

## CARACTERIZACIÓN GEOMAGNÉTICA DEL SISTEMA CÓNICO DE DIQUES TRAQUÍTICOS DE TEJEDA (GRAN CANARIA)

En la cuenca de Tejeda (Gran Canaria) existe un sistema cónico de más de 500 diques de composición traquítica y fonolítica. La investigación se ha centrado en el estudio de las características geológicas y magnéticas de siete diques traquíticos (con texturas afánicas y porfídicas) representativos del sistema cónico. El estudio de la “anisotropía de la susceptibilidad magnética” (ASM) en 84 cilindros de roca confirma que: 1) es una propiedad magnética medible en este tipo de materiales sálicos, 2) el flujo de magma traquítico no fue homogéneo en el conducto de cada dique, ni existe una tendencia cónica de los planos de flujo de magma en los diques estudiados hacia una cámara magmática profunda.

Aitor Quintana Uribe

José Mangas Viñuela

Emilio Herrero Bervera

*There is a cone sheet in the Tejeda Basin (Gran Canaria Island) with more of 500 dykes of trachytic and phonolitic compositions. The research is focused on the study of geological and magnetic characteristics of seven trachytic dykes (showing aphyric and porphyric textures) which are representatives of this conic system. The study of anisotropy of magnetic susceptibility (AMS) in 84 rock cores shows that: 1) the AMS is a magnetic property measurable in this type of salic materials, 2) the trachytic magma flow was not homogeneous into each dyke and the studied dykes did not show a conical trend of magma-flow planes towards a deep magmatic chamber.*

### PRESENTACIÓN

Se han estudiado siete diques de composición traquítica asociados al sistema cónico de diques de Tejeda (Gran Canaria), comprobándose que es posible medir en ellos valores de anisotropía de la susceptibilidad magnética.

### INTRODUCCIÓN

El sistema cónico de diques (cone sheet) de Tejeda se encuentra situado en el centro de la isla de Gran Canaria y en el interior de la Caldera de Tejeda (Figuras 1 y 2). Esta caldera volcánica se formó por el hundimiento del edificio insular hace unos 14,1 m.a. y muestra una forma elipsoidal con unas dimensiones de unos 20 x 35 Kms. La caldera se rellenó durante el Mioceno con materiales volcánicos de composi-

ción traquítico-riolítico-fonolítico y materiales sedimentarios. Ahora bien, estos materiales volcanosedimentarios intracaldera fueron intruidos entre 12,3 y los 7,3 m.a. por: a) algunos cuerpos intrusivos subvolcánicos de sienitas; b) varios centenares de diques que presentan una disposición de cono invertido (cone sheet), de composición traquítica y, en menor proporción, fonolítica, y c) algunos diques radiales de composición traqui-fonolítica (Schirnack et al., 1999). Este sistema de intrusivos sálicos se distribuyen en un área de unos 20 Km de diámetro y en la parte central de la Caldera de Tejeda (Figuras 1, 2 y 3).

Nuestro estudio se ha centrado en el análisis detallado de las características geológicas y magnéticas de 7 diques traquíticos del sistema cónico de Tejeda, por dos motivos.

**El “cone sheet” de Tejedá que está constituido por unos 500 diques de composición traquítica y fonolítica, datados entre 11,7 y 7,3 m.a., y presentan una estructura cónica invertida, disponiéndose concéntricamente hacia una zona central, con simetría radial y buzando entre 30 y 50° hacia el centro.**

Primero, este sistema es uno de los mejores ejemplos de diques cónicos sálicos aflorantes en superficie a escala mundial. Segundo, los diques de traquita son los más abundantes en el sistema de Tejedá y hasta ahora no se habían llevado a cabo estudios de “Anisotropía de la Susceptibilidad Magnética” (ASM) en materiales de esta composición. Los análisis de ASM ayudan a interpretar la dirección de transporte del magma en los distintos conductos o estructuras magmáticas antes de su consolidación. Hasta ahora sólo se habían llevado a cabo estudios de ASM en materiales de carácter máfico (lavas basálticas, e intrusivos de diabasas y gabros) (por ej., Knight y Walker, 1988; Cañón Tapia et al., 1995; Herrero-Bervera et al., 2001), por lo que había que probar la validez del método en rocas de carácter sálico.

### GEOLOGÍA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Si consideramos la formación del “cone sheet” de Tejedá dentro de la historia geológica de Gran Canaria, comenzaremos diciendo que la isla de Gran Canaria tuvo primeramente una “etapa de construcción submarina” durante el Mioceno Medio, cuyos materiales magmáticos no están estudiados todavía pues no aparecen en la superficie insular. Esta fase submarina representa el 80 % del volumen de la isla, con unos 5.000 Km<sup>3</sup> (McDougall y Schmincke, 1976).

