

# Depuración de aguas residuales mediante técnicas no convencionales: el filtro verde de Patones (Madrid)

*Purification Of Wastewaters By Means Of Non-Conventional Technologies: The Land Application Of Patones*

I. De Bustamante(\*), M. Dorado(\*), A. Tomás(\*), M.S. Vera(\*\*)

(\*) Dpto. Geología. Km 33,600, Universidad de Alcalá. 28871-Alcalá de Henares.

(\*\*) Dpto. Química Analítica e Ingeniería Química. N-II, Km 33,600, Universidad de Alcalá. 28871-Alcalá de Henares.

## ABSTRACT

*The land applications are appropriate systems for the purification of domestic wastewaters, of small rural populations. Their efficiency is high and if their management is suitable, they can provide an economic benefit that could help to their maintenance. It is indispensable to carry out studies of the physical environment during the design phase of these systems for their correct location. In the case of the land application of Patones, these studies were not carried out and the consequences were the elimination of land that should act like purification filter.*

**Key words:** wastewater reuse; land application.

*Geogaceta*, 26 (1999), 15-18  
ISSN: 0213683X

## Introducción

Los filtros verdes son métodos de depuración de aguas residuales urbanas apropiados para núcleos de población reducidos. Se trata de una técnica de depuración no convencional, en la que se aplica periódicamente agua residual al terreno, con el fin de conseguir una depuración mediante la acción conjunta del suelo, los microorganismos y las plantas, a través de mecanismos físicos, químicos y biológicos. Tienen numerosas ventajas: no necesitan grandes instalaciones, su mantenimiento no es costoso y no producen un impacto visual negativo. Además la efectividad de este sistema de depuración es alta, obteniéndose rendimientos de hasta un 98% en la reducción de la carga contaminante en los primeros centímetros del suelo (de Bustamante, 1990).

Otras ventajas de este tipo de sistemas de depuración de aguas residuales son la producción maderera, la reutilización del agua residual como recarga de acuíferos y la mejora paisajística que representan (de Bustamante *et al*, 1998).

Localidades pequeñas, con grandes fluctuaciones de población de verano a invierno, no pueden tratar sus aguas residuales con métodos de depuración convencionales ni mantener instalaciones sofisticadas. La tendencia en estos municipios, es a utilizar tratamientos no convencionales (TNC) para la depuración

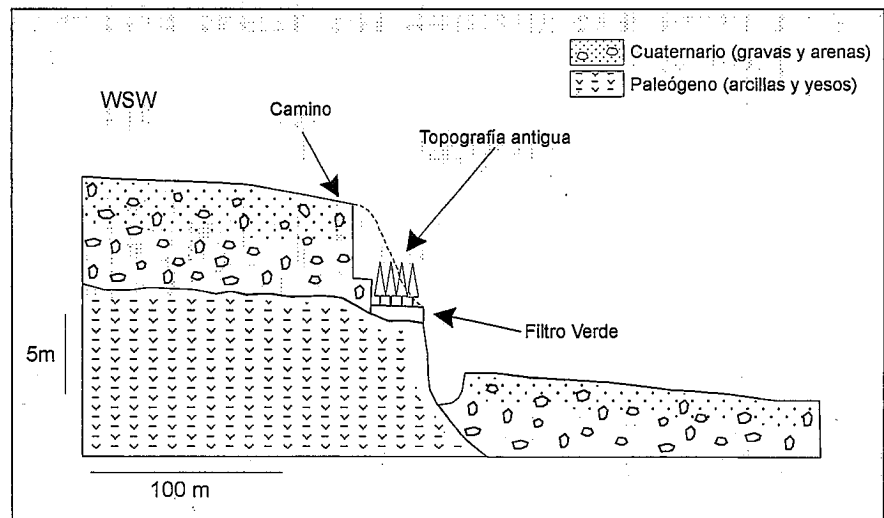


Figura 1.- Corte esquemático del Filtro Verde de Patones

Figure 1.- Scheme of the geological cross-section of the land application of Patones.

de sus aguas residuales.

