

EMISIÓN DIFUSA DE CO₂ EN EL CAMPO DE CALATRAVA, CIUDAD REAL

David Calvo¹, José Barrancos¹, Germán Padilla¹, Marianela Brito¹, Rafael Becerra-Ramírez², Elena González², Rafael Gosálvez², Estela Escobar², Gladys Melián¹, Dacil Nolasco¹, Eleazar Padrón¹, Rayco Marrero¹, Pedro A. Hernández¹ y Nemesio Pérez¹

¹ División de Medio Ambiente, Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER). Tenerife, Islas Canarias

² Grupo de Investigación GEOVOL. Dpto. Geografía y Ordenación del Territorio, UCLM. Ciudad Real

RESUMEN

La región volcánica del Campo de Calatrava constituye una de las tres zonas de volcanismo reciente más importantes de la Península Ibérica. Durante el mes de Septiembre de 2007 se realizó una campaña geoquímica de gases para evaluar la distribución espacial del flujo difuso de CO₂ y calcular la tasa de emisión difusa de CO₂ en tres zonas del Campo de Calatrava. La emisión total difusa de CO₂ estimada fue de 1678 ± 58 t d⁻¹ para un área de 758 km². Los resultados muestran la existencia de una fracción endógena en el CO₂ emitido en forma difusa.

Palabras clave: Calatrava, emisión difusa, CO₂.

ABSTRACT

The Campo de Calatrava volcanic fields, makes altogether with Olot, Girona, and Cabo de Gata, Almería, one of the three main volcanic fields in the Iberian Peninsula. During September 2007, a gas geochemistry field work was performed to evaluate the spatial distribution of CO₂ efflux and estimate the total CO₂ output from the three surveyed areas. The total CO₂ output was estimated in 1678 ± 58 t d⁻¹ for an area of 758 km². Results show the existence of an endogenous fraction in the CO₂ emitted in a diffuse form.

Keywords: Calatrava, emisión difusa, CO₂.

INTRODUCCIÓN

La región volcánica del Campo de Calatrava ocupa un área aproximada de 5.000 Km², localizados en su totalidad en la provincia de Ciudad Real, contabilizándose más de 300 centros de emisión, algunos de ellos muy bien conservados.

El Campo de Calatrava se caracteriza por la presencia de dos ejes volcano-estructurales, el mayor con orientación NW-SE, y uno más pequeño con orientación NE-SW, que han dado lugar a un volcanismo característico de intraplaca, con magmas muy ricos en CO₂ y de carácter alcalino (Fig. 1). Este volcanismo se habría desarrollado

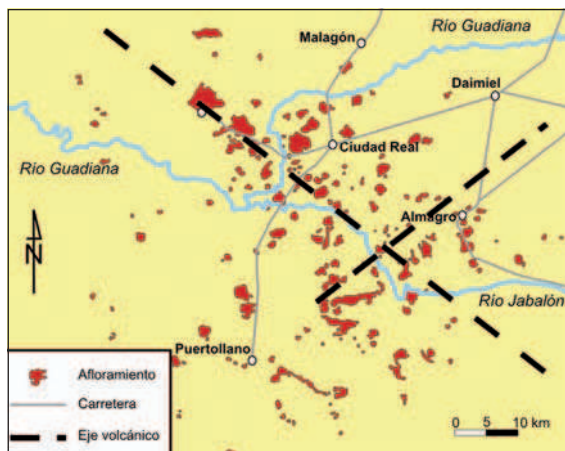


Figura 1. Distribución de los afloramientos de la región volcánica de Calatrava y principales ejes volcánico-estructurales (modificado de Ancochea, 1982).

según últimos estudios desde el Mio-Plioceno al Holoceno en un marco geológico condicionado por la importante presencia de macizos cuarcíticos de edad Ordovícica (Ancochea, 1982; Cebriá y López-Ruiz; 1995 y 1996). Recientemente, González *et al.*, (2007), han encontrado, mediante análisis radiométricos realizados a restos orgánicos contenidos en el paleosuelo del volcán Columba, edades absolutas de 6560 ± 130 y 6590 ± 200 BP, lo que corresponderían a una actividad eruptiva propia de edad holocena.

