

# Alineaciones de centros volcánicos en la isla de Tenerife

## *Alignments of volcanic centers in the Tenerife island*

E. Ancochea, J. L. Brändle y M. J. Huertas

Dpto. Petrología y Geoquímica. U.C.M. Inst. Geología Económica. C.S.I.C. Fac. Geológicas. 28040 Madrid.

### ABSTRACT

*A mathematical method has been used to determine the alignments of effusive centers in the Recent Series of the Tenerife island. The strike of these lineations varies from one sector to another. In this way, on the northeastern part of the isle, the direction is NE-SW, meanwhile on the southern and northwestern parts these are NNE-SSW and NW-SE respectively. These strikes define a triple lineation pointing towards the center of the isle, although the southern one is not evident when considering only the central part of Tenerife island.*

**Key words:** *volcanic alignments, Tenerife, Canary Islands.*

*Geogaceta, 17 (1995), 56-59  
ISSN:0213683X*

### Introducción

Una de las temáticas que ha sido tratada con cierta frecuencia en los trabajos sobre la geología canaria es el de las pautas de las direcciones estructurales de las distintas islas y del archipiélago en su conjunto (ver por ejemplo Schmincke, 1976 o Hernández-Pacheco, 1979). Estas pautas son deducidas a partir de estructuras morfológicas, datos geofísicos y, habitualmente, por alineaciones de centros de emisión y direcciones de diques.

A este respecto, el análisis de los sistemas de diques permite obtener resultados más aproximados a la realidad, pues se parte de datos lineales objetivos (su dirección y buzamiento). Sin embargo, para disponer de un número significativo de datos tiene que tratarse de unidades suficientemente erosionadas, es decir, en general, antiguas. Las direcciones deducidas a partir de alineaciones de centros de emisión, son por el contrario, más utilizadas en terrenos recientes donde la erosión aún no los ha arrasado, ni han sido enterrados por depósitos posteriores. En este caso, en cambio, las direcciones son subjetivas y por tanto susceptibles de mayores errores de interpretación.

La subjetividad en la que con frecuencia se incurre en la deducción de lineamientos ha sido tratada por Wise (1982), siendo aplicables buena parte de sus argumentaciones a la forma en la que en muchos casos se "obtienen" ali-

neaciones de centros de emisión. Así, puede darse el caso en el que la localización en el campo de alguna alineación evidente de centros haga que se busquen direcciones paralelas, que no tienen porqué necesariamente existir; al tiempo que pueden omitirse otras que no sean tan evidentes sobre el terreno.

### Metodología

Un intento de aumentar la objetividad en el cálculo de alineaciones de centros de emisión lo constituye el método matemático de análisis propuesto por Ancochea y Brändle (1982) y que aplicamos, en un principio, a una región de vulcanismo puntual y disperso como es la de Campos de Calatrava. Las bases de dicho método se explican en el mencionado trabajo, que ha sido posteriormente perfeccionado y empleado en el archipiélago canario en las islas de La Palma y El Hierro (Ancochea *et al.*, 1984).

El método se basa esencialmente en calcular, según parámetros establecidos, todas las rectas posibles que pueden pasar por el área de estudio, viendo cuales son las que pasan por los centros motivo de análisis y analizando posteriormente cuales pueden ser más significativas.

El programa permite variar o prefijar:

- el valor de la variación del ángulo de la pendiente de las rectas.
- la distancia entre cada recta y su paralela inmediata.

- el tamaño del centro de emisión, que no es considerado como un punto sino como un círculo de radio prefijable.