La población de hecho de Patones es muy reducida. Los datos del censo de 1995 arrojan una población de 352 habitantes de hecho. El volumen medio anual de aguas residuales vertido se sitúa en torno a 27.000 m<sup>3</sup>. La máxima carga semanal de DBO<sub>5</sub> que se produjo en esta población entre 1995 y 1998 fue de 2.036 e-h correspondientes al mes de noviembre de 1997, siendo la media de estos años de 220 e-h. El agua residual es sometida a un pretratamiento a la entrada de la instalación y después es aplicada a la

chopera mediante riego en surcos.

## Metodología

Con el fin de evaluar los principales procesos, tanto físicos, químicos como biológicos, responsables de la depuración en estas instalaciones, se han realizado los siguientes trabajos (de Bustamante *et al*, 1995):

- 1.- Determinación de la materia orgánica del suelo (cada 25 cm de profundidad).
- 2.- Estimación de la infiltración.

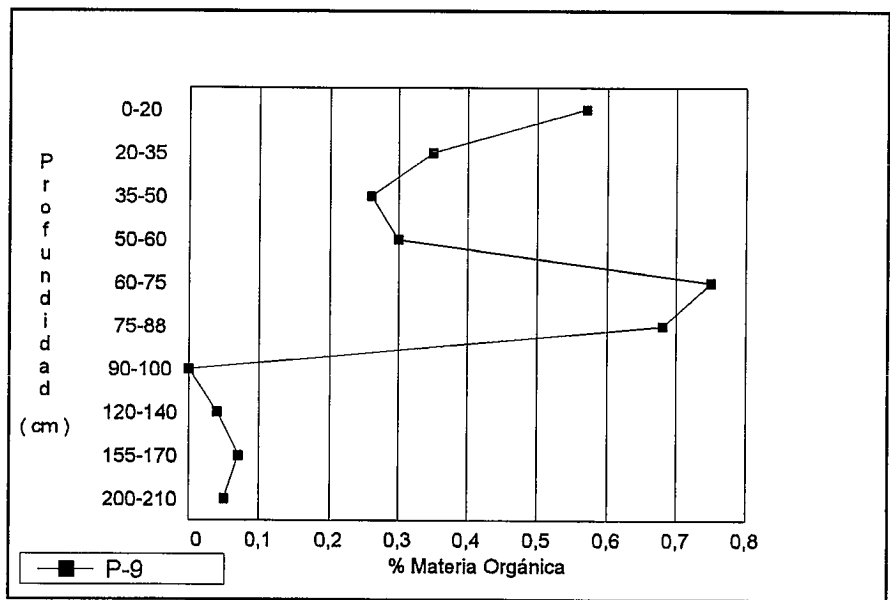


Figura 2.- Variación de la materia orgánica con la profundidad

Figure 2.- Variation of the organic matter percentage with the depth.

3.- Estimación de la capacidad de campo y de la textura del suelo.

4.- Determinación analítica del efluente y de los lixiviados a distintas profundidades, analizando DQO, DBO<sub>5</sub>, aniones y cationes mayoritarios, pH, conductividad y metales pesados (para ello, se instalaron nueve tomamuestras de suc-

ción a distintas profundidades y hasta 2,10 m).

5.- Determinación anual del diámetro y altura del fuste de la masa arbórea.

6.- Realización de análisis foliares de los árboles y de la masa herbácea.

