

# Caracterización de la Ceniza de la Erupción del Volcán San Miguel (El Salvador) de 29 Diciembre de 2013

AGUSTÍN HERNÁNDEZ DE LA CRUZ (1, 2), DOMINGO GIMENO (2, \*) GUILLEM GISBERT (2)

(1) Departamento de Ciencias Agronómicas de la Facultad Multidisciplinaria Paracentral de la Universidad de El Salvador. San Salvador (El Salvador). Grupo de Investigaciones Vulcanológicas de la Universidad de El Salvador

(2) Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica. Facultad de Geología. Universidad de Barcelona. C/ Martí i Franquès s/n. 1 08028, Barcelona (España)

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo estudia las características principales de los materiales piroclásticos finos emitidos en los alrededores del volcán de San Miguel durante la erupción de corta duración iniciada el 29 de diciembre de 2013.

Este volcán es uno más de la cadena de estratovolcanes activos de altura relativa 1000-1500 m sobre su substrato presentes en el frente costero pacífico de la costa centroamericana comprendida entre Guatemala y Panamá (comúnmente denominado Frente Volcánico Costero, FVC), fruto de la subducción de la corteza oceánica de la placa de Cocos bajo la placa del Caribe. Los límites extremos de esta alineación, de unos 1000 km de longitud, coinciden, a grosso modo, con la interacción de las citadas placas con el límite de la placa Norteamericana (en el sector central de Guatemala) en la zona septentrional, y con la separación transformante dextra de las placas de Cocos y Nazca en el sector sudoriental.

Estos volcanes aparecen dispuestos paralelamente a la fosa de subducción centroamericana, a una distancia variable entre unos 160 y 200 km, y presentan, en general, las características geoquímicas de un volcanismo de afinidad calcoalcalina, propio de arco colisional. En El Salvador este tipo de volcanes recientes han producido algunas decenas de erupciones históricas, principalmente relacionadas con magmas cuya composición oscila entre andesitas y basaltos, con un predominio de los términos más básicos (andesitas basálticas y basaltos) y reposan sobre un substrato volcánico más antiguo, de análoga composición, cuyo estudio petrológico y geoquímico está siendo objeto de investigación sistemática (Hernández et al. 2012).

Un segundo aspecto remarcable de la vulcanología de esta región centroamericana es que, con una periodicidad espacial de unos 60 km y normalmente alternando con los estratovolcanes, existe una serie de calderas de grandes dimensiones, esencialmente ocupadas en la actualidad por lagos y constituidas principalmente por productos riolíticos y riodacíticos. Esta otra actividad volcánica ha producido con una periodicidad mayor (de decenas a centenares de miles de años) erupciones plinianas o ultraplínianas de efectos catastróficos a escala regional.

En resumen, las erupciones más frecuentes son de tipo estromboliano o vulcaniano, relacionadas con los estratovolcanes básicos, y sobre esta base se han realizado la mayor parte de los estudios en términos de riesgo volcánico. Cabe resaltar que una buena parte de la riqueza cafetera nacional se produce en las laderas de los estratovolcanes, que la mayor parte de las ciudades principales (incluyendo el principal núcleo urbano y poblacional, la capital San Salvador), y las principales infraestructuras de El Salvador (incluyendo la mayor parte de los centros científicos y/o tecnológicos capaces de dar una respuesta geoquímica en caso de erupción) también están ubicados en las proximidades. Todo ello hace que en un escenario de erupción relativamente pequeña pero de duración algo prolongada (de alguna semana a un mes) los problemas asociados pueden llegar a ser graves a escala local y regional.

La erupción previa en El Salvador se desarrolló en 2005 en el volcán Santa Ana (Scolamacchia et al 2010), justo en el extremo opuesto más occidental del país y tuvo unas características relativamente parecidas, en cuanto a

desarrollo e importancia, a la analizada en este trabajo.

## La erupción del 29 de diciembre de 2013

El día 29 de diciembre de 2013 tuvo lugar una erupción en el volcán San Miguel, también llamado de Chaparrastique, que es, de los estratovolcanes presentes en El Salvador, el situado más hacia el este del país, relativamente próximo a la frontera con Nicaragua y Honduras.

