

MICROCONTAMINANTES DE LA REVISIÓN DE LA DIRECTIVA 91/271/CEE EN DEPURACIÓN DE AGUAS DE LA REGIÓN DE MURCIA NECESIDAD DE TRAMIENTOS CUATERNARIOS

Lahora Cano, Agustín - ESAMUR



Agustín Lahora Cano
Responsable Dpto. de Control de Vertidos
ESAMUR
agustin.lahora@esamur.com; www.esamur.com
agustinla@gmail.com

PRESENTACIÓN DE ESAMUR

FUNCIONES DE ESAMUR

Ley 3/2000 de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales e implantación del Canon de Saneamiento

- Gestionar la explotación y conservación de las instalaciones públicas de Saneamiento y Depuración
- Recaudar, gestionar y distribuir el Canon de Saneamiento
- Fomentar actividades de formación, promoción, estudio, investigación o divulgación

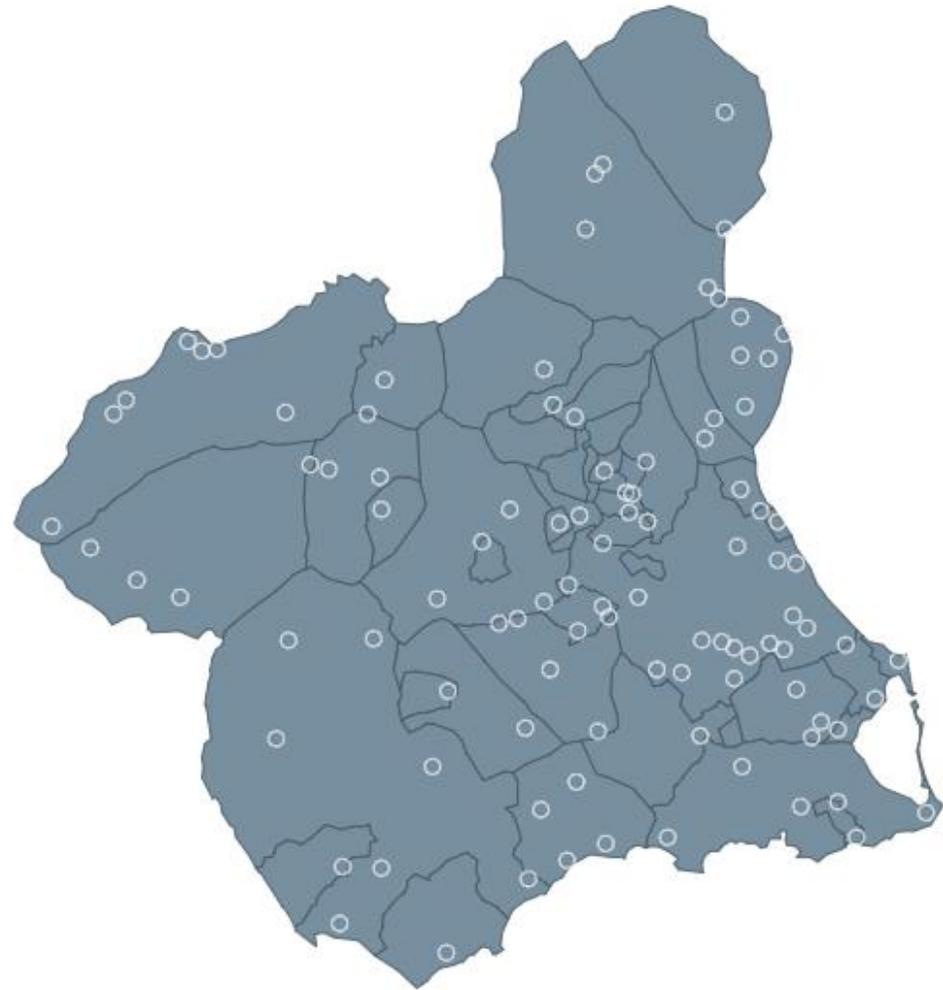
esamur
Entidad de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia



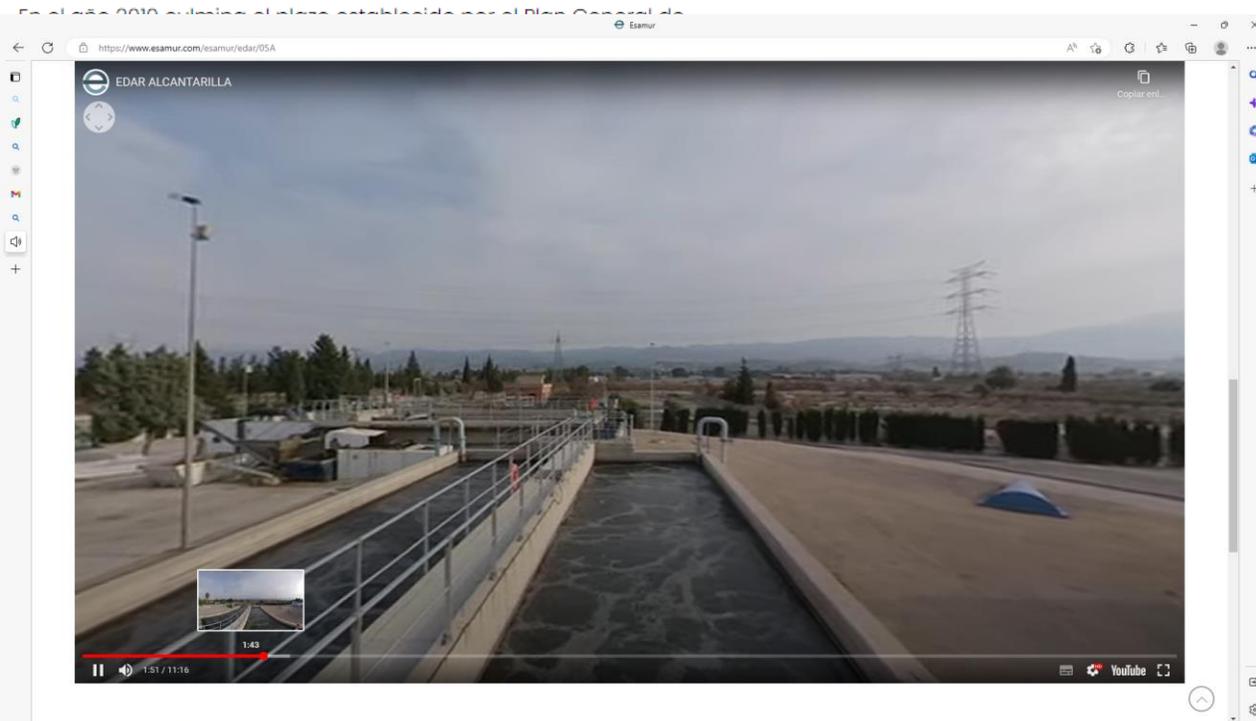
45 municipios	100 EDAR
700 núcleos de población	99,2 % 1.360.391 con tratamiento adecuado
1.470.273 habitantes 101.238 diseminados	2.070.000 habitantes equivalentes
100 Polígonos industriales	120 hm³ año
2.000 industrias potencialmente contaminantes	135.000 toneladas de lodos año



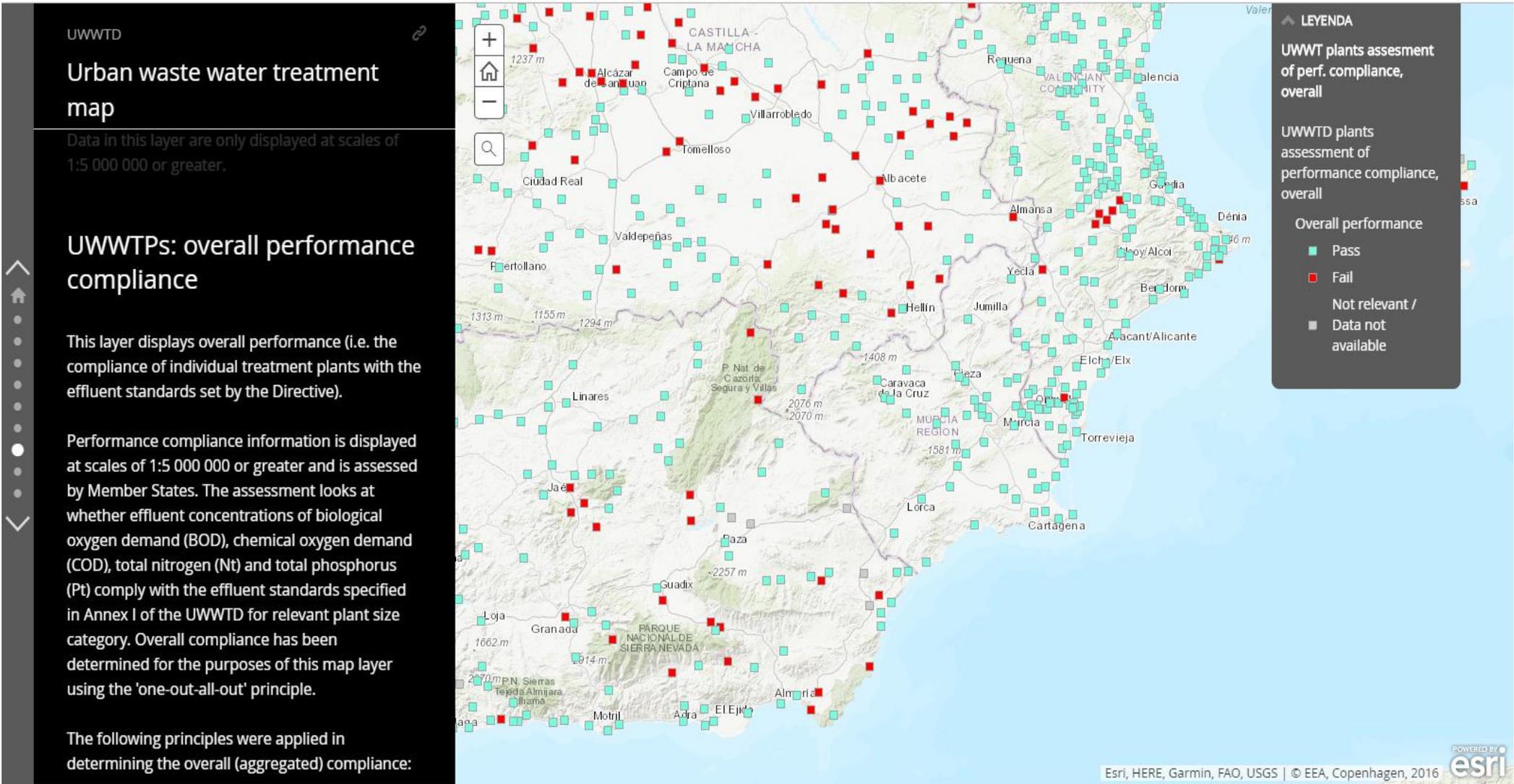
Mapa de estaciones depuradoras de aguas residuales



<https://www.esamur.com/esamur#mapa>



<https://eea.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=7fa4f0267d8249888b077803714e39fe&embed=true>



TRATAMIENTO TERCARIO

esamur
Entidad de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia





TRATAMIENTO CUATERNARIO

esamur

Entidad de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia



Triple objetivo:

- **Cumplir Directiva**
- **Cumplir Reglamento reutilización**
- **Regeneración medioambiental**



DIRETTIVA 91/271/CEE

Nº L 135/40

Diario Oficial de las Comunidades Europeas

30. 5. 91

II

(Actos cuya publicación no es una condición para su aplicabilidad)

CONSEJO

DIRECTIVA DEL CONSEJO

de 21 de mayo de 1991

sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas

(91/271/CEE)

Directiva 91/271/CEE

Contribución a la calidad del agua en la Unión Europea

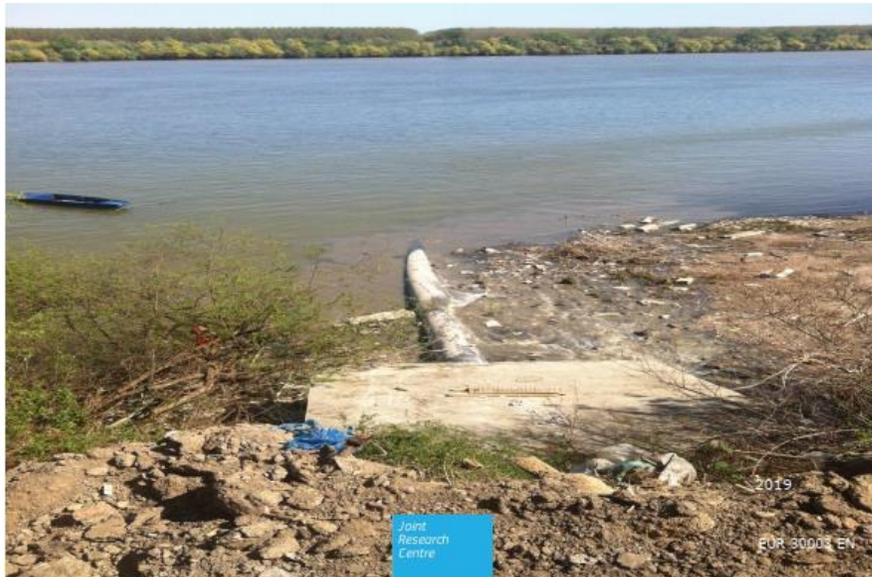


JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Water quality in Europe: effects of the Urban Wastewater Treatment Directive

A retrospective and scenario analysis of Dir. 91/271/EEC

Pistocchi, A., Dorati, C., Grizzetti, B., Udias, A., Vigjak, O., Zanni, M.



Contribución de la Directiva 91/271/CEE a la calidad del agua en la Unión Europea

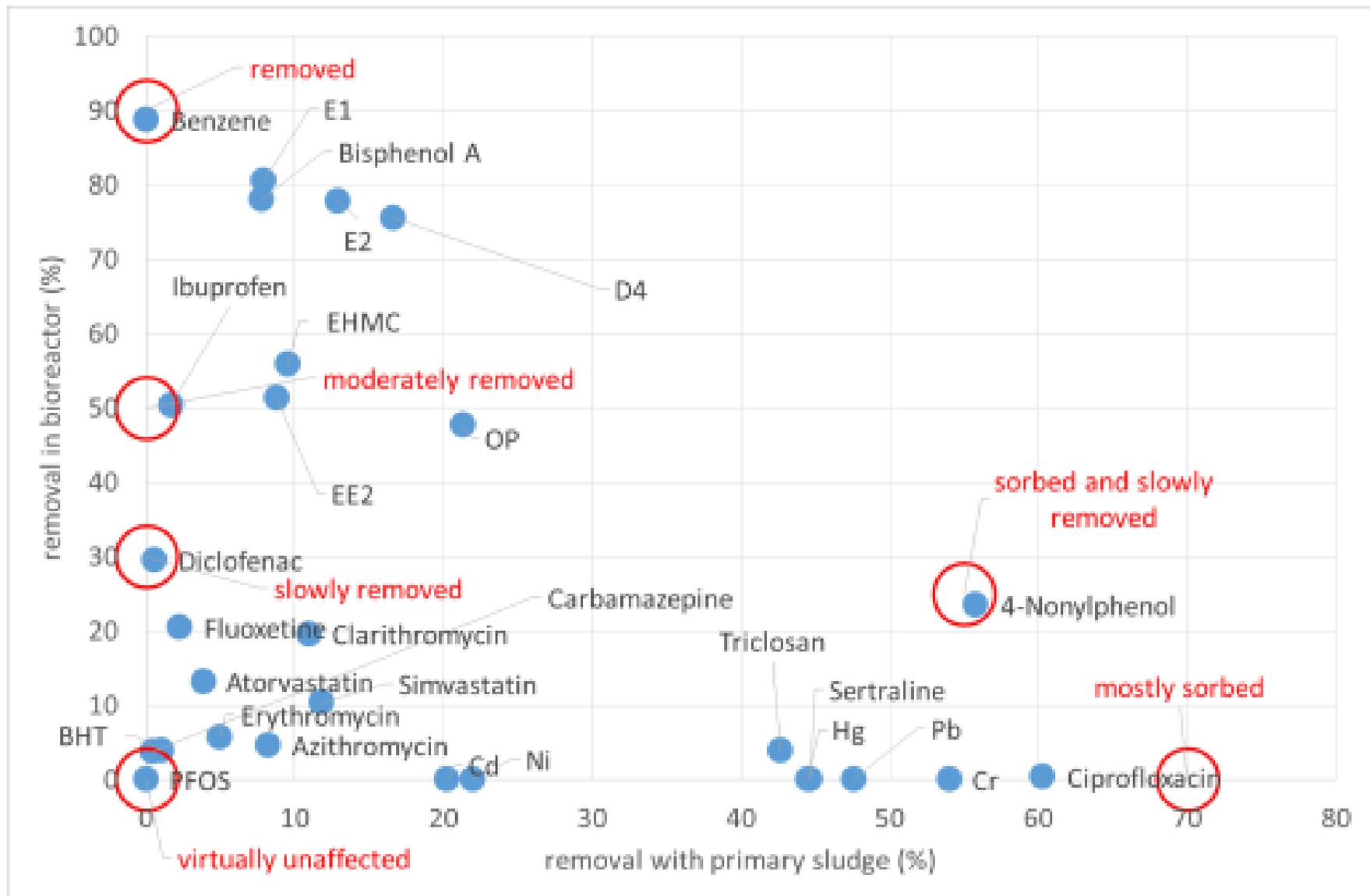
- 30 años de aplicación
- Enorme **reducción de la contaminación puntual** urbana e industrial
- Gran contribución a **la mejora de la calidad del agua y del medio ambiente** en la Unión Europea
- Reducción en **materia orgánica, nutrientes y patógenos** en aguas superficiales y aguas de baño
- Reducción de determinadas **sustancias químicas**

Problemas pendientes en calidad del agua en la Unión Europea

- Aguas **pluviales**
- **Microcontaminantes.** Contaminantes de preocupación emergente. PFAS
- Resistencia a los **antimicrobianos**
- **Microplásticos**
- **Contaminación difusa y eutrofización por nutrientes procedentes de la agricultura y la ganadería**

