



Estudio e identificación de microplásticos, sustancias prioritarias y contaminantes emergentes en las aguas residuales de Sevilla y su área metropolitana

La Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla (Emasesa), como responsable de la gestión del ciclo integral del agua en la ciudad de Sevilla y en su entorno metropolitano, lleva a cabo la vigilancia y el control de las aguas residuales que circulan por las redes de saneamiento en su ámbito de competencia. La presencia de microplásticos (MP) en las aguas residuales es un asunto que preocupa en el sector, y a la sociedad en su conjunto. Desde el año 2006, Emasesa ha llevado a cabo una serie de estudios para determinar la presencia de sustancias prioritarias (SP) y contaminantes emergentes (CE), incluyendo principios activos farmacológicos, en aguas residuales. Desde entonces, la Unión Europea (UE) ha ido ampliando la lista de SP, recogidas en el RD 817/2015, por el que se establecen las Normas de Calidad Ambiental [1], y ha creado la lista de observación, modificándola por última vez mediante la Decisión de Ejecución (UE) 2022/1307 de la Comisión [2]. En el presente trabajo se plantea una actualización del conocimiento sobre este tipo de compuestos en aguas residuales, incluyendo por primera vez el estudio de los MP, como sustancia emergente.

Palabras clave

Aguas residuales, microplásticos, sustancias prioritarias, contaminantes emergentes.

STUDY AND IDENTIFICATION OF MICROPLASTICS, PRIORITY SUBSTANCES AND EMERGING POLLUTANTS IN DOMESTIC WASTEWATER IN THE CITY OF SEVILLE AND SUBURBS

Emasesa, the Metropolitan Water Supply and Sanitation Company of Seville, carries out the surveillance and monitoring of the sewage, as responsible for the management of the integral water cycle in the city of Seville and its suburbs. The presence of microplastics in the wastewater is a matter of concern in the sector, and society as a whole. Since 2006, Emasesa has studied the presence of priority substances and emerging pollutants, including pharmaceuticals in the wastewater. From then, the EU has been expanding the list of priority substances, included in RD 817/2015, by which the Environmental Quality Standards are established, and has created the watch list, modifying it for the last time through the Decision (EU) 2022/1307 of European Commission. In this work, an update of knowledge about this type of compounds in wastewater, including for the first time the study of micro-plastics as an emerging substance.

Keywords

Waste water, microplastics, priority substances, emerging pollutants.

Miguel Ángel Doval Aguirre
responsable de Inspección
de Vertidos de Emasesa

Pablo Rasero del Real
jefe del Departamento Control
de Vertidos de Emasesa

Manuel Borrego Herrera
jefe del Departamento Control
de Calidad de Emasesa

José Antonio González Carballo
jefe de División de Calidad y SIG
de Emasesa



1. INTRODUCCIÓN

La presencia de MP en las aguas residuales es un asunto que preocupa en el sector, y a la sociedad en su conjunto. Actualmente, no existe una normativa que establezca límites de concentración a estos compuestos en las aguas residuales que circulan por nuestras redes de saneamiento. No obstante, resulta del todo interesante tener un conocimiento de la presencia y la evolución de estas sustancias en los vertidos, de cara a una futura regulación aplicable para estos compuestos.

Emasesa realizó en el año 2006 un primer estudio de CE, para determinar la presencia de SP en aguas residuales, evaluándose su concentración en las entradas y efluentes de las cuatro grandes estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR). Además, se determinaron en colectores eminentemente industriales y domésticos. Posteriormente, una selección de SP y CE, incluyendo principios activos farmacológicos, fueron estudiados en el marco del Proyecto CERCA [3], desarrollado por Emasesa en colaboración con la Universidad de Sevilla entre los años 2011 y 2012. Desde entonces, la UE ha ampliado la lista de SP, y ha creado la lista de observación, modificándola por última vez mediante la Decisión

de Ejecución (UE) 2020/1161 de la Comisión. En 2016, la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU) efectuó un estudio de alcance nacional sobre SP [4], en el cual Emasesa participó analizándose la presencia de contaminantes en la entrada y el efluente de la EDAR Ranilla.

En el presente trabajo se plantea una actualización del conocimiento sobre este tipo de compuestos en aguas residuales, incluyendo por primera vez a la EDAR Los Alcores (Mairena-El Viso), y el estudio de los MP como sustancia emergente.