El Chaparrastique tiene una altura de 2129 sobre el nivel del mar, siendo el tercer volcán más alto de El Salvador. Como en la práctica totalidad de los estratovolcanes de El Salvador, buena parte de sus laderas están cubiertas por plantaciones de cafetal. La erupción fue registrada desde su inicio por una webcam del servicio de protección civil de este país centroamericano, y consistió en la emisión a la atmósfera de un penacho de ceniza fina a una altura de al menos 5 km sobre el borde del cráter. La situación atmosférica reinante en el momento de la erupción favoreció un rápido desplazamiento de las cenizas en sentido este hacia el oeste y, posteriormente, hacia el Pacífico virando en dirección sur, de tal manera que en pocas horas había atravesado la mayor parte del espacio aéreo de El Salvador, hecho que fue registrado perfectamente mediante fotografías desde satélite. Al día siguiente, la parte esencial de la erupción concluyó, quedando durante buena parte del mes de enero la esporádica emisión de penachos de vapor sobre el cráter del volcán y sismicidad asociada. Esta sismicidad se ha querido relacionar en parte con el acceso de nuevas llegadas de magma a niveles corticales superficiales, de modo que no se excluye la existencia de nuevos eventos eruptivos en los

**palabras clave:** Ceniza volcánica, El Salvador, MEB, Sublimados de sulfato cálcico

**key words:** Volcanic ash, El Salvador, SEM, Calcium sulphate sublimate

próximos meses.

De hecho, desde el verano de 2011, más de dos años antes, el equipo de monitoreo volcánico del Grupo de Investigaciones Vulcanológicas de la Universidad de El Salvador había detectado la presencia de importantes emisiones de gases, en especial SO<sub>2</sub>, y desde ese momento se esperaba una erupción de actividad explosiva moderada.

El volcán de San Miguel se caracteriza esencialmente por estar constituido por productos piroclásticos y lávicos predominantemente primitivos, andesitas basálticas y basaltos (Chesner et al. 2004).

### MATERIALES Y MÉTODOS

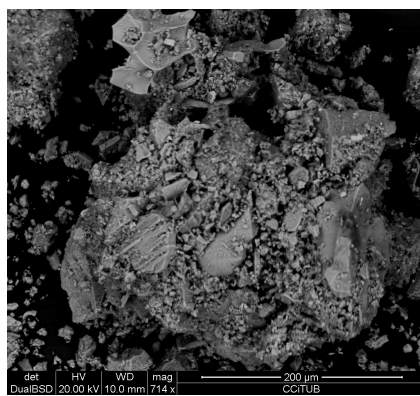
En total se recogieron 13 muestras de ceniza correspondientes a esta erupción, algunas de ellas a prácticamente 80 km de distancia del cráter del volcán y otras al pie de éste o en sus laderas más inmediatas. Todas ellas se tomaron en el plazo de unos pocos días después de la erupción y, en todo caso, sin que hubieran sido sometidas a importante lixiviación por el agua de lluvia. El conjunto de muestras ha sido caracterizado utilizando diferentes técnicas: FRX, ICP-MS, DRX, y MEB con microanalizador EDS. Además se han determinado la porosidad y la superficie específica y se han realizado ensayos de lixiviación para conocer cómo se produce la liberación de elementos traza potencialmente tóxicos presentes en la superficie de la ceniza y los lixiviados ácidos, dada la abundante presencia de azufre en forma de sulfato.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

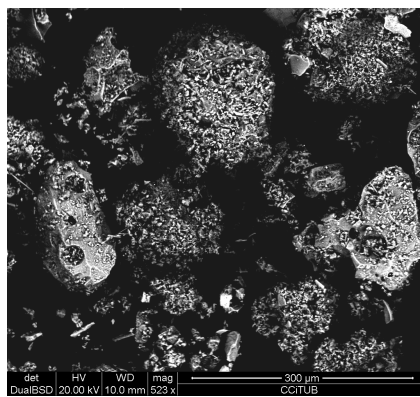
Por lo que se refiere a la distribución areal, la granulometría y el espesor de los depósitos de ceniza, se observa la lógica disminución del tamaño de grano a medida que nos alejamos del volcán San Miguel y una drástica disminución del volumen de ceniza depositado a los pocos km de distancia del volcán, de modo que los posibles efectos nocivos y tóxicos quedan muy circunscritos a sus inmediaciones.