Posteriormente, se sucedieron varias etapas magmáticas subaéreas desde los 14,5 m.a. hasta la actualidad y que han sido englobadas en tres ciclos magmáticos que se denominan Antiguo o I (Mioceno), Roque Nublo o II (Plioceno) y Reciente o III (Plio-Cuaternario) (Fuster et al., 1968; McDougall y Schmincke, 1976; ITGE, 1992). El ciclo Antiguo engloba las fases de “construcción en escudo” con materiales de carácter básico y la de “declive alcalino” con rocas sálicas diferenciadas. Estas fases fue-

ron definidas por Walker en 1990 para un modelo general de formación de islas oceánicas volcánicas. Así, la fase en escudo de la isla de Gran Canaria está caracterizada por la emisión subaérea de importantes volúmenes de basaltos alcalinos (denominados Formación Güigüi). Posteriormente, hubo una diferenciación del magma, representando el primer episodio de la fase de declive alcalino insular, emitiéndose materiales de composición traquibasáltica: hawaiitas, mugearitas y benmoreitas (llamados Formación Hogarzales). Los materiales de las Formaciones Güigüi y Hogarzales se incluyen en la denominada Formación Basáltica de Gran Canaria (Figura 1), se emitieron en un corto espacio de tiempo (entre 14,5 y 14,1 m.a) y configuraron la mayor parte del edificio insular con un volumen de unos 1.000 Km<sup>3</sup>. Ahora bien, este rápido crecimiento subaéreo originó el vaciado de la cámara magmática infrayacente, el colapso de parte del edificio insular y la formación de la Caldera de Tejedá a los 14,1 m.a.

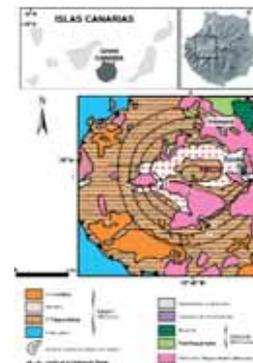


Figura 1. Mapas de situación del archipiélago canario y zona de estudio en la isla de Gran Canaria. Mapa geológico de la zona de estudio (modificado de ITGE 1992) con la situación y numeración de los diques estudiados en el sistema cónico de Tejedá, y posición de los cortes I-I' y II-II' de la Figura 2.

Esta caldera de hundimiento se puede observar en las partes centrales de la isla y ocupa una superficie de unos 20 Km en la dirección norte-sur y unos 35 Km en dirección este-oeste (Figuras 1 y 2).

En una segunda etapa de la fase de declive alcalino, la caldera de Tejada se rellenó con brechas volcanoclásticas, ignimbritas y flujos de lava de composición traquítico-riolítica entre 14,1 y 13 m.a. y que corresponden con la denominada Formación Traquiriolítica (o Formación Mogán).

La tercera etapa de la fase de declive alcalino datada entre 12,3 y 7,3 m.a. está caracterizada por un período importante de magmatismo sálico que permitió la formación de un complejo intrusivo en el dominio interno de la caldera y de apilamientos volcánicos de naturaleza explosiva que se distribuyeron tanto en zonas intra como extracaldera. Así, se emitieron materiales volcánicos de composición traquítica y fonolítica que se han datado entre 12,3 y 8,9 m.a y denominado Formación Fonolítica (ó Formación Fataga) (Figura 1). Igualmente, pero con carácter subvolcánico, se formó el "cone sheet" de Tejada que está constituido por unos 500 diques de composición traquítica y fonolítica, datados entre 11,7 y 7,3 m.a., y pre-

este período de tiempo también se intruyen en el interior de la caldera de Tejada algunos cuerpos plutónicos de sienitas con edades entre 12,3 y 8,9 m.a., y algunos diques radiales perpendiculares al "cone sheet" datados entre 9,8 y 8,6 m.a. (Figuras 1 y 2). Todos estos intrusivos ocupan una superficie circular de unos 20 Km de diámetro en el centro de la caldera de Tejada. En total, todos los materiales intrusivos y extrusivos de la fase de declive alcalino de Gran Canaria suman un volumen de unos 1.000 Km<sup>3</sup>.

Con relación al sistema cónico de diques de Tejada, estos se disponen concéntricamente hacia una zona central, con simetría radial y buzando entre 30 y 50° hacia el centro (Figura 2). En el complejo de diques se han definido tres zonas: a) una "interna", de 3 a 5 Km. de diámetro, donde dominan las intrusiones de sienitas en las rocas intracaldera y con una densidad de diques entre 5 y 20% (<20% de diques, >60% de cuerpos intrusivos hipoabisales y <20% de materiales volcanoclásticos de relleno de caldera); b) una "zona intermedia" de unos 10 Km de diámetro, donde los diques predominan con proporciones por encima del 75%, (>75% de diques, <5% de otros cuerpos intrusivos y <20% de materiales de relleno); y c) una "zona externa" de 2 a 3 Km. de ancho, donde los diques aparecen en proporciones inferiores al 30 % (<30% de diques, <10% de cuerpos intrusivos y >60% de materiales de relleno). Las dataciones de los afloramientos de sienitas y de los diques sugieren una actividad intrusiva más o menos continua durante la etapa de declive alcalino de Gran Canaria entre 12,3 y 7,3 m. a. Se cree que las intrusiones se emplazaron en intervalos medios de unos 5.000 a 10.000 años, mientras que las erupciones explosivas tuvieron lugar en intervalos de 50.000 años. Igualmente, se estima que el volumen de magma sálico del cone sheet en niveles someros