2. OBJETO DEL ESTUDIO

La finalidad de este trabajo es seguir profundizando en el conocimiento de las aguas residuales, en relación con su composición. Se plantea como objetivo determinar y cuantificar la cantidad de MP, SP y CE presentes en las aguas residuales que circulan por las instalaciones públicas de saneamiento (IPS), conocer los rendimientos que consiguen las grandes EDAR de Sevilla en la eliminación de estos contaminantes, y el impacto que genera la actividad humana en los cauces receptores.

Al objeto de conocer la dispersión de este tipo de contaminantes y su movilidad en la cuenca de saneamiento, se ha considerado oportuno

analizar también los efluentes de varias industrias dedicadas al reciclado plástico, la evolución de estos contaminantes en el colector interceptor, y la EDAR Ranilla de Emasesa que recoge sus vertidos.

Puesto que ya se han efectuado varios trabajos sobre la presencia de SP y CE en las aguas residuales del ámbito de Emasesa, se pretende comparar los resultados del estudio desarrollado con los anteriores, al objeto de conocer la evolución y los hábitos de consumo de estos compuestos.

3. METODOLOGÍA

3.1. PUNTOS DE MUESTREO

Como se indicó anteriormente, el estudio abarcó tanto las entradas y efluentes de las cinco EDAR como los vertidos de las principales industrias del sector de reciclado de plásticos ubicadas en la cuenca de la EDAR Ranilla, así como el colector interceptor donde estas vierten y las aguas regeneradas. Con estas premisas, los 17 puntos de muestreo contemplados en el trabajo abarcan los relacionados a continuación:

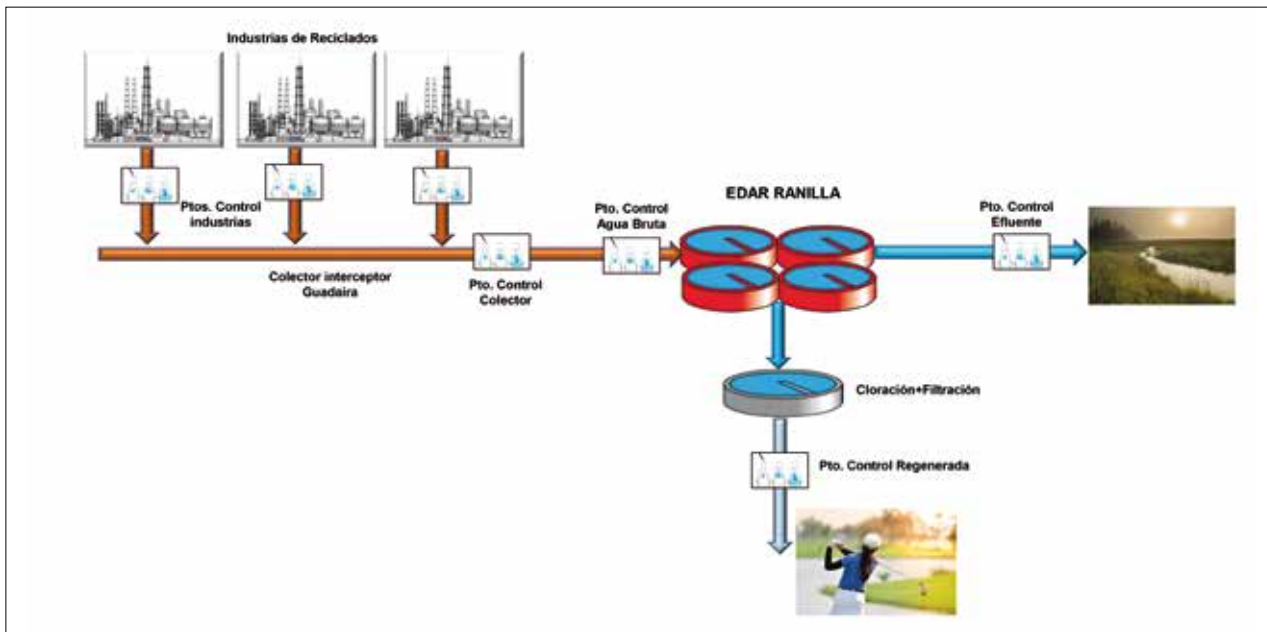
- Agua bruta y efluente de planta en 5 EDAR: Ranilla, Copero, Tablada, San Jerónimo y Los Alcores (**Tabla 1**).