Finalmente, la presencia de anomalías térmicas y gravimétricas (Bergamín, 1986), así como las observadas en estudios relacionados con el sondeo surgente de Granátula de Calatrava (inéditos) sugieren la presencia actual de masas magmáticas en proceso de desgasificación y enfriamiento bajo algunas zonas del Campo de Calatrava, así como fisuras eruptivas semiactivas (Rodríguez y Barrera, 2002).

En este contexto, el grupo de volcanología del Instituto Tecnológico y de Energías Renovables (ITER) de Tenerife, realizó una campaña de investigación a lo largo del mes de Septiembre de 2007, con la finalidad de estimar la emisión difusa de CO_2 en un área aproximada de 700 km^2 , en su mayoría perteneciente al sector sur oriental del Campo de Calatrava, zona con una importante presencia de descarga de gases a través de los manantiales localizados a lo largo de estos pagos.

METODOLOGÍA

En la campaña de trabajo del Campo de Calatrava, se seleccionaron aproximadamente 1.700 puntos de medida para un área de unos 758 km^2 siguiendo criterios de accesibilidad y geológicos. De estos 1.700 puntos, se seleccionaron 70 representativos del total para el muestreo de gases en el ambiente superficial del suelo a 40 cm de profundidad. La composición química de estas muestras se analizó mediante micro-cromatografía de gases. La emisión difusa de CO_2 se evaluó siguiendo la metodología de la cámara de acumulación (Parkinson, 1981) y utilizando un sensor LICOR Li-800 y un RIKEN 41 1^a para las medidas de flujos altos en la zona denominada La Sima. Este instrumento posee un límite de detección de $0,5 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Los valores obtenidos de flujo difuso de CO_2 fueron corregidos con los valores de temperatura y presión ambiente tomados en cada punto, para transformar concentraciones volumétricas en concentraciones másicas. Se asume un error del 10% basado en la variabilidad de las réplicas realizadas en el laboratorio. Para la realización de los mapas de distribución espacial de los valores medidos de flujo de CO_2 se utilizó una Simulación Gausiana como método de interpolación mediante el programa GSLIB (Deutsch y Journel, 1998).

RESULTADOS

Las medidas del flujo difuso de CO_2 variaron entre valores por debajo del límite de detección del instrumento y $324 \text{ kg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ en la zona de La Sima próxima a la localidad de Granátula de Calatrava. Con el objeto de distinguir la existencia de diferentes poblaciones geoquímicas en el conjunto de datos de flujo y evaluar la posible aportación al flujo de CO_2 de diferentes reservorios geoquímicos, se realizó el análisis estadístico-gráfico siguiendo la metodología descrita por Sinclair, (1974). Se obtuvieron tres poblaciones geoquímicas perfectamente diferenciadas (Fig. 2), población I o de fondo con un valor medio de $2,1 \text{ g m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ y representando el 99,1% del total de datos y una población III o pico con un valor medio de $250,2 \text{ kg m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ y representando un 0,2% del total de los datos. Esta población es representativa de emisiones anómalas de origen profundo en el sistema volcánico de Calatrava. Respecto al análisis de las muestras de gases, en la Tabla 1 se presenta un resumen estadístico de los resultados. Se observa como en algunos puntos se

llegó a medir valores de concentración (He: 8,05 ppm; H₂: 45,5 ppm; CO₂: 2,6%) superiores a los del aire, indicando un claro enriquecimiento de gases de origen más profundo.

(ppm)	He	H ₂	O ₂	N ₂	CH ₄	CO ₂
Media	5,01	3,58	199506	778965	4,1	1605
Desv. Est.	2,32	10,50	2077	4670	6,3	3439
Curtosis	-1,58	17,82	-0,88	-0,20	29,4	41
Mínimo	1,70	0,63	195064	769504	1,3	468
Máximo	8,05	45,5	202416	789622	46,4	26461

Tabla 1. Resumen estadístico descriptivo de los resultados del análisis de la composición química de las muestras de gases recogidas en el suelo. Los valores están expresados en ppm.