**Los diques estudiados tienen composición traquítica y muestran texturas afaníticas, faneríticas y porfídicas. Los cristales que contienen son fundamentales feldespatos alcalinos (anortoclasa) y como minerales accesorios aparecen óxidos de hierro y titanio, anfíbol, biotita, apatito y esfena. La matriz está constituida de microcristales de feldespatos junto con óxidos de hierro y titanio, y presentan texturas traquíticas y esferulíticas.**

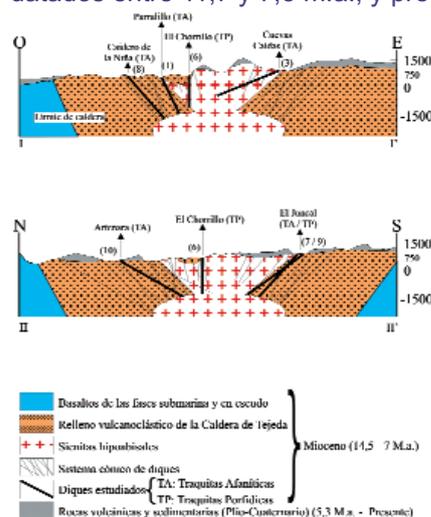


Figura 2. Cortes geológicos I-I' este-oeste y II-II' norte-sur donde aparecen dibujados los diques seleccionados para hacer el estudio geomagnético.

sentan una estructura cónica invertida (Schmincke, 1967; Hernán, 1976; Hernán y Vélez, 1980; Ferríz y Schmincke, 1989; Schirnack et al., 1999) (Figuras 1, 2, 3, 4 y 5). En

**Se han podido medir sin ningún problema valores de la anisotropía de la susceptibilidad magnética” (ASM) en los diques traquíticos seleccionados. Esto es importante, pues es la primera vez que se estudia esta característica magnética en este tipo de materiales traquíticos dispuestos en estructura de cone sheet.**

(unos 2.000 mts por debajo del nivel del mar) es de 250 km<sup>3</sup>, mientras que la cantidad de magma extruido por las erupciones explosivas sálicas durante el mismo periodo es de 500 km<sup>3</sup>. Por último, indicar que la formación de este sistema de fracturas o conductos que definen el sistema de diques del “cone sheet” se debe a procesos de deformación del basamento insular originados por el abombamiento recurrente producido por el ascenso del magma evolucionado procedente de una cámara somera (2.000 mts por debajo del nivel del mar) y situada en las partes centrales de la caldera de Tejada (Figura 2).

Los distintos materiales del Ciclo Antiguo de Gran Canaria que afloran en el área de estudio son cubiertos en parte por rocas vulcanosedimentarios posteriores que pertenecen a los ciclos magmáticos Roque Nublo (4.6 y 3 m.a.) y Reciente (3 m.a. y la actualidad)



Figura 3. Vista fotográfica del sistema cónico de diques de Tejada en la zona de la Presa del Parralillo. Se observa la discordancia angular entre los diques inclinados hacia el Este (en la parte inferior de la foto) y las coladas y brechas subhorizontales del ciclo Roque Nublo (en la parte superior).

(Figuras 1, 2 y 3). Según el modelo de Walker (1990), estas rocas se habrían formado en las fases “erosiva” y de “reactivación volcánica” que se pueden definir para la isla de Gran Canaria.

## METODOLOGÍA

Se realizaron varias campañas de campo con el objetivo de seleccionar diques de traquitas que estuvieran poco alterados y que fueran representativos del sistema cónico. El objeto era caracterizarlos desde el punto de vista geológico (por ej., datos de dirección y buzamiento del dique, potencia total del dique y de las zonas externas vítreas, orientación de vacuolas o minerales visibles, entre otras), así como recoger cilindros de roca necesarios para el estudio magnético y muestras de mano para la realización del estudio petrográfico.

Así pues, se seleccionaron cinco diques de traquitas de grano fino (afaníticos: los cristales no se distinguen a simple vista) y dos de grano grueso (porfídicos: algunos cristales son visibles a simple vista) (Tabla 1, Figuras 4 y 5). Cinco de ellos estaban situados en la “zona intermedia” del cone sheet con alta densidad de diques, de los cuales cuatro son de traquitas afaníticas representativos de los cuatro puntos cardinales (norte, sur, este y oeste). Un dique se tomó en la “zona interna” de la estructura que presenta baja densidad de diques y, por último, otro dique en la “zona externa” (hacia el oeste), donde hay una baja concentración de diques.