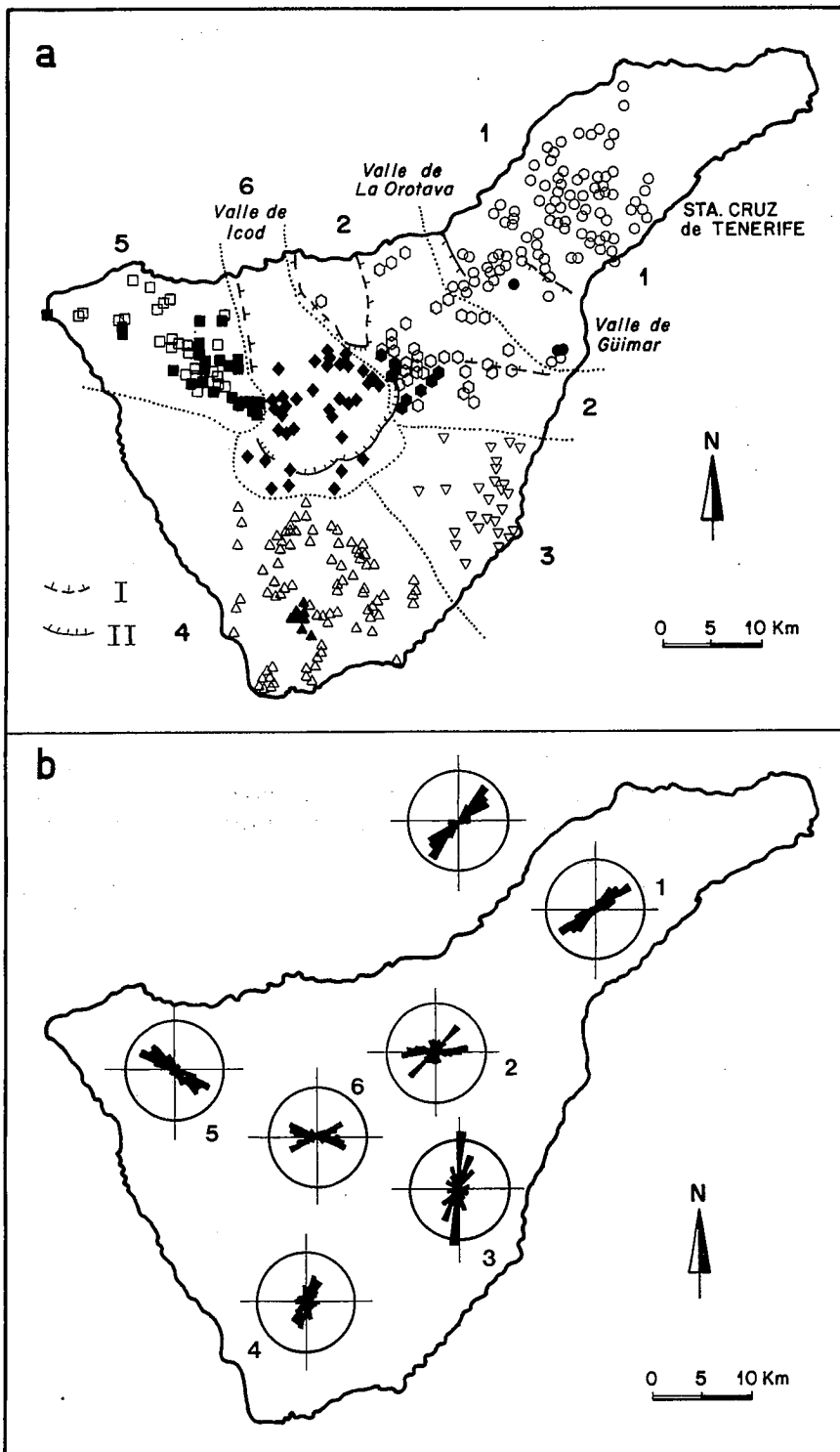
- el número de puntos (centros) que tienen que estar en la recta para considerarla como alineación significativa (lógicamente el mínimo tiene que ser 3).

- el número de puntos (centros) en común que tienen que tener dos rectas para considerar que son equivalentes. En estos casos se selecciona la que más puntos contenga.

Los diferentes valores que podemos ir dando a estas variables modifican los resultados obtenidos, haciendo que al seleccionar los valores que se consideran geológicamente más adecuados pueda perderse una parte de la objetividad buscada.

En el caso de los centros de la isla de Tenerife, y tras analizar la influencia de cada uno de estos factores, hemos fijado que la variación del ángulo de la pendiente de las rectas sea minuto a minuto, que la distancia entre cada recta y su paralela inmediata sea de 50 metros, el tamaño de centro de emisión de 100 m de diámetro y que dos rectas sean equivalentes si tienen dos o más puntos en común.