Para la realización de los mapas de distribución espacial del flujo difuso de CO₂ y el cómputo global de la emisión de CO₂ se han tenido en cuenta las tres áreas seleccionadas por separado. En las Figs. 3, 4 y 5 se muestran los mapas de distribución espacial del flujo difuso de CO₂ en las zonas A, B y C, respectivamente, obtenidos con el método de SGS. La emisión total de CO₂ en las tres zonas de estudio se estimó en 2492 t d⁻¹ con una desviación estándar de 282 t d⁻¹.

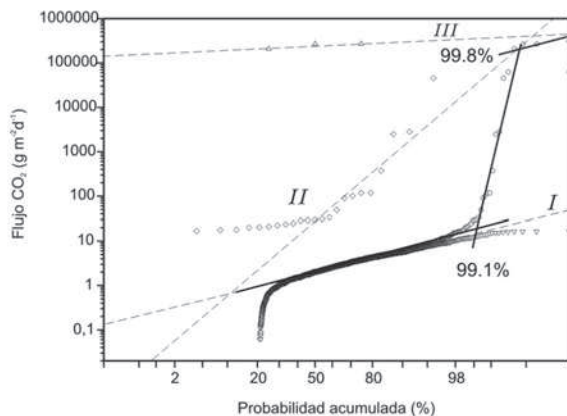


Figura 2. Separación estadística-gráfica de los valores de flujo difuso de CO₂ medidos en el Campo de Calatrava, Septiembre 2007.

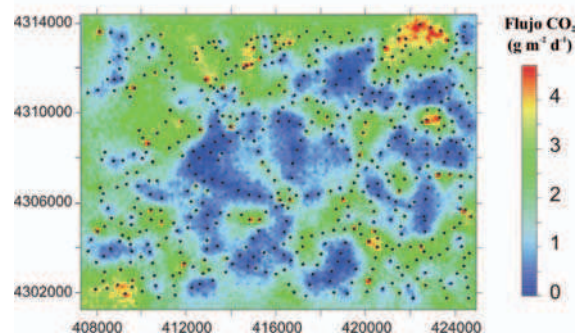


Figura 3. Distribución espacial del flujo difuso de CO₂ en el sector A, Campo de Calatrava.

Las zonas con emisiones anómalas de CO₂ podrían tener su origen en una importante desgasificación de un cuerpo magmático profundo y su llegada a la superficie, relacionarse con sistemas de fracturas que afectan al zócalo paleozoico, permitiendo el ascenso de gases a través de las mismas y que saldrían a la superficie a lo largo de una amplia extensión del Campo de Calatrava, bien sea a través de este tipo de localizaciones, bien sea a través de los numerosos manantiales y fuentes en la zona, y que deben ser tenidos en cuenta por la gran cantidad de gases que emiten algunos de ellos.

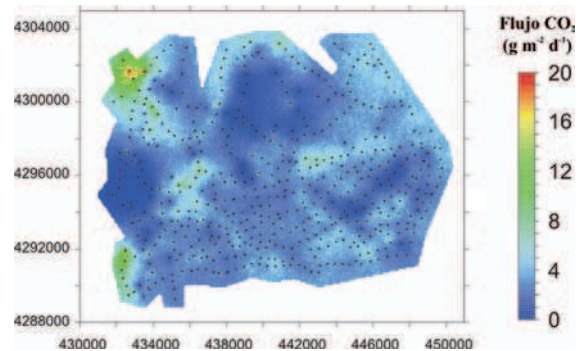


Figura 4. Distribución espacial del flujo difuso de CO₂ en el sector B, Campo de Calatrava.

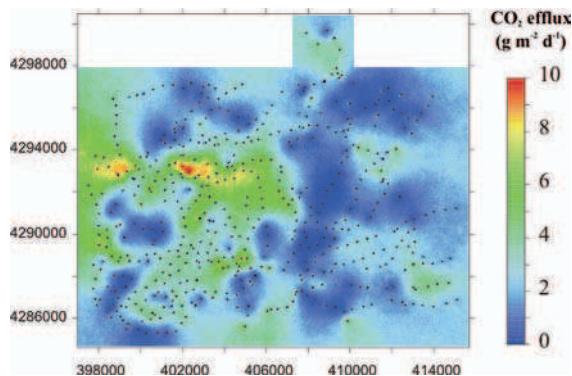


Figura 5. Distribución espacial del flujo difuso de CO₂ en el sector C. Al NW del mismo se encuentra La Sima, zona donde se encontraron las mayores emisiones de CO₂ de todas las zonas estudiadas.

