

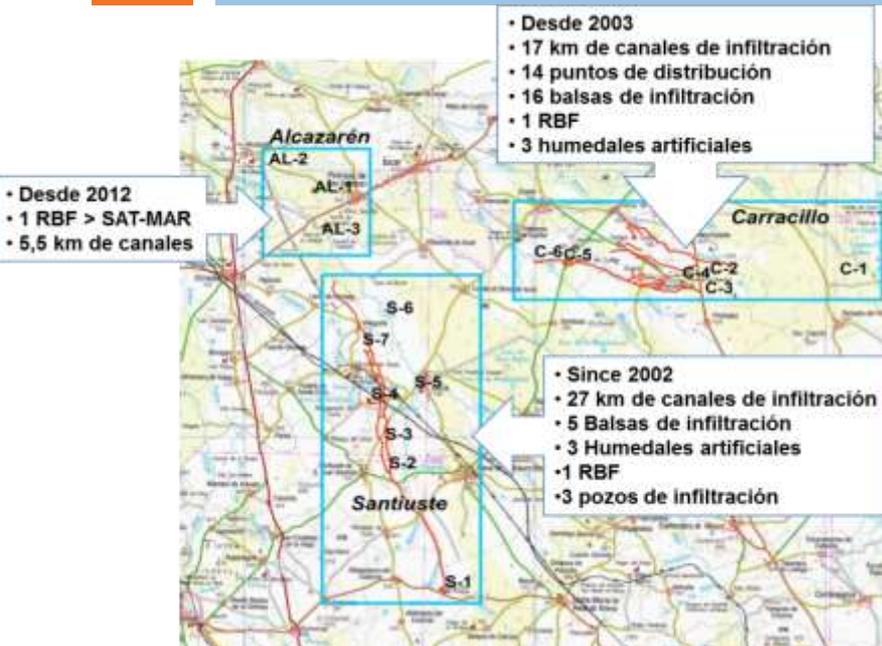
Ensayo MARSOL de recarga gestionada utilizando aguas depuradas combinadas con agua de lluvia en Alcazarén-Pedrajas ¿Cómo lo hacemos?