Directiva 91/271/CEE

Contribución a la calidad del agua en la Unión Europea



JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Water quality in Europe: effects of the Urban Wastewater Treatment Directive

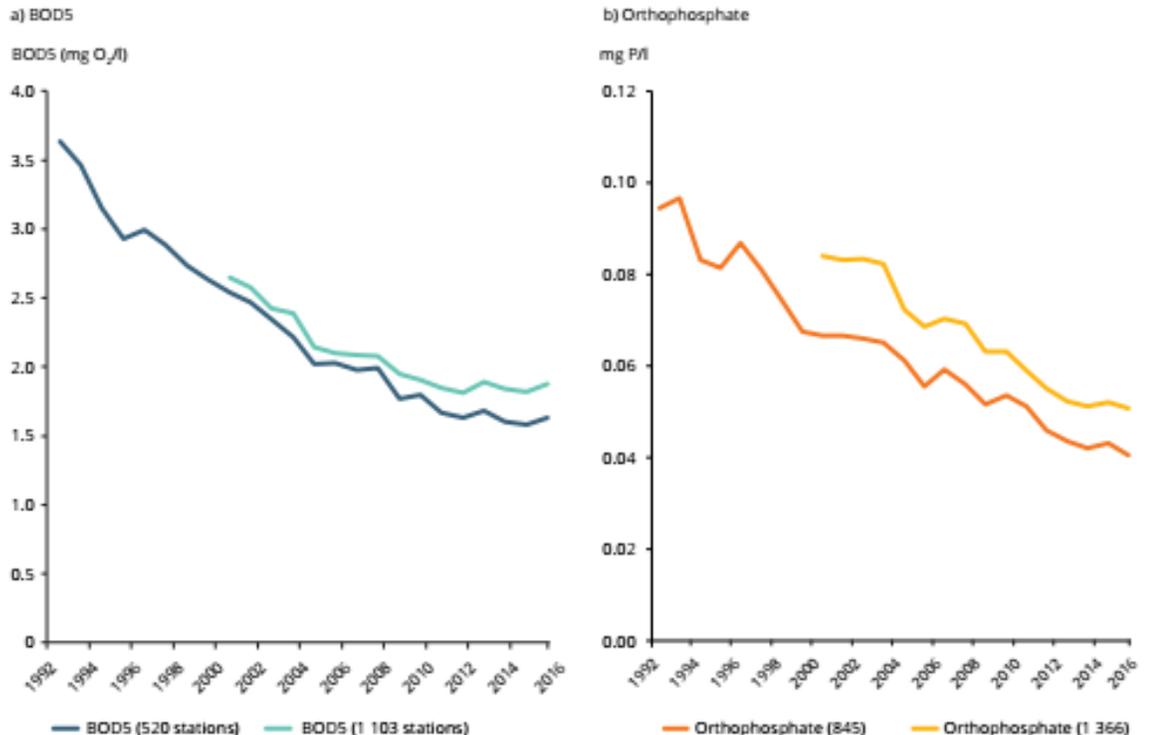
A retrospective and scenario analysis of Dir. 91/271/EEC

Pitocchi, A., Dorati, C., Grizzetti, B., Udias, A., Vigani, O., Zanni, M.



Tendencia de DBO5, ortofosfatos en ríos de Europa y nitratos en aguas subterráneas y ríos (EEA, 2018)

Figure 6.5 Trends in a) biological oxygen demand (BOD5) and b) orthophosphate in European rivers



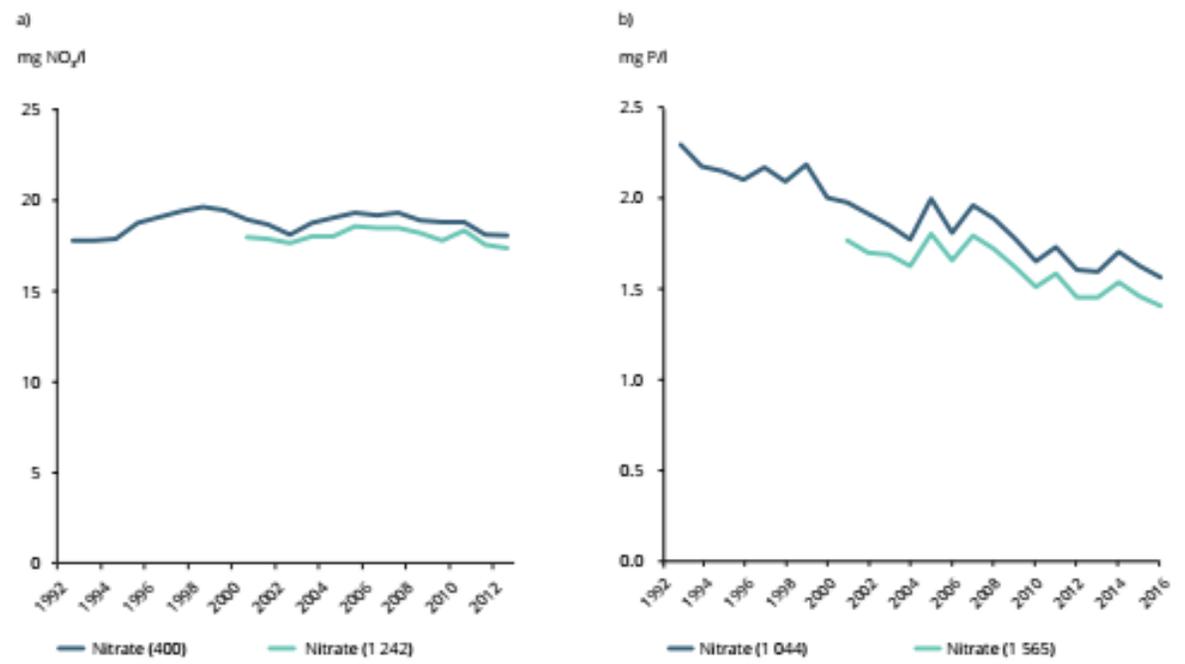
Note: The diagram depicts two time series: the longer time series has fewer stations (520) and the shorter time series has more (1 103).

Source: EEA, 2015a, updated.

Note: The diagram depicts two time series: the longer time series has fewer stations (845) and the shorter time series has more (1 366).

Source: EEA, 2015b, updated.

Figure 6.6 Trend in water quality: nitrates in a) groundwater and b) rivers



Note: The diagram depicts two time series: the longer time series has fewer stations (400) and the shorter time series has more (1 242).

Source: EEA, 2015b.

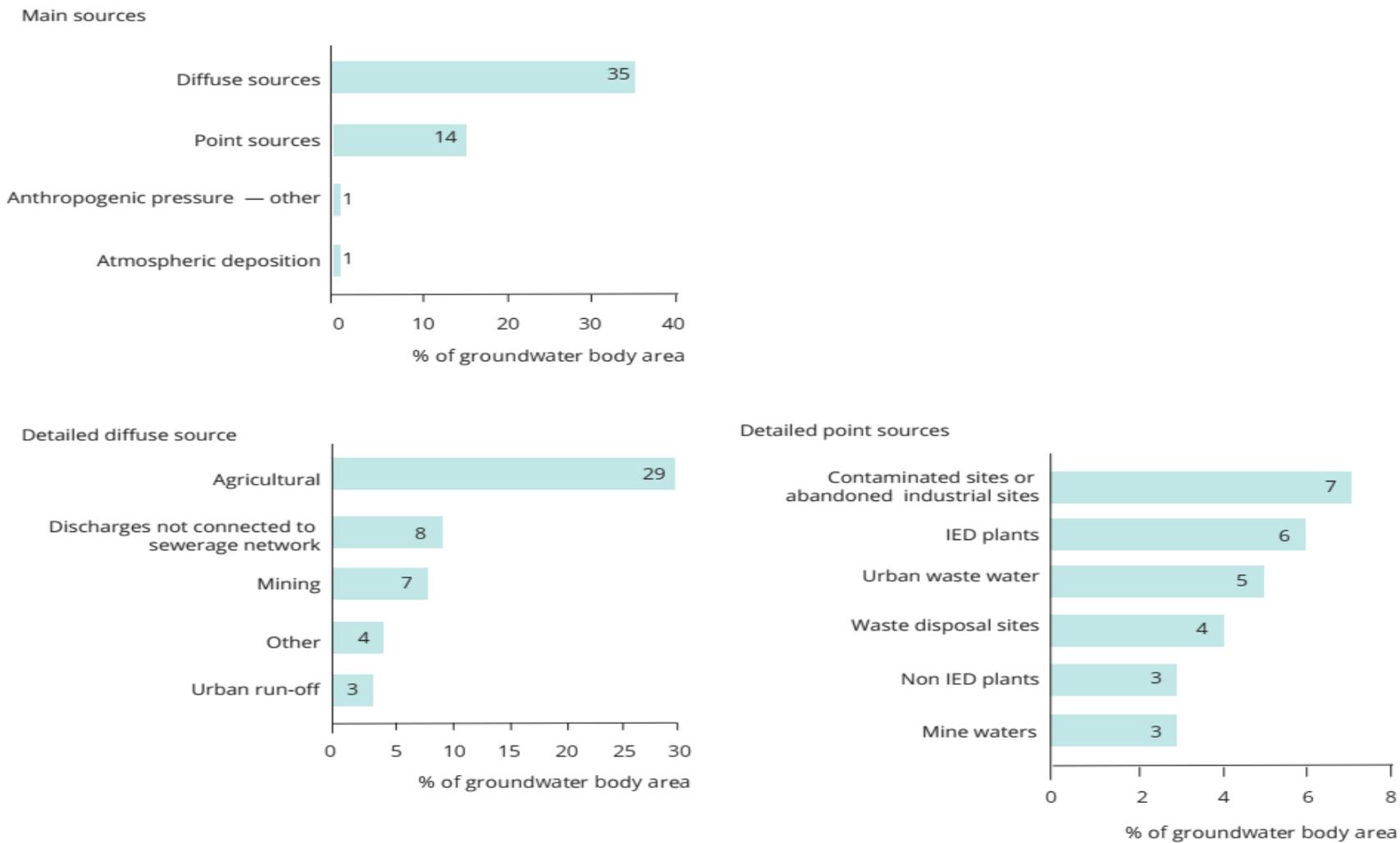
Note: The diagram depicts two time series: the longer time series has fewer stations (1 044) and the shorter time series has more (1 565).

Source: EEA, 2015b, updated.

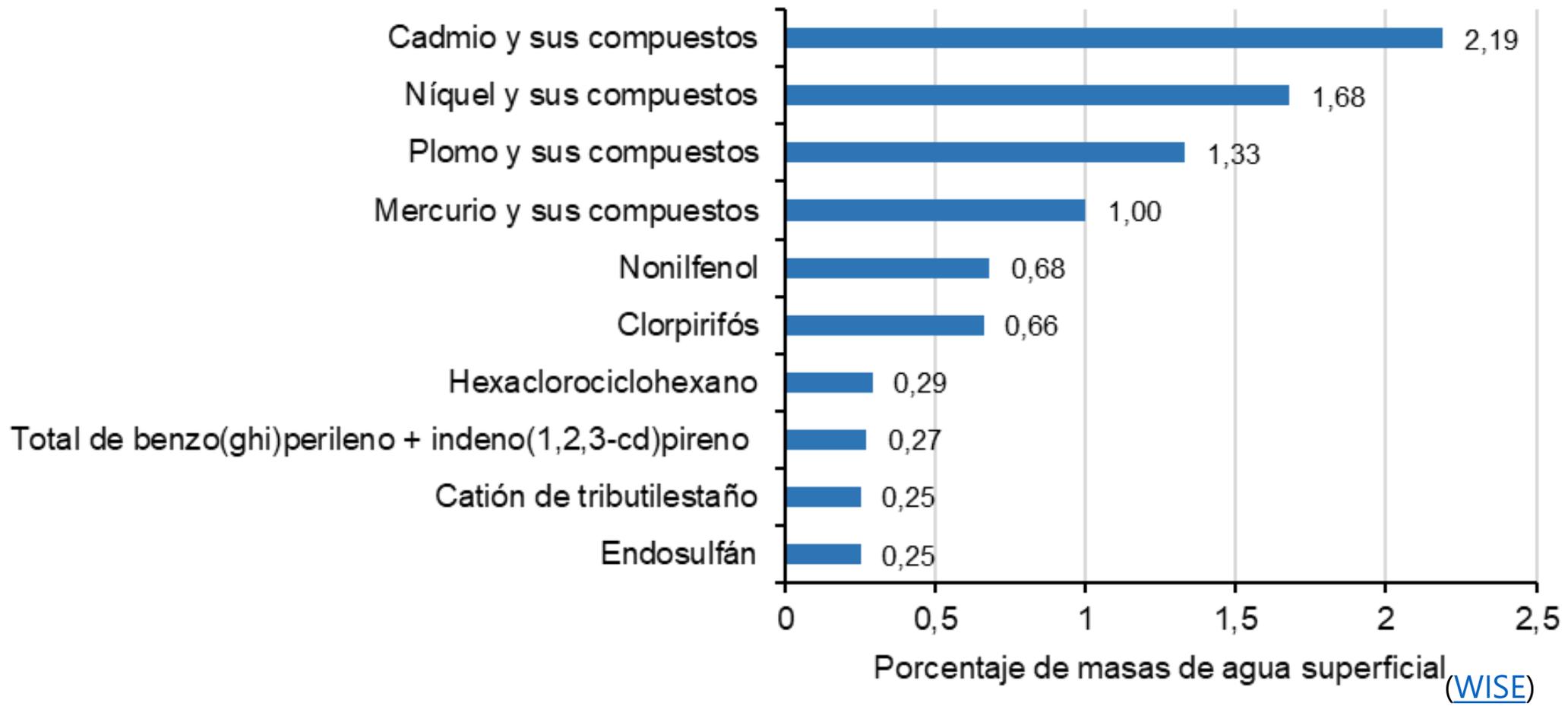
Estado químico de las masas de agua

Principales presiones identificadas con relación al estado químico de las masas de agua subterráneas (EEA, 2018)

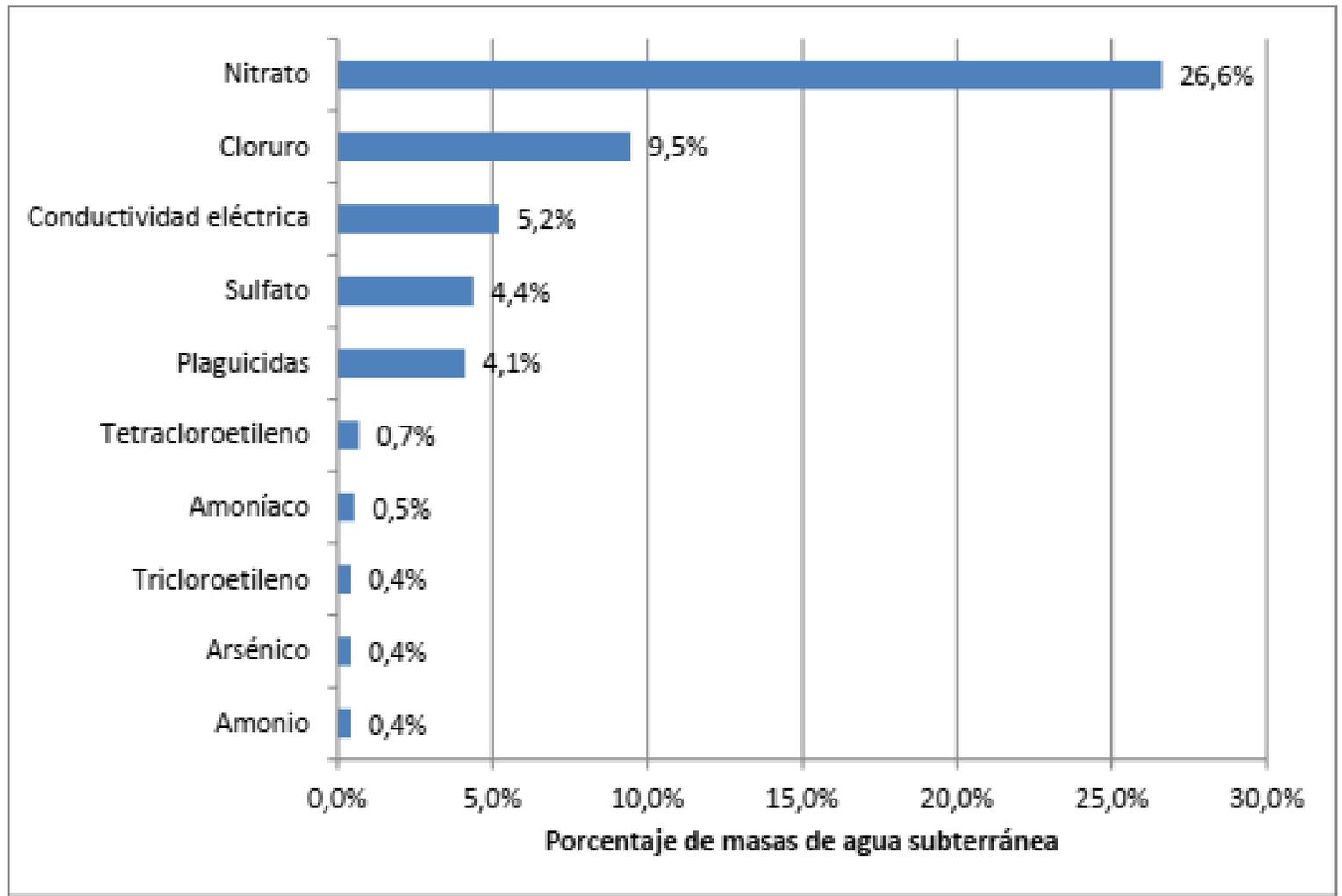
Figure 4.6 Main pressures identified in relation to groundwater chemical status

