

Congreso Nacional del Medio Ambiente  
Madrid del 26 al 29 de noviembre de 2018

# REUTILIZACIÓN DE AGUAS REGENERADAS MEDIANTE RECARGA ARTIFICIAL EN LA AGROINDUSTRIA. EJEMPLO DE ALCAZARÉN-PEDRAJAS

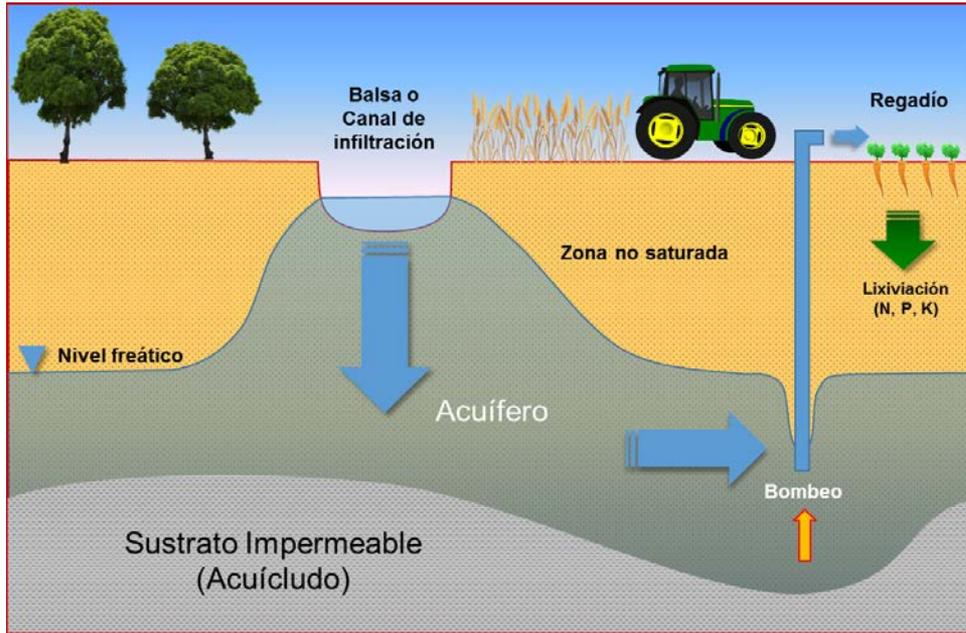
Enrique Fernández Escalante (PTEA-Tragsa)  
Jon San Sebastián Sauto (Tragsatec)  
María Villanueva Lago (Tragsatec)

