

# Caracterización de aguas y fangos: primeros resultados de contaminantes de preocupación emergente en varias EDARs en Navarra

**Itsaso Ilzarbe<sup>1</sup>, Natalia Etxeberria<sup>1</sup>, Natividad Miguel<sup>2</sup>, Andrea López<sup>1</sup>, Rosa Mosteo<sup>2</sup>, Jairo Gómez<sup>1</sup>**

**1 - Navarra de Infraestructuras Locales S.A. (NILSA) E-mail: [iilzarbe@nilsa.com](mailto:iilzarbe@nilsa.com)**

**2 - Universidad de Zaragoza (UNIZAR)**



**Universidad  
Zaragoza**

1542



# Introducción

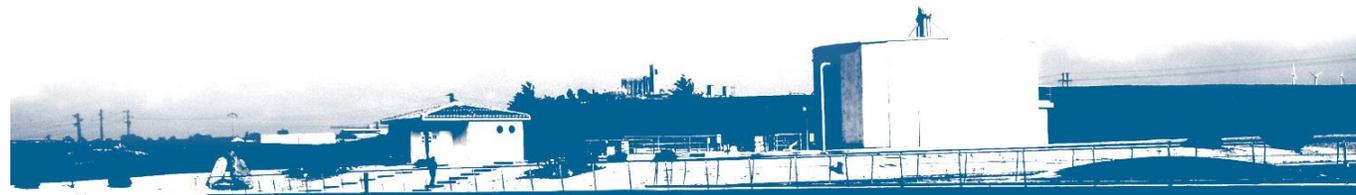
---

## Navarra de Infraestructuras Locales, S.A. (NILSA) es:

- Una sociedad pública del Gobierno de Navarra.
- Cuya misión es la depuración de las aguas residuales, la colaboración en abastecimiento y en la gestión de los residuos urbanos.

## NILSA nació en 1989 como:

- Instrumento para llevar a cabo la Ley Foral de Saneamiento de Aguas Residuales (1988) y el plan de Saneamiento de los Ríos en Navarra.
- Plan que ha sido sustituido y ampliado por el Plan Director del Ciclo Integral de Agua de Uso Urbano 2019-2030.





## EDARs de Nilsa

Diseñadas para eliminar materia orgánica y nutrientes

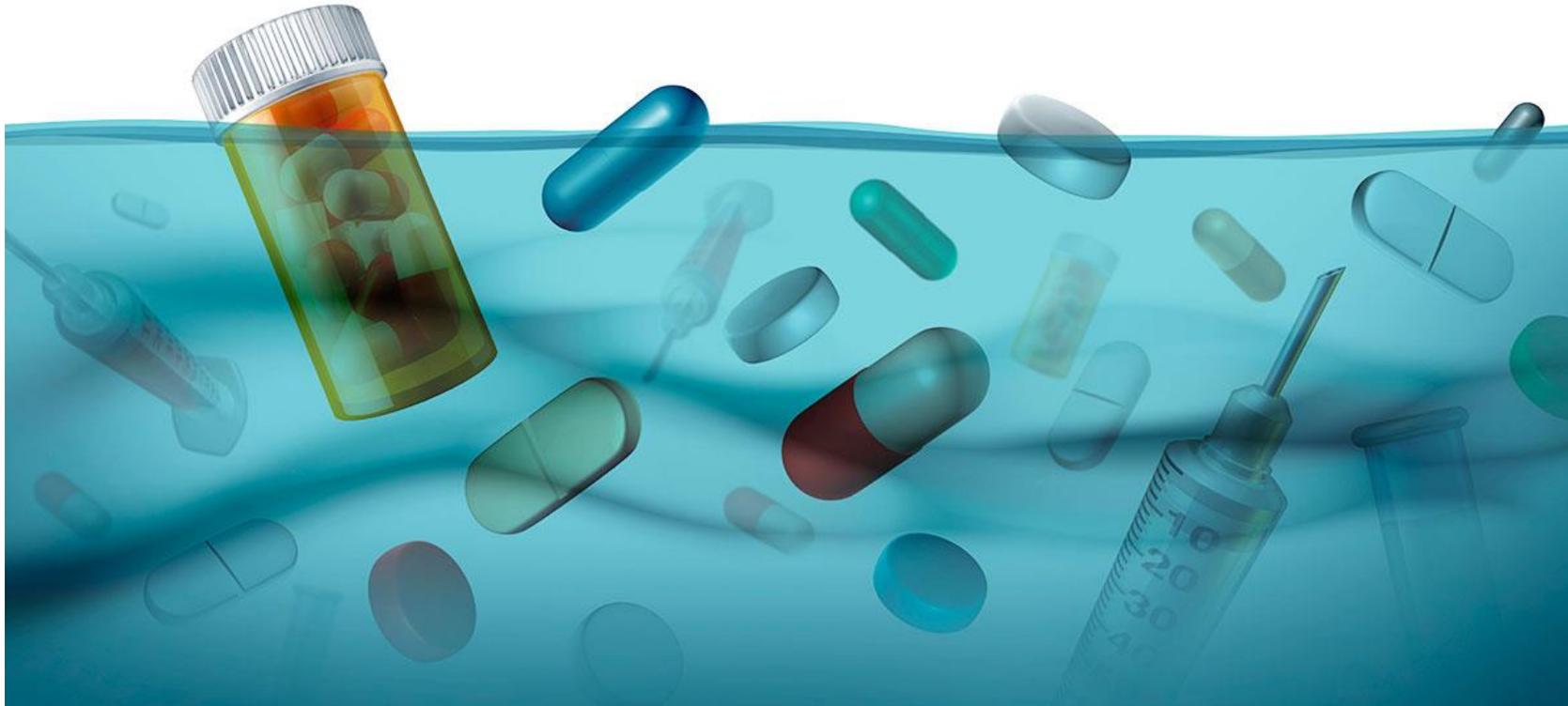
EDAR Tudela: DQO: 125 mg/L SS: 35mg/L DBO: 25 mg/L TKN: 15 mg/L