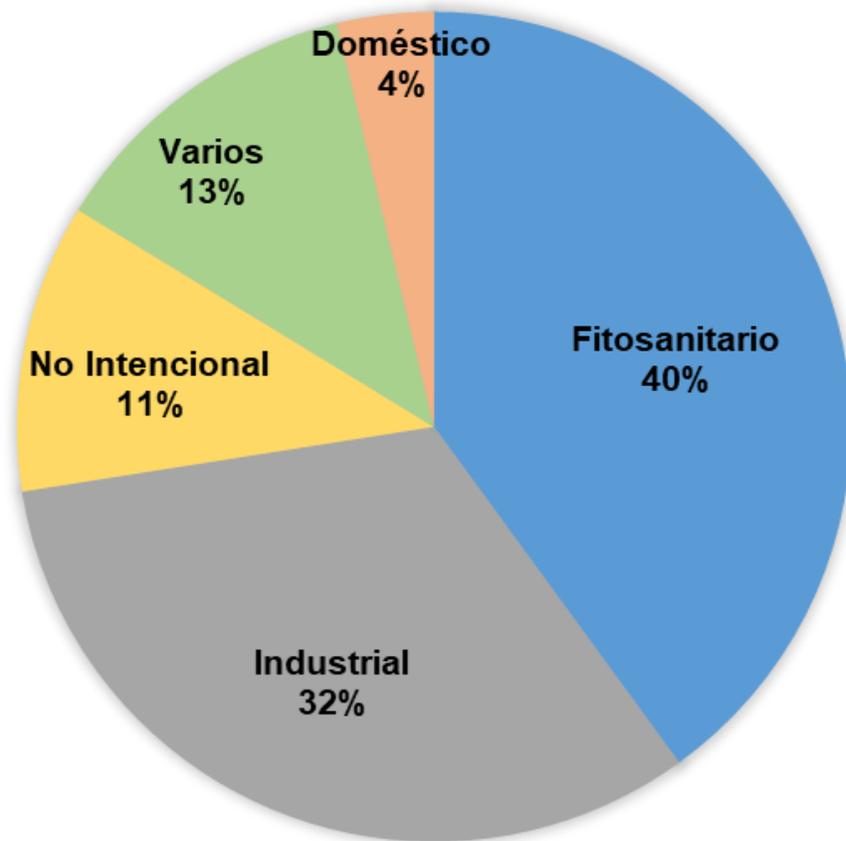


Sustancias que generan deficiencias en el estado químico de las masas de agua superficial en España



Sustancias que generan deficiencias en el estado químico de las masas de agua subterránea en España



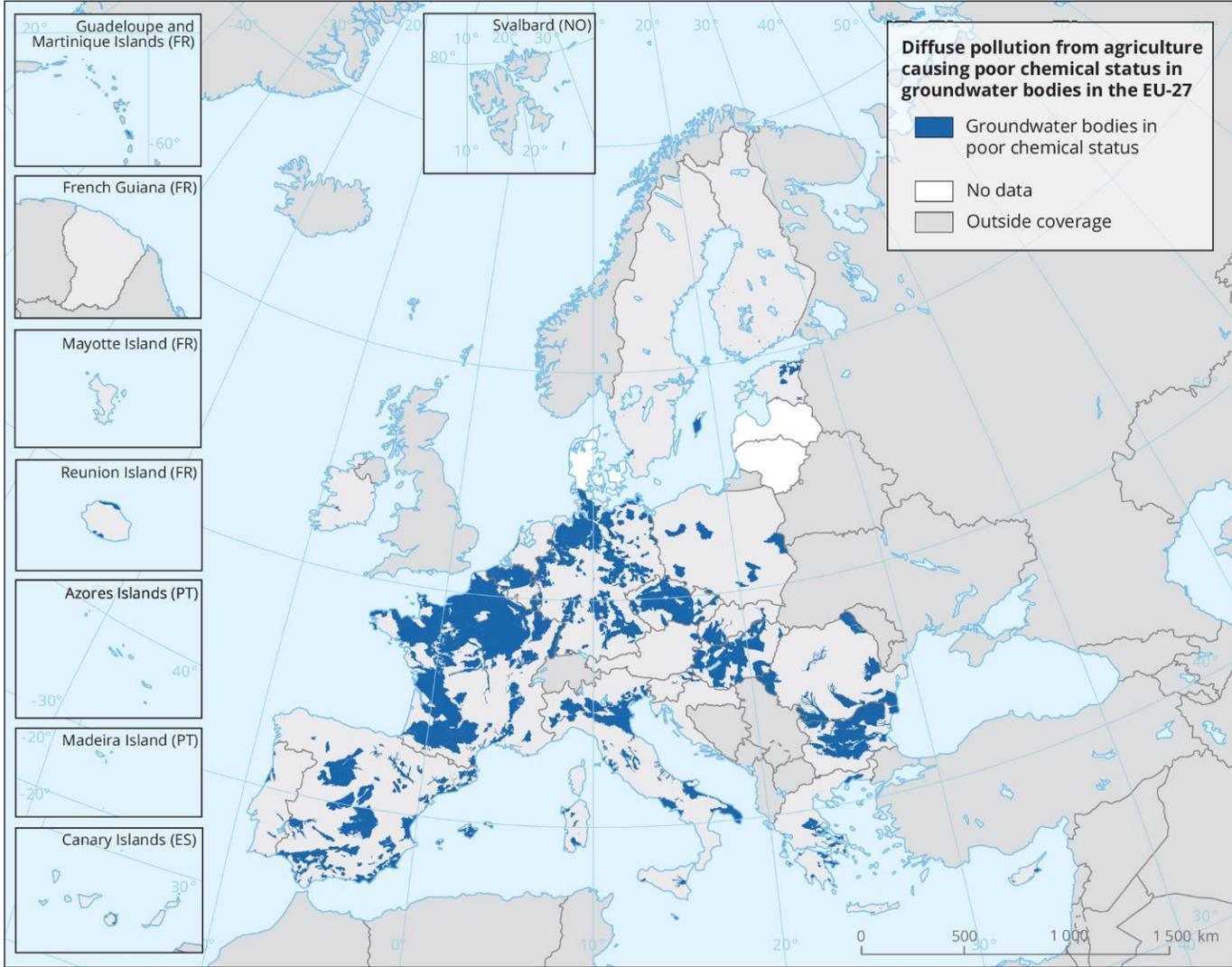


Origen de las sustancias prioritarias y preferentes

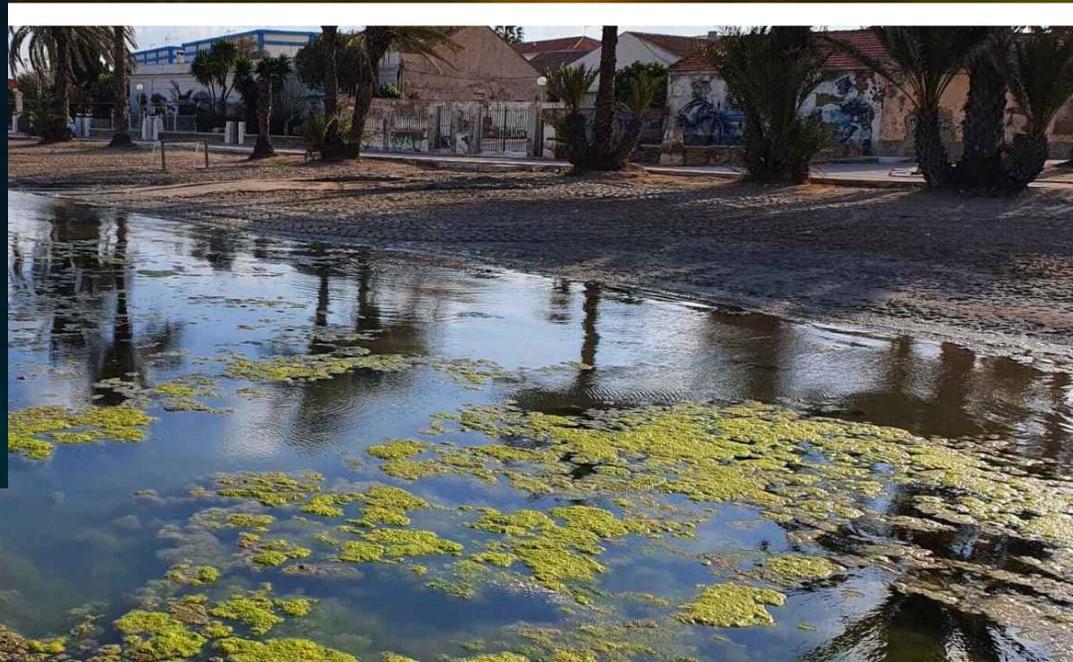
- **INDUSTRIAL = 32 % focos puntuales y controlables**
- **FITOSANITARIO + NO INTENCIONAL = 51 %
Contaminación difusa**
- **VARIOS = 17 % incluye varias procedencias incluyendo hospitales, centros de salud y contaminación doméstica**

Origen de los contaminantes

Contaminación difusa



Masas de agua por contaminación difusa agrícola ([EEA](#))



AGUA Y MEDIO AMBIENTE EN LA UNIÓN EUROPEA

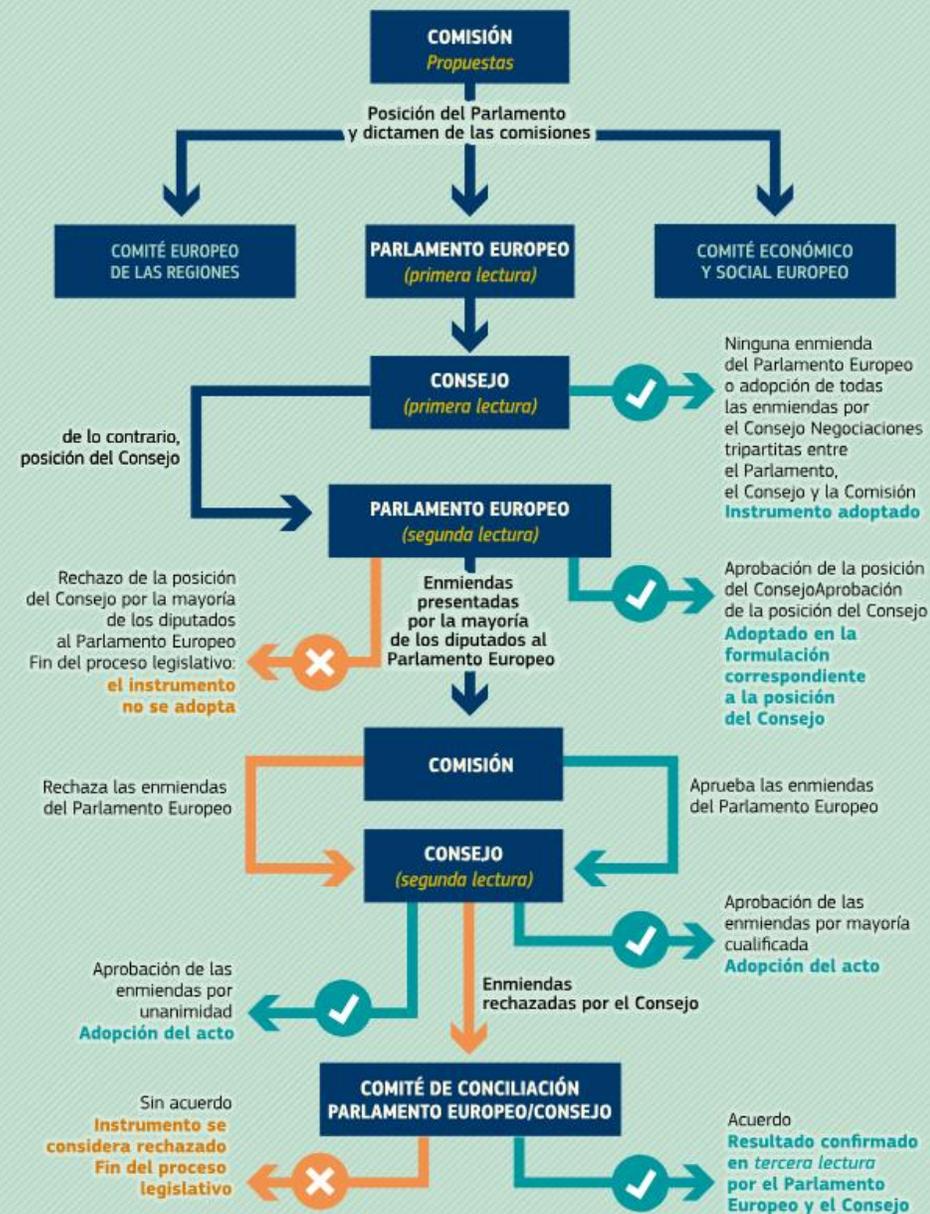
Derecho de la Unión Europea



Grupos de presión
Lobby

Diálogo tripartito
Trílogo (Trilogie)

Procedimiento de adopción de actos legislativos



Reglamentos: son disposiciones generales de obligado cumplimiento y **directamente aplicables** en los Estados miembros desde el mismo momento de su publicación en el Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE).

Directivas: acto legislativo que establece un **objetivo que deben alcanzar todos los países de la UE**, pero que deja el modo de alcanzarlo a la discreción de cada Estado miembro, pero con una fecha límite.

Directrices. Comunicación de la Comisión: La comunicación está concebida estrictamente como un **documento de orientación**; solamente el texto de la propia legislación de la UE tiene validez jurídica.

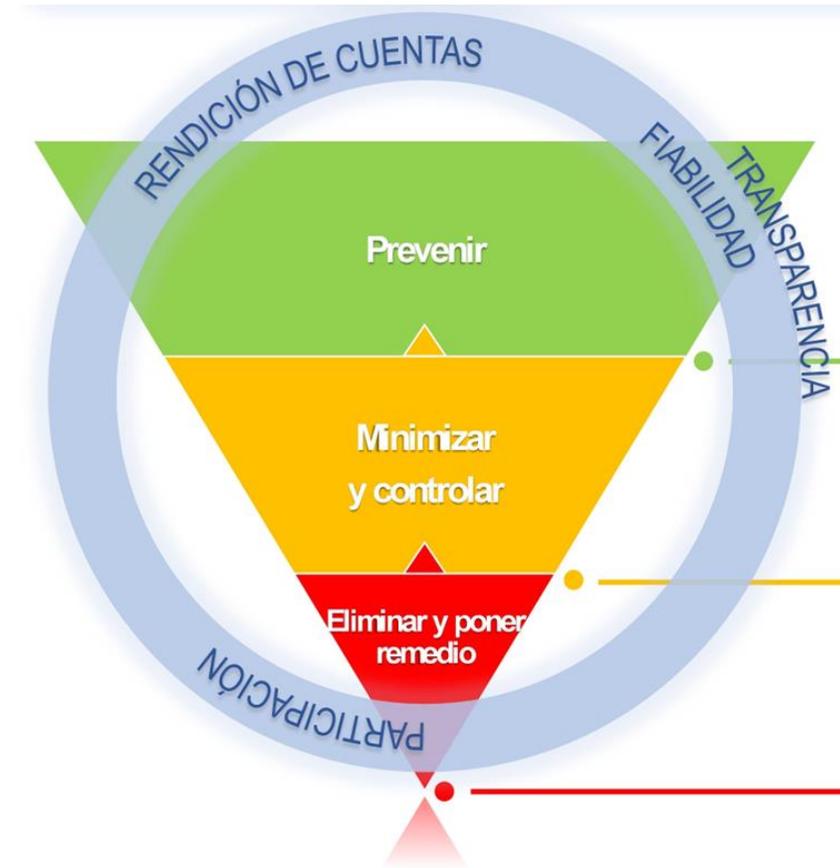
Actos delegados y actos de ejecución: (*Implementing and delegated acts*) De carácter no legislativo se utilizan para garantizar la correcta ejecución con condiciones uniformes de aplicación o actualizar una ley de la UE. Adoptados por la Comisión o excepcionalmente por el Consejo sometidos a consulta o examen por los estados miembros.