Bloque temático ST 12. AGUA Y ECONOMÍA CIRCULAR  
#conama2018





MAR Y CAMBIO CLIMÁTICO

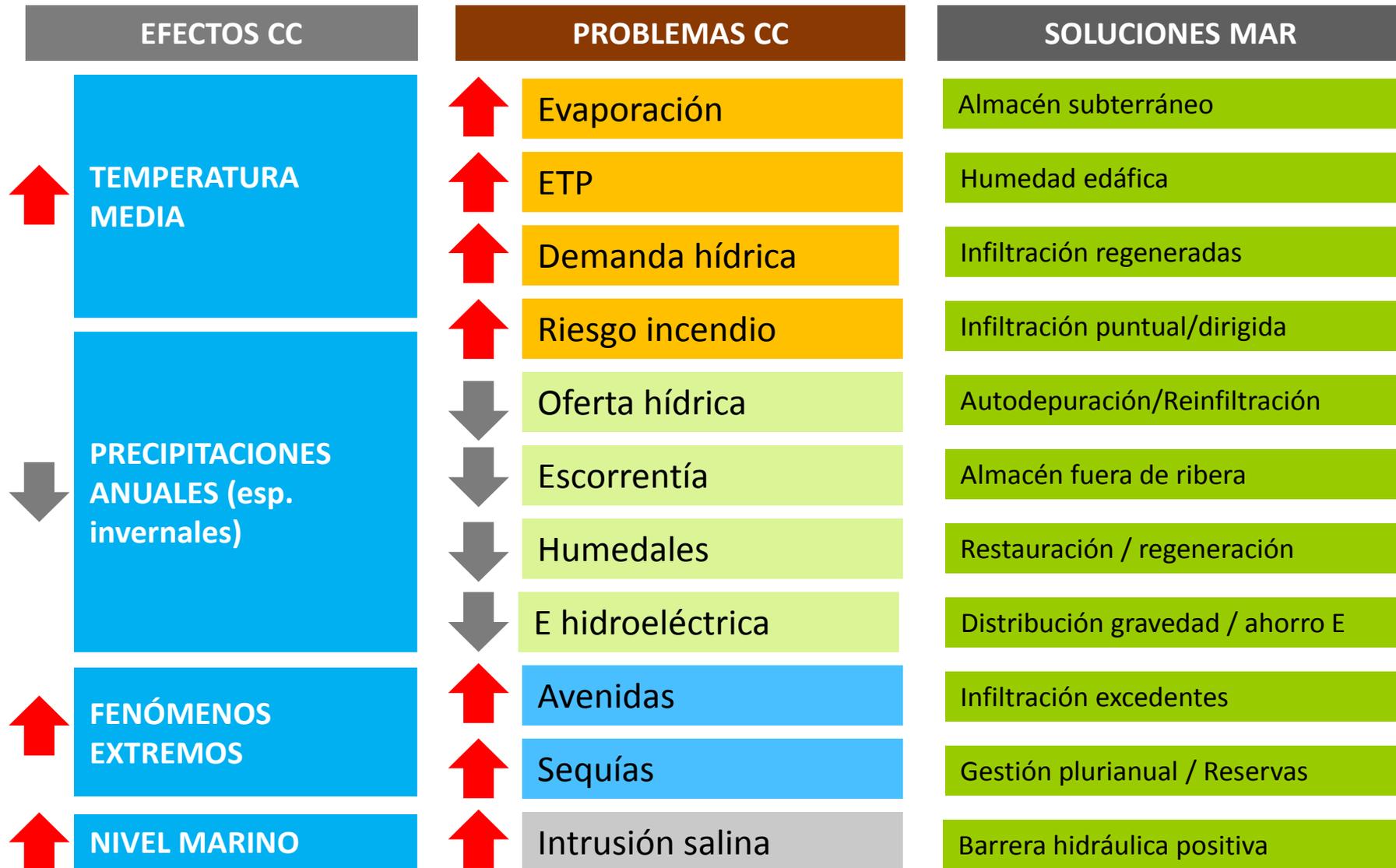


MAR Y ECONOMÍA CIRCULAR





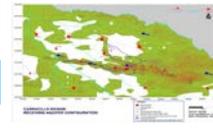
**MAR COMO TÉCNICA DE PRIMERA LÍNEA ANTE LOS EFECTOS ADVERSOS DEL C. CLIMÁTICO**





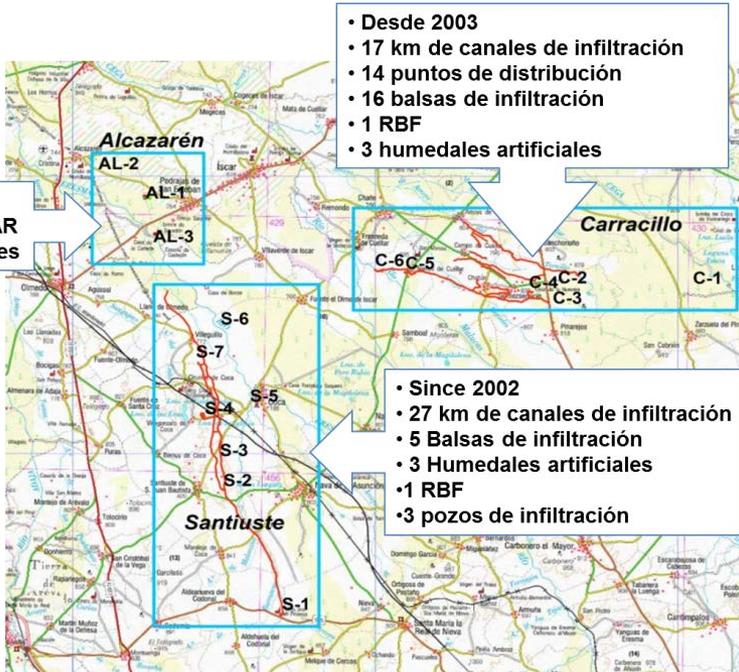
## MAR Vs CMBIO CLIMÁTICO: EJEMPLOS E INDICADORES

PROBLEMAS CC	SOLUCIONES MAR	EJEMPLOS	INDICADORES
 Evaporación ↑ ETP ↑ Demanda hídrica ↑	Almacén subterráneo	<i>Abu Dabi (EAU)</i>	26 hm <sup>3</sup> a 34.6 °C de t <sup>a</sup> max.
	Reducción temperatura	<i>P. de Mallorca (I. Baleares)</i>	De 24 a 56°C (42,86%)
	Humedad edáfica	<i>Kitui (Kenia)</i>	500 sand dams (1 Dm <sup>3</sup> )
Infiltración regeneradas Infiltración puntual Infiltración dirigida		<i>Alcazarén-Pedrajas (CyL)</i>	<b>+0,6 hm<sup>3</sup>/año</b>
		<i>Canal Isabel II (Madrid)</i>	+5 hm <sup>3</sup> /año
		<i>Canal del Guadiana (CLM)</i>	+48 hm <sup>3</sup> /año
 Oferta hídrica ↓ Escorrentía ↓ Humedales ↓ E hidroeléctrica ↓	Autodepuración/Reinfiltración	<i>Phoenix (EEUU)</i>	+18% en 283 ha (150 spp)
	Almacén fuera de ribera	<i>Ica (Perú)</i>	0,6-16 hm <sup>3</sup> (-15% salida mar)
	Restauración	<i>Kumamoto (Japón)</i>	12 hm <sup>3</sup>
	Distribución por gravedad	<i>El Carracillo (CyL)</i>	40,7 km en canales y tuberías
 Avenidas ↑ Sequías ↑ Intrusión salina ↑	Ahorro energético/emisiones	<i>El Carracillo (CyL)</i>	-36% coste (-10.780 kg CO <sub>2</sub> )
	Infiltración excedentes	<i>Arnachos (Valencia)</i>	0,05 hm <sup>3</sup> en 14 horas
	Gestión forestal de cuencas	<i>Neila (CyL)</i>	15-40% escorrentía derivada e inf.
	Gestión plurianual	<i>Santiuste (CyL)</i>	3 años reserva sin lluvia
	Barrera pozos costeros	<i>Llobregat (Cataluña)</i>	30 años para recuperar Estado 0