## EDARs de Nilsa

### Nuestros inicios con los Contaminantes emergentes

¿Qué pasa en nuestras depuradoras? ¿Cómo podemos eliminarlos?  
Colaboraciones con UNIZAR, Grupo Agua y Salud Ambiental

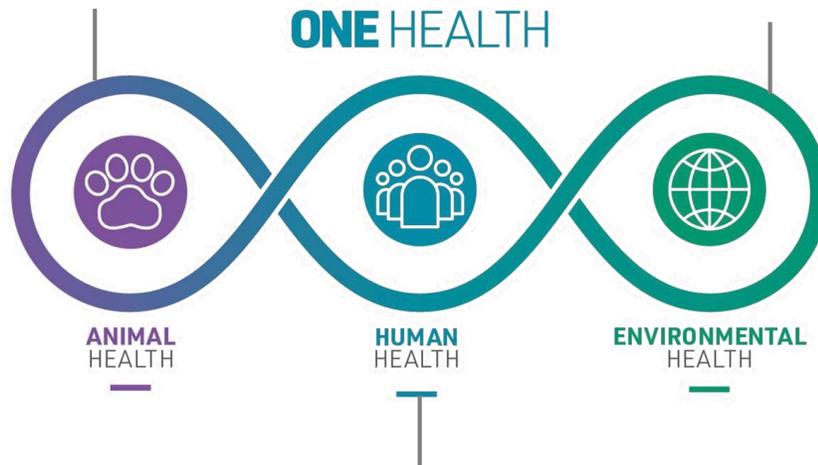


# Antecedentes ¿De donde venimos?

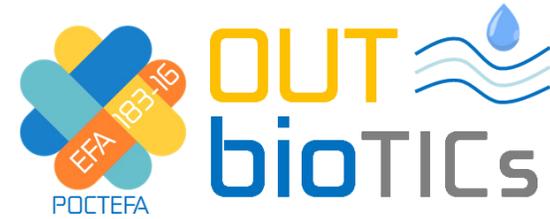
Tecnologías innovadoras para diagnóstico, prevención y eliminación de contaminantes emergentes (antibióticos) de las aguas del territorio POCTEFA