El número de puntos para considerar una recta como significativa varía según el número de centros del sector y se indica en cada caso. Si los centros de emisión del sector a estudiar son pocos, el número de rectas obtenidas puede ser



muy escaso y posiblemente son significativas alineaciones de sólo tres centros. Por el contrario, en sectores con muchos puntos las alineaciones de tres puntos son muchísimas, no siendo significativas la mayoría. Es evidente que en estos casos al elegir como alineaciones significativas las de 4, 5, 6 o más centros, puede ser que alineaciones reales de menos centros sean descartadas, como de hecho lo son todas las de dos centros.

El método calcula, en general, muchas más alineaciones de las que realmente existen, pero desde luego cuando las alineaciones se repiten en una determinada dirección no es arriesgado interpretar que se trata de direcciones de alineaciones significativas.

#### Centros de emisión en Tenerife

Una de las características más significativas de la actividad volcánica reciente de la isla de Tenerife es que ésta tiene lugar (fig. 1a) en gran cantidad de centros de emisión dispersos por la mayor parte de la isla, que coexisten con la actividad central del volcán Teide - Pico Viejo o de su antecesor: el edificio Cañadas.

En la figura 1a aparecen representados los centros de emisión correspondientes a las series más recientes de la isla (Series II, III y IV), tomados íntegramente de la cartografía MAGNA 1:25.000. Se trata de 486 centros, de los cuales sólo unos pocos (53) corresponden a la Serie II y están en su mayoría situados en el E y SE de la isla. La mayor parte de los centros volcánicos (290) corresponden a la Serie III y su edad es inferior a 800 ka. Los pertenecientes a la Serie IV (143) son en general subhistóricos y sus edades son inferiores a 170 ka.

Un primer análisis visual de la distribución de los centros de emisión permite apreciar, por una parte la notable dispersión de los mismos y por otra que hay zonas en las que éstos son muy escasos. Dentro de éstas cabe distinguir dos tipos: aquellas zonas en las que no ha debido haber centros recientes pues al atravesar sucesiones más antiguas de existir serían visibles, (parte del macizo de Teno y en la mayor parte del de Anaga) y aquellas zonas en las que los centros pueden haber desaparecido, ("valles" de Güimar, La Orotava e Icod donde los deslizamientos que dieron lugar a su formación han hecho desaparecer la mayoría de los volcanes de la Serie III que existían en ese momento y en

Fig. 1a.- Mapa de distribución de los centros volcánicos de la isla de Tenerife en los distintos sectores considerados. Los símbolos en blanco corresponden a volcanes de las Series II ó III, los símbolos en negro y asteriscos a la Serie IV. En la figura están representados los «valles» de Güimar, de La Orotava y de Icod (I) y la Pared de Las Cañadas (II).

Fig. 1b.- Mapa con los gráficos de distribución de las alineaciones de los centros volcánicos en cada uno de los seis sectores establecidos. Se incluye también (en el exterior de la isla) el gráfico de distribución de los sectores 1 + 2.

Fig. 1a.- Map showing the distribution of the volcanic centers in the considered sectors of the Tenerife island. Open symbols refer to volcanic centers of the Series II or III; filled symbols and asterisks refer to Series IV. Güimar, La Orotava and Icod «valleys» (I) and Pared de Las Cañadas (II) are situated in the map.

Fig. 1b.- Map showing the distribution of the alignments of the volcanic centers in each considered area. Outside map shows the distribution on the 1 + 2 sectors.

