ausencia de las típicas estructuras corticales, tales como la escoriacea, en corteza de pan, etc. No debe confundirse esta corteza lisa con las frecuentes descorticaciones.

3. Según la estructura interna:

3.1 Sencilla: Bomba sin un bloque interno pre-eruptivo, aunque normalmente comagmático.

3.2 Compleja: Bloque pre-eruptivo, preferentemente comagmático, envuelto por lava que adquiere una de las geometrías propias de la rotación en trayectorias subaereas.

Ejemplo de nomenclatura de una bomba volcánica:

"Fusiforme de revolución, con dos polos prolongados y curvados, de corteza escoriacea y de estructura interna sencilla".

Documentación fotográfica utilizada:

1. Conos de piroclastos. Teneguía. (La Palma).
2. Cono piroclástico. Teneguía III. (La Palma).
3. En primer término: cono de piroclastos Teneguía III. Al fondo: volcán de San Antonio. (La Palma).
4. Detalle del cráter del volcán San Antonio. Se observa como las capas piroclásticas forman parte del edificio. (La Palma).
5. Cono piroclástico. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
6. Cono piroclástico (Las Narices del Teide) adosado al volcán Pico Viejo. Las Cañadas. (Tenerife).
7. Cono piroclástico fosilizado por basaltos subrecientes. Carretera de acceso a la Hermita del Cedro. (La Gomera).
8. Piroclastos expandidos alrededor de los edificios volcánicos. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
9. Campo de piroclastos. Montaña Quemada. (Lanzarote).
10. Piroclastos históricos fosilizando parcialmente un edificio volcánico de la serie basáltica reciente. Desde Pico Partido. (Lanzarote)
11. Corte de estratos de piroclastos del Pico de Bandama. (G. Canaria).
12. Detalle de los piroclastos de Bandama. (Gran Canaria).
13. Detalle de los piroclastos de Bandama. (Gran Canaria).
14. Detalle de los piroclastos de Bandama. Destacan los cambios en los sedimentos de buzamiento. (Gran Canaria).
15. Erosión diferencial en estratos piroclásticos cementados. Volcán de San Antonio, erupción de 1967. (La Palma).
16. Primer plano de la erosión diferencial en los estratos piroclásticos cementados. Volcán de San Antonio. (La Palma).
17. Bombas volcánicas en los volcanes del Teneguía. (La Palma).
18. Campo de bombas volcánicas. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote).
19. Piroclastos soldados. Roque Almagro, Galdar. (Gran Canaria).
20. Piroclastos con rizaduras. Parque Nacional de Timanfaya. (Lanzarote)
21. Grietas de asentamiento. Volcanes del Teneguía. (La Palma).
22. Grietas de asentamiento. Volcanes del Teneguía. (La Palma).
23. Grietas de asentamiento. Volcanes del Teneguía. (La Palma).
24. Andenes de asentamiento en basaltos IV, al fondo Timanfaya. (Fuerteventura).
25. Fallas gravitacionales en piroclastos. Mancha Blanca. (Lanzarote).

Bombas volcánicas

(Colección: Museo de la Naturaleza. Galdar, Gran Canaria)

1. Irregular: Corteza entre grumosa y escoriacea. Teneguía. (La Palma)
2. Cilindriforme retorcida: Corteza entre grumosa y escoriacea. Pinos de Galdar. (Gran Canaria).
3. Cilindriforme aplastada: Corteza grumosa-escoriacea. Pinos de Galdar. (Gran Canaria).
4. Fusiforme escalénica con un polo prolongado y curvado. Corteza grumosa. Teneguía. (La Palma).
5. Fusiforme escalénica con dos polos prolongados y curvados. Corteza grumosa-escoriacea. Pinos de Galdar. (Gran Canaria).
6. Fusiforme escalénica con dos polos prolongados, uno de ellos curvado. Corteza escoriacea con pliegues subparalelos. Procedencia: Tafira. (Gran Canaria). (por cortesía de D. José Oretga García).
7. Fusiforme escalénica con dos polos prolongados y no curvados. Pinos de Galdar. (Gran Canaria).
8. Fusiforme de revolución con un polo prolongado y curvado. Corteza grumosa-escoriacea. Pinos de Galdar. (Gran Canaria).
9. Fusiforme de revolución. Corteza grumosa-escoriacea. Pinos de Galdar. (Gran Canaria).
10. Fusiforme de revolución. Corteza grumosa-escoriacea. Pinos de Galdar. (Gran Canaria).
11. Fusiforme de revolución. Incipiente corteza de pan. Teneguía. (La Palma).
12. Fusiforme de revolución. Corteza escoriacea concéntrica. Pinos de Galdar. (Gran Canaria).
13. Piriforme. Corteza grumosa-escoriacea plegada. Teneguía. (La Palma)
14. Paletiforme de estructura compleja (núcleo plutónico). Corteza escoriacea-grumosa. Pinos de Galdar. (Gran Canaria).
15. Esferiforme. Corteza grumosa-escoriacea. Pinos de Galdar. (G.C.).
16. Esferiforme aplastada. Corteza aparentemente lisa. Pinos de Galdar. (Gran Canaria).