Los diques traquíticos estudiados son de color crema o grisáceos y presentan potencias que varían entre 0,35 y 1,7 metros (Tabla 1, Figuras 4 y 5). Los bordes vítreos del dique, debido al enfriamiento brusco del magma traquítico, tienen tonos negruzcos y no sobrepasan los 5 cms. No obstante, algunos de los diques estudiados presentan bandeado irregular de color en su interior debido a distintos proce-

Dique traquita	Dirección dique (campo)	Buzamiento dique (campo)	Potencia (metros)	Textura	Muestras magnetismo (ASM)	Muestras petrografía
1 - Oeste (Parralillo)	N 10 E	50 E	1,70	afanítica	TJ001 - TJ025	TJ 1 TJ 2
3 - Este (Cuevas Caldas)	N 90 E	20 E	1	afanítica	TJ048 - TJ055	TJ 7
6 - Interna (Chorrillo)	N 120 E	78 NE	1,18	porfídica	TJ062 - TJ071	TJ 9
7 - Sur (Juncal)	N 78 E	48 N	1,10	afanítica	TJ031 - TJ041	TJ 5
8 - Externa (Caldero de la Niña)	N 13 E	52 E	0,75	afanítica	TJ056-TJ061 TJ072-TJ075	TJ 8
9 - Sur (Juncal)	N 52 E	36 NO	0,35	porfídica	TJ 028 - TJ030 / TJ080 - TJ084	TJ 3 TJ 4
10 - Norte (Artenara)	N 60 E	36 SE	0,67	afanítica	TJ042 - TJ047 / TJ076 - TJ079	TJ 6

Tabla 1. Características de campo de los diques traquíticos de Tejeda y referencia de las muestras estudiadas.

... sos de relleno y manchas coloreadas, debido a procesos secundarios de alteración de los minerales y de la matriz (rojas de óxidos e hidróxidos de hierro, o negras de óxidos de manganeso). También pueden aparecer en algunos diques huecos elipsoidales (vacuolas de gases) de tamaños milimétricos y centimétricos que no muestran orientación preferente (como por ej., dique 8, Caldero de la Niña) o cuyos ejes mayores se orientan paralelos a los bordes del dique (por ej., dique 1, Parralillo). El volumen de las vacuolas es variable y puede aumentar desde el borde vítreo hasta el centro del dique (como por ej., dique 1).

Para los estudios de microscopía óptica se tomaron muestras de mano del centro de cada uno de los diques y en dos de ellos se muestrearon su borde vítreo (TJ1 y TJ3, Tabla 1). De estas muestras se han realizado láminas delgadas para determinar en el laboratorio características petrográficas como son los minerales fundamentales y accesorios de las muestras, así como su textura (tamaño y forma de los cristales, grado de cristalinidad y relaciones de unos cristales

con otros), utilizando para ello el microscopio petrográfico.

Igualmente, para el estudio magnético de los siete diques se tomaron un total de 84 cilindros de roca



Figura 4. Detalle del dique de traquita de grano fino (textura afanítica) del Caldero de la Niña, con 75 cms de potencia, inclinado 52 ° hacia el Este y situado en la “zona externa” del sistema cónico de diques de Tejeda.

(cada cilindro tiene una longitud entre 5 y 10 cms y de diámetro 2,5 cms) utilizando un perforador portátil de gasolina. En los diques estrechos se perforó un mínimo de 8 cilindros, para que el estudio resultara representativo, y en los diques anchos se llegó a perforar hasta 25 (Tabla 1, Figuras 4 y 5). En el campo, cada cilindro se orientó magnéticamente con una brújula de geólogo y solamente con una brújula solar, tomando para ello la hora de



Figura 5. Detalle del dique de traquita de grano grueso (textura porfídica) del Juncal, con 35 cms de potencia, inclinado 36° hacia el Noroeste y situado en la “zona central” del sistema cónico de diques de Tejeda.

medida. Además, se midió la dirección y buzamiento de cada dique con brújula de geólogo. Posteriormente, los cilindros fueron llevados al Laboratorio de Paleo-magnetismo de la Universidad de Hawai en Manoa (USA) y se analizaron con un aparato fabricado en la República Checa (KAPPARBRIDGE, KLY-2) para determinar  $K_1$ ,  $K_2$  y  $K_3$ , parámetros que describen la orientación y la longitud relativa de los ejes máximo, medio y mínimo del elipsoide triaxial de la anisotropía de la susceptibilidad magnética (ASM) en cada cilindro. Con los resultados obtenidos en cada cilindro y en cada dique se utilizó el método estadístico de Jelinek (1978) y así se dedujo la dirección y el buzamiento de flujo magmático absoluto de cada dique, que son indicativos de la fábrica magnética y de la dirección del transporte del magma antes de su consolidación en el dique.