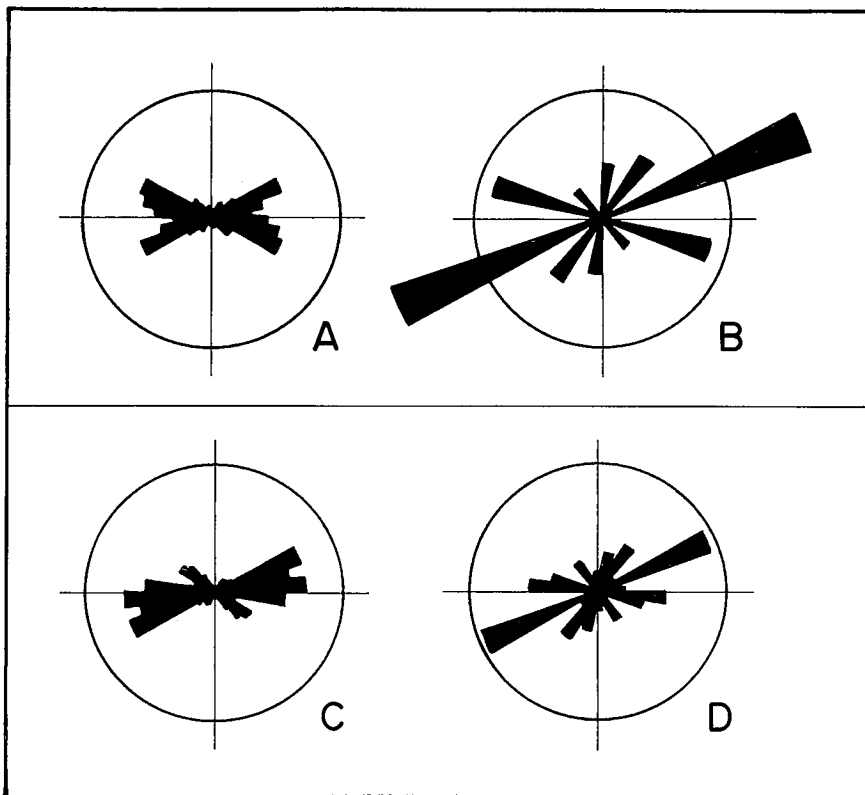


Fig. 2.- Gráficos de distribución de las alineaciones volcánicas en el sector Central de la isla de Tenerife. A.- Datos y resultados de este trabajo; B.- Representación de los datos de Coello y Bravo (1989); C.- Datos de Coello y Bravo (1989) calculados con el método usado en este trabajo y D.- Resultados deducidos a partir de lineamientos de fotosatélite y fotoaérea.

Fig. 2.- Graphic representations of the distribution of the volcanic alignments on the Central sector of the Tenerife island. A.- This work; B.- Coello & Bravo (1989); C.- Coello & Bravo (1989) data re-calculated following the method described in this work. D.- Results deduced from analysis of lineations from aerial and satellite image.

los que la presencia de centros de Serie IV pone de manifiesto que la actividad prosigue en ellos).

### Resultados obtenidos

El tamaño de la isla y la diversidad geológica de la misma, hace que no puedan analizarse las alineaciones de todos los centros al mismo tiempo, pues razonablemente pueden ser distintas de unas zonas a otras. Así, se ha dividido la isla en seis sectores que tienen significados geológicos distintos (fig. 1a). El 1 corresponde a la mitad septentrional de la cordillera Dorsal y centros más nororientales de la isla, el 2 a la mitad meridional de la Dorsal, el 3 al sector oriental de la isla, el 4 al meridional, el 5 al noroccidental y el 6 al sector central, la caldera de Las Cañadas.

**Sectores 1 y 2.** En su conjunto (fig. 1b; tabla 1) existen en estos sectores 191 alineaciones de 5 o más centros de emisión. El mayor número (57%) se concentra entre 40° y 70°, con un máxi-

mo del 22% entre 40° y 50°. La alineación que incluye mayor número de centros (12) tienen una dirección de 49°. Entre los sectores 1 y 2 considerados por separado existen pequeñas diferencias. En el sector más septentrional el máximo se sitúa en 50°-60°, mientras que en el meridional la distribución es bimodal, con máximos en 40°-50° y 80°-90°. Esta distribución parece condicionada por la desaparición de centros, consecuencia de la formación del "valle" de La Orotava y sobre todo del de Güimar.

**Sector 3.** Se caracteriza por la escasa presencia de centros, tanto de la Serie II como de la III. Las alineaciones obtenidas son también escasas (18 de 4 o más centros), no apreciándose diferencias notables si se consideran por separado los pertenecientes a una u otra Serie. El mayor número de alineaciones se sitúa entre 0° y 10° y entre 20° y 30°.

