Descubrimiento de depósitos freatomagmáticos en las laderas septentrionales del estratovolcán Teide (Tenerife, Islas Canarias): relaciones estratigráficas e implicaciones volcánicas

F.J. Pérez Torrado[1], J.C. Carracedo[2], R. Paris[3] y A. Hansen[4]

1 Dpto. Física-Geología, ULPGC, 35080 Las Palmas de Gran Canaria. fperez@dfis.ulpgc.es
2 Estación Volcanológica de Canarias, IPNA-CSIC, 38206 La Laguna (Tenerife). jcarracedo@ipna.csic.es
3 Université Paris I, LGP UMR 8951 CNRS, Meudon (Francia). Paris.Raphael@wanadoo.fr
4 Dpto. Geografía, ULPGC, 35003 Las Palmas de Gran Canaria. ahansen@dgeo.ulpgc.es

ABSTRACT

The Teide volcano complex is located at the centre of the triple rift system of Tenerife, nested in the caldera originated by the lateral collapse of the northern flank of the previous volcano. Several main volcanic edifices have been identified as forming the Teide complex: a main cratered stratovolcano (the "old" -pre-Holocene- Teide), and a small and relatively recent (medieval) cone and a large pre-Holocene stratovolcano (the Pico Viejo volcano), located respectively at the summit and on the western flank of the main volcano. Phreatomagmatic deposits, previously misinterpreted as phonolitic lava flows of the main volcano, have been identified outcropping at the northern flank of the main volcano, below a prominent protrusion. These deposits, comprising breccias apparently related to proximal facies of ignimbrites and wet and dry surges with interbedded phonolitic flows of the pre-Holocene Teide, are encircled by more recent Pico Viejo and medieval Teide flows. They correspond to another explosive vent (for which we propose the name Calvas del Teide volcano) completely mantled by the medieval lavas, forming the prominent bulge at the northern flank of Teide.

Key words: *phreatomagmatic deposits, Teide stratovolcano, Rift volcanism, Tenerife, Canary Islands.*

INTRODUCCIÓN

El Teide es un estratovolcán que se levanta hasta los 3.718 m en el centro de la isla de Tenerife. En realidad es un complejo conjunto de aparatos volcánicos, más o menos diferenciados, que se han originado en la confluencia de los tres rifts principales de la isla (RNO, RNE y RSUR en el recuadro de la figura 1) después de que éstos desencadenaran un colapso lateral del flanco norte del edificio volcánico preexistente (Cuenca de deslizamiento en el recuadro de la figura 1). En consecuencia, el Teide puede considerarse como un complejo estratovolcán anidado en una cuenca de deslizamiento, hoy totalmente rellena y desbordada, surgido de la actividad fisural de los rifts, principalmente los rifts NO y NE (Carracedo *et al.*, 2003).

Los principales edificios reconocibles, superpuestos de forma más o menos excéntrica, de este complejo sistema volcánico son los del Teide antiguo (T1 y T2 en la figura 1), el Pico Viejo (PV) y el Teide reciente o sumital (TT). Existe además un conjunto de aparatos adventicios diferenciados repartidos preferentemente en la base del estratovolcán principal y en las zonas de los rifts (Carracedo *et al.*, 2003). En general, presentan una rápida evolución geoquímica desde lavas basálticas y basaníticas iniciales hasta términos fonolíticos (Navarro, 1980; Ablay y Martí, 2000).

Durante el estudio que viene realizándose desde el año 2001, incluyendo la cartografía geológica a escala 1:10.000 y la datación radiométrica del sistema volcánico Rift NO-Teide-PicoViejo-Rift NE, se han descubierto unos depósitos de naturaleza freatomagmática localizados en el flanco norte del Teide, en la zona denominada Calvas del Teide (topónimo que hace alusión a la ausencia de vegetación por tratarse de materiales muy consolidados en que no pueden fijarse las plantas). Fuera de esta zona no se han observado depósitos equivalentes, ni siquiera en la ladera sur del estratovolcán principal donde las barranqueras presentan un mayor grado de incisión. Estos depósitos, cartografiados hasta la fecha como coladas fonolíticas, son similares a los descritos por Navarro (1980) y Ablay y Martí (2000) en el borde del cráter del Pico Viejo (Fig. 1). Estratigráficamente aparecen intercalados entre las lavas del Teide antiguo, quedando parcialmente recubiertos por las lavas del Pico Viejo y el Teide final. La zona es de difícil acceso por las fuertes pendientes y la abundancia de material suelto.