Política de la Unión en el ámbito del medio ambiente

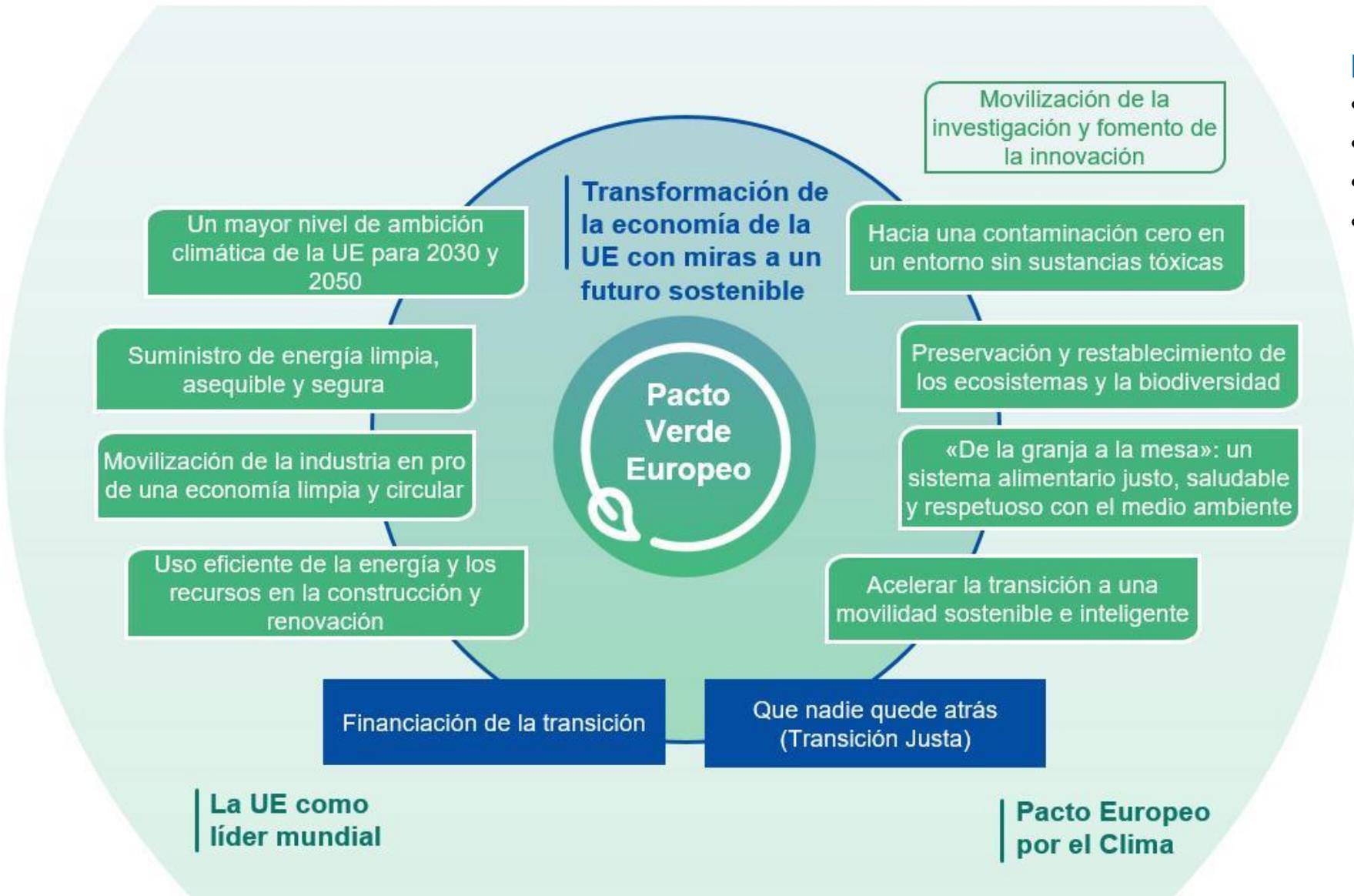
Protección de la Salud humana y el medio ambiente

- **Cautela y acción preventiva.**
- **Corrección en la fuente.**
- **Quien contamina paga.**
- **Transparencia.**



Pacto Verde Europeo

Contaminación cero en un entorno sin sustancias tóxicas



Pacto Verde Europeo

- Economía Sostenible
- Estrategias, planes y acciones
- Hoja de ruta
- Contaminación cero en un entorno sin sustancias tóxicas



Economía circular del agua

Estrategias europeas de Economía Circular

PLAN DE ACCIÓN PARA LA ECONOMÍA CIRCULAR
ESTRATEGIA DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO
Reutilización de aguas depuradas



<https://ec.europa.eu/environment/water/reuse.htm>

Protección del agua en la Unión Europea

- Numerosa normativa para regular la calidad del agua en los países miembros
 - aguas marinas,
 - aguas de baño,
 - inundaciones, etc.
- Normativa específica para a la gestión del **agua dulce**
 - aguas potables,
 - aguas residuales urbanas,
 - nitratos,
 - aguas subterráneas,
 - normas de calidad ambiental



European
Union

Normativa Europea que afecta a la calidad del agua

Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas Nueva Directiva en 2024	1991
Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura	1991
Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario en el ámbito de la política de aguas. DMA En revisión	2000
Directiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro En revisión	2006
Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE	2006
Reglamento (CE) N.º 1907/2006 relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos.	2006
Reglamento (CE) No 166/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de enero de 2006 relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones y transferencias de contaminantes y por el que se modifican las Directivas 91/689/CEE y 96/61/CE del Consejo. E-PRTR	2006
Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación	2007
Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas, por la que se modifican y derogan ulteriormente las Directivas 82/176/CEE, 83/513/CEE, 84/156/CEE, 84/491/CEE y 86/280/CEE del Consejo, y por la que se modifica la Directiva 2000/60/CE En revisión	2008
Directiva 2009/90/CE de la Comisión, de 31 de julio de 2009, por la que se establecen, de conformidad con la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, las especificaciones técnicas del análisis químico y del seguimiento del estado de las aguas	2009
Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 24 de noviembre de 2010 sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación) (IPPC versión refundida)	2010
Directiva (UE) 2020/2184 del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2020 relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano	2020
Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua	2020

[Real Decreto 665/2023](#), de 18 de julio, por el que se modifica el **Reglamento del Dominio Público Hidráulico**, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. El anexo XI es la «Norma técnica básica para el control de los vertidos por **desbordamientos** de los sistemas unitarios».

[Real Decreto-ley 4/2023](#), de 11 de mayo, por el que se adoptan **medidas urgentes en materia agraria y de aguas** en respuesta a la sequía y al agravamiento de las condiciones del sector primario derivado del conflicto bélico en Ucrania y de las condiciones climatológicas, así como de promoción del uso del transporte público colectivo terrestre por parte de los jóvenes y prevención de riesgos laborales en episodios de elevadas temperaturas.

Real Decreto 3/2023, de 10 de enero, por el que se establecen los **criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo**, su control y suministro.

Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen normas para la **nutrición sostenible en los suelos agrarios**

Real Decreto 47/2022 sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los **nitratos procedentes de fuentes agrarias**, complementado con el Real Decreto 1051/2022, de 27 de diciembre, por el que se establecen las normas para la nutrición sostenible de los suelos agrarios.

Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de la **reutilización** de las aguas depuradas. **En revisión**

NUEVA DIRECTIVA SOBRE TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES URBANAS

Revisión Directiva 271/91/CEE

29/01/24 Acuerdo político

Publicación DOUE en 2024

Council of the EU Press release 29 January 2024 16:40

Urban wastewater: Council and Parliament reach a deal on new rules for more efficient treatment and monitoring

The Council and the European Parliament's negotiators today reached a **provisional political agreement** on a proposal to review the urban wastewater treatment directive. The revised directive is one of the key deliverables under the EU's zero-pollution action plan.



Today's agreement with the Parliament puts us on the right track to reach our zero-pollution objective for Europe. It paves the way for the highest standards to be set for treating urban wastewater and monitoring it so that it does not release harmful substances, like microplastics or PFAS, into the environment.

— Alain Maron, minister of the Government of the Brussels-Capital Region, responsible for climate change, environment, energy and participatory democracy

<https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2024/01/29/urban-wastewater-council-and-parliament-reach-a-deal-on-new-rules-for-more-efficient-treatment-and-monitoring/>



EN English

Search

Search

Home > Press corner > More thorough and cost-effective urban wastewater management

Available languages: English

PRESS RELEASE | 29 January 2024 | Brussels

Commission welcomes provisional agreement for more thorough and more cost-effective urban wastewater management

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_504

Nils Torvalds (Finlandia) Renew Europe Group
European Parliament (EP), the file was referred to the Committee on the Environment, Public Health and Food Safety (ENVI), which appointed Nils Torvalds (Renew Europe, Finland) as rapporteur.



Nueva Directiva 91/271 (35 artículos y VIII Anexos)

Art. 1. Objeto

Art. 2. Definiciones

Art. 3. Sistemas de recogida

Art. 4. Sistemas individuales

Art. 5. Planes de gestión integrada

Art. 6. Tratamiento secundario

Art. 7. Tratamiento terciario

Art. 8. Tratamiento cuaternario

Art. 9 y 10. Responsabilidad ampliada al productor

Art. 11. Neutralidad energética

Art. 12. Cooperación transfronteriza

Art. 13. Condiciones climáticas locales

Art. 14. Vertidos de aguas residuales no domésticas

Art. 15. Reutilización y vertidos

Art. 16. Agua residual no doméstica biodegradable

Art. 17. Vigilancia de las aguas residuales urbanas

Art. 18. Evaluación y gestión del riesgo

Art. 19. Acceso al saneamiento

Art. 20. Lodos y valoración de recursos

Art. 21. Supervisión (*Monitoring*)

Anexo I. Requisitos

Anexo II. Áreas sensibles a la eutrofización

Anexo III. Productos RAP

Anexo IV. Sectores industriales

Anexo V. Planes de gestión integrada

Anexo VI. Información pública

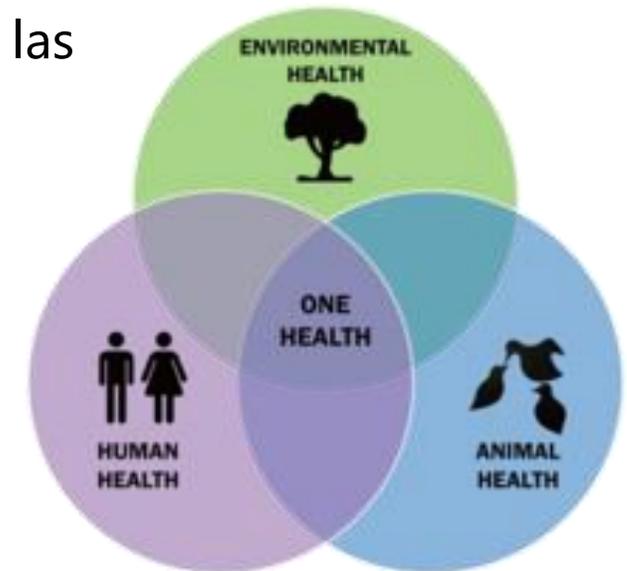
Anexo VII. Directivas derogadas

Anexo VIII. Tabla de correlaciones

Nueva Directiva 91/271

Art. 1. Objeto.

- Recogida, tratamiento y vertido de aguas residuales urbanas para proteger el medio ambiente y la salud humana.
 - Una sola salud (*One Health approach*): salud óptima para las personas, los animales y el planeta
 - Reducir emisiones de gases de efecto invernadero hasta niveles sostenibles
 - Mejorar el balance energético en la recogida y tratamiento de las aguas residuales
 - Transición hacia una economía circular
 - Acceso al saneamiento para todos
 - Transparencia en el sector de las aguas residuales urbanas
 - Vigilancia de la salud
 - Quien contamina paga



Nueva Directiva 91/271. 29/01/2024

- **PRINCIPALES ELEMENTOS**

- Colectores aglomeraciones **1 000 h-e** para 2035
- Sistemas individuales
- **Planes Integrados de gestión de aguas residuales urbanas**
- Análisis de riesgos de **desbordamientos**, 2% sobre la carga anual > 10 000 h-e
- **Tratamiento terciario** > 10 000 h-e en áreas de riesgo alineados con la DMA
- **Nutrientes P** (0,5 mg/L – 0,7 mg/L o 90 % - 87,5 %) > 10 000 h-e en zonas de riesgo
- **Responsabilidad Ampliada del Productor** (RAP), 80 % costes del tratamiento cuaternario
- **Neutralidad energética** para 2045, producción de energía renovable en o adquirir energía no fósil
- Una Salud, enfoque
- **Reutilización**
- **Vigilancia a través de las Aguas Residuales Urbanas.** Voluntario salvo en el caso de pandemias
- **Tratamientos cuaternarios**, Análisis de riesgos potenciales para la salud humana (Captación de agua potable, aguas de baño y acuicultura) y con el medio ambiente
- **Reciclaje** de nutrientes en **reutilización de agua y lodos**
- **Acceso al saneamiento gratuito** (no vinculante), edificios y espacios públicos
- Aumenta el número y frecuencia de los **controles**

Directiva sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas

Revisión de la Directiva 271/91/CEE

Requisitos de la Directiva 2024 para los vertidos

Parámetros	Concentración	% mínimo de reducción
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5 a 20 °C)	25 mg/L O ₂	70-90
Demanda química de oxígeno (DQO)	125 mg/L O ₂	75
Carbono Orgánico Total	37 mg/L	75
Total de sólidos en suspensión	35 mg/L (150 mg/L lagunas)	90
Fósforo total	0,5 mg/L (> 150000 h-e)	90
	0,7 mg/L (10000 – 150000 h-e)	87,5
Nitrógeno total	8 mgN/L (> 150000 h-e)	80
	10 mgN/L (10000 – 150000 h-e)	
Microcontaminantes	(> 150000 h-e) (10000 – 150000 h-e) zonas de riesgo	80

Parámetros	Concentración	% mínimo de reducción
Fósforo total	2 mg/L (de 10000 a 100000 e-h)	80
	1 mg/L (más de 100000 e-h)	
Nitrógeno total	15 mg/L (de 10000 a 100000 e-h)	70-80
	suma de NTK (N org+NH ₄) NO ₃ y NO ₂	

Requisitos de la Directiva 91/271 para los vertidos a zonas sensibles propensas a eutrofización (derogado)

ELIMINACIÓN DE MICROCONTAMINANTES Y TRATAMIENTOS CUATERNARIOS

Tratamiento cuaternario

- **Art. 8. Tratamiento cuaternario.**
 - 20 % Plantas > 150 000 h-e 31/12/2033
 - 60 % Plantas > 150 000 h-e 31/12/2039
 - 100 % Plantas > 150 000 h-e 31/12/2045
- Aglomeraciones > 10 000 en zonas de riesgo:
 - 10 % aglomeraciones 31/12/2033
 - 30 % aglomeraciones 21/12/2036
 - 60 % aglomeraciones 31/12/2039
 - 100 % aglomeraciones 31/12/2045
- [**Zonas de riesgo**] 31/12/2030. Los Estados miembros establecerán una lista de las zonas del territorio nacional en las que **la concentración o la acumulación de microcontaminantes procedentes de las depuradoras de aguas residuales urbanas represente un riesgo para la salud humana o el medio ambiente**. Revisión en 2033, y cada 6 años la actualizarán si es necesario.
- **Acto delegado** de la Comisión estableciendo el formato y metodología de análisis de riesgo
- Asegurar que la **reutilización es segura para la salud humana** y el medio ambiente. Si se usan para riego agrícola deben cumplir la evaluación del riesgo del Reglamento 741/2020

Zonas de riesgo a las que se refiere el Artículo 8

- Zonas en las que la concentración o la **acumulación de microcontaminantes** de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas representen un **riesgo para la salud humana o el medio ambiente**. La lista se basará en una evaluación de los riesgos que supone para la salud humana o para el medio ambiente el vertido de microcontaminantes en las aguas residuales urbanas en las zonas siguientes:
 - Demostrar que los microcontaminantes no son un riesgo potencial que puede causar el deterioro de la calidad del agua hasta el punto de que pueda constituir un **riesgo para la salud humana**:
 - a) zonas de captación de aguas destinadas al **consumo humano**. Directiva (UE) 2020/2184
 - b) **aguas de baño**. Directiva 2006/7/CE;
 - c) zonas en las que tienen lugar actividades de **acuicultura**, según se definen en el artículo 4, punto 25, del Reglamento (UE) n.º 1380/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo;
 - Evaluación de los **riesgos para la salud humana o el medio ambiente** que supone el vertido de microcontaminantes de las aguas residuales urbanas (a petición de la Comisión):
 - a) los **lagos**, según se definen en el artículo 2, punto 5, de la Directiva 2000/60/CE;
 - b) los **ríos**, tal como se definen en el artículo 2, punto 4, de la Directiva 2000/60/CE, u otras corrientes de agua cuya relación de **dilución sea inferior a 10**;
 - c) las zonas en las que sea necesario un tratamiento adicional para cumplir los requisitos establecidos en las Directivas 2000/60/CE, 2006/118/CE y 2008/105/CE.
 - d) **zonas especiales de conservación**, Directiva 92/43/CEE y las zonas de protección especial, Directiva 2009/147/CE constitutivas de la **red ecológica Natura 2000**.
 - e) **aguas costeras** según la definición del artículo 2, punto 7, de la Directiva 2000/60/CE;
 - e) **aguas de transición** según la definición del artículo 2, punto 6, de la Directiva 2000/60/CE;
 - f) **aguas marinas**, según se definen en el artículo 3, punto 1, de la Directiva 2008/56/CE.

Requisitos para los vertidos de la Directiva 2024. Anexo 1. Parte D

Tabla 3: Requisitos para el tratamiento cuaternario de los vertidos de las depuradoras de aguas residuales urbanas a que se refiere el apartado 1 del artículo 8 y o de las depuradoras de aguas residuales urbanas que presten servicio a las aglomeraciones a que se refiere el artículo 8(4)	
Indicadores	Mínimo porcentaje de reducción en relación con la carga del influente
Microcontaminantes que pueden contaminar el agua incluso a bajas concentraciones	80 %

“**tratamiento cuaternario**” el tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante un proceso que reduzca un amplio espectro de microcontaminantes de las aguas residuales urbana

“**microcontaminante**”: una sustancia tal como se define en el artículo 3, apartado 1, del Reglamento (CE) nº **1907/2006**, incluidos sus productos de degradación, que está presente habitualmente en el medio acuático, las aguas residuales urbanas y/o en los lodos y que puede considerarse peligrosa para la salud humana o el medio ambiente sobre la base de los criterios pertinentes establecidos en la parte 3 y la parte 4 del anexo I del Reglamento (CE) nº **1272/2008**, incluso en bajas concentraciones;

Directiva sobre tratamiento de las aguas residuales urbanas

Revisión de la Directiva 271/91/CEE

Reglamento (CE) **1907/2006** del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (**REACH**), por el que se crea la Agencia Europea de Sustancias y Preparados Químicos (**ECHA**)

«**sustancia**»: un elemento químico y sus compuestos naturales o los obtenidos por algún proceso industrial, incluidos los aditivos necesarios para conservar su estabilidad y las impurezas que inevitablemente produzca el proceso, con exclusión de todos los disolventes que puedan separarse sin afectar a la estabilidad de la sustancia ni modificar su composición;

Criterios establecidos en las partes 3 y 4 del Anexo I del Reglamento (CE) **1272/2008** sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas (**Reglamento CLP**)

Parte 3: Peligros para la Salud
3.1. Toxicidad aguda
3.2. Corrosión e irritación cutáneas
3.3. Lesiones oculares graves o irritación ocular
3.4. Sensibilización respiratoria o cutánea
3.5. Mutagenicidad en células germinales
3.6. Carcinogenicidad
3.7. Toxicidad para la reproducción
3.8. Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) — exposición única
3.9. Toxicidad específica en determinados órganos (STOT) — exposiciones repetidas
3.10. Peligro por aspiración
Parte 4: Peligros para el Medio Ambiente
4.1. Peligroso para el medio ambiente acuático



Eliminación de microcontaminantes

Categoría	CAS	Sustancia	Uso	DMA
C1. Sustancias que pueden tratarse con mucha facilidad (<i>substances that can be very easily treated</i>)				
C1.i	71675-85-9	Amisulprid	Fármaco antisicótico	No
C1.ii	298-46-4	Carbamazepina	Fármaco antiepiléptico y antidepresivo	No
C1.iii	59729-33-8	Citalopram	Fármaco antidepresivo	No
C1.iv	81103-11-9	Claritromicina	Fármaco, antibiótico macrólido	LO2021
C1.v	15307-86-5	Diclofenaco	Fármaco antiinflamatorio y analgésico	LO2015
C1.vi	58-93-5	Hidroclorotiazida	Fármaco diurético	LO2021
C1.vii	37350-58-6	Metoprolol	Fármaco betabloqueante	No
C1.viii	93413-69-5	Venlafaxina	Fármaco antidepresivo	LO2021
C2. Sustancias que pueden eliminarse con facilidad (<i>substances that can be easily disposed of</i>)				
C2.i	95-14-7	Benzotriazol	Anticorrosivo	No
C2.ii	139481-59-7	Candesartán	Fármaco antihipertensivo	No
C2.iii	138402-11-6	Irbesartán	Fármaco antihipertensivo	No
C2.iv	29878-31-7	4-metil-benzotriazol	Anticorrosivo	No
	136-85-6	5-metil-benzotriazol		
DMA: Directiva Marco del Agua, LO: Lista de Observación				

Requisitos para los vertidos de la Directiva 2024. Anexo 1. Parte D

- El porcentaje de eliminación se calculará sobre el flujo **en tiempo seco** para al menos **seis sustancias**.
- El número de sustancias de la **categoría 1** será el doble del número de sustancias de la **categoría 2**.
- Si pueden medirse menos de seis sustancias en concentración suficiente, la autoridad competente designará otras sustancias para calcular el porcentaje mínimo de eliminación cuando sea necesario.
- Se utilizará la **media de los porcentajes específicos de eliminación** de todas las sustancias individuales utilizadas en el cálculo para evaluar si se ha alcanzado el porcentaje mínimo de eliminación requerido del 80 %.
- para los parámetros especificados en el cuadro 3, la frecuencia de muestreo a que se refiere el apartado 3 de la parte D del anexo I significa que se toma una **muestra en la entrada y una muestra en la salida** de la depuradora de aguas residuales urbanas a fin de verificar el cumplimiento del porcentaje mínimo de eliminación del cuadro 3 del anexo I.
- El **porcentaje medio de eliminación de todas las sustancias utilizadas en el cálculo** se utilizará para evaluar si se ha alcanzado el porcentaje mínimo de eliminación exigido del 80%.
- **Número máximo permitido de muestras que no se ajustan** a los valores se establece en el cuadro 4 de la parte D del anexo I.

