

Problemática del uso de los tomamuestras de succión en el estudio de la ZNS en el polje de Zafarraya (Granada y Málaga)

Problems of the use of porous ceramic cups samplers in the study of the NSZ in the polje of Zafarraya (Granada y Málaga)

J. A. Gamez (*), A. Pulido-Bosch (*), I. Morell (**), L. Cherif (*), M. López-Chicano (*)

(*) Dpto. de Geodinámica, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, 18071 Granada.

(**) Dpto. de Ciencias Experimentales, Universidad Jaume I, 12071 Castellón

ABSTRACT

In the polje of Zafarraya, two experimental sites have been installed and equipped with seven porous ceramic cups each, with depths of between 0.25 and 3 m. The main problems related to preparation involve washing the cups and the depth of the piezometric level, which is close to the surface during winter. The preliminary results obtained are examined.

Key words: porous ceramic cups; non-saturated zone; experimental sites; nitrates.

Geogaceta, 18 (1995), 142-145

ISSN: 0213683X

Introducción

El polje de Zafarraya se ubica en el borde meridional del macizo kárstico de Sierra Gorda y se encuentra en conexión hidráulica parcial con el mismo. Este macizo ha sido objeto de numerosas investigaciones hidrogeológicas y sigue siendo tema de atención para el Grupo de Investigación de Recursos Hídricos y Geología Ambiental, de la Universidad de Granada. Mención especial merecen los procesos que pudieran afectar a la calidad de los recursos hídricos y entre ellos los derivados de las prácticas agrícolas, que se han incrementado notablemente en el polje de Zafarraya durante los últimos años. Por ello, conviene profundizar en el conocimiento de la zona no saturada (ZNS), para poder determinar el comportamiento de los contaminantes y conocer su influencia tanto en el acuífero detrítico como en el sistema kárstico subyacente.

El sistema kárstico de Sierra Gorda se encuentra en el límite occidental de la provincia de Granada, y ocupa una extensión cercana a los 300 Km² (Fig.1) Este macizo carbonatado está esencialmente integrado por materiales calizos y dolomíticos de edad Jurásica pertenecientes a las unidades de Sierra Gorda y Zafarraya (Vera, 1966), cuyo substrato está formado por arcillas y evaporitas triásicas (facies Keuper).