DESCRIPCIÓN DE LOS MATERIALES

Los depósitos estudiados aparecen a lo largo de las pequeñas barranqueras que jalonan la ladera septentrional del Teide, más concretamente en el área denominada Calvas

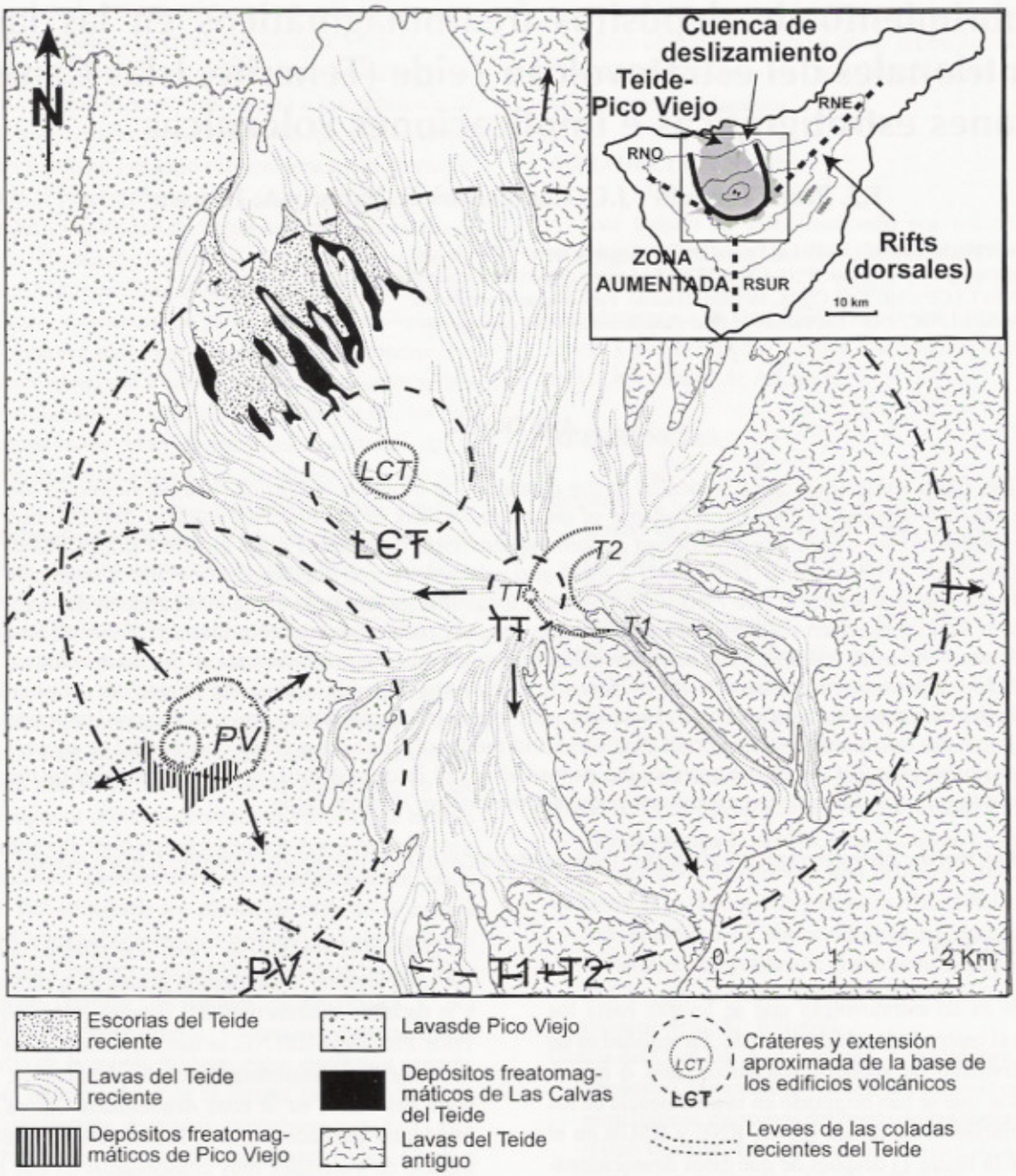

FIGURA 1. *Esquema geológico simplificado del Teide y localización de la zona de estudio. En el recuadro: RNO, RNE y RSUR corresponde a los* rifts *del NO, NE y S. En el mapa principal: T1 y T2, Teide antiguo; PV, Pico Viejo; TT, Teide reciente y LCT, Volcán de Las Calvas del Teide.*

del Teide, y están parcialmente recubiertos por las lavas del Teide final y del Pico Viejo. El grado de incisión y recubrimiento posterior limitan, por tanto, la superficie de afloramiento de estos materiales, de forma que la columna estratigráfica completa ha de obtenerse mediante la correlación de las exposiciones parciales en las diferentes barranqueras. Se distinguen en total 6 unidades (Fig. 2), todas ellas con pendientes perfectamente adaptadas a la ladera actual del volcán. De muro a techo son:

Lavas aa. Se observan 3 diferentes coladas de color gris, con bases y techos escoriáceos e interior masivo de unos 30 a 50 cm de potencia. Presentan un carácter afanítico donde sólo se observan microcristales de feldespatos y anfíboles. Lateralmente las lavas presentan levées con estructuras abovedadas y desventradas. Finalmente, es de destacar la existencia de un dique subvertical de dirección N-S inyectado en estas lavas y que alimenta una colada de color negro, escoriácea, también de escasa potencia y que presenta una gran abundancia de fenocristales de olivino.