**Resultados y discusión**

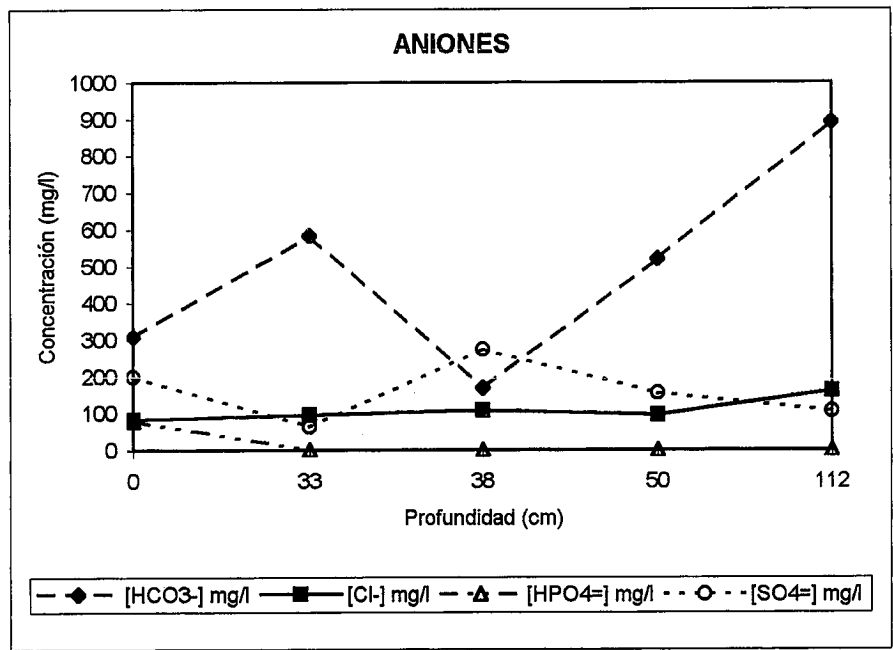


Figura 3.- Evolución de los cationes analizados en el Filtro Verde de Patones (05/97)

Figure 3.- Evolution of the cations that were analyzed in the land application of Patones (05/97).

El filtro verde de Patones, se construyó en el escarpe entre dos terrazas escalonadas del río Jarama. Para explicar el terreno, se excavó la parte superior del escarpe. De esta manera, se eliminaron las gravas y arenas de la terraza superior (la cual puede observarse en el talud del filtro) realizándose la plantación sobre los materiales arcillosos del Paleógeno (Figura 1). La superficie de plantación del filtro es de unos 2.500 m<sup>2</sup>, con 254 árboles plantados en 1995 y 437 en 1996.

Los nueve sondeos perforados en el filtro pusieron de manifiesto que sobre las arcillas del Paleógeno existe un relleno de limos arcillosos y algo arenosos de color marrón con cantos dispersos de pizarra, cuarzo, cuarcita, caliza y arcilla roja dura. El espesor de este relleno en la parcela donde se han realizado los sondeos es de 0,8 - 0,9 m, apareciendo a los 0,5 m un nivel intercalado de grava gruesa poligénica con matriz limo-arcillosa. También existe en el contacto con las arcillas paleógenas, un nivel de gravas, de composición y espesor similar al anterior de unos 0,10 m.

Las arcillas paleógenas pueden considerarse a efectos prácticos, como impermeables. El relleno limo-arcilloso es muy poco permeable, aunque en los tramos menos compactados y especialmente en los niveles de grava, la permeabilidad es algo mayor.

La infiltración (calculada con un infiltómetro de doble anillo), es del orden de 8 l/m<sup>2</sup>/día y la capacidad de campo (estimada en laboratorio) el 8%, correspondiéndose con una textura del suelo franco-arcillosa.

En la figura 2 aparece el porcentaje en materia orgánica en el suelo a distintas profundidades, pudiéndose observar cómo el contenido en la misma es prácticamente inexistente en las arcillas paleógenas (0,07%) y los valores más elevados (0,68-0,75%) corresponden a los 30 cm de suelo situados inmediatamente por encima del contacto con dichas arcillas. Estas concentraciones más elevadas de materia orgánica entre 60 y 90 cm de profundidad, parecen deberse al mayor humedecimiento de esta zona del suelo producido inmediatamente encima del contacto con las arcillas paleógenas impermeables.

En las figuras 3 y 4 aparecen los resultados de los análisis químicos realizados del agua residual de entrada y del agua extraída en los tomamuestras en abril de 1997. Se observa una reducción del amonio, de los nitratos, de los fos-

fosfatos (que precipitan en forma de fosfato cálcico) y del potasio, (que queda retenido en las arcillas del suelo). Los valores de DBO<sub>5</sub> y DQO son de 79 mg/l y 35 mg/l para el agua residual de entrada en el filtro verde, no siendo detectable en el agua extraída de los tomamuestras.