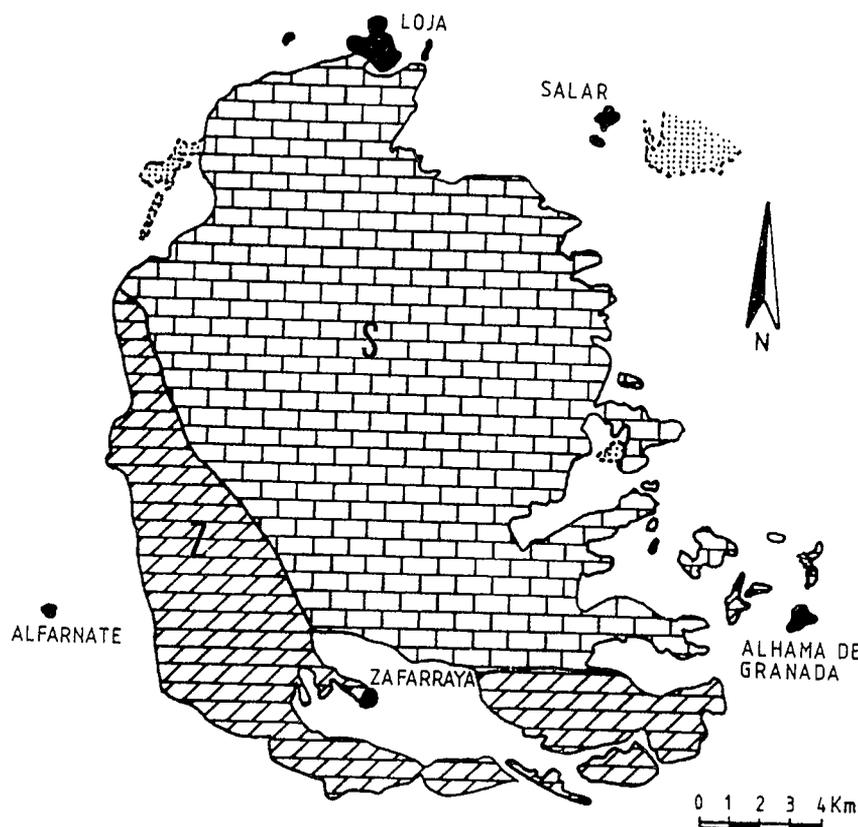


Fig. 1.- El sistema kárstico de Sierra Gorda (López-Chicano, 1992). S: unidad de Sierra Gorda; Z: unidad de Zafarraya.

Fig. 1.- Karstic system of Sierra Gorda (López-Chicano, 1992). S: Sierra Gorda Unit; Z: Zafarraya Unit.

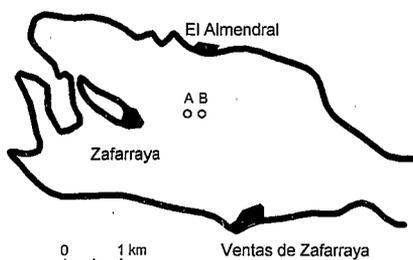


Fig. 2.- Situación de las parcelas experimentales en el polje de Zafarraya.

Fig. 2.- Position of the experimental plots in the polje of Zafarraya.

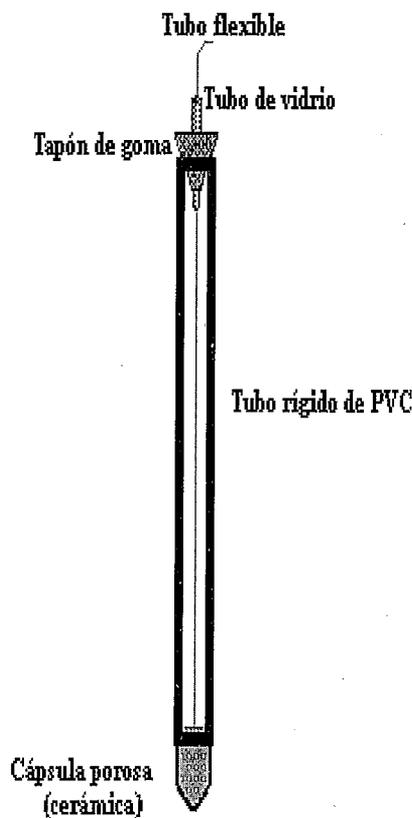


Fig. 3.- Esquema de un tomamuestras de succión.

Fig. 3.- Scheme of porous ceramic cup sampler.

En el sector occidental del macizo se encuentra el Llano de Zafarraya que constituye el polje kárstico de mayores dimensiones de la Cordillera Bética, (Lhenaff, 1968; Delgado y Fernández Rubio, 1975; Pezzi, 1977). Consiste en una depresión cerrada, alargada según la dirección ONO-ESE, con 10 Km de longitud y 3.5 Km de anchura máxima. El fondo de la depresión es muy plano y ligeramente inclinado hacia el oeste. La superficie total del relleno detrítico es de 22 Km², con un espesor del conjunto detrítico cuaternario de más de 60 metros en el sector central.

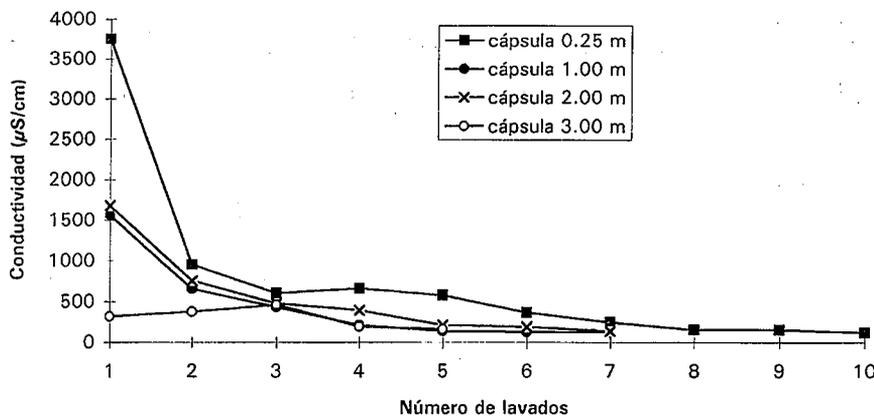


Fig. 4.- Lavado de cápsulas.