Depósitos piroclásticos laminados. Con potencias de 3 a 4 m, forman una secuencia rítmica (Fig. 2a) donde alternan láminas de granulometría gruesa (dominada por clastos de 5

FIGURA 2. *Secuencia piroclástica estudiada. a) Vista general: Sg. Depósitos de* surge. *Obsérvese la alternancia de láminas gruesas y finas formando estratificación cruzada planar de bajo ángulo, así como estructura de* scour and fill. *Br. Brecha ligeramente estratificada, con base erosiva sobre la secuencia de* surges. *b) Detalle de huella de impacto de bomba en los depósitos de* surges. *c) Detalle de lava a techo de la secuencia piroclástica, observable en la barranquera contigua.*

a 10 cm de tamaño), con otras de granulometría más fina (1 a 15 mm). Tanto en unas como en otras, los diferentes clastos están embutidos en una matriz de carácter cinerítico, presumiblemente zeolitizada, que le confiere un alto grado de endurecimiento. Muestran diferentes tipos de estructuras de ordenamiento interno como laminación paralela, cruzada planar de bajo ángulo, *scour and fills* y huellas de impacto de bombas (Fig. 2b).

En cuanto a la naturaleza de los clastos, parece bastante monolitológica, predominando los cantos de colores grises a negros, afaníticos a vítreos (obsidiánicos), en los que sólo destaca la presencia de microcristales de feldespatos, la baja a nula vesiculación y las morfologías subangulosas a angulosas. Estas características permiten clasificarlos como líticos co-magmáticos. Mucho más escasos son los de aspecto escoriáceo, muy vesiculados y de colores amarillentos, que forman la fracción juvenil del depósito junto con la matriz. Sólo de forma ocasional se han observado líticos de carácter más básico, con fenocristales de feldespatos y piroxenos.

Lava aa. Intercalada en la secuencia piroclástica y con escasa continuidad lateral, esta colada muestra características muy similares a las inferiores y potencia inferior a 50 cm.

Depósitos de brechas. Forman dos capas de casi 1 m de potencia cada una, ligeramente estratificadas, matriz soportadas y con bases marcadamente erosivas. Los líticos presentan las mismas características que la de los depósitos piroclásticos inferiores, con tamaños ligeramente mayores (5 a 20 cm). Los juveniles, de aspecto escoriáceo, son algo más abundantes, formando ocasionalmente bolsadas de acumulación. Ladera abajo parece existir una grosera granoselección positiva en líticos, tanto en pérdida de tamaños como de abundancia.

Depósitos piroclásticos laminados. Forman una nueva secuencia rítmica de 1 m de potencia, si bien con un mayor predominio de las láminas de granulometría fina sobre las gruesas. En general, tanto en unas como en otras el tamaño de los clastos es menor que los observados en los depósitos piroclásticos laminados inferiores. El ordenamiento interno de la secuencia tiende más hacia la laminación paralela.

Lava aa. Culmina la secuencia estratigráfica, si bien sólo aflora en una de las barranqueras (Fig. 2c). Presenta una potencia de unos 50 cm, sin apenas escorias en base o techo y con tendencia a la disyunción horizontal. También es de color gris, afanítica y con presencia de pequeños cristales de feldespatos y anfíboles.

Finalmente, hay que mencionar que en la base del edificio, los depósitos piroclásticos son sustituidos por otros de tipo *debris flows* (posiblemente lahares) y coluviones. Debido a que el área de transición se encuentra cubierta por derrubios de laderas y/o las lavas del Teide final y las del Pico Viejo, no se puede observar si los *debris flows* pueden representar un cambio lateral de facies de los depósitos piroclásticos o se han formado con posterioridad a los mismos a costa de sus componentes.

DISCUSIÓN

Las relaciones estratigráficas de estos depósitos con las lavas grises del Teide antiguo, sugieren una contemporaneidad con ellas. Estas lavas y los depósitos deben, pues, tener

una edad superior a los 17.570 años, puesto que están recubiertas por las coladas del Pico Viejo, que han sido datadas en esa edad (Carracedo *et al.*, 2003).