Se realizaron también, medidas de la longitud del fuste y del diámetro de los árboles durante los tres primeros años de la plantación (1994, 1995 y 1996). En el año 1994 la altura que presentaban la mayoría de los árboles variaba entre 566 y 661 cm y el diámetro entre 4,87 y 5,82 cm. En el año 1995 la altura de la mayoría de los árboles se encontraba entre 684 y 810 cm y el diámetro entre 6,95 y 9,06 cm, lo que indica un rendimiento anual del 26,43 % en longitud del y del 47,66 % en diámetro con respecto al año anterior; el incremento de producción maderera para este año se estimó en 0,3 m<sup>3</sup>.

En el año 1996 la altura de la mayoría de los árboles se encontraba entre 941 y 1099 cm y el diámetro entre 10,18 y 13,55 cm, lo que indica un rendimiento anual del 36,15 % en longitud y del 46,36 % en diámetro con respecto al año anterior y un incremento de producción maderera de 0,7 m<sup>3</sup> ya que se plantaron 183 árboles nuevos.

Para que este sistema de depuración de aguas residuales sea efectivo es necesario llevar a cabo una gestión adecuada del mismo, no sólo en la fase de mantenimiento sino también en la fase de proyecto del mismo. Así, en el

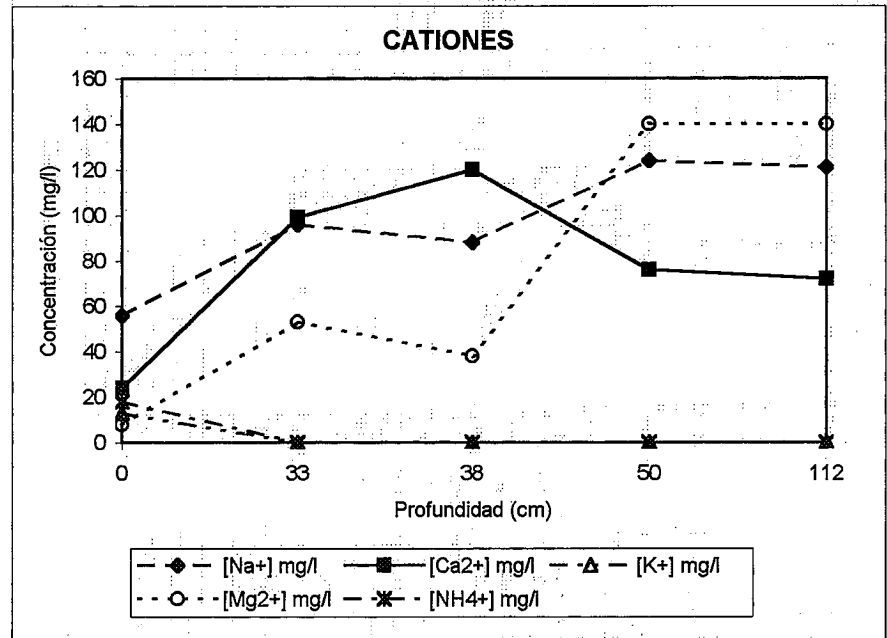


Figura 4.- Evolución de los aniones analizados en el Filtro Verde de Patones (05/97)

Figure 4.- Evolution of the anions that were analyzed in the land application of Patones (05/97)

caso de Patones, esto no ocurrió, eliminándose los materiales de la terraza del río, con lo que se eliminó parte de la capacidad de filtración y autodepuración del terreno.

#### Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación de la CICYT HID96-1286 (U.A.H) y proyecto 3/94 (Canal de Isabel II).

#### Referencias

- De Bustamante, I. (1990): *Environ. Geol. and water sciences*. Vol 16, n1 3: 179-185.
- De Bustamante, I., Oliveros, C., Dorado, M., López-Camacho, B., Vera, S., Fernández, I., Valdeolmillos, A., San Andrés, P., Cabrera, E.; Temiño, J. (1995). *Book of Symp. Wastewaters Reclamat. & Réuse*, pp: 26.
- De Bustamante, I., Dorado, M., Vera, S., Oliveros, C., (1998). *Tecnoambiente*, n1 79, pp: 73-76