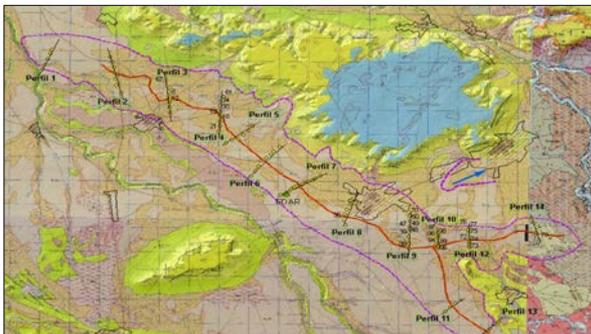
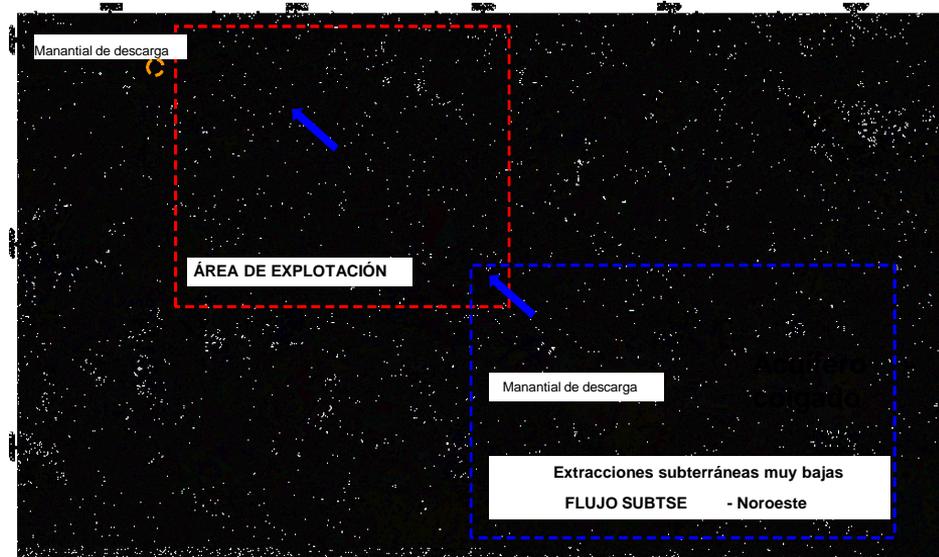




## LOS ARENALES. ALCAZARÉN-PEDRAJAS SAT-MAR



Masa de agua Los Arenales: 7.754 km<sup>2</sup>, 96 municipios en Valladolid, Segovia y Ávila. 46,000 habitantes.



Extensión del acuífero: 23 x 2,5 km<sup>2</sup>

**PROBLEMA:** Explotación intensiva.

Disminución del nivel freático hasta 15 m en 30 años

**SOLUCIÓN:** 2012: nueva experiencia MAR para asegurar la sostenibilidad del acuífero, RIEGO Y AGROINDUSTRIA

# CONAMA 2018



- ✓ 6 años de operatividad
- ✓ 7 km de canales
- ✓ 2 estanques regenerados
- ✓ 1 balsa de infiltración
- ✓ 1 EDAR (SAT - MAR)
- ✓ 1 RBF