2.2.3 Estructuras en ignimbritas

En el entorno canario, las estructuras en rocas ignimbríticas se podrían sistematizar en: principales y subordinadas a las principales. Un resumen al respecto sería:

1. Estructuras principales:

- 1.1 Ash-flow (tosca o toba de coloración clara): Se trata de una estructura masiva homogénea de fracción ceniza. La ceniza representa a una p[~]mita pulverizada. Correspondiente a episodios post-eruptivos, se identifican soldaduras, desvitrificaciones, recristalización a alta temperatura y huellas de flujo.
- 1.2 Rocas flameadas (tosca o toba gris): Se trata de rocas masivas de cenizas fuertemente soldadas que encierran numerosos enclaves con las características propias de las flamas.
- 1.3 Rocas de nubes ardientes: Abundantes cantos polimíctios y ángulosos soldados por una matriz de fracción ceniza.

2. Estructuras subordinadas:

- 2.1 Subordinadas a las ignimbritas tipo ash-flow.
 - 2.1.1 Superficies de flujo alteradas : los planos quedan tipificados por los efectos químicos de los volátiles atrapados durante el enfriamiento.
 - 2.1.2 Discontinuidades planares orientadas.
 - 2.1.3 Estructuras de elementos alineados; Por ejemplo: fenocristales prismáticos.
 - 2.1.4 Bandeado: alternancia de matriz, de pomez y vidrio, o simplemente láminas de flujo. Con este bandeo puede ocurrir:
 - a) Que no esté plegado: estructura en piel de serpiente o entaxítica.
 - b) Que tenga un fuerte plegamiento muy apretado: Estructura de pliegues fluidales.
 - 2.1.5 Obsidianas del muro: nivel de obsidianas en la base de las tobas.
 - 2.1.6 Estructura zonal (geoquímica, de compactación, de cristalinidad, etc.): se suele dar también en las rocas flameadas.
 - 2.1.7 Estructuras concéntricas de alteración a modo de estructura en piel de cebolla. Se deben a superficies de alteración que cortan estructuras fluidales.

2.2 Subordinadas a las ignimbritas flameadas.

2.2.1 Flamas o estructura flameada: estructura entaxítica. Las flamas consisten en fragmentos de pomez de vidrio, aplastados estirados y orientados por el flujo cuando se encontraban en un estado plástico; o cualquier tipo de fragmentos de rocas orientados por el flujo, si tienen la geometría apropiada.

2.2.2 Estructura de giro: fragmentos de roca o fenocristales, más o menos redondeados, rodeados de una matriz porosa y/o por un hueco a consecuencia de los giros de los fragmentos.

2.2.3 Estructura helicítica: fragmento de vidrio o de pumita, alargado y deformado en "S", a consecuencia de una rotación en estado plástico.

2.3 Subordinadas a las ignimbritas tipo nube ardiente.

2.3.1 Estructura de disyunción: fracturas de contracción térmica. Se pueden formar groseras columnas perpendiculares a la superficie de enfriamiento.

Las llamadas unidades ignimbríticas (cooling unit), tanto las simples como las múltiples, entrarían en el contexto de las formas.

La unidad ignimbrítica simple se definiría como "el conjunto de elementos o capas de una formación ignimbrítica con estructuras diferentes o no de las de sus vecinas. Todas las capas de la formación ignimbrítica debieron enfriarse en el mismo lapso de tiempo y depender de una misma erupción".

La definición correspondiente a una unidad ignimbrítica múltiple sería, "el conjunto de elementos de una formación ignimbrítica. Cada capa podría tener estructuras diferentes o no a las de sus vecinas. Todas las capas de la formación debieron enfriarse en el mismo lapso de tiempo, pero dependieron de erupciones sucesivas muy próximas".