Acuerdo político de la Directiva 91/271. 29/01/2024

Anexo 1. Parte D. Métodos de seguimiento y evaluación de los resultados

Muestreo y Análisis.

Métodos de análisis conforme a la **Directiva 2009/90/CE** (especificaciones técnicas del análisis químico y seguimiento del estado de las aguas de conformidad con la Directiva 2000/60/CE)

Métodos alternativos se demuestran resultados equivalentes

Punto bien definido de la salida y si es necesario de la entrada de la depuradora

Muestras de **48 horas** para control de microcontaminantes

Buenas prácticas internacionales de laboratorio para minimizar la degradación de las muestras entre su recogida y análisis

Aglomeraciones con actividad estacional (2 meses sin muestra, pero 12 muestras anuales)

h-e	Nº de muestras Microcontaminantes
10 000 – 49 999	1 muestra por mes
50 000 – 149 999	2 muestras por mes
> 150 000	2 muestra por mes

Vigilancia de la salud pública (Voluntario excepto en caso de pandemia)

- **Resistencia antimicrobiana** (Comisión adoptará un acto delegado)
- Influenzavirus
- **Patógenos emergentes**
- Poliovirus
- SARS-CoV-2

Supervisión de otros contaminantes (Monitoring)

- Puntos de aguas de tormenta y escorrentía **microplásticos** y contaminantes relevantes
- Aguas residuales urbanas contaminantes de la **DMA** > 10 000 h-e
- Anexo II del Reglamento (EC) N° 166/2006 **PRTR**
- Anexo I y II Directiva 86/278/CE (**Lodos**)
- Parte B del anexo III de la Directiva (EU) 2020/2184 cuando la planta descargue en un área de captación. **Para PFAS los estados miembros puede usar "PFAS Total" y/o "Suma de PFAS"**
- **Presencia de microplásticos**
- **Microplásticos en lodos** cuando se reutilizan en agricultura > 10 000 h-e
- 2 muestras al año para aglomeraciones > 150 000 -1 muestra cada 2 años > 10 000 h-e

RESPONSABILIDAD AMPLIADA AL PRODUCTOR

Acuerdo político de la Directiva 91/271. 29/01/2024

- **Art. 9. Responsabilidad ampliada al productor.** (*Extended Producer Responsibility*)
 - Productores de productos Anexo III: **medicamentos y productos cosméticos**
 - Al menos el **80 % de los costes totales** incluyendo inversiones y los costes operativos del tratamiento cuaternario
 - Los costes de recopilación y verificación de datos sobre los productos comercializados; y otros costes necesarios para ejercer su responsabilidad ampliada del productor.
 - Los estados miembros podrán exonerar cuando el productor demuestre lo siguiente
 - La cantidad de sustancias contenidas en los productos introducidos en el mercado de la Unión es **menor de 1 tonelada por año**
 - La sustancia es **rápidamente biodegradable** en aguas residuales o no genera microcontaminantes al final de su vida
 - Acto delegado de la Comisión para la aplicación de los criterios, sobre biodegradabilidad y peligrosidad
- **Art. 10. Requerimientos mínimos para las organizaciones de productores responsables**
 - Los estados miembros tomarán medidas para el cumplimiento de las obligaciones de las organizaciones de productores
 - Tomarán medidas para reducir los microcontaminantes en origen y determinar las tecnología de tratamiento cuaternario

Tratamientos cuaternarios y EPR

Los gastos de implantación y funcionamiento deberán ser cubiertos hasta un 80 % por los productores de sustancias farmacéuticas y cosméticas conforme al principio de "quien contamina paga"

Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP) (EPR, Extended Producer Responsibility) de aquellas empresas que introducen en el mercado de la UE productos farmacéuticos para uso humano (Directiva 2001/83/CE) y productos cosméticos (Directiva 1223/2009). La EPR debe incluir los costes totales

"productor": todo fabricante, importador o distribuidor que, con carácter profesional comercializa productos en el mercado de un Estado miembro, incluso mediante contratos a distancia tal como se definen en el artículo 2, apartado 7, de la Directiva 2011/83/UE significa;

"Organización de Responsabilidad de los Productores": una organización reconocida a nivel nacional establecida para que los productores puedan cumplir las obligaciones que les imponen los artículos 9 y 10;

"comercialización": la primera puesta a disposición de un producto en el mercado de un Estado miembro;

Requisitos para los vertidos de la Directiva 2024.

Anexo III. LISTA DE PRODUCTOS CUBIERTOS POR LA RESPONSABILIDAD AMPLIADA

1. **Medicamentos** para uso humano incluidos en el ámbito de aplicación de la Directiva 2001/83/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
 2. **Productos cosméticos** incluidos en el ámbito de aplicación del Reglamento (CE) nº 1223/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, sobre productos cosméticos.
-
1. Directiva 2001/83/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de noviembre de 2001, por la que se establece un código comunitario sobre medicamentos para uso humano (OJ L 311, 28.11.2001, p. 67–128)
 2. Reglamento (CE) nº 1223/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de noviembre de 2009, sobre los productos cosméticos (versión refundida) (OJ L 342, 22.12.2009, p. 59–209)

MICROCONTAMINANTES

PPCPs (*Pharmaceutical and Personal Care Products*)

- Efectos fisiológicos en humanos a bajas dosis
- Se encuentran en diferentes compartimentos ambientales, incluyendo el agua
- Suponen un riesgo para la salud humana y la fauna.

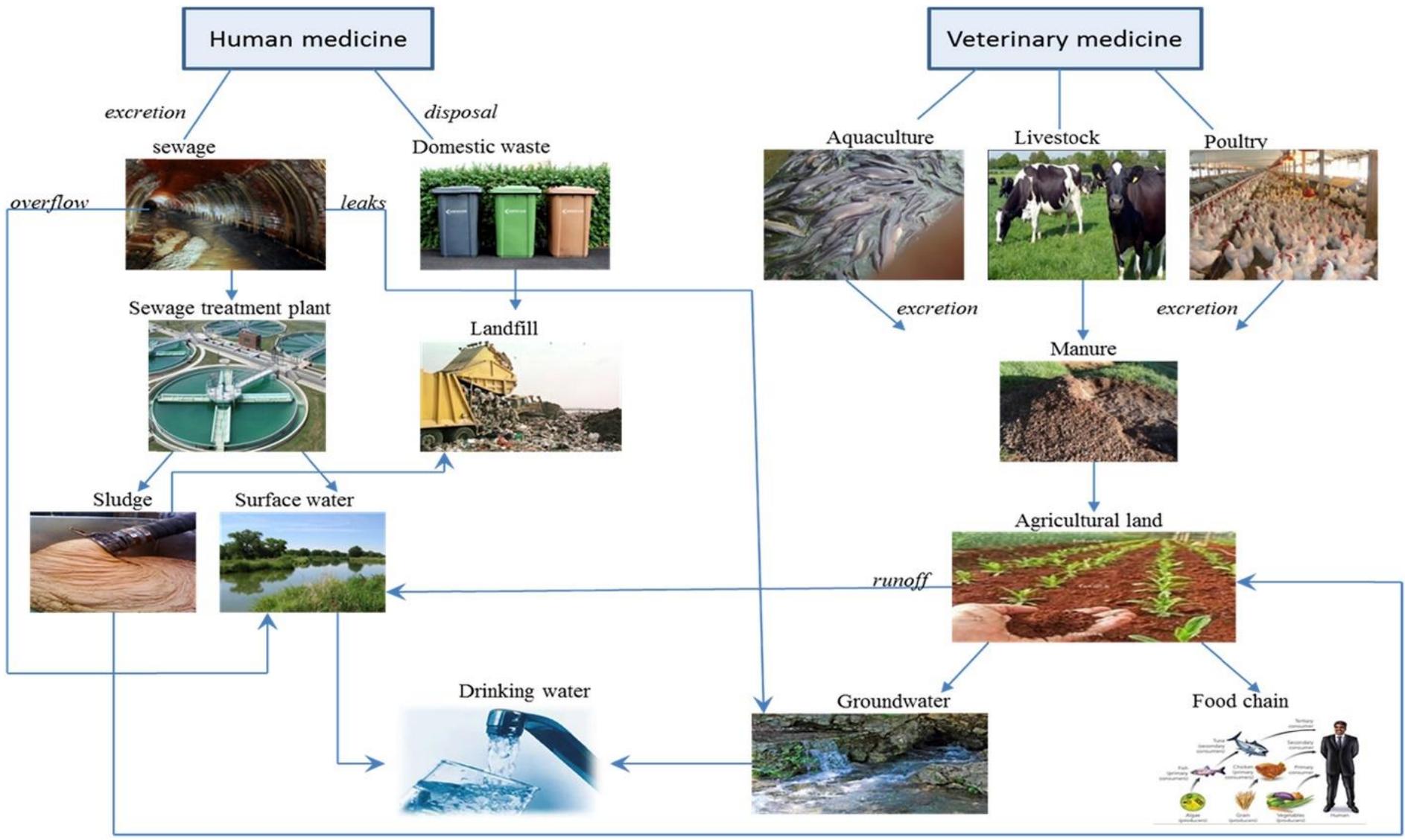
Fármacos son ampliamente usados en medicina y veterinaria, alcanzando las masas de agua a través de vertidos de aguas residuales urbanas, basura o estiércol. Desde aquí pueden entrar en la cadena alimentaria

- Diseñados para ser **estables**
- Se excreta hasta un 90 %
- Concentraciones tan bajas que **se descartan efectos adversos para el ser humano**
- Fármacos con **actividad endocrina**
- **Antibióticos**
- **resistencia a los antimicrobianos** tanto de las bacterias resistentes a los antibióticos (**ARB**) como de los genes de resistencia a los antibióticos (**ARG**)

MICROCONTAMINANTES

Sustancias farmacéuticas

PRODUCTOS FARMACÉUTICOS EN EL MEDIO AMBIENTE



Origen y difusión de compuestos farmacéuticos (Ebele et al., 2017)

MICROCONTAMINANTES

Tecnologías

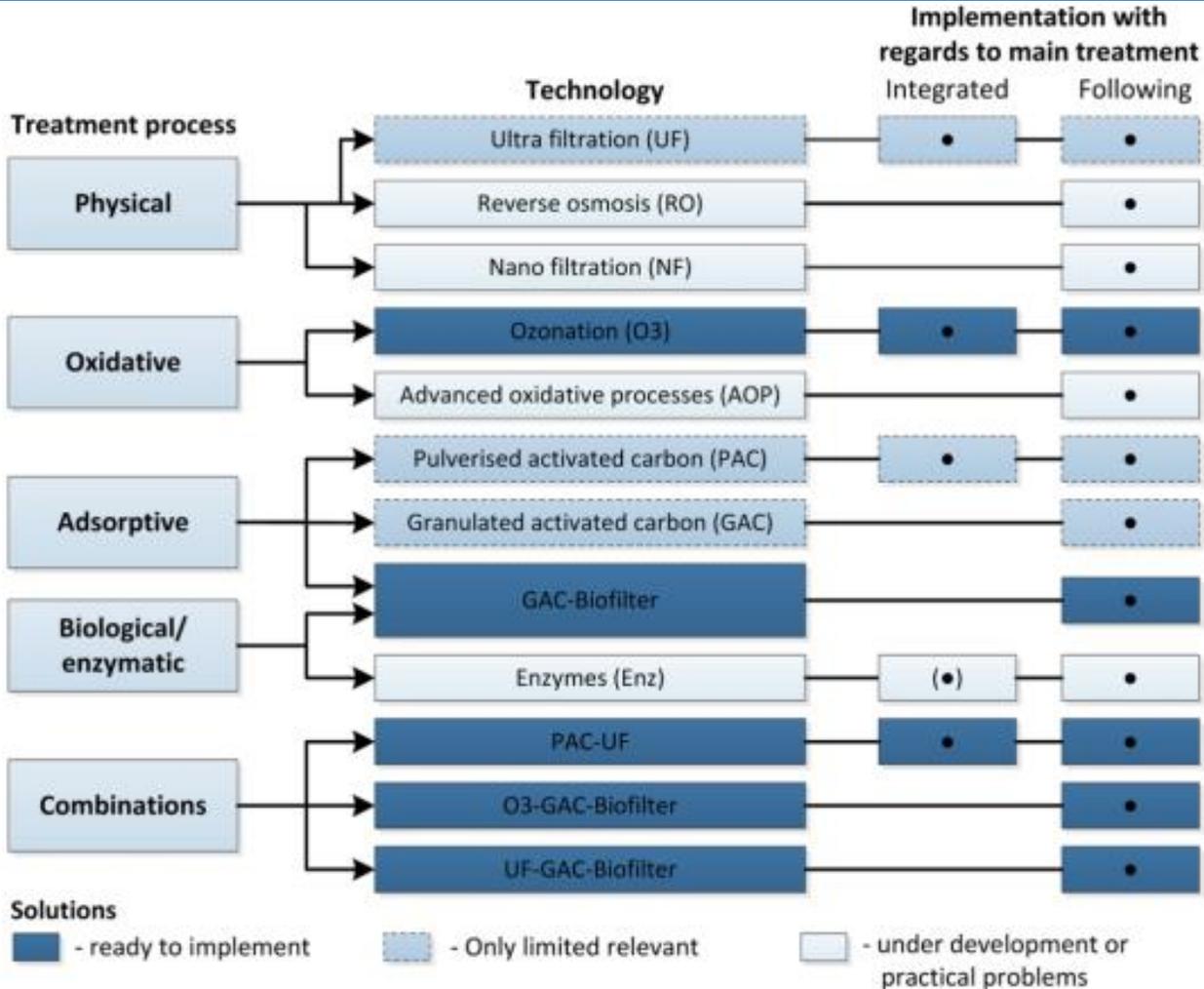
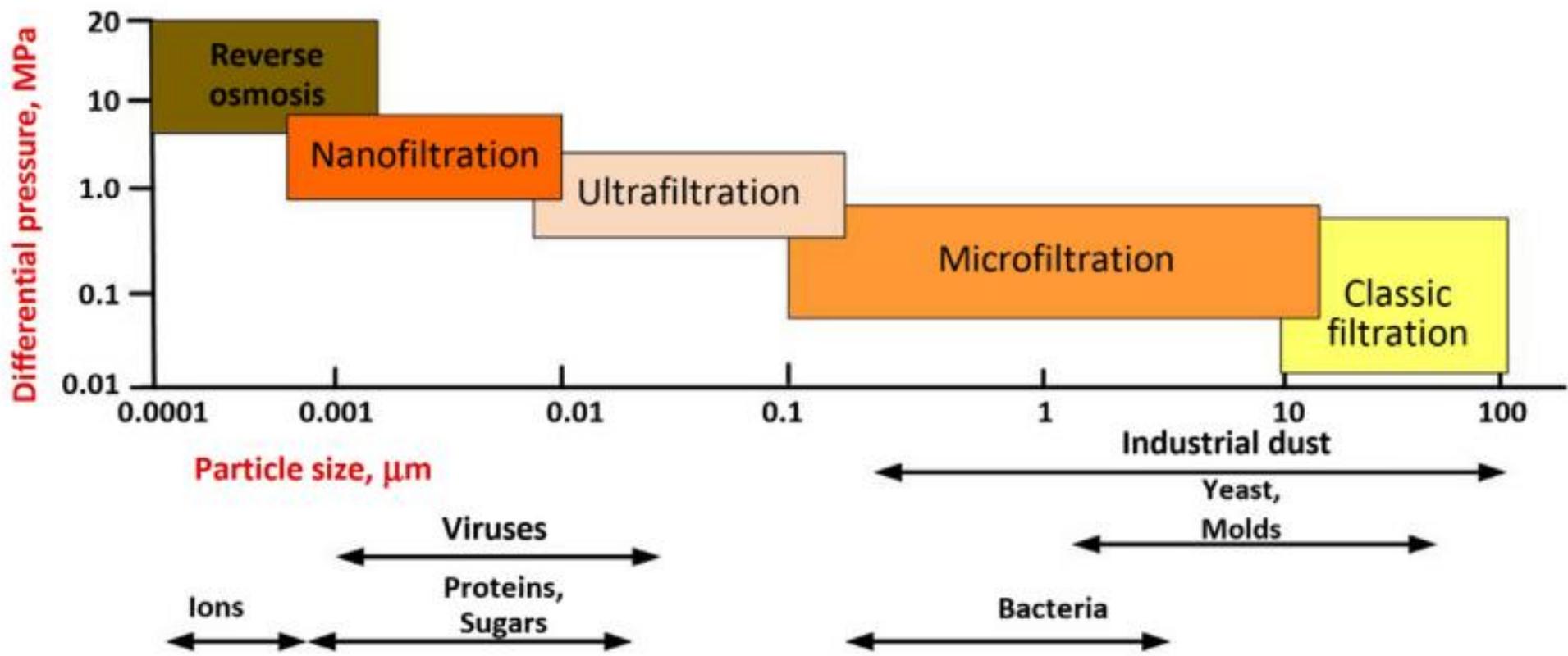


Figure 1: Treatment technologies for micropollutants

Source: Baresel et al. (2019) Sustainable treatment systems for removal of pharmaceutical residues and other priority persistent substances. Water Sci Technol.