Humedal artificial n°2



Válvula 2 - toma de muestras



Aliviadero



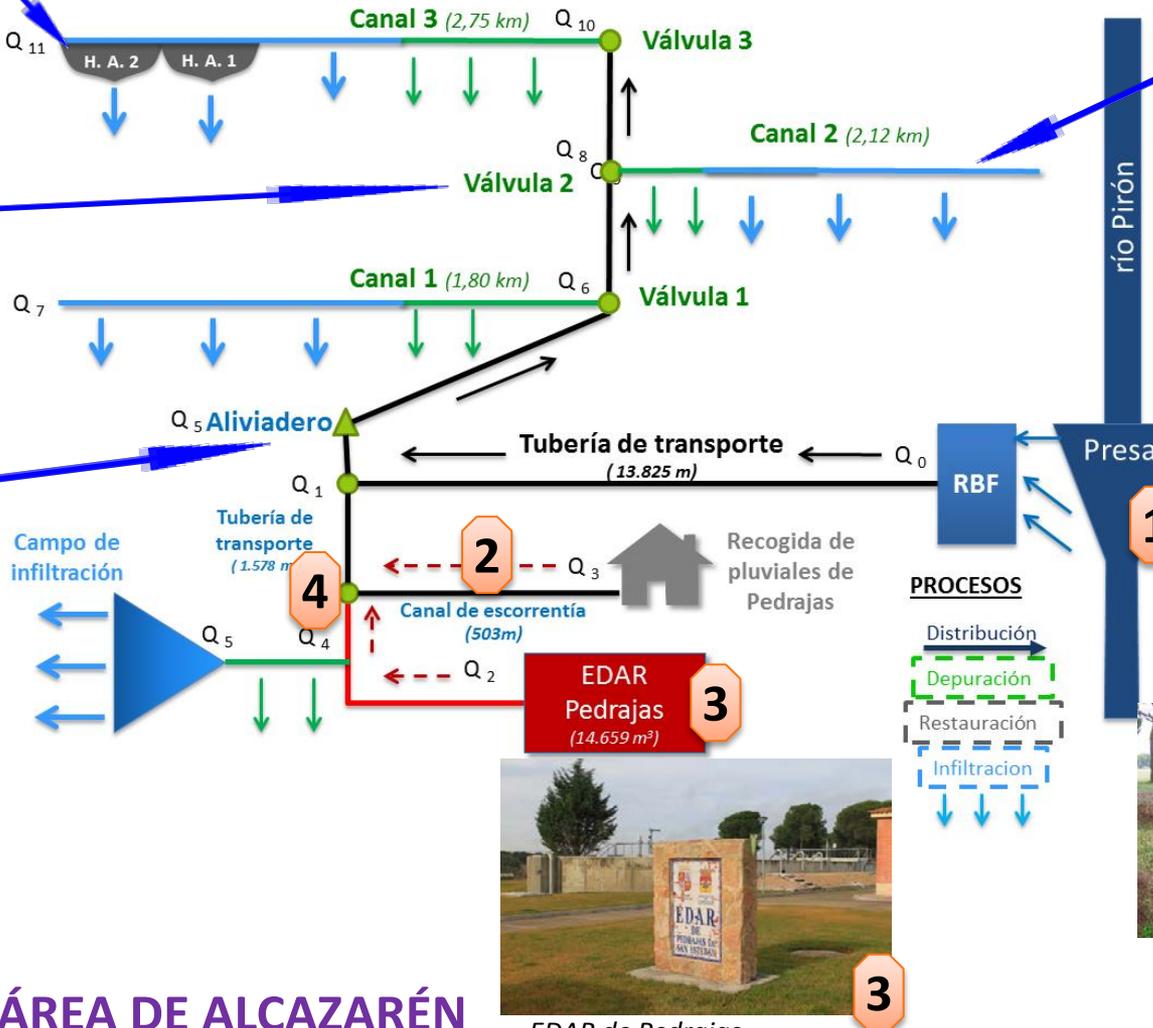
Punto de conexión



Canal de Infiltración n°2



Presas río Pirón



EDAR de Pedrajas



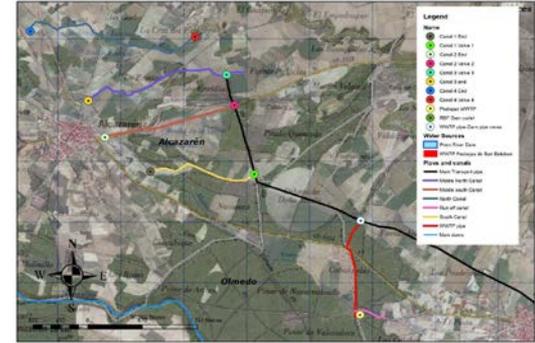
Canal de escorrentía procedente de Pedrajas

## ESQUEMA DEL ÁREA DE ALCAZARÉN



## DIVERSIFICACIÓN DE LA FUENTE DE AGUA

- ✓ **Novedad** con respecto a experiencias anteriores:  
**Toma de 3 fuentes diferentes**