María Villanueva Lago
Ingeniero Agrónomo

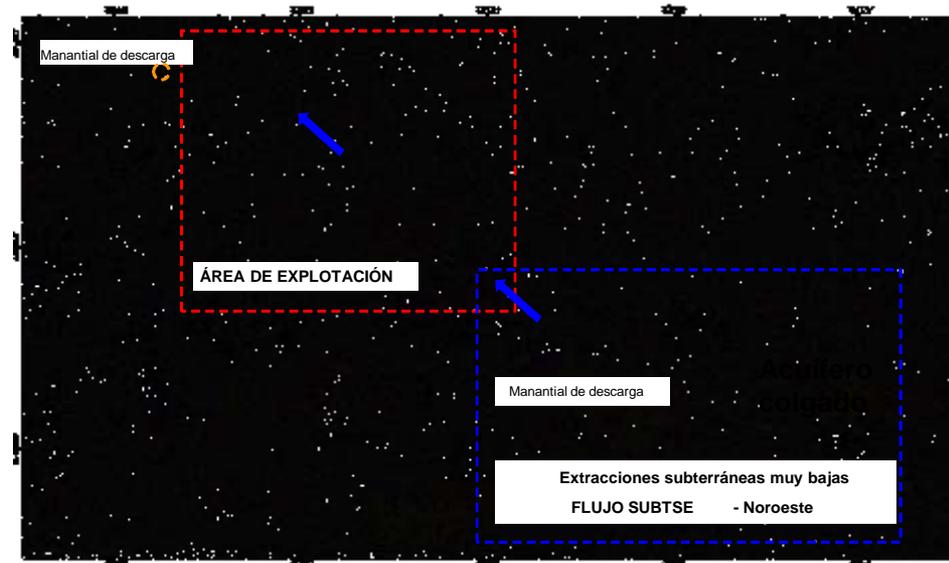
28/03/2017



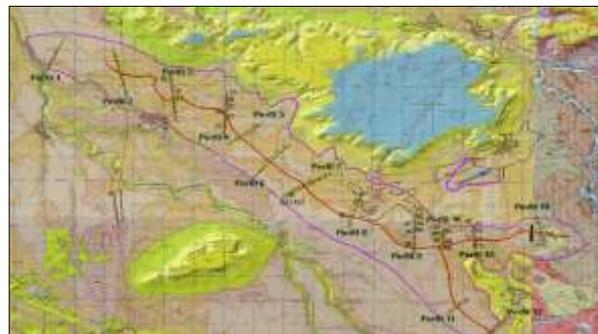
LOS ARENALES – ÁREA DE ALCAZARÉN



Masa de agua de Los Arenales:
 7.754 km², 96 municipios en
 Valladolid, Segovia y Ávila.
 46,000 habitantes.



ÁREA DE ALCAZARÉN



Extensión total del acuífero: 55 km², 23 km de largo y aproximadamente 2,5 km de ancho

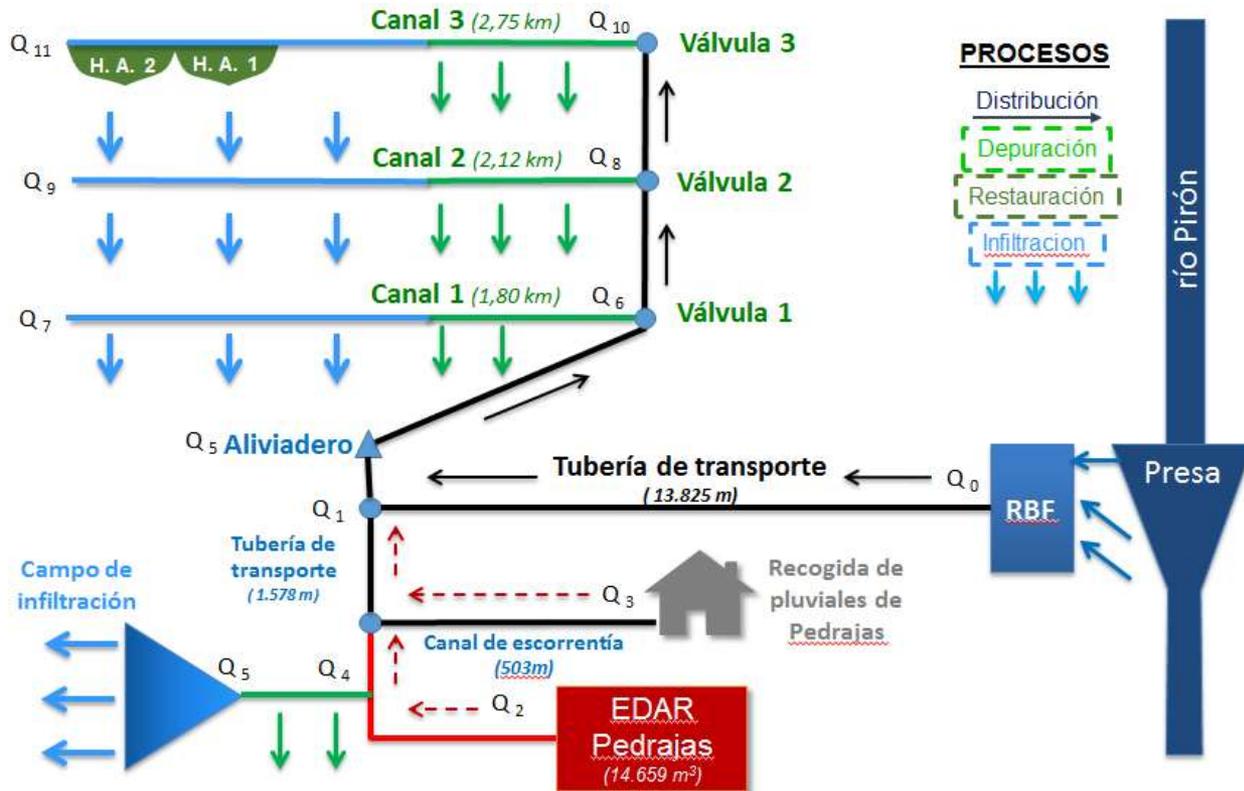
PROBLEMA: Explotación intensiva ha causado la disminución del nivel freático en algunos puntos hasta 15 m en los últimos 30 años