TABLA 1

CARACTERÍSTICAS DE LAS CINCO EDAR INCLUIDAS EN EL ESTUDIO [5].

Datos	EDAR				
	Copero	Ranilla	Tablada	San Jerónimo	Los Alcores
Capacidad de tratamiento (m ³ /d)	255.000	90.000	50.000	90.000	9.200
Población diseño (habitantes equivalentes)	950.000	350.000	200.000	350.000	41.000
Tratamiento primario y secundario	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Eliminación nitrógeno	No	Sí	No	No	Sí
Eliminación fósforo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Agua regenerada	No	Sí	No	No	No

FIGURA 1. Esquema de ubicación de los puntos de muestreo de la cuenca de la EDAR Ranilla.



- Cuenca EDAR Ranilla, que incluye:
 - Vertidos de 5 industrias de reciclados plásticos.
 - Colector interceptor Guadaira.
 - Agua regenerada.

En la **Figura 1** se representa la ubicación de los puntos de muestreo de la cuenca de la EDAR Ranilla que, en la medida de lo posible, se muestrearán los mismos días.

3.2. TOMA DE MUESTRAS

Una vez definida esta selección de puntos, se planteó la sistemática más adecuada para llevar a cabo la toma de muestra en estos emplazamientos:

- Para la toma de muestras de agua bruta y efluentes de las EDAR, así como para el colector interceptor afluente de la EDAR Ranilla, se establecen muestreos compuestos de 24 horas.
- Los controles a los vertidos de las industrias de reciclados plásticos se realizaron mediante muestras simples en sus acometidas exteriores a la IPS.

- Los controles al agua regenerada se realizaron mediante muestras simples tomadas en espita de la tubería de bombeo del agua reutilizada de salida de la planta.

Los muestreos se llevaron a cabo por el personal del Área de Control

de Vertidos de Emasesa, entidad acreditada por ENAC según la norma UNE-EN ISO/IEC 17020, para actividades de inspección y toma de muestras (**Figura 2**). En todos los casos se usaron envases previamente acondicionados. La campaña de muestreo se desarrolló entre el 28

FIGURA 2. Muestreos con tomamuestras instalado en EDAR y muestreo simple en industria de reciclado.





de septiembre y el 28 de diciembre de 2021, periodo durante el cual se tomaron un total de 84 muestras de aguas residuales en los 17 puntos de muestreo. Se ha tenido en consideración que en ninguna de las fechas seleccionadas para los muestreos se registraron precipitaciones que hubiesen podido alterar los resultados.

3.3. PARÁMETROS ANALIZADOS

En cada una de las muestras se han analizado 6 MP, 10 SP, 7 sustancias de la lista de observación y 13 CE. En la **Tabla 2** se detallan los parámetros determinados.

3.4. MÉTODOS ANALÍTICOS

3.4.1. Microplásticos

Los microplásticos (fragmentos, fibras o esferas plásticas entre 1 µm y 5 mm de tamaño) se componen de polímeros sintéticos con variadas forma, densidad y color. Las técnicas analíticas tienen como objetivo preconcentrar elevados volúmenes de agua, cuantificar de forma fiable el número de partículas plásticas por volumen de agua, identificar la naturaleza química de los polímeros, y eliminar la contaminación externa durante el procesado y análisis de las muestras [6].

En una primera fase de acondicionamiento, se lleva a cabo un pretratamiento de la muestra consistente en una oxidación, con objeto de eliminar la materia orgánica, y de digestión para la eliminación de celulosa. Posteriormente, se realiza la filtración de las muestras.

Una vez acondicionadas las muestras, para el recuento de fibras, se emplea la técnica de microscopía óptica. Mientras, para su caracterización se utilizaron dos técnicas de determinación, identificación y

TABLA 2

SUSTANCIAS ANALIZADAS Y CONCENTRACIÓN DE REFERENCIA. Nota: a modo de referencia, junto a cada sustancia se incluye la concentración media anual de las Normas de Calidad Ambiental (NCA-MA) establecida en el RD 817/2015, si bien esta norma se aplica a las masas de agua y no a los vertidos.