### CARACTERÍSTICAS PETROGRÁFICAS Y MAGNÉTICAS

#### Petrografía

El estudio microscópico y a visu de los diques seleccionados confirma que son traquitas con texturas afaníticas de grano fino (cristales inferiores a 1 mm o microcristales, Figura 4) y, en menor proporción, faneríticas de grano grueso (entre 5 mm y 3 cm o fenocristales, Figura 5),

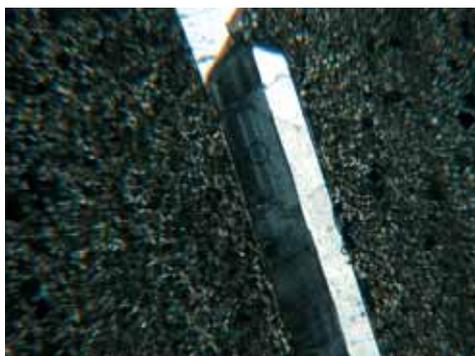


Figura 6. Vista microscópica de un fenocristal de feldespato mostrando su forma tabular y su macla simple, y rodeado por una matriz vítrea. Lámina delgada del borde del dique traquítico del Parralillo (nícoles cruzados, 25 X).

estas últimas son también porfídicas (fenocristales dispersos en una matriz de microcristales).

Los fenocristales fundamentales en los diques son feldespatos alcalinos (anortoclasa, Figura 6), con formas euhedrales (prismáticas y tabulares) y óxidos de hierro y titanio (magnetita e ilmenita) con formas anhedrales (redondeadas e irregulares). Como minerales accesorios aparecen biotita, apatito, anfíbol y esfena. La matriz está constituida esencialmente de microcristales de feldespatos (alcalinos y plagioclasas) junto con óxidos de hierro y titanio, y presentan texturas traquíticas (alineamientos paralelos de los microcristales de feldespatos) y esferulíticas (disposiciones fibroso-radiadas de los microcristales) (Figuras 7 y 8).

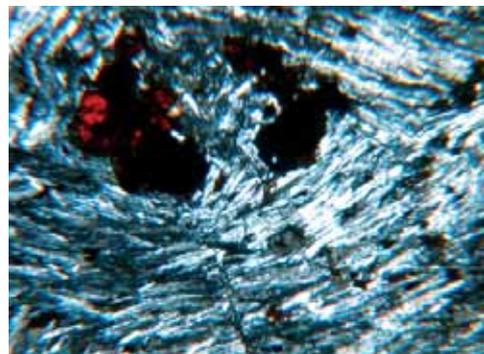


Figura 7. Aspecto microscópico de la textura traquítica constituida por el alineamiento de microcristales tabulares de feldespatos (colores grises y blancos) y en la parte superior aparecen unos cristales de óxidos e hidróxidos de hierro y titanio (colores rojo y negro). Matriz del dique traquítico del Juncal (nícoles cruzados, 50 aumentos)

Los diques presentan una alteración de bajo grado, meteorizándose los fenocristales de feldespatos y los ferromagnesianos a minerales secundarios como sericita, clorita, hidróxidos de hierro (hematites y limonita).

#### Magnetismo

Las direcciones de flujo magmático (preferencial, laminar o turbulento) en rocas magmáticas se han determi-

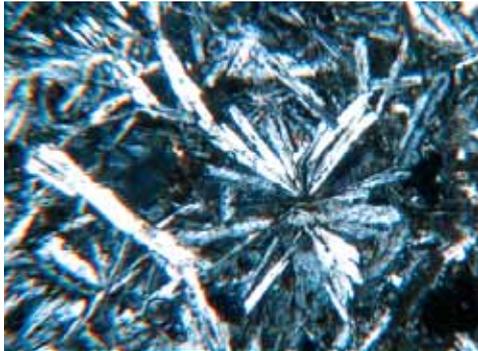


Figura 8. Aspecto microscópico de la textura esferulítica caracterizada por el crecimiento fibroso radiado de cristales de feldespatos (colores blancos y grises) y entre ellos se disponen microcristales de óxidos de hierro y titanio (color negro). Matriz del centro del dique traquítico del Parralillo (nícoles cruzados, 50 X).

nado tradicionalmente a partir del estudio de las texturas y estructuras que presentan (como alineamiento de vacuolas, distribución de cristales, etc.), así como realizando medidas de la “anisotropía de la susceptibilidad magnética ASM” (Stacey, 1960; Khan, 1962; Shelley, 1985; Thompson y Oldfield, 1986; Baer y Reches, 1987; Knight y Walker, 1988; Rochette et al., 1991; Ernst y Baragar, 1992; Tarling y Hrouda, 1993; Cañón-Tapia et al., 1995; Herrera-Bervera et al., 2001, entre otros).