**Acción 4.** Reducción del uso de antibióticos en **ganadería**

**Acción 3.** Diagnóstico de la situación en aguas POCTEFA



**Acción 5.** Desarrollo de tecnologías para **eliminación** de antibióticos en aguas **EDAR**

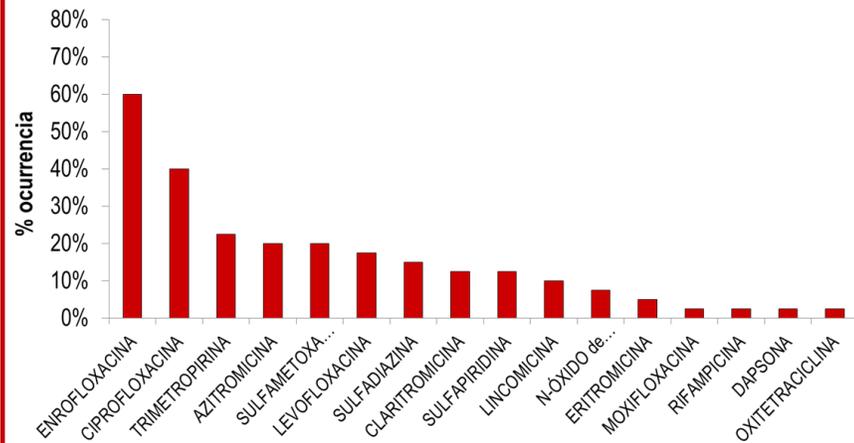


# Diagnóstico: ¿Situación de nuestras aguas?

- **40 puntos: 24 ríos, 4 Colectores** (hospitales y mataderos), **4 EDAR**
- **6 campañas** (primavera y otoño)
- **320 muestras** ( $n=80$  microbiología,  $n=240$  HPLC)

## Antibióticos

floroquinolonas, sulfonamidas, trimetoprima, macrólidos, lincosamidas, tetraciclinas...



## Bacterias multirresistentes

penicilinas, carbapenems, vancomicina, colistina

- ✓ **96%** de los ríos y **100%** EDAR y colectores **positivos** (presencia bacterias resistentes)
- ✓ **55 cepas** aisladas patógenos “prioritarios” lista OMS (**96% MDR\***)
- ✓ **Resistencia  $\beta$ -lactámicos**

\*MDR: resistencias a  $\geq 3$  familias antibióticos

# Diagnóstico. Producción Científica

## Eliminación de antibióticos en 4 EDARs:



Article

### Towards the Removal of Antibiotics Detected in Wastewaters in the POCTEFA Territory: Occurrence and TiO<sub>2</sub> Photocatalytic Pilot-Scale Plant Performance

Samuel Moles <sup>1,\*</sup>, Rosa Mosteo <sup>1</sup>, Jairo Gómez <sup>2</sup>, Joanna Szpunar <sup>3</sup>, Sebastiano Gozzo <sup>3</sup>, Juan R. Castillo <sup>4</sup> and María P. Ormad <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Water and Environmental Health Research Group, c/María de Luna 3, 50018 Zaragoza, Spain; mosteo@unizar.es (R.M.); mpormad@unizar.es (M.P.O.)

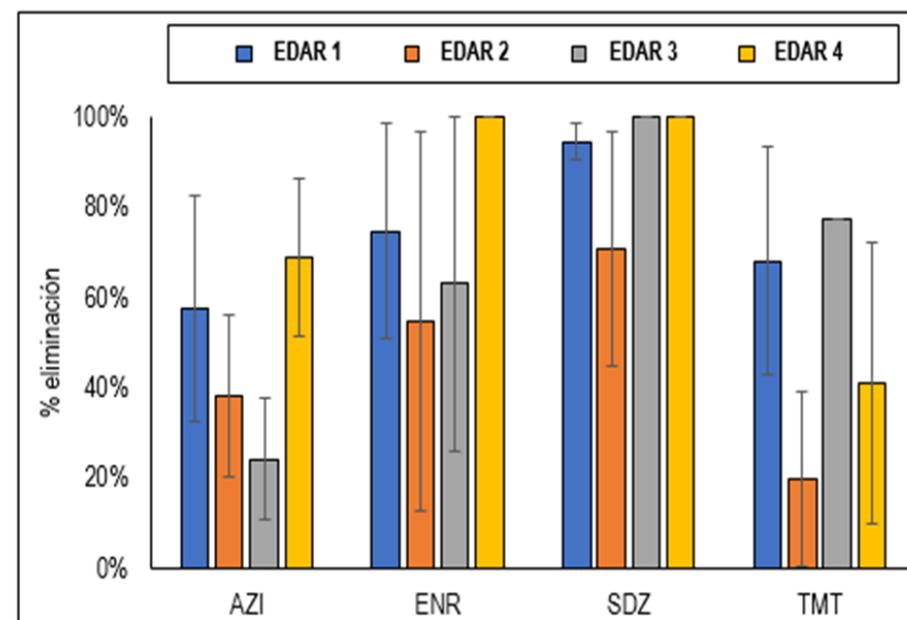
<sup>2</sup> Navarra de Infraestructuras Locales SA, av. Barañain 22, 31008 Pamplona, Spain; jgomez@nilsa.com