Fig. 4.- Washing of the cups.

Los materiales que lo componen son detríticos aluviales, depositados durante los desbordamientos del arroyo de la Madre, que atraviesa el polje de Este a Oeste. También presenta arcillas de descalcificación, que abundan en los bordes de la depresión; sobre ellas existen unas zonas permanentemente encharcadas como las lagunas del Rico y del Concejo. El arroyo de la Madre es un curso fluvial temporal, con importantes variaciones en la descarga, que atraviesa longitudinalmente el polje y termina en los sumideros situados en la parte noroccidental

La forma alargada que presenta el polje está condicionada por juegos de fracturas que lo delimitan y la naturaleza del relleno. Estudios de geofísica eléctrica (Ollero y García, 1984; Pulido-Bosch y López Chicano, 1989) revelan una compleja estructura interna, que se resume en una cubierta aluvial cuaternaria bajo la cual existe un potente paquete de sedimentos del Mioceno superior, que descansan sobre los materiales carbonatados de Sierra Gorda.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el relleno cuaternario del polje constituye un acuífero detrítico con valores de transmisividad comprendidos entre 20 y 90 m²/día (Hidalgo, 1974) y un coeficiente de almacenamiento que puede alcanzar el 13% (Ollero y García, 1984). Existe conexión hídrica entre el acuífero detrítico y los materiales carbonatados subyacentes, a excepción del sector central donde están separados por un nivel de baja permeabilidad (Mioceno superior).

Infraestructura de observación

Las peculiaridades de la ZNS hacen necesario el uso de técnicas específicas

para la toma de muestras, diferentes a las tradicionalmente utilizadas en la franja saturada. Para ello se han instalado dos parcelas experimentales, una al aire libre y otra en un invernadero (Fig.2).

Estos métodos de muestreo pueden dividirse en tres grandes grupos: los métodos destructivos, que extraen en laboratorio los fluidos intersticiales, a partir de una muestra de suelo (Candela, 1993); los lisímetros que recogen el agua gravífica; y por último, los muestreadores de succión que permiten obtener la solución intersticial del suelo en condiciones de depresión controlada. La elección del método más adecuado vendrá determinada por la continuidad de muestreo, parámetros a controlar, número de muestras etc, aunque sin duda alguna, la utilización de cápsulas porosas es el método de uso más extendido.

El uso de tomamuestras de succión para el muestreo de la zona no saturada se remonta a los años setenta. Al principio se utilizaron materiales cerámicos, pero la aparición de materiales sintéticos ha permitido el uso del teflón y el plástico junto con la porcelana. Un tomamuestras tipo (Fig. 3), está constituido por una cápsula de cerámica, teflón u otros materiales unida a un tubo de PVC, acero etc. de longitud variable. En el extremo opuesto al de la cápsula se sitúa un tapón de goma, que sirve de cierre, equipado con uno o dos tubos de vidrio por los que se realizará el vacío del tomamuestras. La instalación del tomamuestras se realiza con una barrena, de diámetro igual o ligeramente superior al del tubo. Esto supone una perturbación del medio, pudiendo generar la aparición de flujos preferenciales.