SOLUCIÓN: En 2012 se implementó una nueva experiencia MAR para abordar esta situación y asegurar la sostenibilidad del acuífero y el riego

2

ESQUEMA DEL ÁREA DE ALCAZARÉN

- ✓ 5 años de operatividad
- ✓ 7 km de canales
- ✓ 2 humedales artificiales
- ✓ 1 campo de infiltración
- ✓ 1 EDAR (SAT - MAR)
- ✓ 1 canal de escorrentía



Válvula 2 – toma de muestras



Canal de escorrentía procedente de Pedrajas



Punto de conexión



Humedal artificial nº2



Canal de Infiltración nº2



Aliviadero

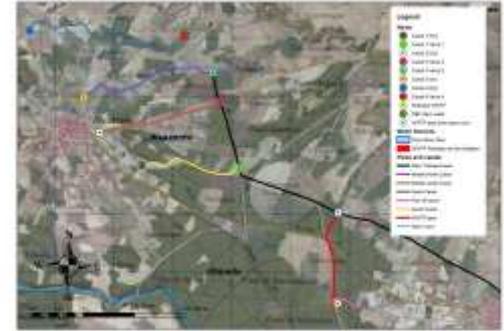


EDAR de Pedrajas

3

DIVERSIFICACIÓN DE LA FUENTE DE AGUA

- ✓ **Novedad** con respecto a experiencias anteriores en Diversificación de fuentes de agua de 3 orígenes diferentes:



AGUA PROCEDENTE
DEL RÍO PIRÓN



AGUA DE LLUVIA
PROCEDENTE DE LOS
TEJADOS DEL MUNICIPIO
DE PEDRAJAS Y
RECOLECTADA EN UN
CANAL DE ESCORRENTÍA



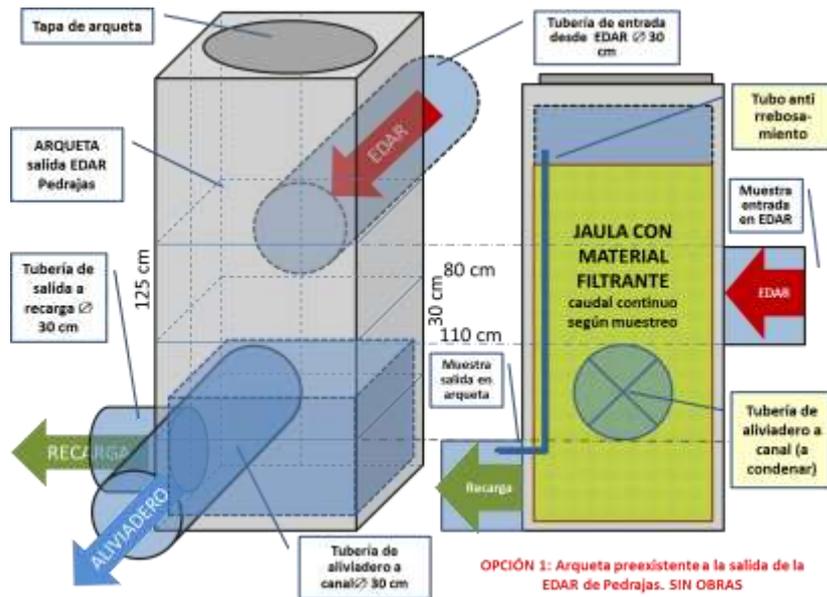
AGUA REGENERADA DE LA
EDAR DE PEDRAJAS
(TRATAMIENTO
SECUNDARIO AVANZADO)



LA DIVERSIFICACIÓN DE LA FUENTE DE AGUA GARANTIZA **LA CONTINUIDAD DEL SISTEMA** MÁS ALLÁ DE LA **DEPENDENCIA DE LOS EXCEDENTES DE INVIERNO Y SU EFECTO EN LAS CONCESIONES** DEL RÍO PARA PODER RECARGAR.