Documentación fotográfica utilizada:

1. Superficies de flujo alteradas en ash-flow fonolítico. El Rincón. (Gran Canaria).
2. Superficies de flujo alteradas en ash-flow fonolítico. El Rincón. (Gran Canaria).
3. Superficies de flujo alteradas en ash-flow fonolítico. Se pueden obtener inferencias de la dinámica del flujo laminar. El Rincón. (Gran Canaria).
4. Superficies de flujo alteradas en ash-flow traquítico. Los Berrazales. (Gran Canaria).
5. Discontinuidades planares orientadas en ash-flow fonolítico. El Rincón. (Gran Canaria).
6. Bandedo entaxítico en ash-flow fonolítico. El Rincón. (Gran Canaria).
7. Pliegues fluidales en ash-flow traquítico. Carretera de Los Cuchillos. (Gran Canaria).
8. Pliegues fluidales en ash-flow traquítico. Carretera de Los Cuchillos. (Gran Canaria).
9. Detalle de pliegues fluidales en ash-flow traquítico. Carretera de Los Cuchillos. (Gran Canaria).
10. Obsidianas del muro en ash-flow traquítico. Carretera de Mogán. (Gran Canaria).
11. Estructuras concéntricas de alteración ash-flow traquítico. Los Berrazales. (Gran Canaria).
12. Estructuras concéntricas de alteración en ash-flow traquítico. Los Berrazales. (Gran Canaria).
13. Estructuras concéntricas de alteración en ash-flow traquítico. Los Berrazales. (Gran Canaria).
14. Flamas. Ignimbritas fonolíticas. El Hormiguero, Cuesta de Silva. (Gran Canaria).
15. Flamas en tosca gris. Ignimbritas fonolíticas. Carretera de Las Monjas. El Pagador, Moya. (Gran Canaria).
16. Estructura de giro en ignimbritas flameadas de naturaleza fonolítica. Carretera de Las Monjas, El Pagador, Moya. (Gran Canaria).
17. Estructura helicítica en ignimbritas flameadas de naturaleza fonolítica. Carretera de Las Monjas. El Pagador, Moya. (Gran Canaria).
18. Estructura de disyunción en rocas tipo nube ardiente. Formación Roque Nublo, Ayacata. (Gran Canaria).
19. Estructura de disyunción en rocas tipo nube ardiente. Formación Roque Nublo. El Tanquillo, Caldera de Tirajana. (Gran Canaria).



3. Doms

Se trata de inyecciones subvolcánicas y de erupciones de determinan formas conoides-cupuliformes o cilindroides. Aquí se incluyen, además, las formas "sin raíces".

Los domos también reciben las denominaciones de pitones o roques. Una sistemática simplificada de estas formas sería:

1. Domos intrusivos:

Se trata de inyecciones subvolcánicas (no hacen erupción). Actualmente podrían estar total o parcialmente descarnadas por la erosión. Se subdividen en:

1.1 Cupuliformes: Formas de grandes dimensiones, achatadas y de base circular. Ejemplo: Tindaya en Fuerteventura.

1.2 Conoides: Formas esbeltas de base circular. Ejemplo: Risco Blanco en Gran Canaria.

1.3 Cilindriformes o en agujas: Formas de base circular. La relación altura/diámetro ha aumentado considerablemente. Podrían ser chimeneas de edificios volcánicos.

2. Domos extrusivos:

Se desarrollan sobre la superficie topográfica, son formas eruptivas.

2.1 Domos endógenos: Formas determinadas por sucesivas coladas concéntricas con derrame abortado (estructura en bulbo o en piel de cebolla), de un mismo proceso eruptivo. Las coladas más antiguas (las más externas) envuelven a las más modernas (las más internas)

Por contracción térmica, suelen tener fracturación vertical tipo radial. Estos domos comprenden los siguientes tipos:

2.1.1 Formas cupuliformes: a grandes rasgos, equivalen a lo que otros denominan cúpula-domos o cripto-domos.

2.1.2 Formas conoides normales. Ejemplo: Agando en La Gomera.

2.1.3 Formas conoides invertidas. Ejemplo: Fortaleza de Chipude en La Gomera.

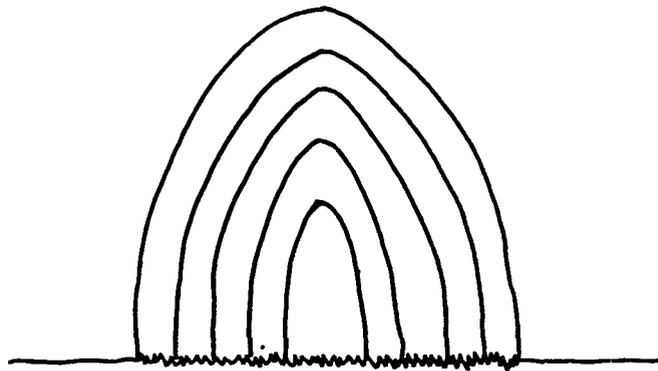
2.1.4 En agujas: torres cilíndricas con paredes estriadas que ascienden desde edificios volcánicos. Ejemplo: Aguja de Montagna Peleé en Martinica.