El estudio morfoscópico realizado con el SEM+EDS muestra la coexistencia de fragmentos alta y moderadamente vesiculados, producto de fragmentación claramente magmática, con pequeños pellets constituidos esencialmente por

fragmentos vítreos englobados por cristales de sulfato de calcio (Figs. 1 y 2). No se han detectado composiciones de vidrio sensiblemente diferentes, aunque en las muestras proximales se puede distinguir en el seno de la ceniza negra fragmentos de dimensiones milimétricas, de color rojizo claro que corresponden a productos más silíceos y diferenciados y no parecen ser juveniles de esta erupción.



**Fig 1.** Imagen SEM de electrones retrodispersados correspondiente a la muestra proximal VSM-01. El agregado principal consiste de fragmentos irregulares de vidrio aglomerados por sublimados de sulfato de calcio (véase gran cristal exfoliado en la parte central izquierda del gran agregado). Igualmente véase el fragmento superior altamente vesiculado de microtextura casi reticulítica.



**Fig 2.** Imagen SEM de electrones retrodispersados correspondiente a la muestra distal VSM-11. Nótese la presencia de piroclastos vesiculados de fragmentación claramente magmática a derecha e izquierda, mientras el resto es ceniza de pequeños fragmentos vítreos aglomerada por sulfato de calcio.

### CONCLUSIONES

Aunque aún estamos recogiendo información sobre la erupción y no se descarta su reanudación, se pueden extraer algunas conclusiones: se trata de material predominantemente básico, muy vítreo, de granulometría muy fina, en ocasiones enmascarada por la formación de agregados que no tienen las dimensiones adecuadas para llamarlos lapilli acrecional. Es

remarcable que el principal agente cohesivo de estos agregados, uniformemente presente en todos los depósitos, es sulfato de calcio, cuyo origen sería por sublimación en el seno de la columna eruptiva. Esta característica parece diferenciar esta erupción de la precedente en el volcán de Santa Ana (2005) y los experimentos en curso (ensayos de lixiviación) se encaminan a evaluar si los efectos de esta lluvia de ceniza (moderada, por otra parte) sobre la agricultura del país, y en particular sobre los cafetales de las laderas del volcán San Miguel, puedan llevar a ser tan nocivos como los de la del Santa Ana, que condujeron a una pérdida casi total de la cosecha en un periodo superior a los 5 años.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecemos la información proporcionada por las entidades públicas de El Salvador durante el desarrollo de la actividad eruptiva. Nuestro especial agradecimiento al Grupo de Investigaciones Vulcanológicas de la Universidad de El Salvador y a todos aquellos que colaboraron durante la realización o facilitaron el muestreo. Igualmente a todo el personal técnico de los Centros Científicos i Tecnològics (CCi) de la UB que de un modo u otro han colaborado en la realización de la parte analítica de este trabajo. Este trabajo se desarrolla en el marco del Grupo Consolidado de Investigación SGR2014-1298.

### REFERENCIAS

- Chesne, C.A.; Pullinger, C.R. & Demetrio Escobar, C. (2004): *Physical and chemical evolution of San Miguel volcano, El Salvador*. Geological Society of America, Special Paper, **375**, 213-226.
- Hernández de la Cruz, A., Gimeno D. & Gisbert, G. (2012): *Caracterización geoquímica básica de lavas de El Salvador (Centroamérica): principales tendencias registradas en el Frente Volcánico Costero*. Geo-Temas **13**, VIII Congreso Geológico de España, Oviedo 17-19 julio 2012, S07-283 O, 4 pp, ISSN: 1576-5172.
- Scolamacchia, T., Pullinger, C., Caballero, L., Montalvo, F., Beramendi Orosco, L.E. y Gonzalez Hernández, G.. (2010): *The 2005 eruption of Ilimatepec (Santa Ana) volcano, El Salvador*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, **189**, 291-318.