<sup>3</sup> Institute of Analytical Sciences and Physico-Chemistry for Environment and Materials (IPREM), Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), Université de Pau et des Pays de l'Adour, CEDEX 9 Pau, France; joanna.szpunar@univ-pau.fr (J.S.); sebastiano.gozzo@univ-pau.fr (S.G.)

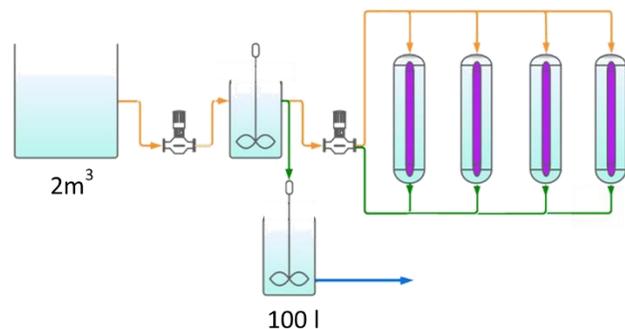
<sup>4</sup> Analytical Spectroscopy and Sensors Group Analytic Chemistry Department, Science Faculty, Environmental Science Institute, University of Zaragoza, 50009 Zaragoza, Spain; jcastilo@unizar.es

\* Correspondence: sma@unizar.es

Received: 25 April 2020; Accepted: 15 May 2020; Published: 20 May 2020



## Eliminación: Desarrollo tecnológico



- ✓ Tecnologías investigadas a escala laboratorio y escala piloto:
  - ✓ Oxidación con Ferrato Potásico
  - ✓ Adsorción con Carbón Activo en Polvo
  - ✓ Fotocatálisis con nanopartículas de  $\text{TiO}_2$
- ✓ Patente NILSA
- ✓ Eliminaciones de antibióticos mayores de 90% en origen
- ✓ Pruebas con agua real

💰 1,34 euros/m<sup>3</sup>

Eliminación  
entorno al 90  
% en aguas  
reales

Tratamiento en origen (empresas farmacéuticas/ granjas / hospitales)