2.2 Domos exógenos: Formas conoides-cupuliformes determinadas por la superposición de sucesivas coladas muy viscosas y con derrame abortado (estructura en palmera). Las capas más externas son las más modernas. Todas las coladas proceden de un mismo proceso eruptivo. Ejemplo: Calvario de Alajeró en la Gomera.

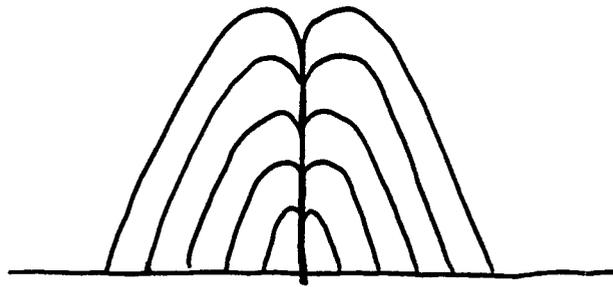
3. Domos de efusión sin raíces:

Acúmulos cupuliformes de lava en depresiones topográficas. Entre los acúmulos y las bocas eruptivas se establecen circulaciones de lava tipo "tubo volcánico".

- ESQUEMA DE DOMOS EXTRUSIVO ENDOGENO Y EXOGENO -

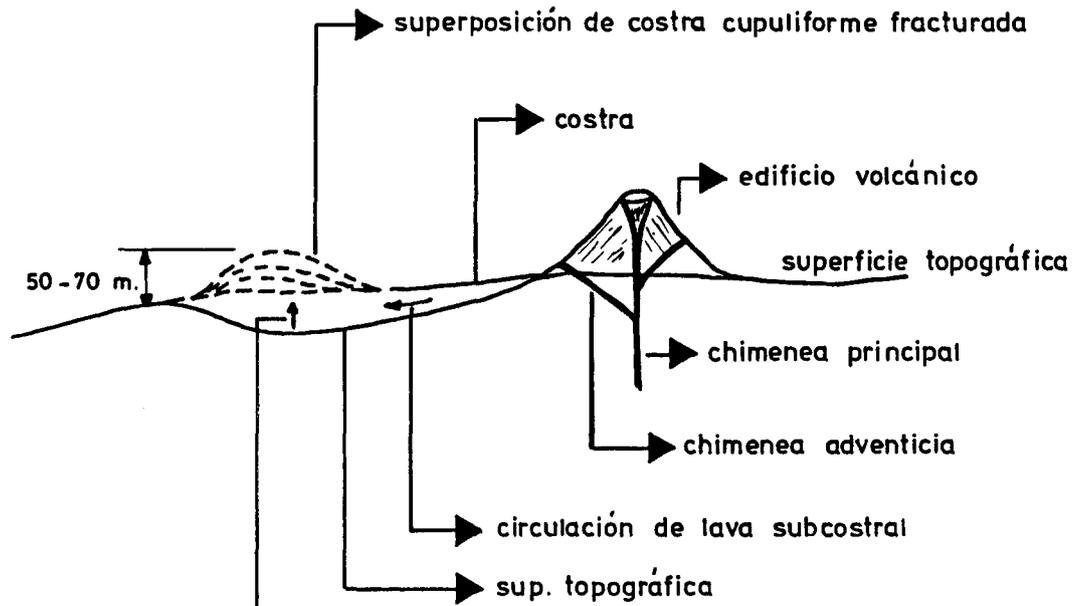


Corte transversal de un domo endógeno



Corte transversal de un domo exógeno

- DOMOS DE EFUSION SIN RAICES -



la lava subcostral, que llega a la depresión topográfica, levanta progresivamente las costras cupuliformes que se van formando en la zona. El proceso concluye cuando se equilibra la presión que representan las distintas costras de la cúpula y la del suministro de lava subcostral, si aún continúa la erupción.

Ejemplos de campo

a) La isla de La Gomera encierra un buen muestrario de domos extrusivos como lo demuestran las siguientes referencias:

1. Domos endógenos traquíticos.

- | | | |
|-------------------------|---|------------------------|
| - Roque de Ojila. | } | Centro-SE de la isla |
| - Roque de la Zarcita. | | |
| - Roque de Agando. | | |
| - Fortaleza de Chipude. | | Centro-SW de la isla |
| - Roque El Cano. | | Próximo a Vallehermoso |
| - Roque de Acanabre. | | Centro-Sur de la isla |

El domo endógeno y anular de San Juan, junto al camino de Benchiigua, define un caso peculiar.