4 Ensayos químicos y medidas de purificación en las conducciones (1)

En el marco del **proyecto MARSOL**, se realizaron una serie de ensayos durante marzo-agosto (2016), donde se forzó a pasar por distintos filtros reactivos inorgánicos y orgánicos, el agua regenerada.

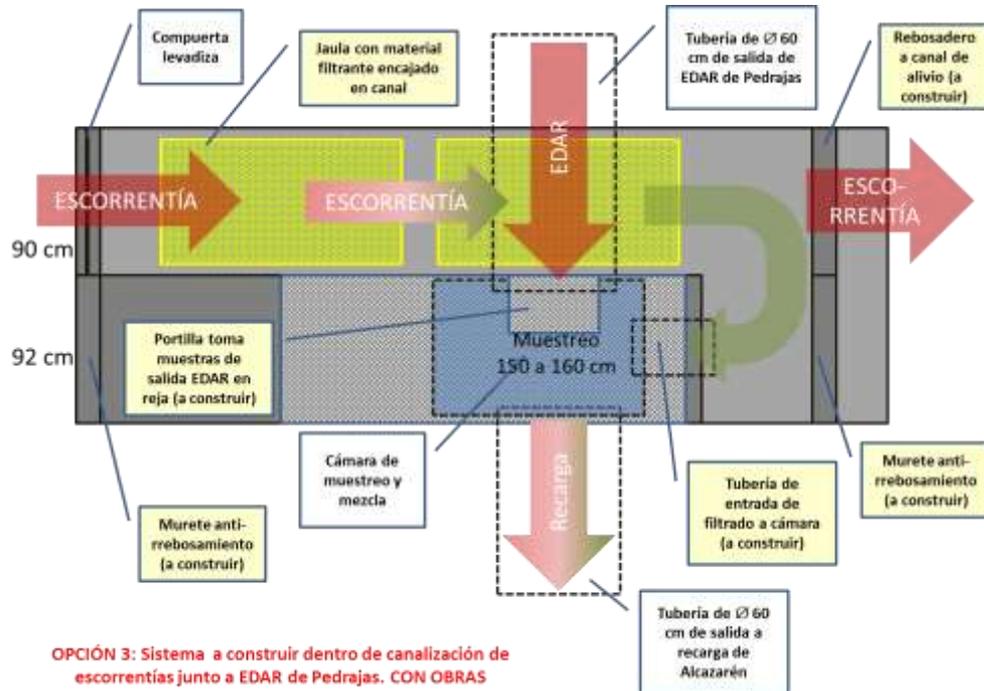


- ✓ **Objetivo:** Mejorar la calidad del agua de recarga y monitorear la evolución de las diferentes mezclas de agua.
- ✓ **Primera etapa:** FEB 2016, se realizaron **modificaciones** en el filtro-caja anterior a la salida de la EDAR.
- ✓ Se insertó un **filtro de grava** en el interior de la caja para mejorar el proceso de filtración.

Debido a la **fricción** y los problemas ocasionados se construyó una **nueva construcción** a 100 m de la tubería de salida (punto de convergencia del canal de escorrentía y la EDAR) (segunda etapa).



4 Ensayos químicos y medidas de purificación en las conducciones (2)



✓ Segunda etapa: **ESQUEMA FINAL**

CALENDARIO DE FILTROS

Nº campaña	fecha	Tipo de filtro
1	15-mar-2016	12-20 Ø grava silíceo
2	20-abr-2016	20-40 Ø grava calcárea
3	09-jun-2016	6-12 Ø grava silíceo+ DBP 50 Cl ₂
4	29-jun-2016	Corteza de pino+ geotextiles
5	14-jul-2016	Corteza de pino+ geotextiles + DBP 50 H ₂ O ₂
6	27-jul-2016	Raquis de pino+ geotextiles + DBP 100 Cl ₂

17 parámetros analizados en el laboratorio:

- Temperatura in situ
- O₂ (OTD)
- Conductividad
- DBO₅
- DQO
- STD
- ph
- SS
- Turbidez (NTU)
- COT
- Fases N (total, Kjeldahl, nitratos, nitritos, amonio)
- Nematodos
- *E. coli*.