Para minimizar estos efectos, al ex-

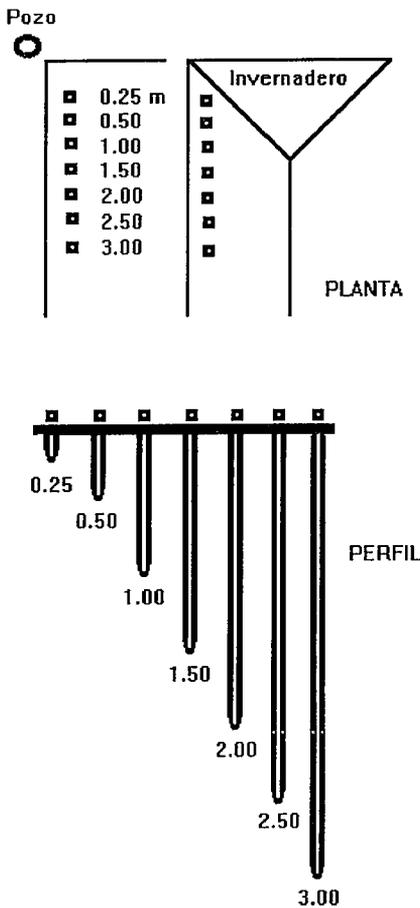


Fig. 5.- Esquema de las parcelas experimentales en el polje de Zafarraya.

Fig. 5.- Scheme of the experimental plots of the polje of Zafarraya.

traer el suelo con la barrena, se clasifica en función de su profundidad; tras introducir el tomamuestras, se rellena el anillo circular con las muestras clasificadas, y en el mismo orden en que se encontraban inicialmente. Los tomamuestras equipados con cápsulas porosas presentan la ventaja de tener bajo costo, permitir el muestreo de nitratos sin interferir de manera significativa y conseguir un volumen de muestra suficiente para realizar diversas determinaciones analíticas. Sin embargo, se producen fenómenos de absorción (fosfatos, amonio) y liberación (calcio, sodio, potasio) de ciertos iones, que deben ser tenidos en cuenta.

Preparación del material

Como se ha expuesto en el epígrafe anterior, las cápsulas de porcelana interfieren en la composición de la muestra, absorbiendo o liberando ciertos iones. Para evitar estos procesos se procedió a un lavado de las mismas. En

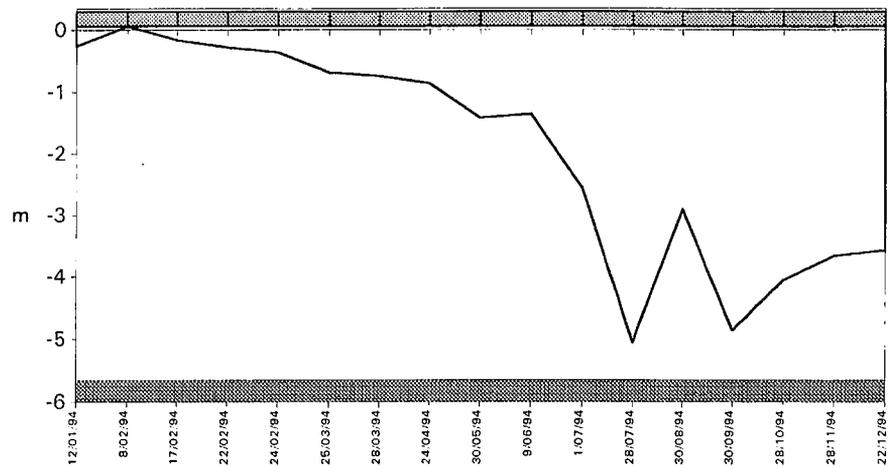


Fig. 6.- Evolución anual del nivel freático, medida en el pozo.

Fig. 6.- Annual evolution of freatic level measured in the well.

primer lugar, las cápsulas se introducen en un recipiente con agua bidestilada dejándolas así durante varios días. Periódicamente se realizaban mediciones de conductividad que confirmaban, mediante un aumento considerable, la liberación de iones provenientes de la cápsula.

Posteriormente, se secaron las cápsulas y se procedió a ensamblar el resto de los componentes. La porcelana se unió al tubo de PVC mediante calor y un pegamento de contacto tipo mural.

Tras dejar 48 h actuar el pegamento, introdujimos nuevamente el tomamuestras (cápsula y tubo de PVC) en un recipiente con agua bidestilada. A diferencia del lavado anterior, se utilizó en el extremo superior un tapón de goma ya descrito, y aplicamos un vacío de 60 cbars, provocando un flujo a través de la cápsula. Cada 24 h se procedía a retirar el tapón, recoger el volumen de la muestra obtenida y determinar su conductividad (como indicador de la concentración iónica). Una vez retirado el volumen de muestra, se introducía nuevamente el tapón de goma y se repetía el proceso hasta obtener un valor de aproximadamente 100 μ S/cm, valor considerado como residual (Sánchez y Morell, 1993) (Fig. 4).