AGUA PROCEDENTE DEL RÍO PIRÓN



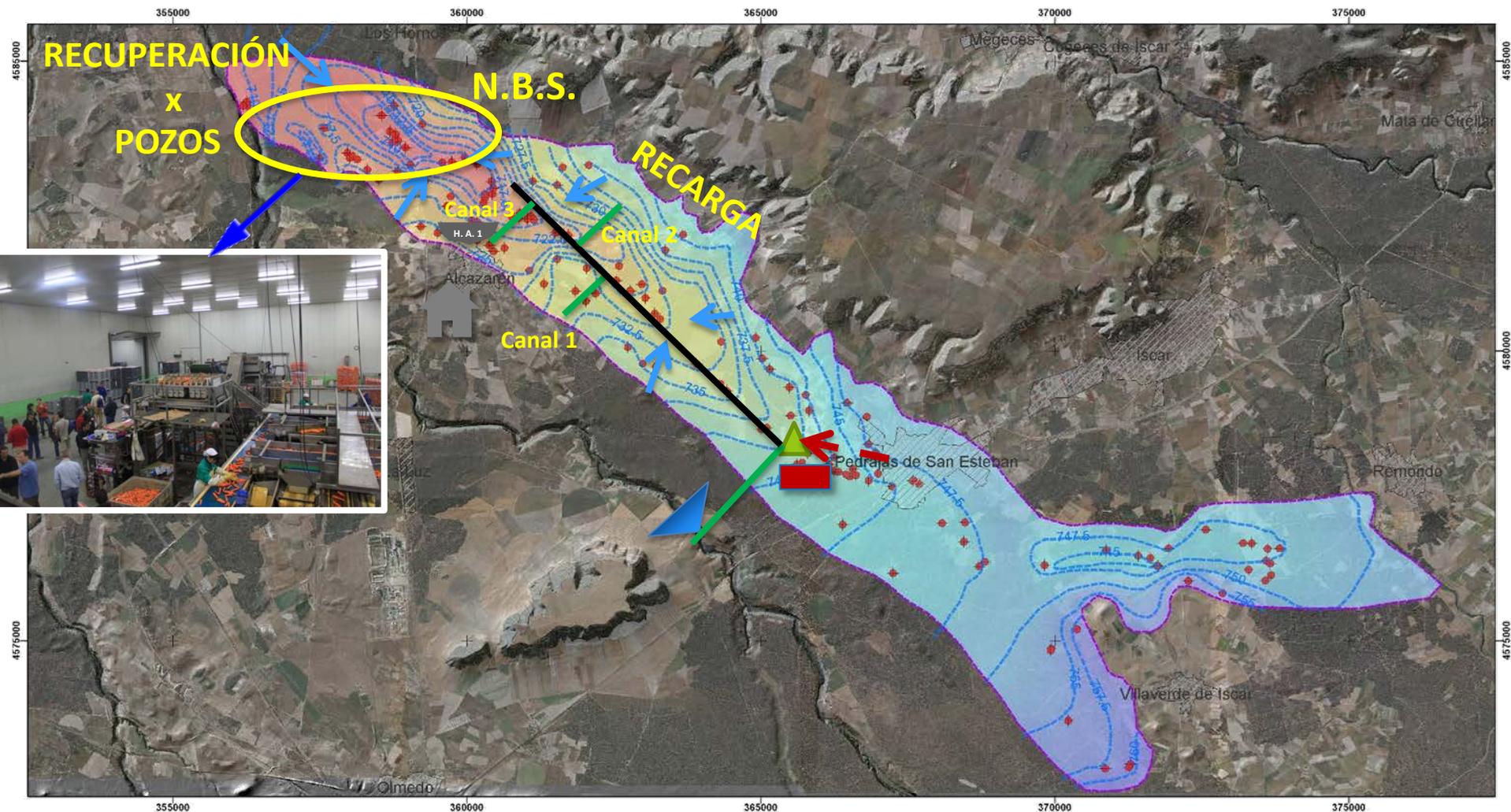
AGUA DE LLUVIA PROCEDENTE DE LOS TEJADOS DEL MUNICIPIO DE PEDRAJAS > CANAL DE ESCORRENTÍA



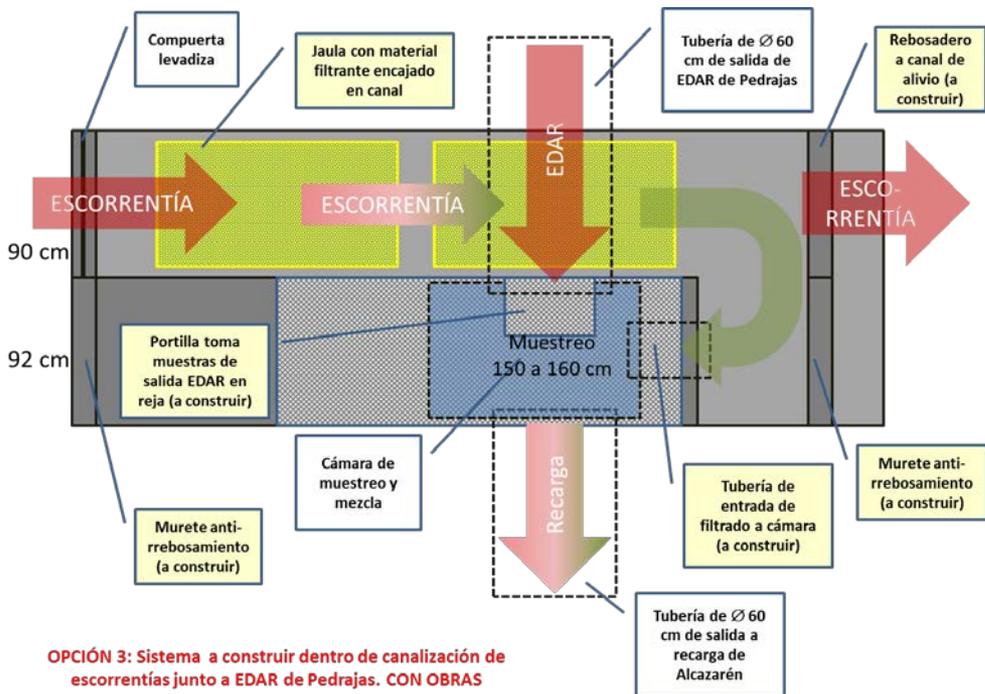
AGUA REGENERADA DE LA EDAR DE PEDRAJAS (TRATAMIENTO SECUNDARIO AVANZADO)