4 Ensayos químicos y medidas de purificación en las conducciones (3)

❑ 15 de mayo (**Campaña 1**)

El 10 de marzo se colocó el primer filtro en la ubicación final, compuesto por **grava silíceo** de **12-20 mm Ø**. Las muestras para el análisis químico se recogieron el 15 de marzo.



✓ 20 de abril (**Campaña 2**)

El 7 de abril el filtro fue reemplazado por **grava calcárea** de **20-40 mm Ø**, y se realizó una nueva campaña de muestreo el 20 de abril.

✓ 9 de junio (**Campaña 3**)

El 27 de mayo, después de un episodio de intensas lluvias, se colocó un nuevo filtro compuesto por **grava silíceo** de **6-12 mm Ø**, mezclada con arena dentro de sacos de geotextil. El **primer tratamiento de desinfección (DBP)** se realizó con **50 l de hipoclorito** durante 36 h el 8 de junio.



4 Ensayos químicos y medidas de purificación en las conducciones (4)

☐ 29 de junio (Campaña 4)

El filtro de arena fue sustituido por un **compuesto orgánico reactivo** (150 kg de corteza de pino, material barato y abundante en el área) en el interior de sacos de material geotextil y comprimidos por sacos de grava.



☐ 14 de julio (Campaña 5)

El 13 de julio, manteniendo el filtro orgánico, se produjo el **segundo tratamiento DBP**, utilizando **60 l de peróxido de hidrógeno al 60%** (71,46 kg) durante 36 h.

☐ 27 de julio (Campaña 6)

El 22 de julio el filtro reactivo fue reemplazado por **raquis de pino**, en el interior de sacos de geotextil a presión. Se produjo un tercer DBP, desinfectando el agua con **100 l de hipoclorito** durante 36 h.



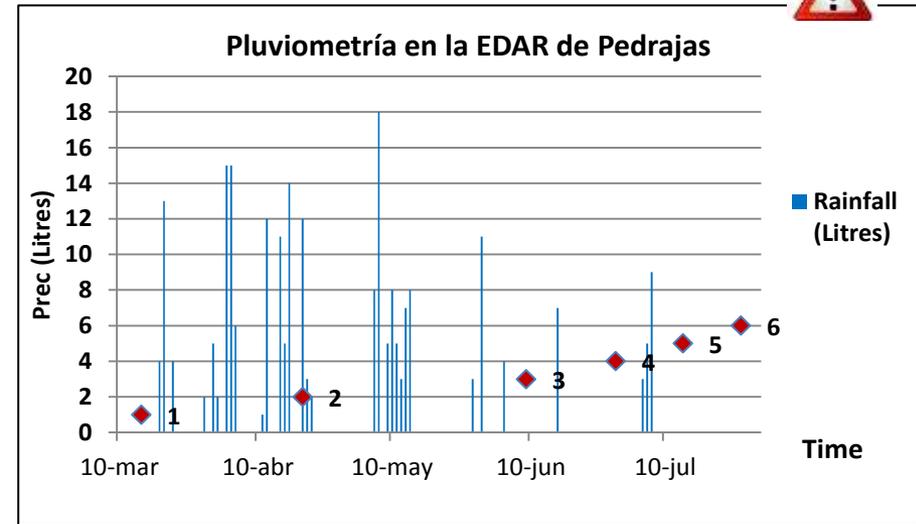
5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN (1)

Debido al **escaso tiempo de reacción** (factor limitante del estudio) del agua con los filtros de grava calcárea o silíceo, no se han observado importantes diferencias en la composición química del agua, pero sí patrones e indicios que nos permiten afirmar el efecto positivo de los filtros.



CUIDADO CON LA LLUVIA Y LA TOMA DE MUESTRAS!



No se observó ninguna dosis de **cloruro residual** en la toma de las muestras. Este hecho es atribuible a la presencia de gran cantidad de materia orgánica en algunos tramos dentro de la tubería.