La alineación hidrodinámica de los cristales en un magma diferenciado (en nuestro caso, traquítico, conteniendo esencialmente feldespatos alcalinos como anortoclasa y plagioclasa sódica, y óxidos de hierro y titanio como magnetita e ilmenita, entre otros minerales) que circulaba en un sistema cónico de fisuras (los diques actuales) es el factor principal de formación de la fábrica magnética en la roca traquítica. Se acepta comúnmente el principio de que la orientación preferente de los granos magnéticos es controlado por el flujo de magma y determina la ASM de la roca ígnea (Hrouda, 1982, Tarling y Hrouda, 1993). Además, resultados experimentales con rocas magmáticas en laboratorio han corroborado

que las medidas de ASM son un registro directo de la historia dinámica del fluido magmático. Por lo tanto, el origen de la ASM está íntimamente ligado con la distribución de los minerales en la roca (Stacey, 1960; Hargraves et al. 1991) y los valores máximo, medio y mínimo del elipsoide de la ASM ( $K_1$ ,  $K_2$  y  $K_3$ , respectivamente) que se miden en el laboratorio pueden interpretarse como indicadores de la dirección del flujo magmático antes de consolidarse.

En nuestro caso, hay que resaltar primeramente, que se han podido medir sin ningún problema valores de la anisotropía de la susceptibilidad magnética” (ASM) en los diques traquíticos seleccionados. Esto es importante, pues es la primera vez que se estudia esta característica magnética en este tipo de materiales traquíticos dispuestos en estructura de cone sheet.

Como indicamos en la metodología para el estudio magnético de los diques, se han tomado cilindros de roca, cada 10 cms aproximadamente, de un borde al otro del dique. Cuando se plasman los resultados de ASM de todos los cilindros de un dique en una proyección estereográfica, se observa que hay distribuciones simétricas y dobles imbricaciones debido al comportamiento magnético similar de los dos márgenes del dique. Estas imbricaciones son los elementos que se utilizan en cada dique para determinar el acimut (o dirección del flujo magmático absoluto deducido) y su buzamiento. En la Tabla 2 se muestran las direcciones del flujo magmático absoluto inferido y sus buzamientos (ASM) en los 7 diques estudiados.

Cuando se analizan con detalle los valores máximo, medio y mínimo del elipsoide de la ASM ( $K_1$ ,  $K_2$  y  $K_3$ , respectivamente) de cada cilindro y los situamos en la posición exacta en el dique, se comprueba que el flujo de magma traquítico no fue homogéneo en el conducto de dique. No hay simetría de los valores de borde a centro, como cabría esperar si hubiera tenido un relleno sencillo de magma, sino

que tienen una distribución en bandas asimétricas o al azar, lo que indica varios regímenes de flujo (laminar, turbulento, etc.) y/o varias fases de relleno del dique.

Por otra parte, si observamos los resultados de la Tabla 2 se comprueba que la dirección de flujo magmático absoluto deducido es casi paralela a la dirección medida en el campo en el dique 8 (Fabrica "tipo A o normal", donde la lineación magnética o K máxima es paralela a la foliación del dique o pared del dique). Sin embargo, estos valores son ligeramente oblicuos en los diques 1 y 3, y bastante oblicuos en los diques 6, 7, 9 y 10, lo que indica que la lineación magmática (K máx.) se dispone en direcciones oblicuas o casi perpendiculares a las paredes del dique. Por lo tanto, se deduce que no hay una tendencia única del flujo magmático en el sistema cónico de diques de Tejada.

Con relación a los buzamientos de la ASM (Tabla 2), estos datos no coinciden con los medidos en el campo con la brújula de geólogo. Así, los diques 1, 8 y 10 presentan mayores inclinaciones de AMS que las medidas en el campo; en los diques 6, 7 y 9 son inferiores y en el dique 3 son casi idénticos. Por lo tanto, la inclinación de los planos de flujo resultantes son diferentes en la mayor parte de los diques estudiados con relación a la inclinación de las paredes del dique.

En resumen, las direcciones de flujo magmático y sus buzamientos inferidos a partir de los datos de ASM no muestran una tendencia cónica, es decir, inclinados hacia una cámara magmática situada en profundidad como se podía suponer, sino que tienen más bien una distribución variable e irregular. Estas características magnéticas heterogéneas pueden explicarse porque la actividad magmática intrusiva en los diques de Tejada se prolongó a lo largo de 5 millones de años con varios episodios intrusivos. En cada etapa intrusiva el magma traquítico pudo tener un comportamiento distinto en cada conducto

(o dique), pues podía tener particulares características físico-químicas como temperatura, viscosidad, presión de gases, composición, presión litostática y presión tectónica en el conducto, entre otros factores.

Sería necesario llevar a cabo nuevos estudios de ASM en más diques para poder alcanzar interpretaciones más completas sobre la historia dinámica del fluido magmático traquítico en el sistema cónico de diques de Tejada.