2. Domos endógenos fonolíticos.

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| - Roque de Aluce. | El más oriental de la isla |
| - Roque Blanco. | Próximo a Ayamosna |

3. Los domos exógenos también están representados por el Calvario de Alajeró.

b) En Gran Canaria, hay algunos buenos ejemplos de domos:

1. Risco Blanco (Caldera de Tirajana) y Punta Gorda (Caleta de Agaete). Ambos de naturaleza fonolítica y clasificables como intrusivos.

2. El Pitón ordanchítico de la Caldera de Los Marteles, clasificable aparentemente como extrusivo: domo endógeno.

c) Otros domos con denominaciones muy conocidas son:

- Tindaya (Fuerteventura): domo cupuliforme intrusivo de naturaleza traquítica. Se encuentra descarnado por la erosión.
- Teneguía (La Palma): domo endógeno fonolítico. Da nombre a los edificios volcánicos de Fuencaliente (erupciones de 1971).

Documentación fotográfica utilizada:

1. Tindaya: Domo cupuliforme intrusivo de naturaleza traquítica. (Fuerteventura).
2. Cantera de Tindaya. (Fuerteventura).
3. Cantera de Tindaya. (Fuerteventura).
4. Cantera de Tindaya. Se observa bandeado de alteración. (Fuerteventura).
5. Cantera de Tindaya. Se observan superficies de alteración. (Fuerteventura).
6. Punta Gorda: Domo conoide, aparentemente intrusivo, de naturaleza fonolítica. Desde la Caleta de Agaete. (Gran Canaria).
7. Risco Blanco: Domo conoide intrusivo de naturaleza fonolítica, descarnado parcialmente, entre traquitas. Serie Pre-Roque Nublo y Formación Roque Nublo. Vista panorámica. (Gran Canaria).
8. Risco Blanco: Desde el interfluvio de Aguas Latentes. La Culata. (Gran Canaria).
9. Risco Blanco: Desde el interfluvio de Aguas Latentes. La Culata. (Gran Canaria).
10. Estructuras caprichosas debidas a circulación interna del fundido en un domo intrusivo, posiblemente basáltico. Barranco de La Culata. (Gran Canaria).
11. En primer plano: relieve en basaltos antiguos con taparuchas. En segundo plano: relieve en basaltos subcrecientes. Al fondo: roques de Agando, Ojila y La Zarcita (domos endógenos traquíticos). Desde el mirador de Chejelipes. (La Gomera).
12. Roque Ojila: Desde la carretera de acceso a la Hermita del Cedro. (La Gomera).
13. Roque Ojila: Se observa la inyección concéntrica y fracturación radial. Desde la carretera TF-713. (La Gomera).
14. Roque Ojila: Se observa la inyección concéntrica y fracturación radial. Desde la carretera TF-713. (La Gomera).
15. Roque Agando: Desde el camino de Benchijigua. (La Gomera).
16. Roque Cano: Domo endógeno traquítico. Vallehermoso. (La Gomera).
17. Fortaleza de Chipude: Domo endógeno traquítico con una morfología conoide invertida, asociado a una colada. Desde el Pico de Garajonay. (La Gomera).
18. Fortaleza de Chipude: Se observa la chimenea. Desde la carretera de Garajonay a Alajeró. (La Gomera).

19. Roque Blanco (a la izquierda): Domo endógeno sálico. En el centro: coladas asociadas a Roque Blanco. A la derecha: Roque erosivo en basaltos subrecientes. Desde Ayamosna. (La Gomera).
20. Roque de Aluce (domo endógeno fonolítico) y lavas fonolíticas asociadas, en el último horizonte. Desde el monumento al Corazón de Jesús. (La Gomera).
21. Calvario de Alajeró: Domo exógeno traquítico sobre coladas traquibasálticas. Las coladas proceden de un cono de piroclastos basálticos muy antiguos, erosionados y localizados al pie del domo. Probablemente el cono, las coladas traquibasálticas y el domo exógeno están relacionados, definiendo un complejo eruptivo. El entorno, no apreciable en la diapositiva, lo forman basaltos subrecientes inclinados hacia la costa.
22. Roque de Sna Juan: Domo anular encuadrable entre los endógenos, de naturaleza traquítica. Desde el camino de Benchijigua. (La Gomera).

4. Rocas filonianas.

Se entiende por filones inyecciones planares a través de fracturas y con raíces profundas.

Los filones secundarios traducen intrusión magmática, en rocas muy porosas, desde un auténtico filón.