**Sector 4.** Se trata de un sector con gran abundancia de centros (132). Se obtienen 83 alineaciones de 5 o más centros con un máximo (el 34%) que se

sitúa entre 10° y 40° y uno menor en 160°-170°. La alineación con más volcanes (11) tiene una dirección de 17°.

**Sector 5.** Aparecen en él 63 centros que dan lugar a 80 alineaciones de 4 o más centros. Éstas se distribuyen en dos máximos muy próximos, a 110°-120° y a 130°-140°. La mayor alineación, a 119°, incluye 8 centros.

**Sector 6.** La zona central de la isla es difícil de separar de las otras, por ello algunos de los centros de los sectores 4 y 5 próximos han sido también incluidos en el cálculo de las alineaciones. Se obtienen así en ella 70 alineaciones de 4 o más centros con dos máximos; uno situado a 100°-120° y otro a 60°-70°. La que incluye más centros (9) tiene una dirección de 86°.

### Discusión y conclusiones

Las alineaciones estructurales del archipiélago canario han sido agrupadas por Hernández-Pacheco e Ibarrola (1973) y Hernández-Pacheco (1979) en alineaciones de dirección "atlántica" o "africana" por su paralelismo con estructuras importantes del fondo oceánico próximo o del continente africano respectivamente.

En Tenerife, Hernández-Pacheco e Ibarrola (1973) deducen como direcciones "atlánticas" fundamentales las N 45° y 75° y de menor importancia la N 20° y como direcciones "africanas" la N 120°, N 135° y de forma secundaria la N 180°. Hernández-Pacheco (1979), señala que en la zona central de Tenerife se cruzan dos direcciones "atlánticas", la N 106°, en la que se alinearían las islas de La Palma, Tenerife y Gran Canaria y la N 65° en la que lo hacen El Hierro, Gomera y Tenerife. Esta última ya había sido señalada como dirección estructural importante por Bosshard y MacFarlane (1970) a partir de datos geofísicos.

En la zona central de Tenerife, Fúster *et al.*, (1968) indican que Teide y Pico Viejo se alinean según una dirección N 70° y Araña (1971) que en dicha zona se cruzan las dos direcciones de la isla NE-SO y NO-SE.

Para Navarro (1974), Navarro y Farrugia (1989) y Carracedo (1994), la pauta general de distribución de los centros de emisión en Tenerife es la de tres dorsales o rifts separados cerca de 120° unos de otros, con direcciones generales NE-SO, NO-SE y N-S, convergiendo las tres en el centro de la isla y reflejando una unión triple de fracturas del fondo oceánico.

Sector	Número de centros	Nº de centros mínimos en cada alineación	Nº de alineaciones	Ángulos con mayor nº de alineaciones, número de las mismas	Alineaciones con mayor nº de centros: ángulo de las mismas, nº de centros
<b>Total</b>	<b>508</b>				
12	206	5	191	40°-50°, 11 50°-70°, 18	49°, 12
1	124	5	90	50°-60°, 19	68°, 8
2	82	5	32	40°-50°, 5 80°-90°, 5	48°, 8
3	31	4	18	0°-10°, 5 20°-30°, 3	164°, 6
4	132	5	83	10°-40°, 28 160°-170°, 7	17°, 11
5	63	4	80	110°-120°, 15 130°-140°, 13	119°, 8
6	76	4	70	100°-120°, 18 60°-70°, 9	86°, 9

Tabla 1.- Resultados obtenidos en los diferentes sectores.

Table 1.- Summary of the results in the different sectors.

Coello y Bravo (1981 y 1989) analizan con más detenimiento las alineaciones de centros de emisión en la región central de Tenerife deduciendo (fig. 2B) una dirección fundamental N 66° en la que reconocen 12 alineaciones y una segunda N 104° con 6. De menor entidad son la N 39° (4 alineaciones), N 6° (3) y N 129° (2). Quesada (1988) analiza el quimismo de los materiales que constituyen estas alineaciones sin obtener diferencias notables de unas a otras.