- Continuidad del sistema más allá de la dependencia de los excedentes de invierno y concesiones para poder recargar
- Mezclas de aguas: *“Dilution as a solution to pollution”*



# ALCAZARÉN-PEDRAJAS. ESQUEMA HIDROGEOLÓGICO



## 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 <sub>2</sub>
4	29-jun-2016	Corteza de pino+ geotextiles
5	14-jul-2016	Corteza de pino+ geotextiles + DBP 50   H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>
6	27-jul-2016	Corteza de pino+ geotextiles + DBP 100   Cl <sub>2</sub>

## 17 parámetros analizados en el laboratorio:

- Temperatura in situ
- O<sub>2</sub> (OTD)
- Conductividad
- DBO<sub>5</sub>
- DQO
- STD
- ph
- SS
- Turbidez (NTU)
- COD
- Fases N (total, Kjeldahl, nitratos, nitritos, amonio)
- Nematodos
- *E. coli*.
- ...

## Filtros interactivos:



**ENSAYOS QUÍMICOS Y MEDIDAS DE PURIFICACIÓN EN LAS CONDUCCIONES**

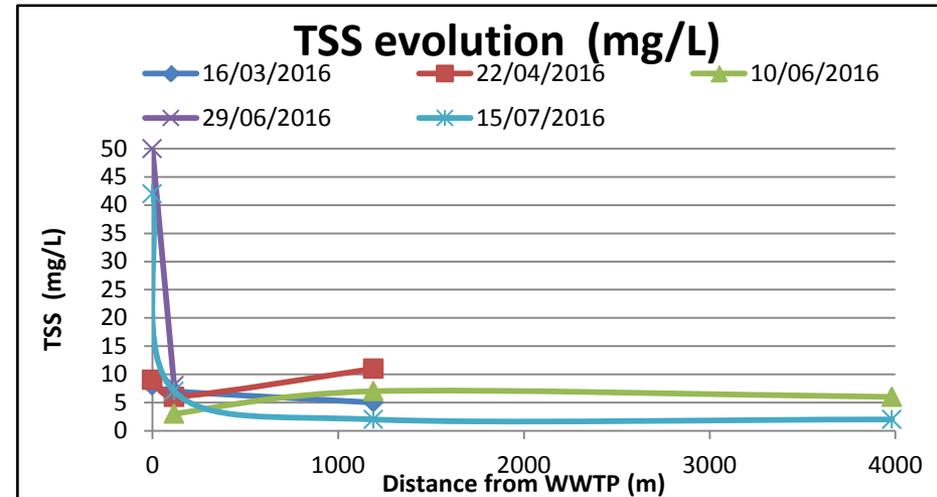
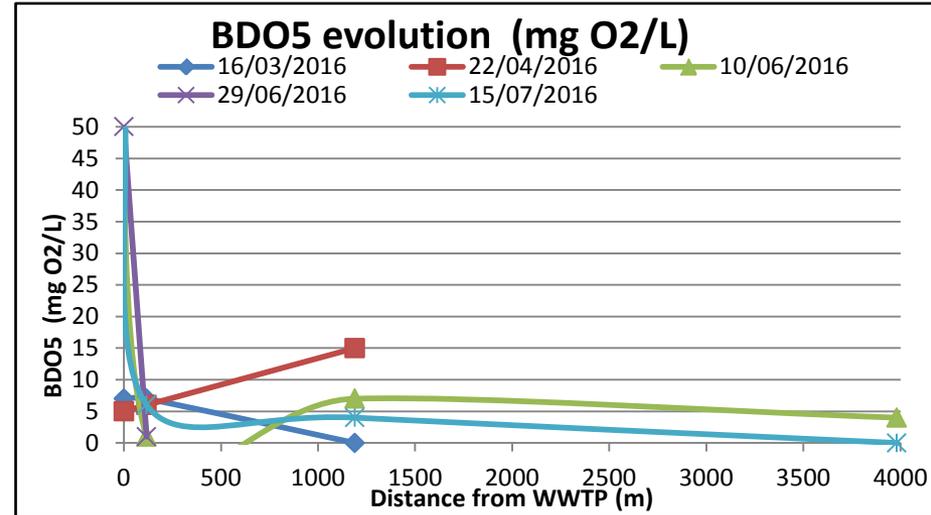


## EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA REGENERADA

**DBO<sub>5</sub>:** 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). Las diferentes campañas DBP resultan efectivas con una disminución progresiva de este parámetro.