El **uso de geotextiles** ha tenido una influencia poco apreciable en la calidad del agua regenerada, ya que su principal función ha sido la retención, aunque ha retenido cierta cantidad de sólidos en suspensión (SS) .

5

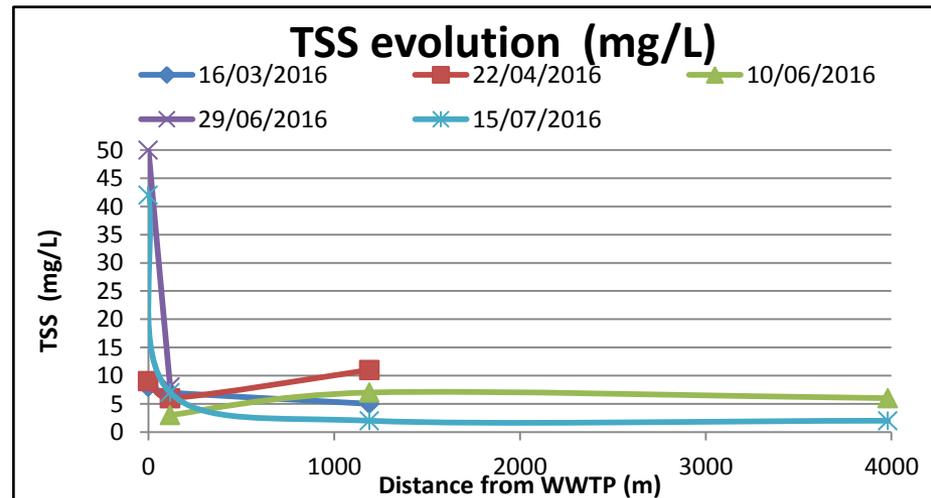
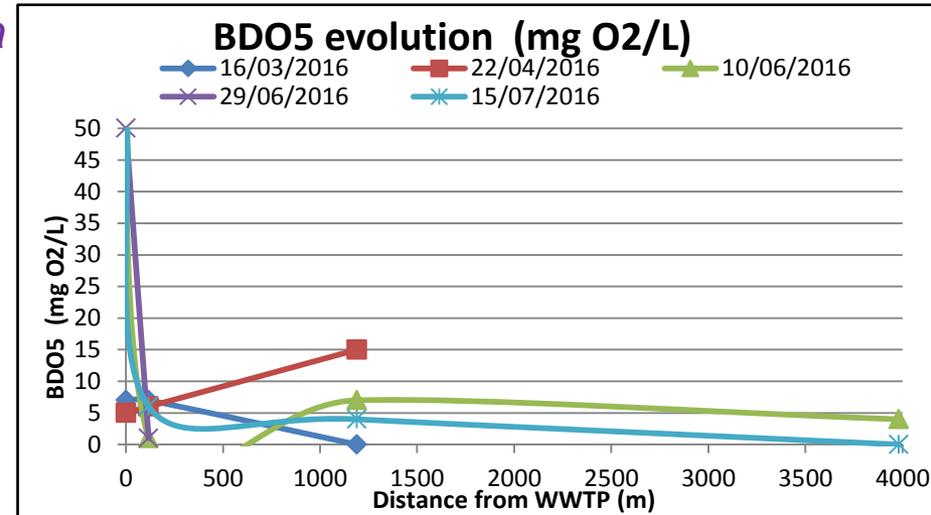
RESULTADOS Y DISCUSIÓN (2)

Evolución de la calidad del agua regenerada

DBO₅: El efecto de los filtros es **claramente positivo**. Hay un descenso general a lo largo de la tubería (a excepción del filtro de grava calcárea donde aumenta considerablemente). Se puede observar la influencia de los materiales reactivos y los tratamientos DBP.

DQO: tiene un comportamiento paralelo.

TSS y TSD: para el total de sólidos suspendidos y la evolución de los sólidos disueltos se observa la disminución a lo largo de la tubería, excepto en la segunda campaña, utilizando la grava calcárea como filtro, donde aumenta.