Dique traquita	Textura	Acimut (ASM)	Buzamiento (ASM)	Dirección (campo)	Buzamiento (campo)
1 - Oeste (Presa Parralillo)	afanítica	136	76	N10E	50 E
3 - Este (Cuevas Caidas)	afanítica	308	18	N180E	20 O
6 - Interno (Chorrillo)	porfídica	192	21	N120E	78 NE
7 - Sur (Juncal)	afanítica	124	1	N78E	48 NO
8 - Externo (Caldero de la Niña)	afanítica	189	80	N13E	52 E
9 - Sur (Juncal)	porfídica	141	33	N52E	36 NO
10 - Norte (Artenara)	afanítica	116	61	N60E	38 SE

Tabla 2. Valores de acimut que representa la dirección del flujo magmático absoluto inferido y buzamiento (ASM). Datos de dirección y buzamiento de los diques estudiados y que se han medido en el campo con brújula de geólogo.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se ha comprobado que los diques traquíticos, que son los más abundantes y representativos del sistema cónico de Tejada, presentan una mineralogía constituida fundamentalmente por feldespatos alcalinos y óxidos de hierro y titanio que los hacen adecuados para llevar a cabo en ellos medidas de la anisotropía de la susceptibilidad magnética (ASM). La utilización de los valores triaxiales ( $K_1$ ,  $K_2$  y  $K_3$ ) de la ASM ha permitido deducir la dirección de flujo magmático absoluto y su inclinación en cada uno de los diques estudiados. No obstante, al analizar estos resultados se comprueba que no existe una tendencia homogénea y única en la dis-

tribución de los minerales que configuran la fábrica magnética en cada dique y que los planos de flujo no coinciden con la distribución cónica que muestran los diques en el sistema. No obstante, un estudio más completo permitiría conocer mejor la historia dinámica del emplazamiento del magma traquítico en el sistema cónico de diques Tejada.

**GLOSARIO**

**ANISOTROPÍA DE LA SUSCEPTIBILIDAD MAGNÉTICA:**

La anisotropía es la dependencia direccional de una propiedad. La susceptibilidad es una propiedad magnética de las rocas que depende de la dirección puesto que está determinada por la posición de los átomos e iones en la estructura cristalina de los minerales constituyentes.

**DIQUE:**

Morfología magmática tabular que se origina cuando una fractura (estrecha pero larga y alta) se rellena de magma y se consolida posteriormente.

**FONOLITA:**

Roca volcánica de composición química básica-intermedia (sílice: SiO<sub>2</sub> 50-63% y álcalis: Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O >11%). Desde el punto de vista mineralógico contiene vidrio volcánico y minerales silicatados como feldespato alcalino, plagioclasa, feldespatoide, clinopiroxeno, anfíbol y mica.

**MAGMA:**

Líquido esencialmente silicatado con fases sólidas (cristales) y gaseosas, a altas temperatura (> 900°C). Si se consolida el magma en profundidad origina rocas plutónicas, si lo hace en superficie rocas volcánicas y en condiciones intermedias rocas subvolcánicas o hipoabisales (< 3 Km de profundidad)

**RIOLITA:**

Roca volcánica de composición química ácida (sílice >63% y álcalis <11%), constituida de vidrio volcánico y minerales como cuarzo, feldespato y mica.

**SÁLICO:**

Adjetivo utilizado para denominar a rocas magmáticas diferenciadas como las traquitas, fonolitas y sienitas, en las que no se encuentra cuarzo libre.

**SIENITA:**

Roca plutónica intermedia-ácida (57-69% de sílice y entre 7 y 15% de álcalis) y está constituida esencialmente de feldespato alcalino, en menor proporción plagioclasa y mica, y puede contener cuarzo o feldespatoide.

**TRAQUITA:**

Roca volcánica de composición química intermedia-ácida (sílice: 57-69%; y álcalis: Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O entre 7 y 15%) y contiene vidrio volcánico y minerales silicatados como feldespato alcalino, plagioclasa, anfíbol y mica.

**BIOGRAFÍA**

**AITOR QUINTANA URIBE**

Licenciado en Ciencias Geológicas por la Universidad Complutense de Madrid y Doctor por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Su trabajo se centra en Geodinámica Estructural y Geotecnia. Es director de la empresa de geotecnia GEOLOGÍA CANARIA.

Dirección:  
GEOLOGÍA CANARIA  
c/ Avenida Canaria nº 315, 2º C  
Vecindario, 35.110 Las Palmas  
email: aitorquintana@yahoo.com

**JOSÉ MANGAS VIÑUELA**

Licenciado y Doctor en Ciencias Geológicas por la Universidad de Salamanca, Catedrático (área de Cristalografía y Mineralogía) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.  
email: jmangas@dfis.ulpgc.es

**EMILIO HERRERO BERVERA**

Ingeniero de Minas por la Universidad Nacional de Méjico y Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad de Hawai en Manoa (USA). Es Investigador del HIGP (Hawaii Institute of Geophysic and Planetology) y Director del Laboratorio de Paleomagnetismo de la Universidad de Hawai en Manoa (USA).  
email: herrero@soest.hawaii.edu

**Las direcciones de flujo magmático y sus buzamientos inferidos a partir de los datos de ASM no muestran una tendencia cónica, es decir inclinados hacia una cámara magmática situada en profundidad como se podía suponer, sino que tienen más bien una distribución variable e irregular. Estas características magnéticas heterogéneas pueden explicarse porque la actividad magmática intrusiva en los diques de Tejada se prolongó a lo largo de 5 millones de años con varios episodios intrusivos.**

**BIBLIOGRAFÍA**

Baer, G. y Reches, Z. (1987): Flow patterns of magma in dikes. *Makhtesh Ramon, Israel. Geology*, 15, 569-572.