Primeros resultados; Particularidades en la adquisición de datos

Además de las precauciones generales ya referidas (Sánchez y Morell, 1993) de liberación y absorción de iones, la singularidad del polje de Zafarraya lleva asociada una serie de as-

pectos que la diferencian de otras parcelas experimentales, con igual equipamiento (Grande et al. 1993; Morell et al., 1993; Sánchez-Pérez et al., 1993; Fig. 5).

1) El nivel freático en el polje de Zafarraya varía de forma notable, desde episodios de inundación en los que prácticamente no existe la ZNS, hasta descensos de 7-8 metros (Fig. 6). Esto explica que en ciertas épocas del año se puedan recoger grandes volúmenes de agua (más de 2 litros) -al estar en la zona saturada-, mientras que en verano las cápsulas, incluso las más profundas, permanecen secas.

2) Esta zona presenta también un gran contraste de temperaturas tanto en las épocas invernal y estival, como entre el día y la noche, lo que representa un abanico de valores bajo cero en invierno y superiores a 40°C en verano. Estos cambios tan bruscos, afectan a las cualidades del tomamuestras, en especial al tapón de goma que por estas contracciones y dilataciones pierde su flexibilidad. Esta es la causa de pérdidas de presión en las cápsulas y de la imposibilidad de tomar volúmenes de muestra significativos.

3) El año 1994 ha sido excepcionalmente seco. Sirva como dato significativo que durante ese período sólo se registraron 6 días de lluvia; mientras que en condiciones normales y debido a su particular situación geográfica, esta cantidad era aproximadamente diez veces superior. Si a esto añadimos el sistema de cultivo utilizado -riego por goteo- nos encontramos con un aprovechamiento

máximo por parte de la planta del agua disponible. Este aspecto se intentó paliar saturando 'in situ' las cápsulas secas con agua bidestilada (Sánchez y Morell, 1993). Con esto conseguíamos aportar humedad a la cápsula y favorecer los mecanismos de absorción de la poca agua intersticial existente. El proceso completo consistía, por tanto, en humedecer la cápsula con agua bidestilada y tras un tiempo prudencial, retirar el fluido mediante bombeo. Posteriormente se efectuaba el vacío a unos 60 cbars y a los cinco días se procedía a tomar la muestra resultante.

Valores obtenidos y discusión final

Hemos tomado como cápsula de referencia la de un metro de profundidad ya que representa un término medio entre las variaciones superficiales y profundas. Los parámetros de conductividad (Fig. 7) y concentración de nitratos (Fig. 8) son, como ya se explicó anteriormente, los más representativos y fiables dentro de las experiencias realizadas con cápsulas de porcelana, aunque también se pueden utilizar para el seguimiento de otros iones.

A modo de resumen se pueden hacer la consideraciones siguientes:

—El método de las cápsulas de porcelana porosa supone un eficaz instrumento que permite un seguimiento continuado de parámetros (nitratos y conductividad principalmente) en la zona no saturada.

—Con las debidas precauciones de instalación, interfiere muy poco en el comportamiento natural del terreno y con su bajo coste y mantenimiento pueden estudiarse extensas áreas.

—Los valores obtenidos confirman el papel tan importante que ofrece la zona no saturada, amortiguando el efecto contaminante de los nitratos. Aunque los datos obtenidos en las cápsulas se deben aplicar a un entorno local, mientras que el acuífero detrítico está afectado por unos condicionantes mucho más generales.

Agradecimientos

Los resultados han sido obtenidos en el marco del Proyecto AMB92-0211 financiado por la CICYT.