Los pseudo-filones se forman cuando bajo lavas, previamente solidificadas, circula material fundido que puede salir a través de grietas abiertas en la cobertera sólida. Estos falsos filones carecen de raíces profundas.

4.1 Formas de los filones auténticos:

1. Formas simples:

Los filones son considerados unitariamente.

1.1 Diques: Filones que cortan formaciones rocosas.

1.2 Sills: Filones subparalelos al techo o muro de las formaciones rocosas (normalmente entre ellas), si encuentran condiciones favorables para ello.

2. Formas agrupadas:

Se consideran los filones asociados.

2.1 Malla filoniana: Entramado de filones.

2.2 Sills en escalera (escalonados): Conjunto de sills subparalelos y contemporáneos.

2.3 Familias de diques.

2.3.1 Diques escalonados: Conjunto de diques subparalelos y contemporáneos.

2.3.2 Diques radiales: Conjunto de diques, normalmente verticales que convergen en una chimenea.

2.3.3 Sistema de diques cónicos (cone sheet): Conjunto de diques que definen, por separado, fragmentos de superficies superpuestas cónicas invertidas, con los vértices más o menos con vergentes y mirando hacia el interior de la tierra. Suelen estar acompañados de una potente intrusión central.

3. Complejos circulares:

Conjunto de grandes diques domáticos, normalmente verticales, que, en conjunto, presentan una disposición cilíndrica. Cada dique tiene una cartografía en media luna.

4.2: Clasificación y nomenclatura de las estructuras:

1. Filones (diques o sills compuestos :

Filones con reinyecciones o con procesos de inmiscibilidades -demezclas., según la superficie axial de los mismos. Se identifican rocas de quimismos diferentes asociadas a un filón único.

2. Estructuras fluidales:

Conjunto de observaciones que inducen a identificar un flujo laminar.

3. Zonación central cristalina:

Núcleo axial holocristalino del filón. Se observan los minerales a simple vista. Cuando estas concentraciones de minerales representan a las mineralizaciones más densas que ascienden, la estructura se denomina továltica.

4. Estructuras de disyunción:

4.1 Disyunciones subparalelas longitudinales: Fracturación subparalela al plano axial del filón. Se suelen patentizar en los márgenes del mismo.

4.2 Disyunciones transversales: Fracturación perpendicular a la superficie axial de la intrusión. Se suelen patentizar en el núcleo del filón. Estas se sistematizan en:

- Disyunción prismática: implica varias familias de disyunciones.
- Disyunción tableada: Implica una familia de disyunciones.

5. Filones brecha:

Filón constituido por cantos ampulosos y soldados por lava.

6. Enclaves o estructura xenolítica:

Fragmentos de la roca de caja en el interior del filón.

7. Venillas:

Fracturas sinuosas y muy delgadas, rellenas de magma a partir de diques o sills. Un filón se denomina digitado cuando termina en numerosas venillas. Las venas de reemplazamiento son las que se desarrollan en el interior y/o atravesando un filón y son debidas a procesos metasomáticos.

8. Estructuras de alteración:

8.1 Pillow-sills (o diques): Filones con caracteres que recuerdan a las pillow-lavas. La geometría se debe a procesos de alteración, lo mismo que ocurre con las estructuras en piel de cebolla. La estructura puede aparecer cuando el filón se inyecta en rocas húmedas.

8.2 Estructuras concéntricas: Superficies de alteración cerradas y superpuestas. Recuerdan a las estructuras en piel de cebolla.

Ejemplos de campo

1. En Gran Canaria:

Entre los diques merecen especial atención los de la Caleta de Agaete, precisamente se encuentra una asociación de diques en escalera cortados por un pequeño cabalgamiento. Otro dique determina un caidero basal potencialmente remontante. Las rocas encajantes son basaltos I.

En la playa de Las Nieves (Agaete), entre los numerosos ejemplos de filones, se aprecia el paso de dique a sills. Aquí, como en la Caleta ántes indicada, los diques ofrecen estructuras muy bien desarrolladas.

Entre las playa de Tasarte y del Ambar, casi en el límite entre los términos municipales de La Aldea y Mogán, son muy espectaculares los sills terminales (a modo de grandes apófisis (en cuña), que pirmetamorfizan la roca encajante (basaltos I).

Un sistema de diques cónicos (cone sheet) están representados en el centro de la isla. Son traquíticos y fonolíticos y están encajados muchos de ellos entre traquitas. En el tramo de carretera comprendido entre Artenara y Tamadaba, se puede apreciar parte de ésta asociación filoniana.