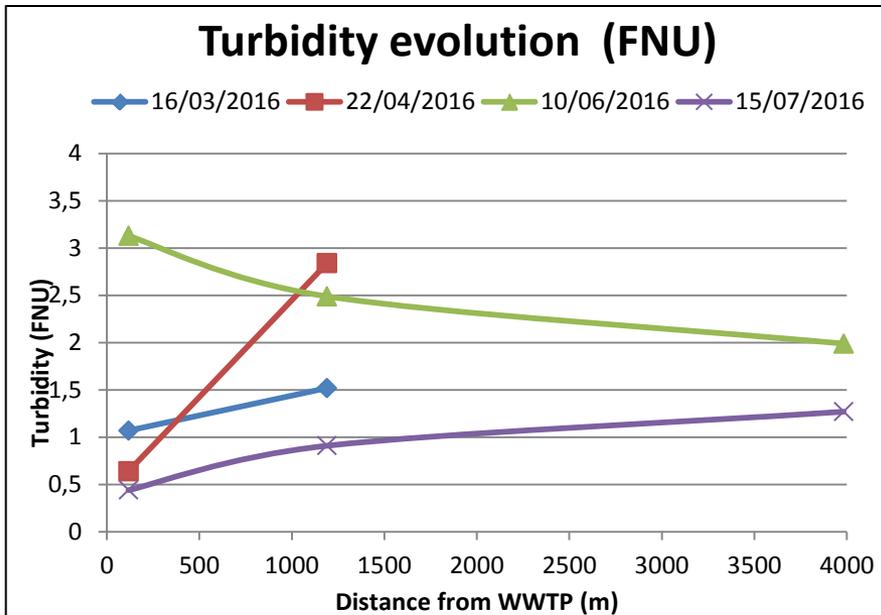
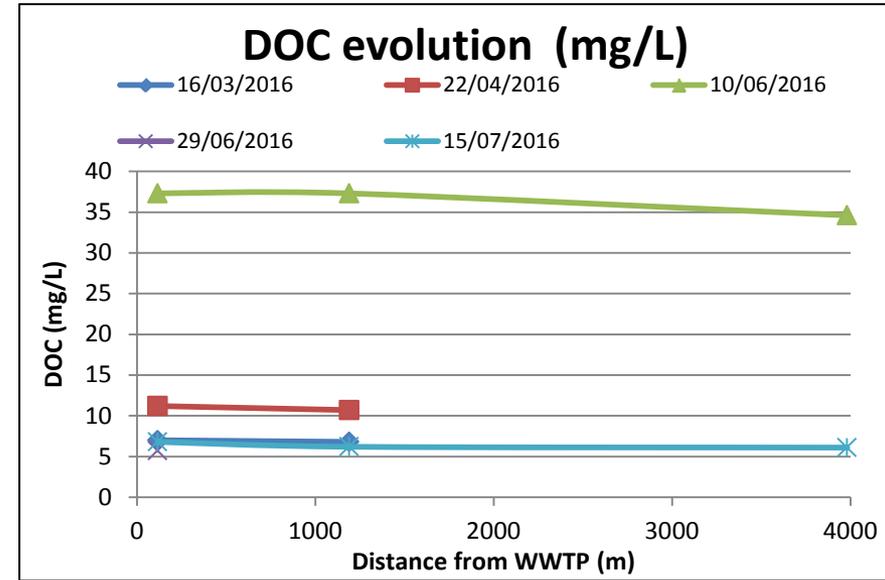
**DQO:** tiene un comportamiento paralelo.

**TSS y TSD:** para el total de sólidos suspendidos y la evolución de los sólidos disueltos se observa una **tendencia general a disminuir**, excepto en la segunda campaña, utilizando la grava calcárea como filtro, donde aumenta.





**COD:** Este es el único parámetro con 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. Y éste es más pronunciado con la adición de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.