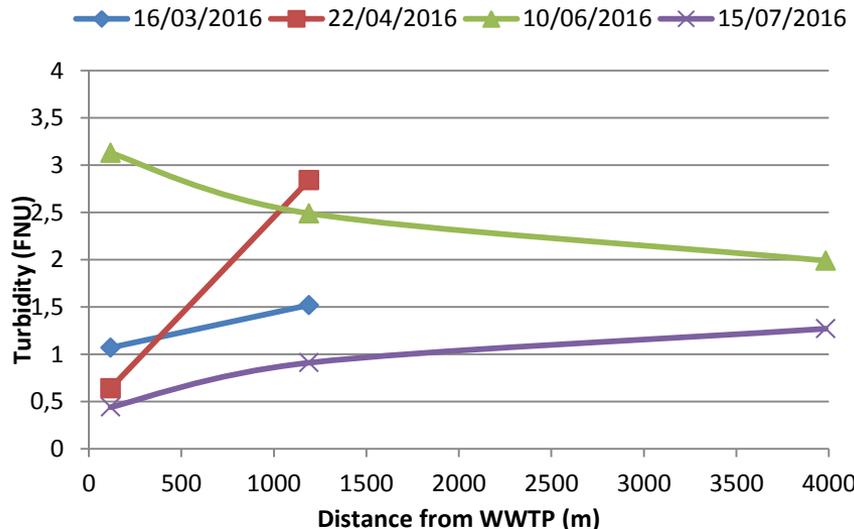


5

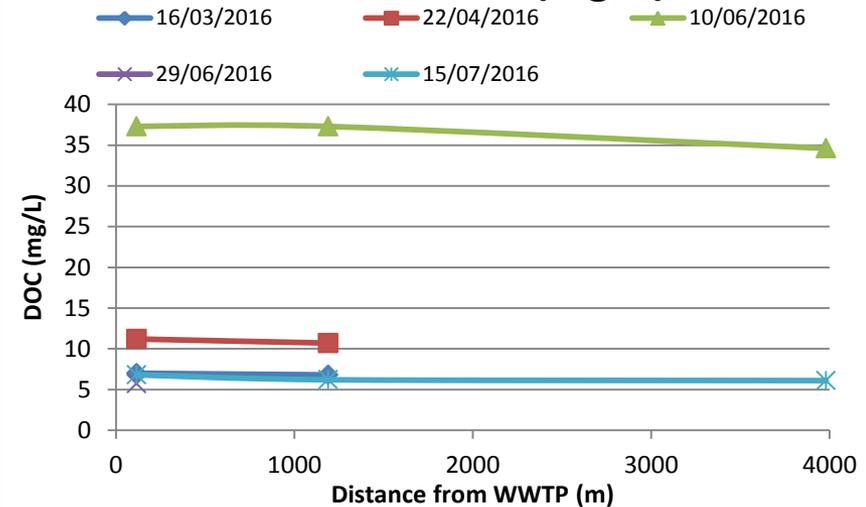
RESULTADOS Y DISCUSIÓN (3)

COD: Este parámetro presenta una **tendencia general a disminuir**. El mayor descenso se observa en el filtro de menor diámetro y por tanto de mayor selectividad. La adición de cloruro también influye de manera positiva en su descenso.

Turbidity evolution (FNU)



DOC evolution (mg/L)



Turbidez (NTU): En contra de lo que se pueda pensar, la evolución de la turbidez experimenta un **ascenso**, excepto en la 3ª campaña, donde el uso del filtro constituido por arena y gravilla provoca el efecto esperado. Incluso la adición de peróxido de hidrógeno no consigue disminuir la turbidez (puede deberse a un alto componente inorgánico).