Substances selected to evaluate effectiveness of measures

Substance	class	Elimination with ozone / PAC
Amisulpride	antipsychotic	Very good (>80%)
Carbamazepine	antiepileptic	Very good
Citalopram	antidepressant	Very good
Clarithromycin	macrolide antibacterial	Very good
Diclofenac	antiinflammatory / antirheumatic	Very good
Hydrochlorothiazide	diuretic	Very good
Metoprolol	beta blocking agent	Very good
Venlafaxine	antidepressant	Very good
Benzotriazole	corrosion inhibitor	good (50-80%)
Candesartan	antihypertensive agent, angiotensin II antagonist	good
Irbesartan	dito	good/ Very good
Mecoprop	biocide, plant protection	good

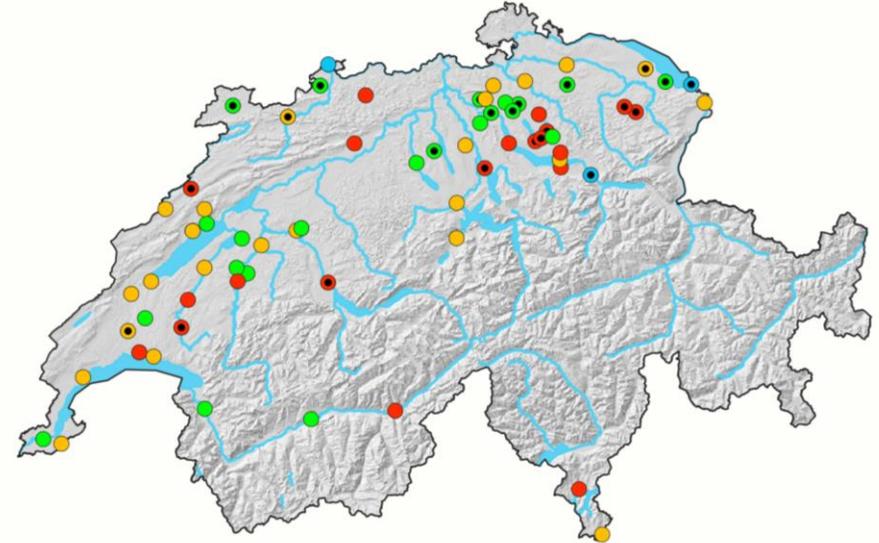
Selection of four substances

Selection of two substances

Christa McArdell, mcardell@eawag.ch

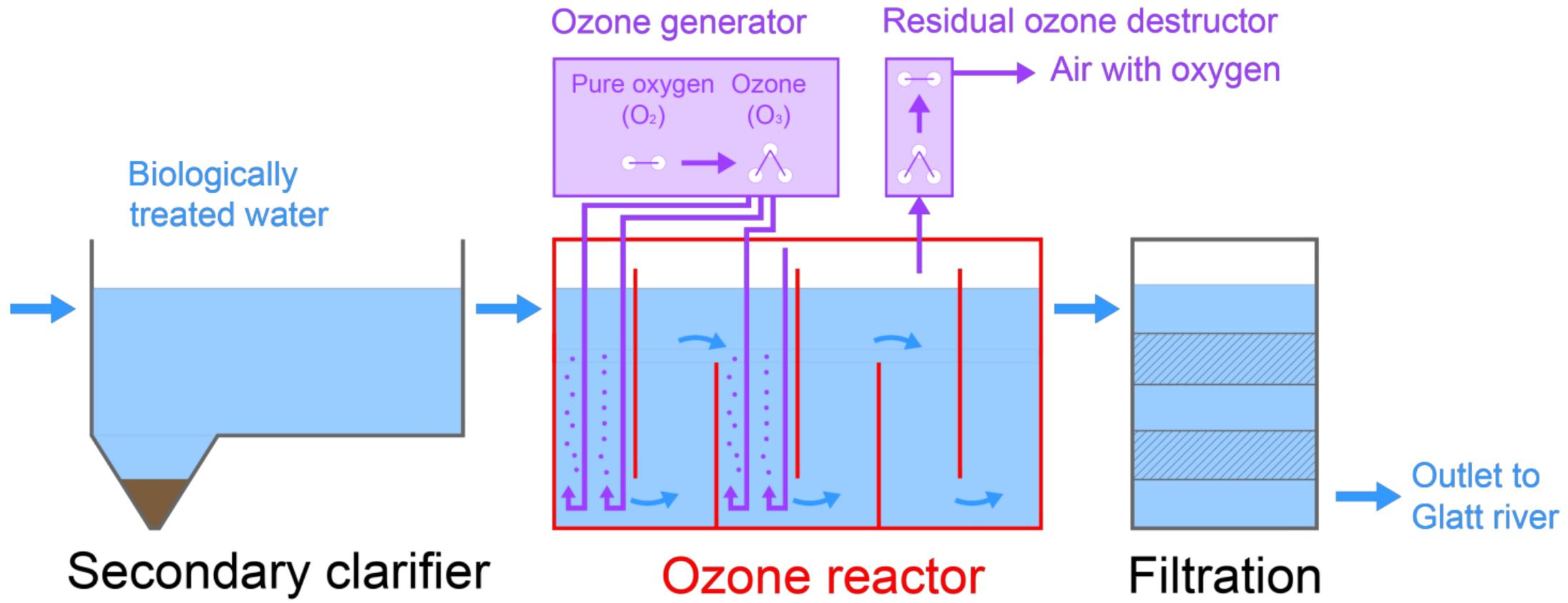
Götz et al., AQUA&GAS (2015), 2, 34-40

Situation en novembre 2023



Source: Office fédéral de topographie

Experiencia en Suiza





Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



European scale assessment of the potential of ozonation and activated carbon treatment to reduce micropollutant emissions with wastewater



Alberto Pistocchi ^{a,*}, Nikiforos A. Alygizakis ^j, Werner Brack ^{b,c}, Alistair Boxall ^d, Ian T. Cousins ^e, Jörg E. Drewes ^f, Saskia Finckh ^b, Tom Gallé ^g, Marie A. Launay ^h, Michael S. McLachlan ^e, Mira Petrovic ⁱ, Tobias Schulze ^b, Jaroslav Slobodnik ^j, Thomas Ternes ^k, Annemarie Van Wezel ^l, Paola Verlicchi ^m, Caroline Whalley ⁿ

Treatment of micropollutants in wastewater: Balancing effectiveness, costs and implications



A. Pistocchi ^{a,*}, H.R. Andersen ^b, G. Bertanza ^c, A. Brander ^d, J.M. Choubert ^e, M. Cimbritz ^f, J.E. Drewes ^g, C. Koehler ^h, J. Krampe ⁱ, M. Launay ^j, P.H. Nielsen ^k, N. Obermaier ^l, S. Stanev ^m, D. Thornberg ⁿ

Flow diagram of the comparative risk assessment.

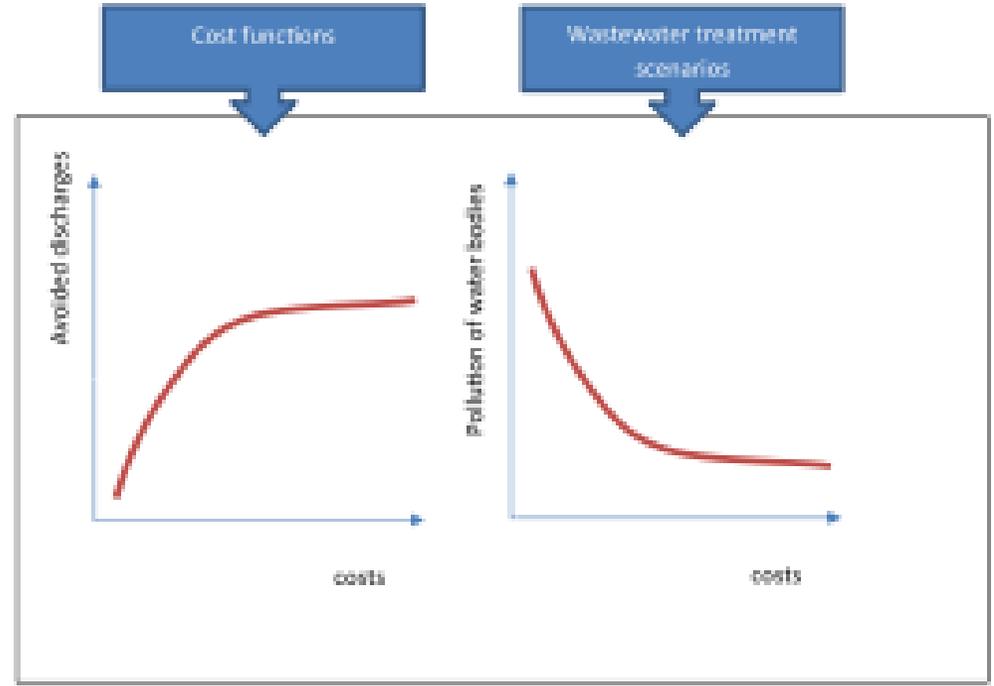
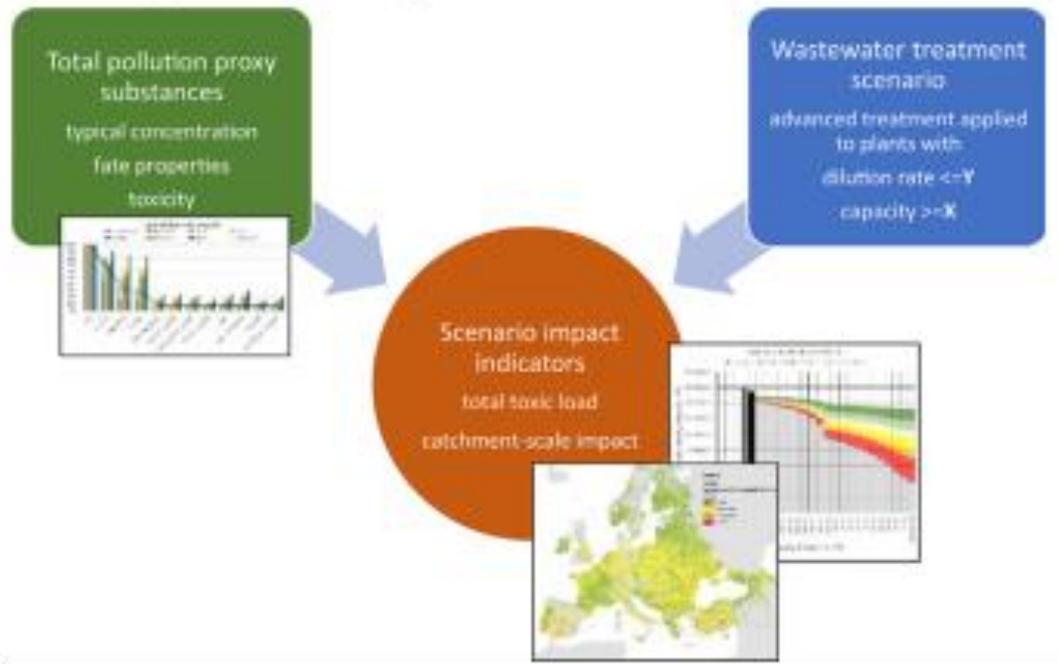
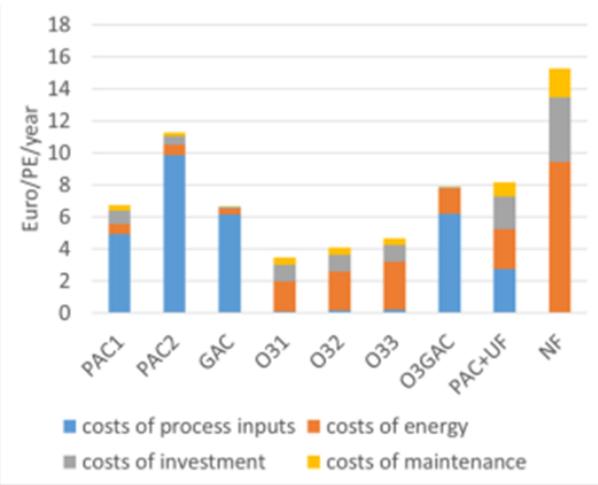


Figure 16: Breakdown of costs of the nine representative configurations of advanced treatment for a waste water treatment plant of 50 000 PE



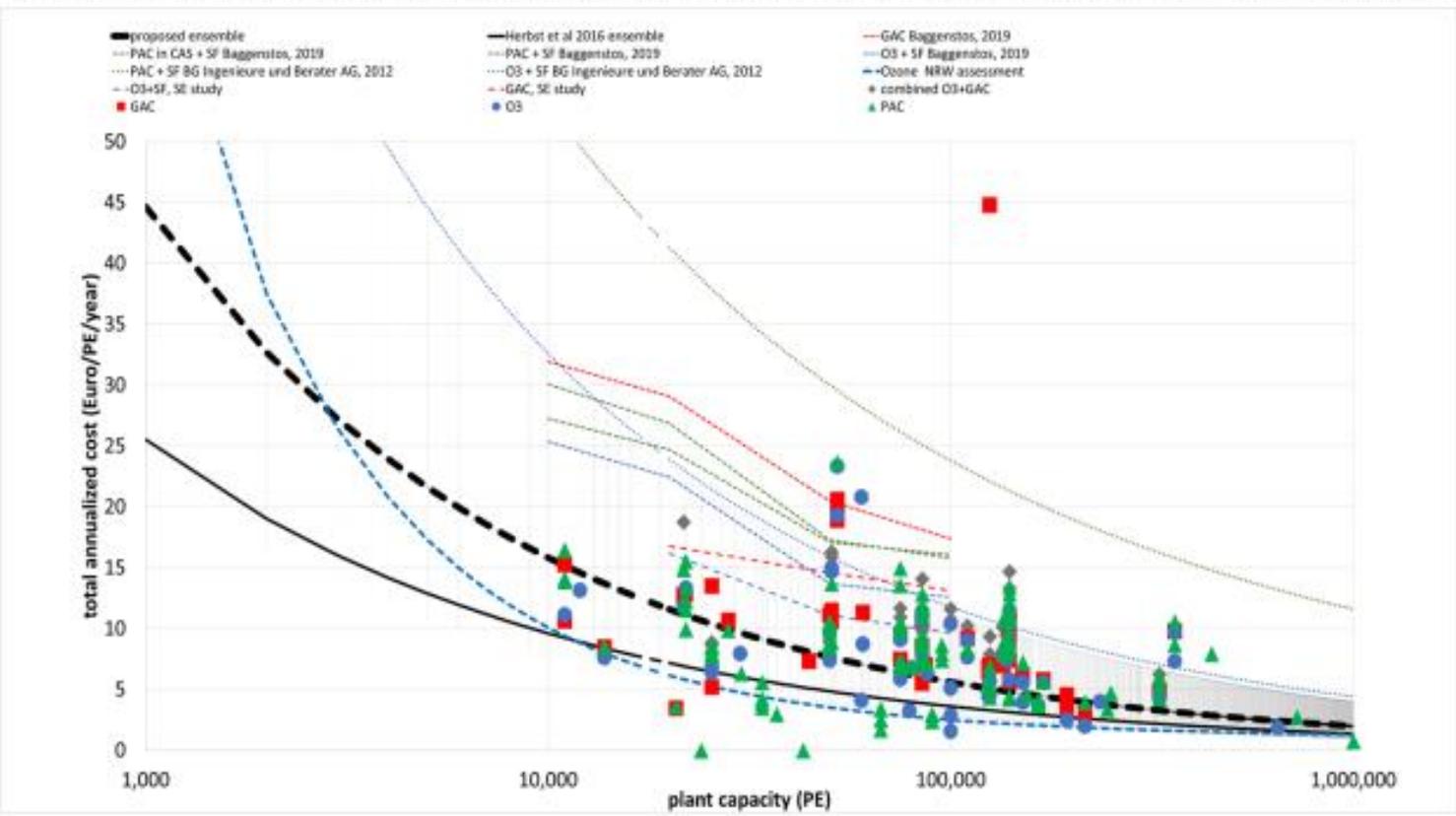
Source: Pistocchi et al. (2021), Treatment of micropollutants in waste water: balancing effectiveness, costs and implications.

For the disambiguation of the X-axis, see the table below.