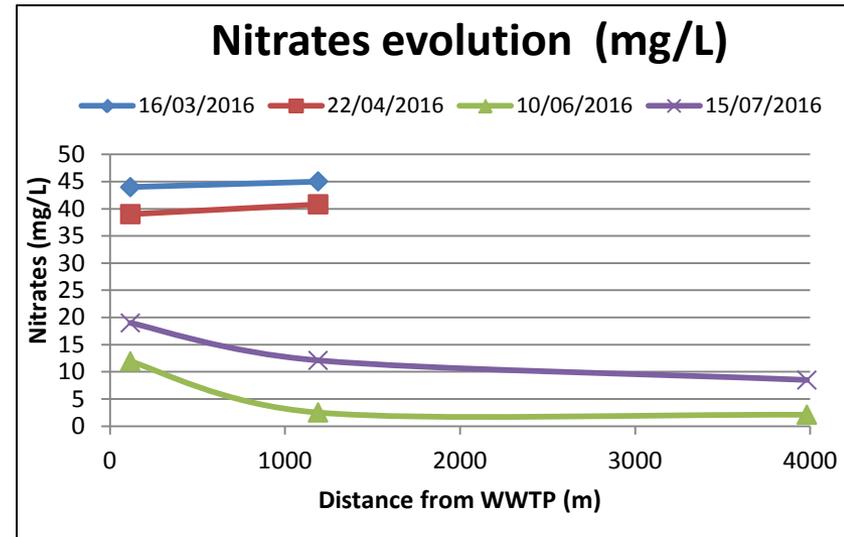
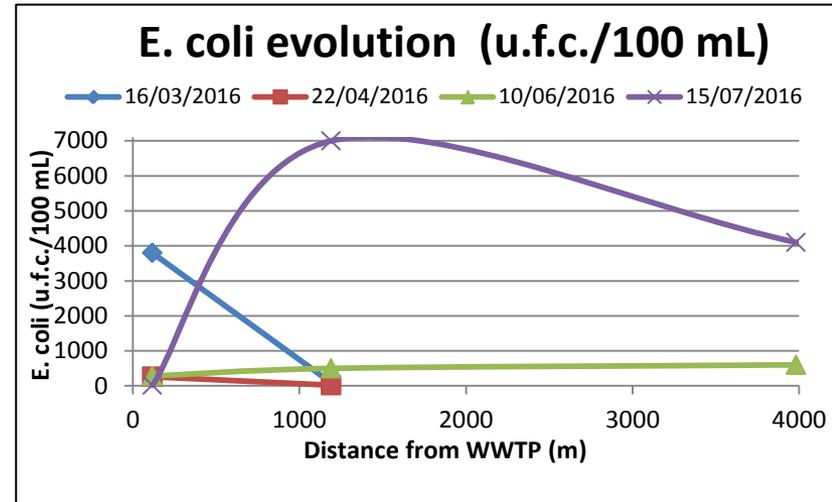
**Turbidez (NTU):** En contra de lo que se pueda pensar, la evolución de la turbidez experimenta un **ascenso**, excepto en la 3ª campaña, donde el uso del filtro constituido por arena y gravilla provoca el efecto esperado. Incluso la adición de peróxido de hidrógeno no consigue disminuir la turbidez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



**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.





- **MARSOL conecta soluciones técnicas y prácticas de recarga artificial con el combate al cambio climático y la economía circular**
- Se han realizado mezclas desde distintas fuentes de toma, ensayos de **post-tratamiento y *Nature Based Solutions*** utilizando el **acuífero como elemento “post-depurador”**
- **Filtro interactivo** antes de la recarga con aguas regeneradas tiene un efecto positivo en la **reducción de contaminantes**.
- **Tecnologías válidas para su aplicación a largo plazo.**
- Tratamiento con **desinfectantes reduce la acumulación de COT (parámetro clave en el proceso de recarga)**
- Estas actuaciones físicas y bioquímicas en los esquemas MAR representan una **forma natural, pasiva y económica de reducir la presencia de ciertos contaminantes** y de **reutilizar las aguas con seguridad (economía circular)**.





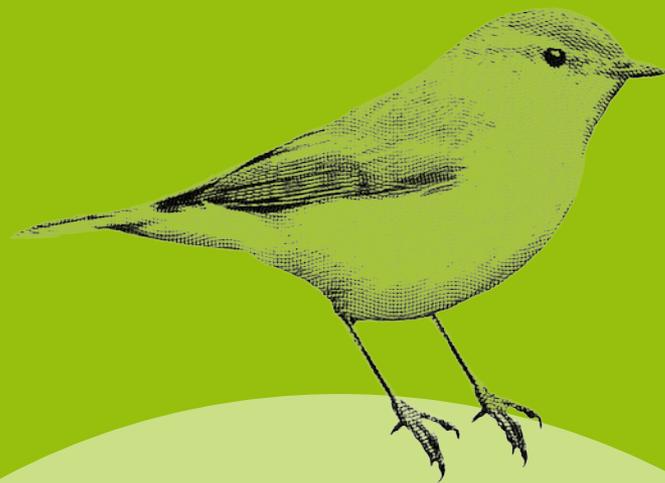


# ISMAR 10

INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON  
MANAGED AQUIFER RECHARGE

Madrid, May 2019





# ¡Gracias!

#conama2018