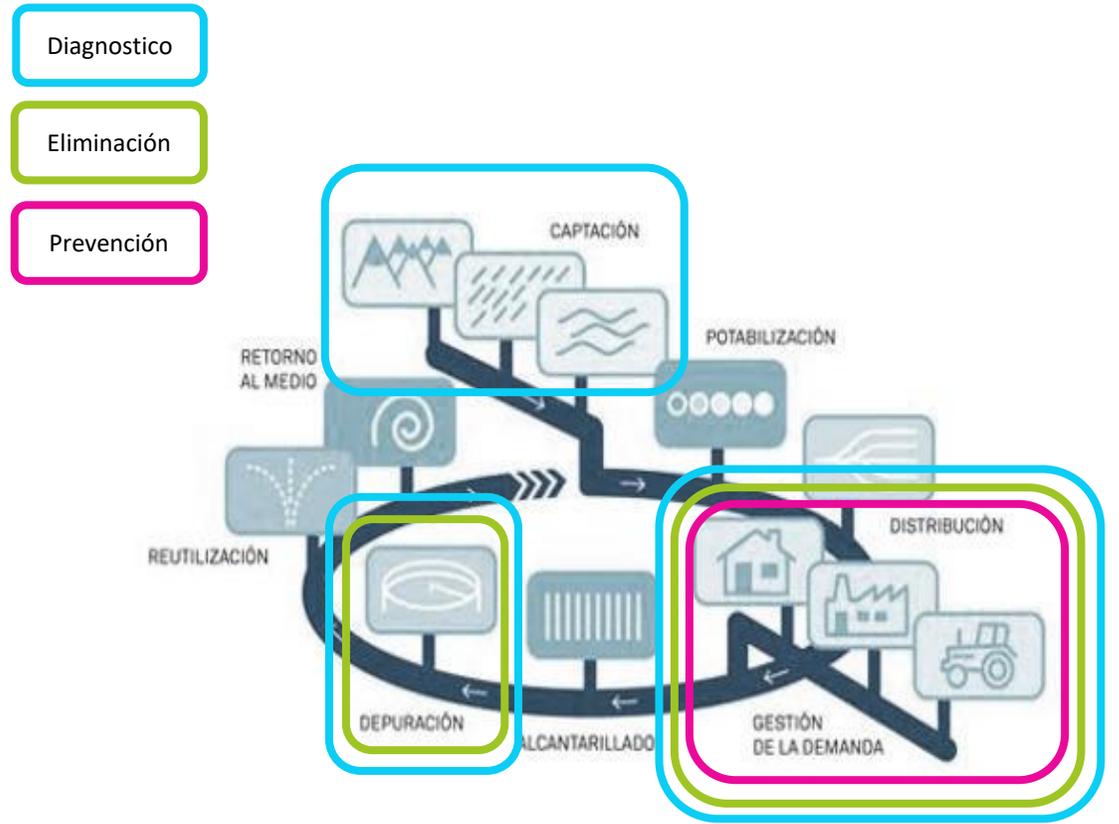
- Menor caudal
- CE más concentrados

## EMERGENTcy

Diagnóstico, eliminación y prevención de antibióticos y otros contaminantes emergentes, bacterias resistentes y genes de resistencia a antibióticos, en el ciclo urbano del agua del territorio POCTEFA.

El ciclo urbano del agua (incluido el de origen industrial), conecta la vida urbana, la agricultura y el medio ambiente, por ello es potencialmente un punto crítico para la propagación de contaminantes emergentes (CE) y las resistencia a los antibióticos (ARBs y ARGs).

## Ciclo Urbano del Agua (CUA)



# Caracterización de aguas y fangos

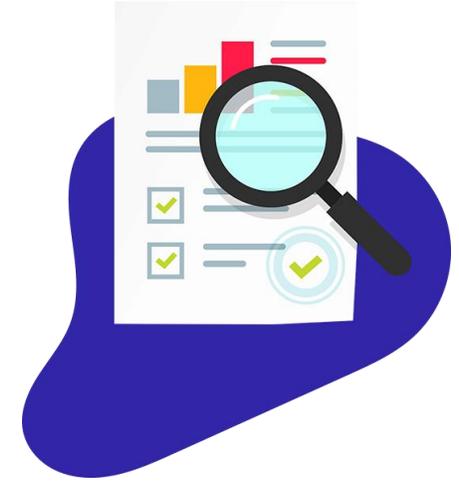
---

## Aguas

- Sustancias preferentes y prioritarias
- 8 EDARs Navarra

## Fangos

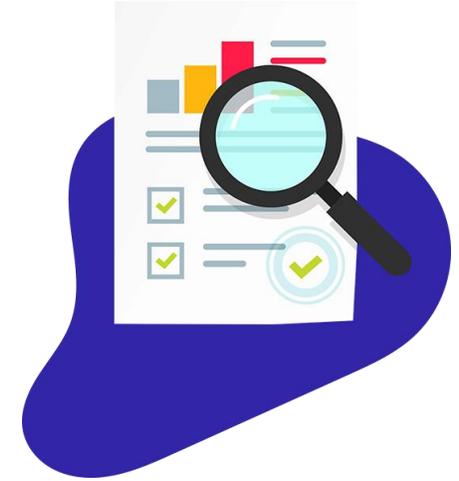
- Amplia lista de contaminantes emergentes
- 1 EDAR



# Caracterización de aguas y fangos

## Aguas

- Sustancias preferentes y prioritarias
- 8 EDARs Navarra



**Real Decreto 60/2011**, de 21 de enero, última modificación 12 de septiembre de 2015 **RD 817/2015**

- Establecer normas de calidad ambiental (NCA), para las sustancias prioritarias y para otros contaminantes recogidos en el anexo IV con objeto de conseguir un buen estado químico de las **aguas superficiales**.
- Establecer NCA para las sustancias preferentes recogidas en el anexo V y fija el procedimiento para calcular las NCA no establecidas en los anexos IV y V de los contaminantes del anexo VI con objeto de conseguir un buen estado químico de las **aguas superficiales** o un buen potencial ecológico de dichas aguas, cuando proceda.