2. En otras islas:

Pero los casos más llamativos de filones son cuando se encuentran formando densas mallas, y esto ocurre en los Complejos Basales de Fuerteventura, La Gomera y La Palma.

Y para concluir esta breve reseña, cabe subrayar el complejo circular sienítico de Pájara en Fuerteventura.



Documentación fotográfica utilizada:

1. Dique alterado en basaltos I. Puerto de Las Nieves, Agaete. (Gran Canaria).
2. Dique alterado evolucionando a sills. Puerto de Las Nieves, Agaete. (Gran Canaria).
3. Sills-apófisis basáltico pirometamorfizando la roca de caja. Entre Tasarte y Playa de Veneguera. (Gran Canaria).
4. Malla de diques basálticos, gábricos, traquíticos y sieníticos. Cantera de Toto. (Fuerteventura).
5. Filón secundario en basaltos I. Puerto de Las Nieves, Agaete. (Gran Canaria).
6. Malla filoniana basáltica del Complejo Basal. Playa de Vallehermoso. (La Gomera).
7. Detalle de la malla filoniana basáltica del Complejo Basal. Playa de Vallehermoso. (La Gomera).
8. Detalle de la malla filoniana basáltica del Complejo Basal. Playa de Vallehermoso. (La Gomera).
9. Detalle de la malla filoniana basáltica del Complejo Basal. Playa de Vallehermoso. (La Gomera).
10. Malla de diques en los gabros de Betancuria. Un dique sálico está cortado por otro basáltico. (Fuerteventura).
11. Detalle de los diques en los gabros de Betancuria. (Fuerteventura).
12. Diques basálticos en escalera afectados por un cabalgamiento. Caleta de Agaete. (Gran Canaria).
13. Detalle de los diques escalonados de la Caleta de Agaeta. (Gran Canaria).
14. La Peñita: Dique sienítico externo del complejo circular de Pájara. Desde el Tablero de Las Toscas. (Fuerteventura).
15. Dique compuesto entre pillow-lavas. Barranco de Las Angustias. (La Palma).
16. Panorámica de un dique en donde se aprecian estructuras de flujo. Cantera de Toto. (Fuerteventura).
17. Estructuras de flujo en el dique anterior.
18. Estructuras de flujo en diques de la Cantera de Toto. (Fuerteventura)
19. Estructuras de flujo en diques de la Cantera de Toto. (Fuerteventura)
20. Zonación central de cristales (fenocristales de angita). Caldera de Taburiente. (La Palma).
21. Detalle de la anterior zonación.

22. Dique con disyunciones subparalelas longitudinales. Puerto de Las Nieves, Agaete. (Gran Canaria).
23. Dique con disyunciones transversales prismáticas. El Risco. (Gran Canaria).
24. Dique brecha. Barranco de Las Angustias. (La Palma).
25. Dique basáltico con un enclave de rocas sedimentarias del Cretáceo. Puerto de La Peña. (Fuerteventura).
26. Venillas basálticas. Puerto de Las Nieves. (Gran Canaria).
27. Pillow-dique. Entre Artenara y Tamadaba. (Gran Canaria).
28. Dique de grandes dimensiones y alterado. Camino de la Hermita del Cedro. (La Gomera).
29. Superficies concéntricas de alteración en el anterior dique.

5. Las discordancias en las rocas eruptivas.

Se entiende por discordancia, la relación espacial entre dos paquetes de rocas pertenecientes a períodos eruptivos diferenciados temporal y/o estructuralmente.

Los contactos mecánicos, entre paquetes de rocas o en una misma capa, quedan incluidos en este apartado de discordancia, aunque las rocas afectadas no pertenezcan a distintos períodos eruptivos.

Sistemática de las discordancias

1. Discordancias intraformacionales (dentro de una misma formación o serie volcánica).

1.1 Los almagres.

1.2 Discordancias angulares.

1.3 Discordancias según criterios de erosión diferencial.

1.4 Discordancias erosivas.

1.5 Discordancias según criterios techo-muro en coladas.

1.6 Discordancias mecánicas.

1.7 Otras.

2. Discordancias interformacionales (entre diferentes formaciones o series volcánicas).

2.1 Erosivas.

2.2 Según criterios litológicos.

2.3 Otras: angulares, etc.

Documentación fotográfica utilizada:

Discordancias intraformacionales

1. Almagre entre coladas de los basaltos horizontales. Agulo. (Fuerteventura).
2. Panorámica del corte fonolítico de El Roque. Se aprecia un almagre. Montaña de Almagro, Galdar. (Gran Canaria).
3. Detalle del almagre de El Roque. (Gran Canaria).
4. Detalle del almagre de El Roque. Se aprecia la estructura prismática. Sobre el techo: puzolana soldada.
5. Detalle del almagre de El Roque. Se aprecia la estructura prismática
6. Almagres en el Macizo de Famara. (Lanzarote).
7. Discordancia angular en tobas basálticas y discordancias litológicas San Sebastián de La Gomera.
8. Discordancia angular en basaltos III. Desde la Punta de Guanarteme. Guía. (Gran Canaria).
9. Discordancia angular en piroclastos basálticos IV. Bandama. (Gran Canaria).
10. Discordancia según criterios de erosión diferencial en basaltos I. Los Arcones. (Fuerteventura).
11. Discordancia según criterios techo-muro en coladas. Puerto de Las Nieves. (Gran Canaria).

Discordancias interformacionales

12. Discordancia erosiva entre Complejo Basal y basaltos recientes. Puerto de Ajuí. (Fuerteventura).
13. A la izquierda: discordancia entre el Complejo Basal y los basaltos horizontales. Aunque no se aprecie, a la derecha existe también esta discordancia. Desde Las Rosas. (La Gomera).
14. Discordancia entre Complejo Basal y basaltos horizontales. Desde la carretera de Alugo a Vallehermoso. (La Gomera).
15. En el primer horizonte: basaltos antiguos inferiores (buzando). En el segundo horizonte: basaltos antiguos superiores en discordancia con los anteriores. Desde el Mirador de Tagalucho. (La Gomera).
16. Detalle de la anterior discordancia.
17. Discordancia entre basaltos antiguos y basaltos horizontales. Los barrancos se desarrollan en los altos antiguos. Valle de Hermigua. (La Gomera).
18. Discordancia angular entre basaltos antiguos (buzando) y basaltos subhorizontales. Valle de Gran Rey. (La Gomera).

6. Bibliografía

Araña, V.; Carracedo, J.C. (1978-1980):

Los volcanes en las Islas Canarias (tres volúmenes).
Editorial Rueda. (Madrid).

Araña, V.; López, J. (1974):

Volcanismo. Dinámica y Petrología de sus productos.
Colegio Universitario de Ed. Istmo. (Madrid).

Billings, H.P. (1965):

Geología Estructural.
Endeba. (Buenos Aires).

Bravo, T. (1954):

Geografía General de las Islas Canarias.
Goya Ediciones. (Sta. Cruz de Tenerife).

Cotton, C.A. (1944):

Volcanoes as Landscape Forms.
Whitcombe and Tombs, Ltd. (Nueva Zelanda).

Kuno, H. (1953):

Formation of Caldera and Magmatic Evolution.
Transactions American Geographical Union.
Vol. 34 (pp. 267/280).

Macdonald, G. (1968):

Forms and Structures of extrusive basaltic rocks.
H. Hess y A. Poldervaart, edit.
Interscience. (New York).

Macdonald, G.A. (1953):

Pahoehoe and Block Lava.
American Journal of Science.
Vol. 25 (pp. 169/248).

Martinez, J. (1984):

Recursos de campo en la didáctica de la Geología.
(en imprenta).

Martinez, J. (1981):

Memoria del I Cursillo de Vulcanología para alumnos de COU.
I.B. de Gáldar. (Gran Canaria).

Nichols, R.Z. (1936):

Flow-Units in Basalts
Journal of Geology.
Vol. 44 (pp. 617/630).

Ollier, C. (1967):

Mears, their characteristics, varieties and definition.
Bull Volcanologique (pp. 31, 45/73).

Ollier, C.; Brown, M. (1965):

Lave caves of Visctoria.
Bull Volcanologique (pp. 28, 215/229).

Peterson, D.; Swanson, D. (1974):

Observed formation of lava tubes during 1970-71 at Kilanea
volcano, Hawaii.
Studies in Speleology (pp. 2, 209/223).

Rittmann, A. (1973):

Lave a pillow et ialoclastiti.
R. Soc. Italiana Min. Petrol.
(pp. 29, 397/442).

Rittmann, A. (1963):

Les volccans et leur activité.
Masson et Cie. (Par s).

Tarieff, H. (1974):

Los volcanes y la deriva de los continentes.
Editorial Labor. (Barcelona).

Wentworth, C.; Macdonald, G. (1953):

Structures and forms of basaltic rocks in Hawaii.
Bull U.S. Geol. Survey, 994 (98 pags.).

Williams, H. (1941):

Calderas and their origen.
University of California. Department of Geological Sciences.
Bulletin (pp. 239/346).

Williams, H. (1932):

The History and Character of Volcanic Domes.
University of California. Department of Geological Sciences.
Bulletin (Vol. 21, pp. 51/146).