En base a las características observadas, los depósitos piroclásticos laminados pueden clasificarse como derivados de oleadas piroclásticas (*surges*) formadas en erupciones freatomagmáticas. La alternancia de láminas de diferente granulometría, así como la intercalación de lavas a lo largo de la secuencia piroclástica, parecen indicar condiciones cambiantes en la interacción agua-magma en las diferentes fases eruptivas, así como una gran proximidad al centro emisor. Así, en la secuencia inferior, con mayor presencia de huellas de deformación plástica por impacto de bombas y mostrando un mayor grado de endurecimiento, la interacción con agua pudo ser mayor, generando los denominados *wet surges* que se emplazarían por debajo de los 100ºC (Valentine y Fisher, 2000). En cuanto a la secuencia superior, muestra tanto características de *wet* como de *dry surges,* finalizando el periodo eruptivo, en condiciones ya magmáticas, con la formación de la colada final.

Por su lado, los depósitos de brechas pueden ser interpretados como facies proximales de ignimbritas, hacia las que se irían transformando ladera abajo, como ha sido ampliamente documentado en otros volcanes en el mundo (p.ej.Branney y Kokelaar, 2002).

El carácter restringido del área donde afloran estos materiales, permite suponer que los mismos se generaron bien mediante erupciones dirigidas desde el área sumital del edificio (donde los cráteres antiguos, T1 y T2 en la figura 1) o bien a partir de un edificio adventicio situado en la zona de confluencia de sus distintos afloramientos. En el primer caso, dado que los cráteres antiguos (T1 y T2) presentan una marcada asimetría hacia los flancos orientales del edificio, sería lógico esperar que hacia esos sectores se orientaran los diferentes flujos piroclásticos. Sin embargo, como ya se ha comentado, no se observan depósitos freatomagmáticos equivalentes fuera de los afloramientos estudiados. Así pues, parece más probable la existencia de un edificio adventicio (tal vez de tipo *pit crater*), excéntrico respecto al estratovolcán principal y para el que se propone el nombre de Volcán de las Calvas del Teide (LCT en la figura 1). Precisamente en este área, Ablay y Martí (2000) notan la existencia de una intumescencia (*bulge* en el original) que interpretan como el borde del deslizamiento de Icod. Pero a la luz de los datos aportados en este trabajo, este abultamiento, también indicado por la ramificación de los canales lávicos de las coladas terminales del Teide (Fig. 1), pudo generarse como resultado del enterramiento por estas lavas del volcán adventicio aquí propuesto.

CONCLUSIONES

En la cara norte del Teide se han encontrado unos depósitos freatomagmáticos, anteriormente cartografiados como coladas fonolíticas, que apuntan a la existencia de un centro eruptivo adventicio hoy totalmente recubierto por las lavas terminales del Teide. Estos materiales freatomagmáticos se encuentran asociados a las coladas del Teide antiguo y están recubiertas por coladas del Pico Viejo, datadas en 17.570 años.

Por ello, a los diferentes aparatos volcánicos que forman el sistema volcánico del Teide (T1, T2, PV y TT), habría pues que añadir uno más, al que se ha denominado Volcán de las Calvas del Teide (LCT), que presenta actividad explosiva de carácter freatomagmátco similar a las fases terminales del Pico Viejo.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca en uno mucho más amplio en curso que supone un intento de estudiar de forma global el Teide y los rifts de Tenerife. Se agradece la financiación por parte de la Caja General de Ahorros de Canarias y el CEA-CNRS de Francia.

REFERENCIAS

Ablay, G.J. y Martí, J. (2000): Stratigraphy, structure, and volcanic evolution of the Pico Teide-Pico Viejo formation, Tenerife, Canary Islands. *Journal of Volcanology and Geothermal Research,* 103: 175-208.

Branney, M.J. y Kokelaar, P. (2002): *Pyroclatic density currents and the sedimentation of ignimbrites.* Geological Society Memoir nº 27, London, 143 p.

Carracedo, J. C., Paterne, M., Guillou, H., Pérez Torrado, F. J., Paris, R., Rodríguez Badiola, E. y Hansen, A. (2003): Dataciones radiométricas (^{14}C y K/Ar) del Teide y el Rift Noroeste, Tenerife, Islas Canarias. *Estudios Geológicos*, 59 (1-4): 15-29.

Navarro, J.M. (1980): Plano geológico del Complejo Teide-Pico Viejo. En: *Islas Canarias, Excursión 121 A+C,* Vol. Esp. dedicado al 26 Congreso Geológico Internacional, París, 1980. Boletín Geológico y Minero, 91 (2).

Valentine, G.A. y Fisher, R.V. (2000): Pyroclastic surges and blasts. En: *Encyclopedia of Volcanoes* (H. Sigurdsson, Ed.). Academic Press, San Diego (California), 571-580.