# Caracterización de aguas y fangos

---

## Aguas

- Sustancias preferentes y prioritarias
- 8 EDARs Navarra

### Objetivos

Autocontrol anual de afluentes y efluentes  
Establecer unos indicadores  
Seguimiento durante los próximos años

### EDARs seleccionadas

8 EDARs de entre 3.000 y 100.000 he

### Muestras

2018, 2021, 2022 y 2023



# Aguas

			EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4	EDAR 5	EDAR 6	EDAR 7	EDAR 8
			100.000 he	44.000 he	36.000 he	30.000 he	29.000 he	20.000 he	17.000 he	3.000 he
Sustancia preferentes	Metales	Zinc Cromo								
	Pasta de dientes. Medicamentos	Fluoruros								
	Detergentes. Medicamentos	Tolueno								
	Plaguicidas	Selenio Metolaclor								
Sustancias prioritarias y otros contaminantes	Plaguicidas	Diurón								
		Lindano								
		Clorpirifos								
		Terbutrina								
		Tributilestaño								
		Cipermetrina								
		HBCD								
	Compuestos orgánicos semivolátiles	Tetracloroetano								
		Diclorometano								
		Cloroformo								
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Fluoranteno								
		Benzo-a-pireno								
		Benzo-(g,h,i)-perileno								
Indeno-(1,2,3-c,d)-pireno										
Antraceno										
Benzo-b-fluoranteno										
Benzo-k-fluoranteno										
Ftalatos	Di(2-etilhexil)ftalato									
	Bis(2-etilhexil)ftalato									
Detergentes	4-tert-octilfenol									
	Nonilfenol									
Refinería	BTEX									
Metales	Niquel									
Otros	Triclorometano									
	AOX									
	PFOS									
	4-tert-octilfenol									
	Xileno (Orto, Meta y Para)									

\*Sustancias cuantificables en alguno de los muestreos

# Aguas

**Sustancias  
provenientes de  
actividades  
económicas  
concretas**

		EDAR 1 100.000 he	EDAR 2 44.000 he	EDAR 3 36.000 he	EDAR 4 30.000 he	EDAR 5 29.000 he	EDAR 6 20.000 he	EDAR 7 17.000 he	EDAR 8 3.000 he
Sustancia preferentes	Metales	Zinc							
		Cromo							
	Pasta de dientes. Medicamentos	Fluoruros							
	Detergentes. Medicamentos	Tolueno							
Sustancias prioritarias y otros contaminantes	Plaguicidas	Selenio							
		Metolaclor							
	Plaguicidas	Diurón							
		Lindano							
		Clorpirifos							
		Terbutrina							
		Tributilestaño							
		Cipermetrina							
	Compuestos orgánicos semivolátiles	HBCD							
		Tetracloroetano							
		Diclorometano							
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Cloroformo							
		Fluoranteno							
		Benzo-a-pireno							
		Benzo-(g,h,i)-perileno							
Indeno-(1,2,3-c,d)-pireno									
Antraceno									
Ftalatos	Benzo-b-fluoranteno								
	Benzo-k-fluoranteno								
Detergentes	Di(2-etilhexil)ftalato								
	Bis(2-etilhexil)ftalato								
Refinería	4-tert-octilfenol								
	Nonilfenol								
Otros	BTEX								
	Metales	Niquel							
	Otros	Triclorometano							
		AOX							
		PFOS							
4-tert-octilfenol									
Xileno (Orto, Meta y Para)									

\*Sustancias cuantificables en alguno de los muestreos

# Aguas

Sustancias más genéricas provenientes de focos difusos como hogares y presentes en la mayoría de EDARs