X-axis code	Description
PAC1	Advanced treatment processes, Powdered Activated Carbon, after sec. treatment, 1.5 mg PAC/mg DOC
PAC2	Advanced treatment processes, Powdered Activated Carbon, into CAS, 2-3 mg PAC/mg DOC ⁹⁸
GAC	Advanced treatment processes, Granular Activated Carbon, EBCT ⁹⁹ >20 min; v < 9 m/h >20,000 BVT ¹⁰⁰
O31	Advanced treatment processes, Ozone, <0.4 mg O3/mg DOC
O32	Advanced treatment processes, Ozone, 0.4-0.6 mg O3/mg DOC
O33	Advanced treatment processes, Ozone, >0.7-1.0 mg O3/mg DOC

Figure 15: Comparison of cost functions and case-specific data.

The proposed ensemble expenditure function is superimposed to the data with error bars representing a factor 2 variation.



Source: Pistocchi et al. (2021), Treatment of micropollutants in waste water: balancing effectiveness, costs and implication

- Min: $500 \cdot PE^{-0.45}$
- Average: $1000 \cdot PE^{-0.45}$
- Max: $2000 \cdot PE^{-0.45}$

Where PE = treated loads in population equivalent of the WWTP

Figure 15 shows these cost functions and the case-specific cost data.

EXPERIENCIAS EN LA REGIÓN DE MURCIA

Experiencias en la Región de Murcia

Microcontaminantes



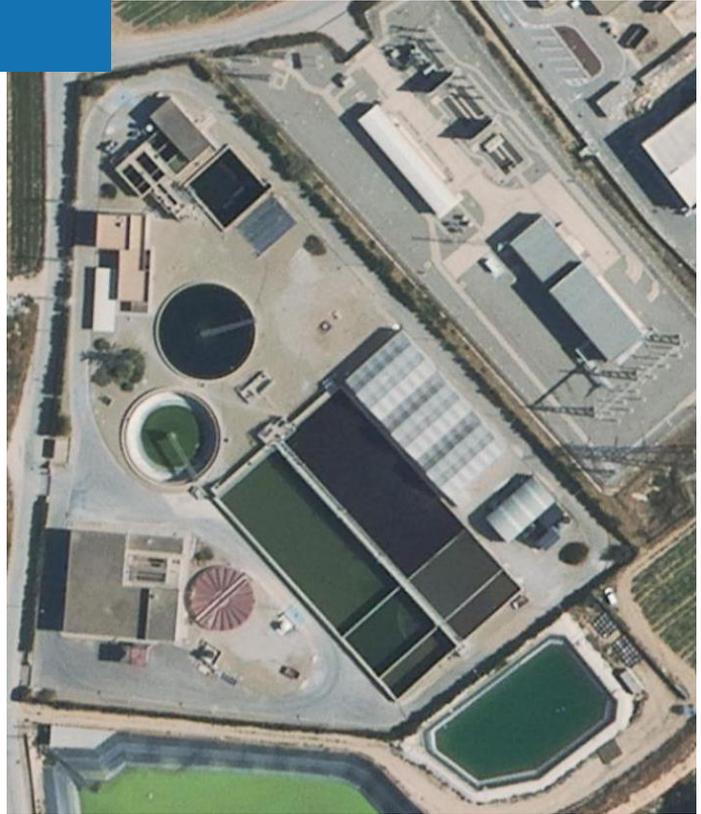
- 5 EDAR
- 10 000 h-e – 150 000 h-e
- 1 año, 4 muestras estacionales
- Biológico Convencional
- Aireación prolongada
- Tratamiento terciario y desinfección
- Reutilización agrícola
- Ozono
- Carbón activo
- Lagunas

Características de las estaciones depuradoras de aguas residuales estudiadas

CC	EDAR	Tipos de tratamiento	Habitantes equivalentes	Caudal (m ³ /año)
01A	Abanilla	FA - AP + SF + O3 + UV	15.266	706.550
16A	Cartagena	FA-CO + LM	151.802	9.130.821
37A	Torre Pacheco	FA - AP + L + C + F + DL + SF + UV	24.922	2.900.174
37H	Roldán	FA - AP + L + C + F + DL + CAG + UV	8.884	578.736
902AN	Los Alcázares	FA - AP + C + F + DL + SF + UV	26.337	2.547.267

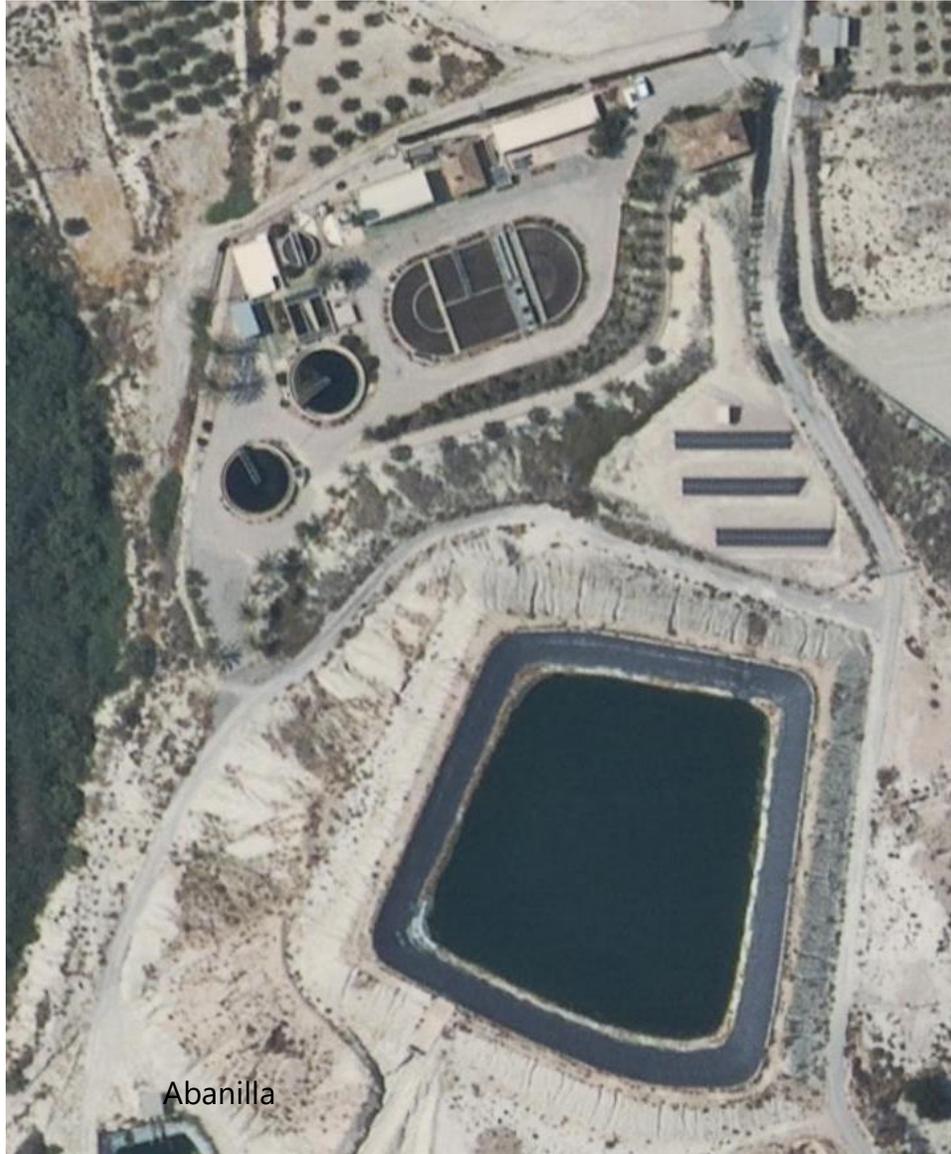
AP: Aireación Prolongada, DL: Decantación lamelar,
CO: Convencional, SF: Filtros de arena,
CAG: Carbón Activo Granular, UV: Ultravioleta,
FA: Fangos Activos, L: Laminación,
C: Coagulación, LM: Lagunaje,
F: Floculación, O3: Ozonización

Experiencias en la Región de Murcia Microcontaminantes



Experiencias en la Región de Murcia

EDAR Abanilla - Ozono



Abanilla

EDAR Abanilla

Biológico aireación prolongada

Tratamiento terciario

10 módulos de generación de ozono a partir de aire

Capacidad de producción de 80 gO₃/h.

Concentración de ozono de 16 gO₃/m³

Experiencias en la Región de Murcia

Roldán Lo Ferro Balsicas – Carbón Activo Granular



EDAR de Roldán-Lo Ferro-Balsicas

Biológico aireación prolongada

Tratamiento terciario

Carbón activo granular (GAC, *Granular Activated Carbon*) en lecho abierto



Experiencias en la Región de Murcia

EDAR Cabezo Beaza - Lagunas



EDAR Cabezo Beaza (Cartagena)

Biológico convencional

Dos lagunas en paralelo

Superficie total de 318.000 m²

Profundidad máxima de 7,8 m

Volumen de regulación de 855.000 m³

Tiempo de retención hidráulica de 34 días

Metodología. Toma de muestras y análisis

- 4 muestras de entrada y salida
- Muestreo entrada integradas 24 horas
- Muestreo salida puntuales (integración en depósitos y lagunas)
- Toma de muestras UNE-EN ISO/IEC-17025
- Determinaciones analíticas cromatografía líquida de alta resolución y espectrometría de masas (HPLC-MS/MS o HRMS)
- Norma DIN 38407-47:2017-07



Métodos de seguimiento y evaluación de los resultados (Anexo I. Parte D)

- Métodos de análisis cumplirán los criterios mínimos como los definidos en la **Directiva 2009/90/CE** y otras normas pertinentes
- Podrán utilizarse métodos alternativos siempre que se demuestre que se obtienen resultados equivalentes
- Las muestras para controlar los microcontaminantes serán de 48 horas (proporcionales al caudal o al tiempo)
- Muestras de entrada y salida para calcular el porcentaje
- Buenas prácticas de laboratorio para minimizar la degradación entre la recogida y el análisis

h-e	Microcontaminantes
10 000 – 49 999	1 muestra por mes
50 000 – 149 999	2 muestras por mes
> 150 000	2 muestra por mes

DIRECTIVA 2009/90/CE por la que se establecen, de conformidad con la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, **las especificaciones técnicas del análisis químico** y del seguimiento del estado de las aguas

- Norma **EN ISO/IEC-17025** sobre los requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración para la validación de los métodos de análisis utilizados.
 - El cálculo de los valores medios **debe tener en cuenta los resultados de las mediciones inferiores al límite de cuantificación** de los métodos de análisis.
 - Incertidumbre de medida del 50 % o menos ($k = 2$) estimada al nivel de las normas de calidad medioambiental pertinentes y un límite de cuantificación igual o inferior a un valor del 30 % de las normas de calidad medioambiental
 - **Cálculo de los valores medios**
 1. Si las cantidades de los mensurandos fisicoquímicos o químicos de una muestra determinada son inferiores al límite de cuantificación, los resultados de la medición se fijarán en **la mitad del valor del límite de cuantificación** correspondiente para el cálculo de los valores medios.
 2. Si un **valor medio calculado** de los resultados de la medición a que se refiere el apartado 1 es inferior a los límites de cuantificación, el valor se considerará «inferior al límite de cuantificación».
 3. El apartado 1 no se aplicará a los mensurandos que sean sumas totales de un grupo determinado de parámetros fisicoquímicos o mensurandos químicos, incluidos sus productos de metabolización, degradación y reacción pertinentes. En estos casos, los resultados inferiores al límite de cuantificación de las distintas sustancias se fijarán en cero.
- 1) **«límite de detección»:** señal de salida o valor de concentración por encima de los cuales se puede afirmar con un nivel declarado de confianza que una muestra es diferente de una muestra en blanco sin determinando de interés;
 - 2) **«límite de cuantificación»:** múltiplo declarado del límite de detección a una concentración del determinando que se puede determinar razonablemente con un grado aceptable de exactitud y precisión. El límite de cuantificación se puede calcular utilizando un patrón o muestra adecuada y se puede obtener del punto de calibración más bajo en la curva de calibración, excluido el valor del blanco;
 - 3) **«incertidumbre de medida»:** parámetro no negativo que caracteriza la dispersión de los valores cuantitativos atribuidos a un mensurando, basándose en la información utilizada.

Cálculos

- Media de los porcentajes de eliminación de los 6 microcontaminantes con mayor rendimiento de eliminación de cada EDAR ($4C1 + 2C2$)
- **D 2009/90.** Si las cantidades de los mensurandos fisicoquímicos o químicos de una muestra determinada son inferiores al límite de cuantificación, los resultados de la medición se fijarán en la **mitad del valor del límite de cuantificación** correspondiente para el cálculo de los valores medios. **Ecuación 1.**
- Los valores por debajo del límite de cuantificación se han considerado en el cálculo de las medias a través de un valor estimado del parámetro (Cest). **Ecuación 2.**

C < LQ (D 2009/90)

Ecuación 1: $C_{est} = LQ/2$

C < LQ (IPPC)

Ecuación 2: $C_{est} = (1-A/100)*LQ$

C: Concentración

LQ: Límite de Cuantificación

Cest: Concentración estimada

Cinfl: Concentración influente

Cefl: Concentración en el efluente

Ecuación 3: $Rto = (C_{infl} - C_{efl}) * 100 / C_{infl}$

Problemas con los Cálculos

- Gran número de medidas por debajo del LQ
- LQ diferente según la muestra, el método, los equipos y el laboratorio
- LQ diferente para entrada y salida
- Valores negativos de rendimiento

PARAMETRO	VMM	VALOR	IPPC	DMA
Metoprolol		0,04	0,04	0,04
Metoprolol	<	0,02	0,005	0,01
Metoprolol	<	0,02	0,005	0,01
Metoprolol	<	0,2	0,05	0,1
		Media entrada	0,025	0,040

PARAMETRO	VMM	VALOR	IPPC	DMA
Metoprolol	<	0,02	0	0,01
Metoprolol	<	0,02	0	0,01
Metoprolol	<	0,02	0	0,01
Metoprolol	<	0,2	0	0,1
		Media salida	0	0,033

Rendimiento IPPC = 100 %

Rendimiento DMA = 17,5 %

Valores por debajo de LQ

- Evitar los resultados por debajo del límite de detección
- Revisar las condiciones de trabajo de la instalación, muestreo, análisis, etc.
- Utilizar un método de medida más sensible
- Dependientes de equipos y laboratorios
- Método de medida con un límite de detección $< 10\%$ del valor límite
- Valores atípicos: juicio de expertos o estadística (test de Dixon)
- Utilizar LD en lugar de LQ para asignar valor numérico ($LQ = LD * 2$ o 4)
- Posibilidades para asignar valores bajo el LD:
 - Utilizar sólo el valor medido, aunque no sea fiable
 - Usar el límite de detección. Este método tiende a sobreestimar el resultado
 - Usar en los cálculos la mitad del LD (u otra fracción predefinida). Este método puede tanto sobreestimar como subestimar el resultado
 - Usar en los cálculos el valor cero. Este método tiende a subestimar el resultado
 - Usar la siguiente estimación: Estimación = $(100 \% - A) * LD$; A = % muestras por debajo de LD



MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE

DIRECCIÓN GENERAL
DE CALIDAD
Y ENVOLUCION AMBIENTAL



Comisión Europea

Rendimientos negativos

- Gran número de medidas por debajo del LQ
- LQ diferente según la muestra, el método, los equipos y el laboratorio
- LQ diferente para entrada y salida
- Balance de masas negativo
- Número de analíticas insuficiente
- Variabilidad horaria y estacional de las sustancias en el influente
- Matriz compleja y "sucia" sobre todo del agua bruta
- Infravaloración relacionada con fenómenos de solubilidad y sorción-desorción de algunas sustancias en los sólidos del agua residual bruta y los fangos activos (Blair *et al.*, 2015).



Evaluating the degradation, sorption, and negative mass balances of pharmaceuticals and personal care products during wastewater treatment ☆



Benjamin Blair^{a,b,*}, Adam Nikolaus^b, Curtis Hedman^c, Rebecca Klaper^b, Timothy Grundl^b

Subproductos de la ozonización

- Subproductos de ozonización con un posible efecto carcinógeno en seres humanos (WHO, 2005)
 - N-Nitrosodimetilamina (NDMA, 100 ng/L)
 - Bromatos (BrO_3^- , 0,01 mg/L)
 - Metabolitos más tóxicos que la sustancia origen

La formación de bromatos depende de la concentración del ion bromuro (Br^-), temperatura, pH, alcalinidad, presencia de amonio y de la dosis de ozono.