Los resultados obtenidos (fig. 1b; tabla 1) permiten demostrar que los centros de emisión de la isla de Tenerife se alinean con pautas diferentes según el sector, siendo las NE-SO, (media del máximo N 50°) las principales en el sector NE de la isla, las NO-SE (media N 307°) las fundamentales en el sector NO y las NNE-SSO (media N 205°) las principales en el sector Sur, definiendo en conjunto una distribución triple, con separaciones medias entre las tres ramas de 155°, 102° y 103°.

En el sector central de la isla sólo se obtienen dos direcciones fundamentales, que corresponden con las de unión de las directrices de los sectores NE y NO, sin que se observen alineaciones semejantes a las que aparecen en el sector Sur.

Para poder comparar dentro del sector central los resultados obtenidos por nosotros (fig. 2A) y los de Coello y Bravo (1989) —representados de forma análoga en la figura 2B— deben emplearse exactamente los mismos centros. Coello y Bravo (1989) parten de una cartografía diferente, más detallada, pero en la que no incluyen los centros que no están en ninguna de las alineaciones que calculan. Con esos mismos datos y nuestro sistema de cálculo, hemos obtenido 73 alineaciones de 5 o más centros (frente a 27 de dichos autores). Su distribución (fig. 2C) continúa siendo bimodal, con un máximo muy extendido desde N 60° a N 100° y uno menor a N 130°-140°, pero siguen sin marcarse las direcciones características del sector Sur.

En la figura 2D representamos la distribución de direcciones de lineamientos (74 en total) a partir de fotosatélite y fotoaérea para el sector central de la isla. La mayoría de los lineamientos representan fracturas sin relación con puntos de emisión. También en este caso, los máximos se sitúan en direcciones similares N 60°-70° y N 90°-110°, pero aparecen direcciones semejantes a las del sector Sur de la isla, lo que evidencia la existencia de esa

pauta esencialmente triple, cuya rama Sur no se manifestaría en la zona de Las Cañadas del Teide como dirección importante de alineación de centros.

#### Agradecimientos

Agradecemos al Servicio Informático de la U.C.M. la utilización de sus medios. Este trabajo ha sido financiado en su primera parte por el Proyecto de la DGICYT, PB88-0047.

#### Referencias

- Araña, V. (1971): *Estud. Geol.*, 27, 95-137.
- Ancochea, E. & Brändle, J. L. (1982): *Rev. Geofis.*, 38, 133-138.
- Ancochea, E.; Brändle, J. L. & Hernández-Pacheco, A. (1984): *Comun. VI Asamb. Nac. Geodes. Geofis.*, 2407-2417.
- Bosshard, E. & MacFarlane, D. J. (1970): *Jour. Geoph. Res.*, 75, 4901-4918.
- Carracedo, J. C. (1994): *Jour. Volc. Geother. Res.*, 60, 225-241.
- Coello, J. & Bravo, T. (1981): *IV Asamb. Nac. Geodes. Geofis., Abstract.*, 272-273.
- Coello, J. & Bravo, T. (1989): En: Araña, V. & Coello, J. (eds.). *Los Volcanes y la Caldera del Parque Nacional del Teide*. ICONA, 127-135.
- Fúster, J. M.; Araña, V.; Brändle, J. L.; Navarro, J. M.; Alonso, V. & Aparicio, A. (1968): *Inst. Lucas Mallada, C.S.I.C.*, Madrid. 218 pp.
- Hernández-Pacheco, A. (1979): *III Asamb. Nac. Geodes. Geofis.*, 1565-1589.
- Hernández-Pacheco, A. & Ibarrola, E. (1973): *Lithos*, 6, 389-402.
- Navarro, J. M. (1974): *Simp. Inter. Hidrogeol.*, Lanzarote.
- Navarro, J.M. & Farrugia, I. (1989): *Plan Hidrológico insular de Tenerife*. Direc. Gral. Aguas, Gobierno Canario, 145 pp.
- Quesada, M.L. (1988): *Estudio geoquímico de las directrices volcanotectónicas en Las Cañadas de El Teide*. Tesis Doctoral, Univ. La Laguna, 345 pp.
- Schmincke, H.U. (1976): En: Kunkel, G. (eds.). *Biogeography and Ecology in the Canary Islands*. W. Junk Publishers, 67-184.
- Wise, D.U. (1982): *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 93, 886-888.