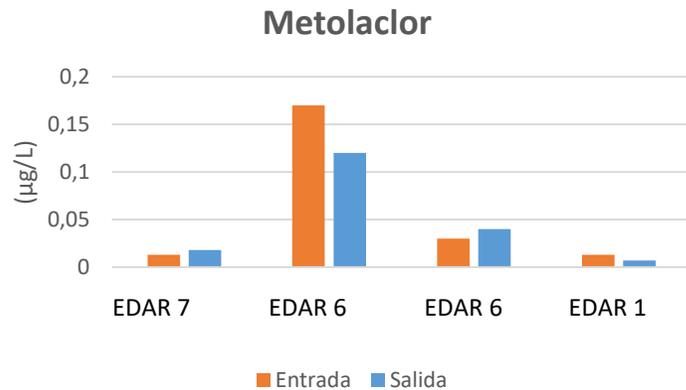
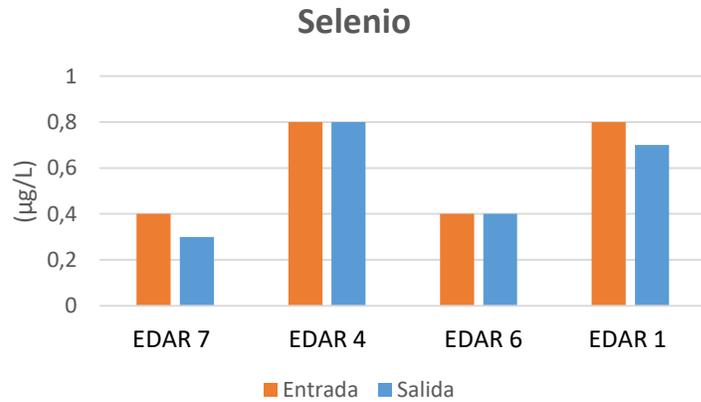
			EDAR 1	EDAR 2	EDAR 3	EDAR 4	EDAR 5	EDAR 6	EDAR 7	EDAR 8	
			100.000 he	44.000 he	36.000 he	30.000 he	29.000 he	20.000 he	17.000 he	3.000 he	
Sustancia preferentes	Metales	Zinc Cromo									
	Pasta de dientes. Medicamentos	Fluoruros									
	Detergentes. Medicamentos	Tolueno									
Sustancias prioritarias y otros contaminantes	Plaguicidas	Selenio Metolaclor									
	Plaguicidas	Diurón									
		Lindano									
		Clorpirifos									
		Terbutrina									
		Tributilestaño									
		Cipermetrina									
	Compuestos orgánicos semivolátiles	Tetracloroetano									
		Diclorometano									
		Cloroformo									
		Fluoranteno									
	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs)	Benzo-a-pireno									
		Benzo-(g,h,i)-perileno									
		Indeno-(1,2,3-c,d)-pireno									
		Antraceno									
Benzo-b-fluoranteno											
Benzo-k-fluoranteno											
Ftalatos	Di(2-etilxil)ftalato										
	Bis(2-etilhexil)ftalato										
Detergentes	4-tert-octilfenol										
	Nonilfenol										
Refinería	BTEX										
Metales	Niquel										
Otros	Triclorometano										
	AOX										
	PFOS										
	4-tert-octilfenol										
	Xileno (Orto, Meta y Para)										

\*Sustancias cuantificables en alguno de los muestreos

# Aguas

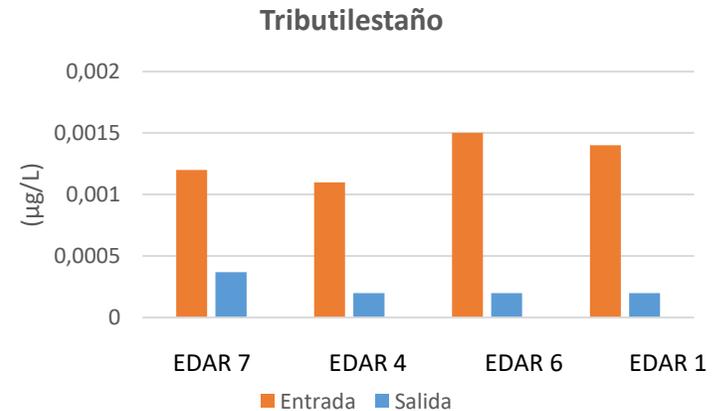
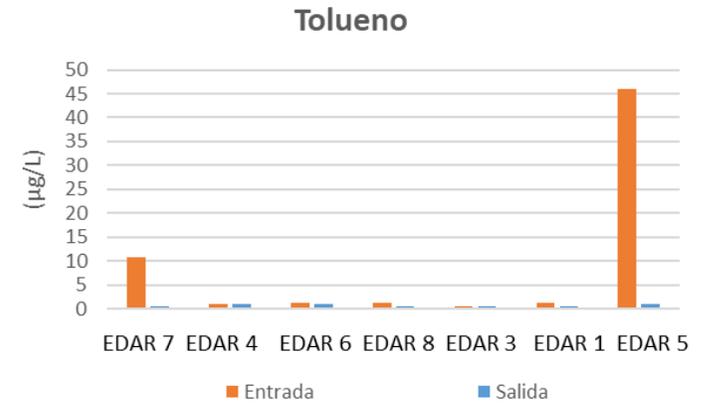
## Sustancias que persisten