En Suiza, donde se cuenta con una gran experiencia en el uso de estas tecnologías, el agua ozonizada se somete a un proceso de filtración en arena antes del vertido para eliminar los subproductos y



Evaluation of a full-scale wastewater treatment plant with ozonation and different post-treatments using a broad range of *in vitro* and *in vivo* bioassays

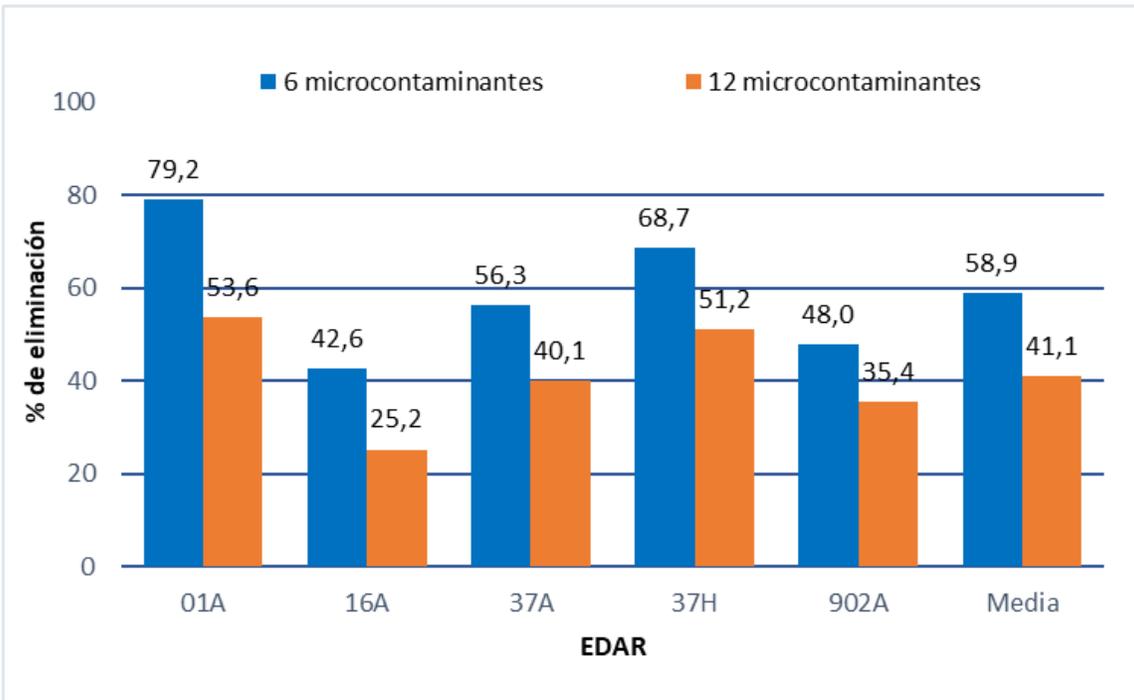
Cornelia Kienle^{a,1,*}, Inge Werner^{a,1}, Stephan Fischer^b, Christina Lüthi^a, Andrea Schifferli^a, Harrie Besselink^c, Miriam Langer^{a,2}, Christa S. McArdell^b, Etiënne L.M. Vermeirssen^a

^a Swiss Centre for Applied Ecotoxicology, CH-8600 Dübendorf, CH-1015 Lausanne, Switzerland

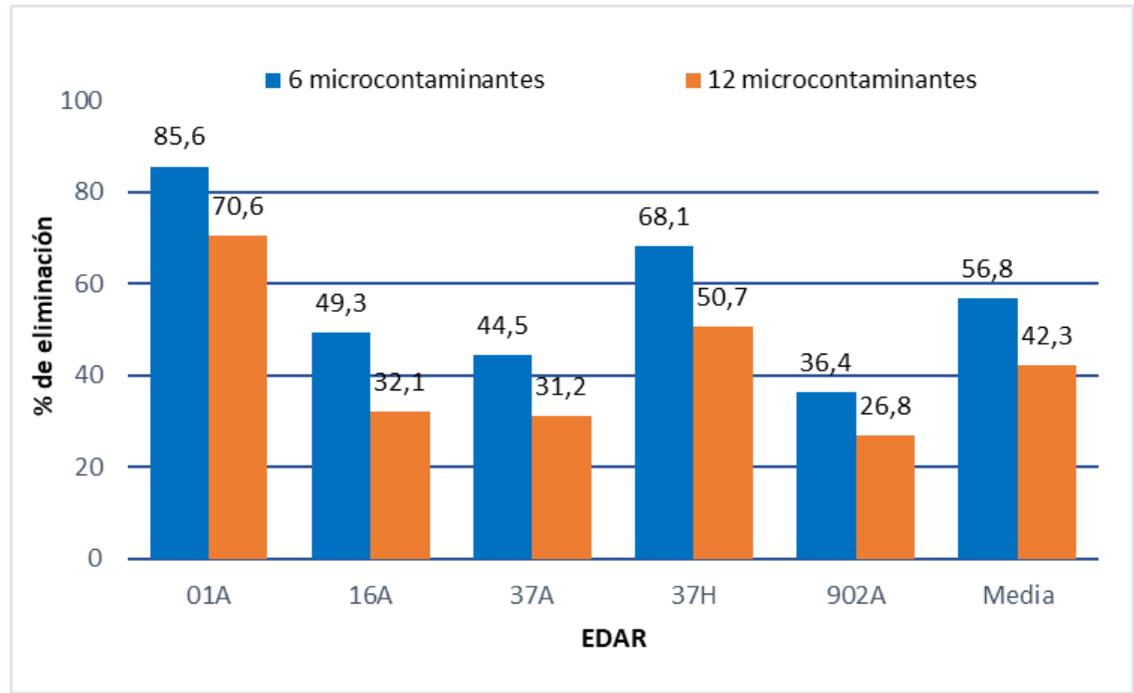
^b Eawag, Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology, CH-8600 Dübendorf, Switzerland



Cálculos DMA

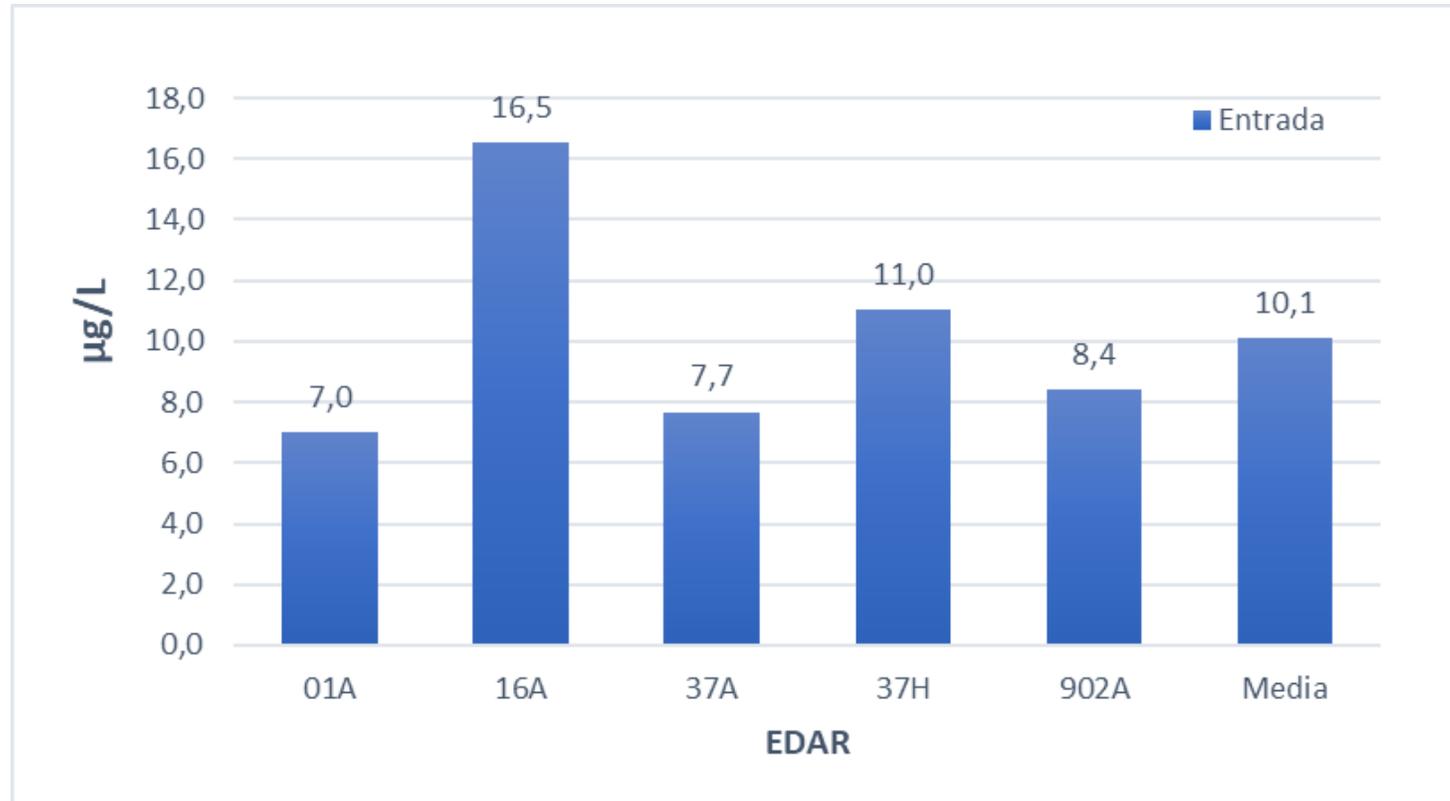


Cálculos IPPC



Experiencias en la Región de Murcia Microcontaminantes

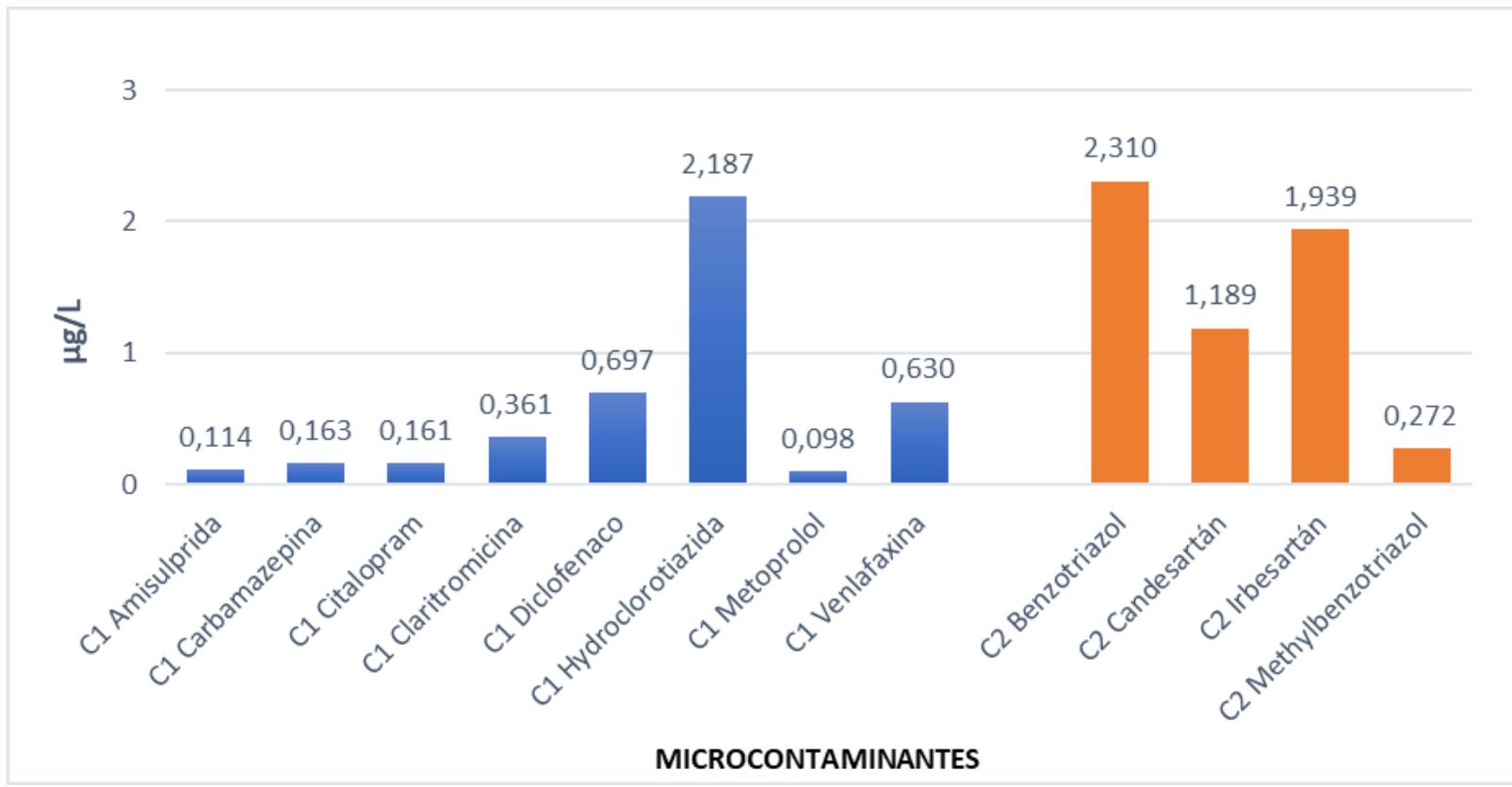
Suma de 12 microcontaminantes en el influente



Experiencias en la Región de Murcia

Microcontaminantes

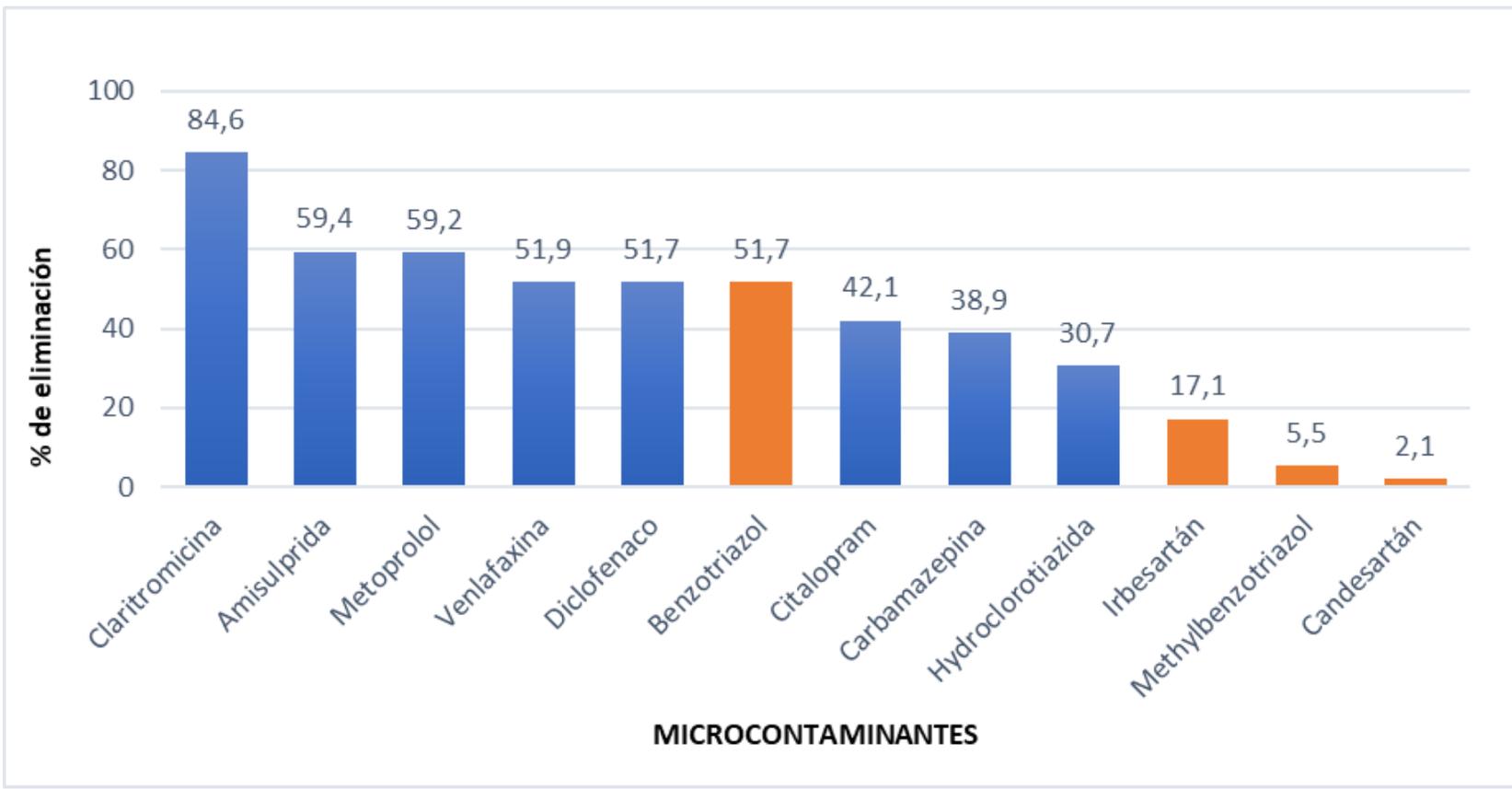
Concentración en el influente



Experiencias en la Región de Murcia

Microcontaminantes

Porcentaje de eliminación medio



CONCLUSIONES

- El tratamiento con **ozono** es el único de los ensayados que permite cumplir la Directiva
- El tratamiento con **carbón activo**, obtiene un rendimiento de eliminación superior a las EDAR que sólo tienen tratamiento terciario convencional, pero insuficiente para cumplir la Directiva
- Se debe estudiar el almacenamiento prolongado en **lagunas** como posible tratamiento de reducción de microcontaminantes
- Los microcontaminantes están presentes tanto a la entrada como a la salida de todas las EDAR
- Rango relativamente amplio de concentración en los influentes / efluentes
- En cuanto a los porcentajes de eliminación, las sustancias de la Categoría C2 son más recalcitrantes, tal como indica la Directiva
- También es destacable que los 6 microcontaminantes con mayor porcentaje de eliminación no son siempre los mismos y varían en cada EDAR

DIFICULTADES

- Los microcontaminante seleccionados son buenos indicadores, aunque debería haber mayor flexibilidad para que los incumplimientos no se deban a cuestiones metodológicas o de diferentes características de la matriz agua bruta y agua tratada
- Baja concentración de estos compuestos y variaciones horarias, estacionales y sociales en el influente
- **Límites máximos de concentración** de microcontaminantes en el efluente en lugar, o además, de un porcentaje de eliminación.
- Analítica muy costosa (550 €/muestra)
- Existen pocos laboratorios que hagan esta analítica completa
- Dificultad metodológica con los valores $< LQ$
- Rendimientos negativos
- Subproductos de eliminación

Serán necesarios tratamientos de implantación y mantenimiento muy costosos económica, medioambiental y energéticamente para cumplir el porcentaje de reducción de los microcontaminantes exigido por la Directiva

Compatibilizar la eliminación de microcontaminantes y neutralidad energética exigida por la Directiva

Grandes retos para cumplimiento de la Directiva

esamur
Entidad de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia

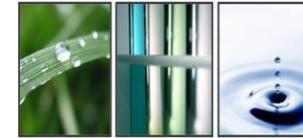


Prácticas y Trabajo Fin de Máster Máster en Técnicas Ciencias de la Calidad del Agua (IDEA)

Microcontaminantes en depuración y reutilización agrícola de aguas regeneradas en la Región de Murcia

Ángel García Lozano

Universidad de Granada- Entidad de Saneamiento
y Depuración de la Región de Murcia



**Máster IDEA
2022/2023**



**UNIVERSIDAD
DE GRANADA**