Con el objeto de comparar los resultados obtenidos en este estudio con otros sistemas volcánicos pertenecientes al volcanismo intracontinental europeo como West Eiffel y Laacher See en Alemania, Chain des Puys en Francia y Olot en España, hemos utilizado como parámetro geoquímico el múltiplo del valor medio de la población de fondo (B) (ver Tabla 2), ya que es el más representativo de la emisión difusa de CO₂ procedente del sistema volcánico-hidrotermal. Si comparamos los resultados obtenidos se observa que Calatrava presenta el mayor valor del múltiplo de la población pico ó anómala (P) respecto a la de fondo geoquímico (B), con un valor de 119993, seguido del lago Laacher See en Alemania. Estos dos sistemas volcánicos son los únicos que presentan manifestaciones

visibles en superficie (hervideros y burbujeo de gases de origen endógeno), lo que evidencia para el Campo de Calatrava la existencia de masas magmáticas más someras en proceso de desgasificación y enfriamiento y de una mayor energía del sistema volcánico-hidrotermal, así como fisuras eruptivas semiactivas que favorecen el ascenso de gases, entre ellos el CO₂, a la superficie.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha realizado gracias a la financiación del Ministerio de Educación y Ciencia al proyecto VOLATM-CO₂ con ref. CGL2005-07509.

Sistema	Nº puntos	Área (Km²)	B (gm ⁻² d ⁻¹)	P (gm ⁻² d ⁻¹)	P (xB)	Emisión (t d ⁻¹)
West Eiffel						
(Alemania)	1234	656	15,1	81	5,4	18692
Lago Laacher See						
(Alemania)	146	2,5	7,0	9049	1291	35
Chaîne des Puys						
(Francia)	679	287	19,1	129	6,8	6658
Olot						
(España)	369	128	26,8	148	5,5	4659
Calatrava						
(España)	1717	758	2,7	323983	119993	2492

Tabla 2. Comparativa de los estudios realizados por el ITER en varios sistemas del volcanismo intracontinental europeo.

REFERENCIAS

- Ancochea, E. (1982): *Evolución espacial y temporal del vulcanismo reciente de España Central*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense, Madrid. Colección Tesis Doctorales, 203/83. 675 pp.
- Bergamín, J.F. (1986): "Prospección gravimétrica del Campo de Calatrava (Ciudad Real)", *Revista de Materiales y Procesos Geológicos*, Vol. IV, pp.185-202.
- Cebriá, J.M., and López-Ruiz, L. (1995): "Alkali basalts and leucitites in an extensional intracontinental plate setting: The late Cenozoic Calatrava Volcanic Province (central Spain)". *Lithos* 35, 27-46.
- Cebriá, J.M., y López-Ruiz, L. (1996): "A refined method for trace element modelling of nonmodal batch partial melting processes: The Cenozoic continental volcanism of Calatrava, central Spain". *Geochim. Cosmochim. Acta*. 60. No. 8, 1355-1366.
- Deutsch, C.V. Journel, A.G. (1998): *GSLIB. Geostatistical Software Library and Users Guide, 2nd Ed.* Oxford University Press, New York, 369 pp.
- González, E., Gosálvez, R., Becerra, R., y Escobar, E., (2007): "Actividad eruptiva holocena en el campo de Calatrava (volcán Columba, Ciudad Real, España)". En: Lario, J. y Silva, P.G. (editores), *Contribuciones al estudio del período cuaternario*. Aequa. Ávila. pp. 143-144.
- Parkinson, K.J., (1981): "An improved method for measuring soil respiration in the field". *J. Appl. Ecol.* 18, 221-228.
- Rodríguez, M.A. & Barrera, J.L. (2002): "Estructuras paleosísmicas en depósitos hidromagmáticos del vulcanismo Neogeno del campo de Calatrava, Ciudad Real (España)". *Geogaceta*, 32, 39-42.
- Sinclair, A.J. (1974): "Selection of thresholds in geochemical data using probability graphs". *J. Geochem. Exploration*, 3: 129-149.