Selenio, metolaclor, diurón, fluoranteno, boro



## Sustancias que se degradan o se decantan en los fangos

Tolueno, tributilestaño, etc.



# Aguas

## Conclusiones

- Las sustancias que solo aparecen en ciertas EDARs se deben a actividades económicas concretas. Lo que indica que deberían de controlarse en origen y no llegar a depuradoras urbanas. Control en origen.
- Sustancias mas genéricas que no se puede controlar su vertido al ser difuso.
- Autorizaciones de vertido a colector deberían ser mas restrictivas y actualizadas. Las sustancias muy diluidas son mas difíciles de eliminar en EDAR además del coste económico añadido debido al caudal.



# Fango

## EDAR seleccionada

1 EDARs 540.000 he

## Muestreos

4 fases de compostaje

## Analíticas

Amplia lista de contaminantes emergentes

## Muestreo antes y después de compostar

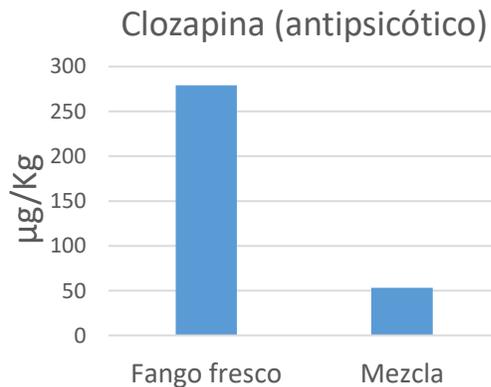
### Matrices:

- Fango fresco
- Estructurante
- Mezcla (previo compostaje)
- Fango compostado



# Fango

- **Fango fresco**  
Fármacos, plaguicidas
- **Estructurante**  
Plaguicidas
- **Mezcla (previo compostaje)**  
6:1 (estructurante: fango) en volumen



- **Fango compostado**  
Sequedades entorno a 60-80%.  
Sustancias más concentradas.

		Fango fresco	Estructurante	Mezcla (sin compostar)	Fango compostado
Plaguicidas	Alacloro				
	Cipermetrina				
	Tiabendazol				
	Propiconazol				
	Pirimetanil				
	Permetrin				
	Metiocarb				
	Linuron				
	Imazalil				
	Hexitiazox				
	HCH Beta				
	Fludioxonil				
	Fenpiroximato				
	Trialato				
	Oxibendazol				
	Imidacloprid				
	Prosulfocarb				
	Pendimetalina				
	Difenoconazol				
	Tebuconazol				
Monocrotofos					
Antipsicótico	Clozapina				
	Haloperidol				
Antidepresivo	Venlafaxina				
	Mirtazapina				
Antibiótico	Ciprofloxacina				

\*Sustancias cuantificables en alguno de los muestreos

# Conclusiones

---

- La frecuencia de muestreo anual de las sustancias del RD 817/2015 se considera adecuada.
- Se han seleccionado sustancias como indicadores para cada EDAR y se realizará un seguimiento de estas los próximos años.
- Los vertidos de las EDARs no suponen un riesgo para la calidad del río receptor según las concentraciones obtenidas de sustancias.
- Se debería realizar control en origen de las sustancias analizadas.



# Gracias por su atención



cpen



**Universidad**  
Zaragoza

