

# Contenidos de CO<sub>2</sub> y de <sup>222</sup>Rn en la zona vadosa de un acuífero kárstico durante un ensayo de inyección de aire atmosférico (cueva de Nerja, Málaga)

*CO<sub>2</sub> and <sup>222</sup>Rn contents in the vadose zone of a karst aquifer for an atmospheric air tracer test (Nerja Cave, Málaga)*

Lucía Ojeda Rodríguez<sup>1</sup>, Iñaki Vadillo Pérez<sup>1</sup>, José Benavente Herrera<sup>2</sup>, Cristina Liñán Baena<sup>1,3</sup> y Sergio Cañete Hidalgo<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Grupo de Hidrogeología, Facultad de Ciencias, Universidad de Málaga. 29071 Málaga. luciaor@uma.es, vadillo@uma.es, crilinae@uma.es

<sup>2</sup> Instituto de Investigación del Agua y Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada, 18071 Granada. jbenaven@ugr.es

<sup>3</sup> Fundación Cueva de Nerja. Instituto de Investigación. Carretera de Maro, s/n. 29787. Nerja, Málaga. cbaena@cuevadenerja.es

<sup>4</sup> Servicio de Instalación Radiactiva, Servicios Centrales de Apoyo a la Investigación. Bulevar Louis Pasteur, 33, 29071 Málaga. scanete@uma.es

## ABSTRACT

*The vadose air in the surrounding of Nerja cave presents high CO<sub>2</sub> contents (up to 60,000 ppm). The gas injection tests let to identify connections between points within a heterogeneous karst network. In this work, it has been confirmed the connection between wells in an experimental site, and established a mean <sup>222</sup>Rn value in the vadose zone that is between 3 to 10 times higher than those measured inside Nerja cave.*

**Key-words:** CO<sub>2</sub>, <sup>222</sup>Rn, vadose zone, tracer test, karst.

## RESUMEN

*La zona vadosa del acuífero al que pertenece la cueva de Nerja presenta unos contenidos de CO<sub>2</sub> elevados (hasta unos 60000 ppm). Los ensayos de inyección de gas permiten identificar conexiones entre distintos puntos dentro de una red kárstica heterogénea. En este trabajo, además de confirmar la conexión entre sondeos en una parcela experimental, se ha establecido un valor medio de <sup>222</sup>Rn en la zona vadosa que es de 3 a 10 veces mayor que el medido en el interior de la cueva de Nerja.*

**Palabras clave:** CO<sub>2</sub>, <sup>222</sup>Rn, zona vadosa, ensayo de trazador, karst.

*Geogaceta*, 63 (2018), 35-38  
ISSN (versión impresa): 0213-683X  
ISSN (Internet): 2173-6545

Recepción: 13 de julio de 2017  
Revisión: 2 de octubre 2017  
Aceptación: 23 de octubre 2017

## Introducción

La concentración de CO<sub>2</sub> gas en la zona vadosa de los acuíferos kársticos es una de las variables principales que controlan el desarrollo de procesos karstogénicos (Atkinson, 1977). El contenido de CO<sub>2</sub> en el suelo puede ser hasta dos órdenes de magnitud mayor que los valores atmosféricos, y junto con la temperatura y la humedad relativa ha sido ampliamente estudiado en atmósferas subterráneas, principalmente de cuevas (Baldini *et al.*, 2006). Sin embargo, existe menos literatura relacionada con la realización de medidas directas de estas variables en el aire vadoso fuera de las propias cavidades.

En trabajos anteriores, Benavente *et al.* (2010) presentaron los resultados de registros verticales en los contenidos de CO<sub>2</sub>,

temperatura y humedad relativa en la red de sondeos situada en la parcela experimental de la cueva de Nerja (36° 45'N, 3°50'O) situada a unos 200 m al noroeste de la entrada de la misma (Fig. 1). Las concentraciones de CO<sub>2</sub> en los sondeos alcanzaban valores máximos de unos 60000 ppm, y las variaciones verticales de los contenidos mostraban una tendencia general a su incremento con la profundidad.

El movimiento del aire en la zona vadosa obedece a cambios en la presión atmosférica, la temperatura, la infiltración de agua, el mecanismo de transporte dominante, las propiedades físicas de la zona no saturada y el propio origen del CO<sub>2</sub> (Kuang *et al.*, 2013; Loisy *et al.*, 2013).

Además de CO<sub>2</sub>, el estudio del contenido en radón (<sup>222</sup>Rn) en cuevas ha sido am-

pliamente usado como trazador para determinar los procesos de ventilación y circulación de aire (Hakl *et al.*, 1997; Kowalczyk and Froelich, 2010). El <sup>222</sup>Rn es un gas noble perteneciente a la cadena de desintegración del <sup>238</sup>U y se origina por desintegración de su progenitor, el <sup>226</sup>Ra. Tiene un periodo de semidesintegración de 3,8 d y sus descendientes son metales pesados como el polonio (<sup>214</sup>Po), el bismuto (<sup>214</sup>Bi) y el plomo (<sup>210</sup>Pb). Su contenido es elevado en terrenos kársticos, mientras que en la atmósfera presenta valores comprendidos entre 5 y 15 Bq/m<sup>3</sup>.

Este estudio presenta los resultados obtenidos en la parcela experimental de la cueva de Nerja tras un ensayo preliminar de inyección de aire atmosférico en el interior de un sondeo. Se pretende deter-