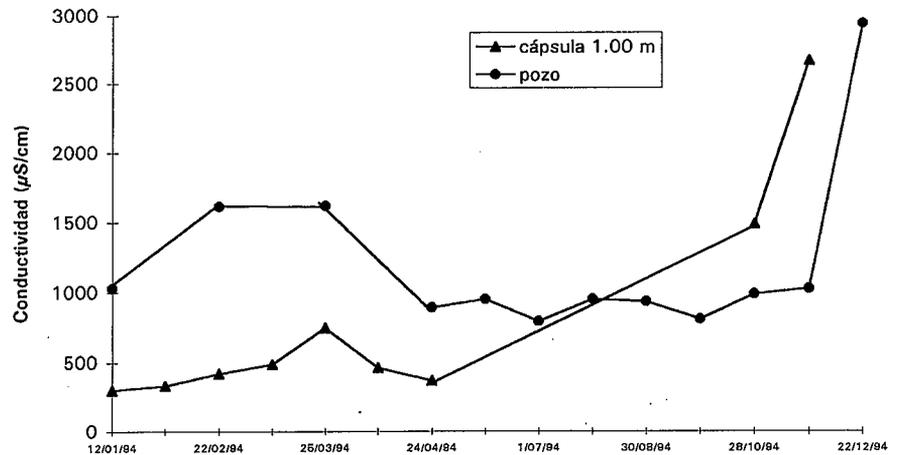


Fig. 7. - Valores de conductividad eléctrica en la cápsula situada a 1 m de profundidad.

Fig. 7.- Values of electric conductivity in the porous cup at 1 m deep.

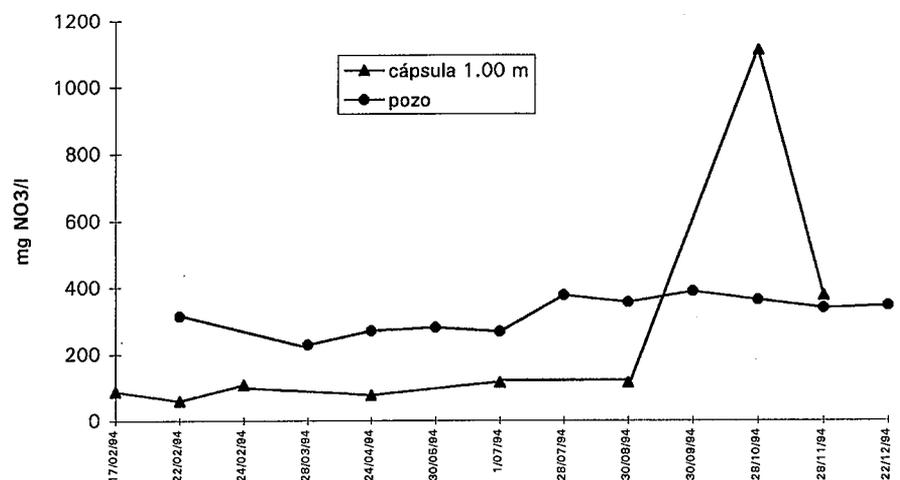


Fig. 8.- Valores de concentración de nitratos en la cápsula citada (Fig. 7).

Fig. 8.- Values of nitrate concentrations in the cited porous cup (Fig. 7).

Referencias

- Candela, L. (1993). *Ed. CIMNE* (Barcelona) 183-197
- Delgado, S; Fernández Rubio, R. (1975). *Cuad. Geogr. Univ. Granada, s.m. 1*: 109-119
- Grande, J. A., González, A., Sanchis, E. (1993) *Colección Summa*, 67-76
- Hidalgo, J. (1974). *Tesis Univ. Granada*, 165 p.
- Lhenaff, R. (1968). *Mélanges de la Casa de Velazquez*, 4: 5-25
- López-Chicano, M. (1992). *Tesis Univ. Granada*, 429p.

- Morell, I. (Ed.) (1993). *Colección Summa*. 164 p.
- Sánchez, J. M., Antigüedad, I., Arrate, I., Ruiz, M. Morell, I. (1993) *Colección Suma*, 53-66
- Sánchez, J. M.; Morell, I. (1993). *Colección Summa*, 9-16
- Ollero, E. y Garcia, J. L. (1984). *I Cong. Esp. Geol.* 4:287-294
- Pezzi, M.C. (1977). *Cuad. Geogr. Univ. Granada, s.m. 2*, 289 p.
- Pulido Bosch, A. (Ed.) (1993). *Univ. Granada*, 310 p.
- Vera J. A. (1966) *Tesis, Univ. Granada*. 191 p.