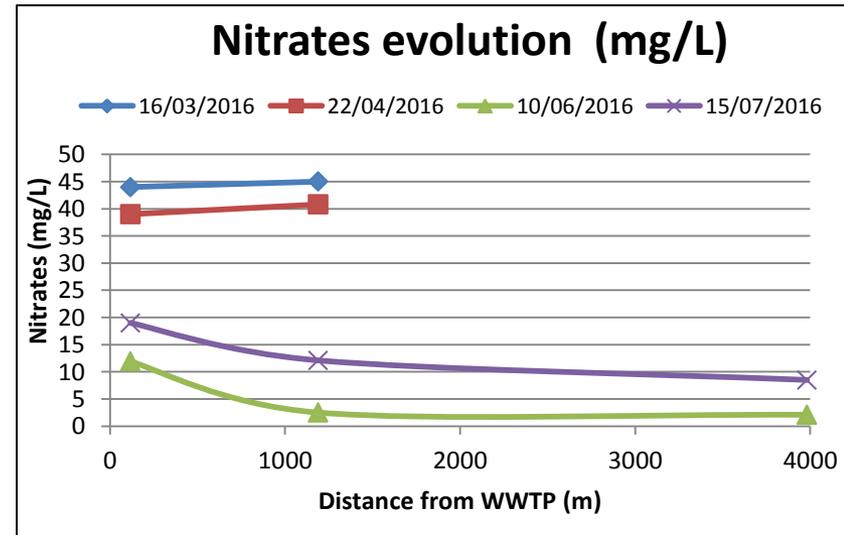
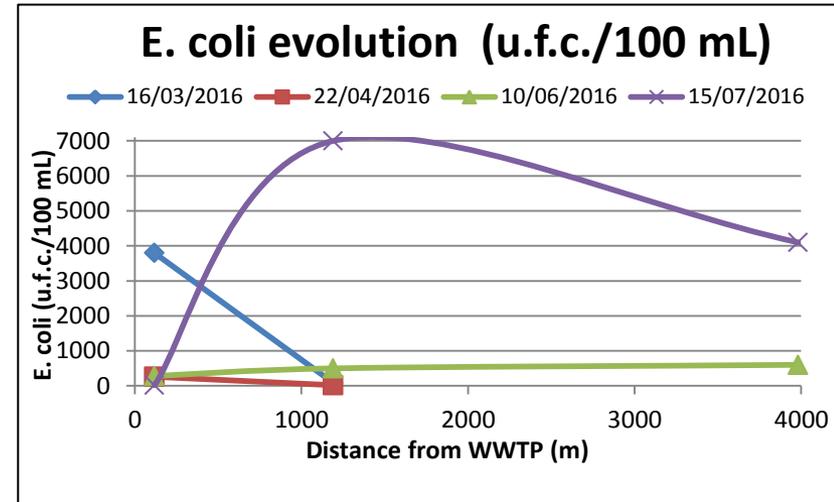
5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN (4)

E. coli: Se observa un claro descenso durante la primavera. Una vez que comienza el verano, este tipo de bacterias resurgen con cierta intensidad a lo largo del circuito. Fueron eliminados *in itinere* por la acción desinfectante del cloruro.



Nitrógeno: La evolución de la mayoría de las fases del nitrógeno no parecen seguir ningún patrón, a excepción de los nitratos, que tienden a la baja, especialmente en los ensayos donde se aplicaron desinfectantes y se emplearon filtros reactivos.



6

CONCLUSIONES

- Todos los filtros tuvieron cierto efecto sobre la calidad del agua, resultando más positivo aquellos medios filtrantes con menor tamaño de poro.
- El tratamiento con desinfectantes tiene un efecto potente, reduciendo la acumulación progresiva de COT y su impacto perjudicial en el acuífero, ya que éste es un parámetro clave en el proceso de recarga (obstrucción de poros).
- La incorporación de una capa reactiva antes de la recarga con aguas regeneradas tiene un efecto positivo en la reducción de los posibles contaminantes, mejorando la degradación biológica.
- Después de varias semanas de funcionamiento el material de la capa reactiva seguía activo. Por lo que son tecnologías útiles para su aplicación a largo plazo.
- El tratamiento *in itinere* mejora la calidad del agua al mismo tiempo que puede recargar el acuífero. Un ejemplo de ello son los esquemas-tripletas o los filtros de grava en el interior de la tubería de transporte.
- Estos procesos físicos y bioquímicos asociados a los esquemas-MAR representan una forma natural, pasiva y económica de reducir la presencia de ciertos contaminantes.



MUCHAS
GRACIAS

Contacto

María Villanueva Lago
Subdirección de Políticas Agrarias
E-mail: mvillan2@tragsa.es