Cañón-Tapia, E.; Walker, G.P.L. y Herrero-Bervera, E. (1995): Magnetic fabric and flow direction in basaltic pahoehoe lava of Xitle volcano, Mexico. *J. Volcanol. Geotherm. Res*, 65., 249-263.

Ernst, R.E. y Baragar, W.R.A. (1992): Evidence from magnetic fabric for the flow pattern of magma in the Mackenzie giant radiating dyke swarm. *Nature*, 356, 511-513.

Ferriz, H. y Schmincke, H.U. (1989): The miocene cone sheet dike swarm of Gran Canaria, Canary Islands, Spain. *European Science Foundation. Meeting of Canarian Volcanism, Cabildo Insular de Lanzarote, Libro de resúmenes*, 142-144.

Fuster, J.M.; Hernández Pacheco, A.; Muñoz, M.; Rodríguez Badiola, E. y García Cacho, I. (1968): *Geología y volcanología de las Islas Canarias*. Gran Canaria. Ed.: Instituto Lucas Mallada (CSIC), Madrid. 243 pp.

Hargraves, R.B.; Johnson, D. y Chan C.Y.(1991): Distribution of anisotropy: The cause of AMS in igneous rocks?. *Geophys. Res. Lett.*, 18, 2193-2196.

Hernán, F. (1976): Estudio petrológico y estructural del complejo traquítico-sienítico de Gran Canaria. *Estudios Geol.*; vol. 36; pp. 65-73.

Hernán, F. y Vélez, R. (1980): El sistema de diques cónicos de Gran Canaria y la estimación estadística de sus características. *Estudios Geol.*; vol. 36; pp. 65-73.

Herrero-Bervera, E.; Walker, G.P.L.; Cañón-Tapia, E.; y García, M.O. (2001): Magnetic fabric and inferred flow direction of dikes, cone sheets and sill swarms, Isle of Skye, Scotland. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, (en prensa).

Hrouda, F. (1982): Magnetic anisotropy of rocks and its application in geology and geophysics. *Geophys. Surv.* , 5, 37-82.

ITGE (Instituto Tecnológico Geomínero de España) (1992): Proyecto MAGNA. Memoria y mapa geológico de España, E: 1:100.000. Gran Canaria: hoja nº 21-21/21-22.

Jelinek, V. (1981): Characterization of the magnetic fabric of rocks. *Tectonophysics*, 79, 63-70.

Khan, M.A. (1962): The anisotropy of magnetic susceptibility of some igneous rocks and metamorphic rocks. *J. Geophys. Res.*, 67, 2873-2885.

Knight, M. D. y Walker, G.P.L. (1988): Magma flow directions in dikes of the Koolau complex, Oahu, determined from magnetic fabric studies". *Jour. Geophys. Res.* ,93, 4301-4319.

McDougall, I. y Schmincke, H.U. (1976): Geochronology of Gran Canaria, Canary Islands: Age of shield building volcanism and other magmatic phases. *Bull. Volc*, vol. 40; pp. 1-21.

Rochette, P.; Jenatton, L.; Dupuy, C.; Boudier, F. y Reuber, I. (1991): Diabase dikes emplacement in the Oman ophiolite: a magnetic fabric study with reference to geochemistry. En Peters et al. eds, *Ophiolite genesis and evolution of the oceanic lithosphere*. Ministry of Petroleum and Minerals. Sultanate of Oman. 55-82.

Schirnack, C.; Bogaard P.V.D. y Schmincke H.U. (1999): Cone sheet formation and intrusive growth of an oceanic island: the Miocene Tejada complex on Gran Canaria (Canary Islands). *Geology*, 27, 207-210.

Schmincke, H.U. (1967): Cone sheet swarm, resurgence of Tejada Caldera, and the early geologic history of Gran Canaria. *Bull. Volcanol.*; vol. 31; pp. 153-162.

Shelley, D. (1985): Determinating paleo-flow directions from groundmass fabric in the Lyttelton radial dykes, New Zeland. *J. Vol. Geoth. Res.* 25, 69-79.

Stacey, F.D. (1960): Magnetic anisotropy of igneous rocks. *J. Geophys. Res.*, 65, 2429-2442.

Tarling, D.H. y Hrouda, F. (1993): *The magnetic anisotropy of rocks*. Chapman and Hall. London. 217 p.p.

Walker, G. (1990): *Geology and volcanology of the Hawaiian Islands*. Pacific Science, vol. 44, nº 4, 315-347.

Patrocinador de esta investigación:

**ACEICA REFINERÍA, S.L. - GRUPO SOS**