Sustancia	Tipo	NCA-MA (*)
PoliAmida (PA)	Microplásticos	-
PoliEtileno (PE)	Microplásticos	-
Poli Etilen Tereftalato (PET)	Microplásticos	-
Poli Propileno (PP)	Microplásticos	-
Poliestireno (PS)	Microplásticos	-
PoliCloruro de Vinilo (PVC)	Microplásticos	-
Amoxicilina (µg/L)	Lista observación	-
Atrazina (µg/L)	Prioritaria	0,6
Azitromicina (µg/L)	Emergente	-
b-Estradiol (µg/L)	Emergente	-
Carbamazepine (µg/L)	Emergente	-
Cipermetrina I (µg/L)	Prioritaria	0,000008
Cipermetrina II (µg/L)	Prioritaria	0,000008
Cipermetrina III (µg/L)	Prioritaria	0,000008
Cipermetrina IV (µg/L)	Prioritaria	0,000008
Claritromicina (µg/L)	Emergente	-
Clorfenvinfos (µg/L)	Prioritaria	0,1
Diclofenac (µg/L)	Emergente	-
Diuron (µg/L)	Prioritaria	0,2
Erythromycin (µg/L)	Emergente	-
Estrona (µg/L)	Emergente	-
Etinilestradiol (µg/L)	Emergente	-
Ibuprofen (µg/L)	Emergente	-
Imazalil (µg/L)	Lista observación	-
Imidacloprid (µg/L)	Emergente	-
Isoproturon (µg/L)	Prioritaria	0,3
Ketoprofen (µg/L)	Emergente	-
Metaflumizona (µg/L)	Lista observación	-
Naproxen (µg/L)	Emergente	-
Simazina (µg/L)	Prioritaria	1
Sulfamethoxazole (µg/L)	Lista observación	-
Tebuconazol (µg/L)	Lista observación	-
Terbutrina (µg/L)	Prioritaria	0,065
Tetraconazol (µg/L)	Lista observación	-
Tiacloprid (µg/L)	Emergente	-
Trimethoprim (µg/L)	Lista observación	-

TABLA 3

CONCENTRACIONES DE MP EN ENTRADAS Y SALIDAS DE EDAR.

Parámetro (µg/L)	Agua bruta			Efluente			Rendimiento de eliminación
	Media	Máximo	% positivos	Media	Máximo	% positivos	
Microplásticos de PA	126	1.767	17%	79	1.420	23%	38%
Microplásticos de PE	2.075	18.577	71%	705	9.016	71%	66%
Microplásticos de PET	285	6.369	17%	156	2.129	17%	45%
Microplásticos de PP	17	573	3%	243	5.962	14%	0%
Microplásticos de PS	119	3.667	9%	21	508	9%	82%
Microplásticos de PVC	125	2.190	9%	0	0	0%	100%

cuantificación de las partículas y fibras encontradas: termoextracción-desorción acoplado a cromatografía de gases-masas (TED-GC-MS) y microscopía FTIR.

3.4.2. Contaminantes emergentes

Se han empleado distintas técnicas cromatográficas en función de los compuestos a determinar:

- Determinación de fármacos mediante cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas (LC/MS-QTOF).
- Determinación de disruptores endocrinos por cromatografía líquida con sistema de preconcentración en línea, acoplada a espectrometría de masas (LC/MS-QQQ).
- Determinación de plaguicidas por cromatografía líquida acoplada a espectrometría de masas (LC/MS-QQQ).
- Determinación de plaguicidas por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (SBSE-TD-GC/MSMS) [7].

4. RESULTADOS

A continuación, se exponen los resultados desde varios puntos de vista: presencia de MP, SP y CE en las aguas residuales urbanas, vertidos

de industrias de reciclados plásticos, y su influencia en la EDAR Ranilla. También se analiza el rendimiento en la eliminación de estos contaminantes en las depuradoras de Emasesa.

4.1. MICROPLÁSTICOS

Los resultados, que se también se recogen en la **Tabla 3**, son:

- Agua bruta. El polietileno (PE) fue el MP detectado con mayor frecuencia, más del 70% de las 35 muestras de aguas residuales analizadas de entrada a planta, y también el que presenta mayor concentración media (2.075 µg/L). El PET y PA se encuentran en el 17% de las muestras, pero sus concentraciones son muy inferiores (285 y 126 µg/L, respectivamente).
- Efluente EDAR. De nuevo el PE fue el MP detectado con mayor frecuencia, más del 70% de las 35 muestras analizadas del efluente, y también el que presenta mayor concentración media (705 µg/L). El PP y el PET se encuentran en el 14 y 17% de las muestras respectivamente, pero sus concentraciones son muy inferiores.
- Rendimiento EDAR. El PE se elimina en las depuradoras con un rendimiento de eliminación medio del 66%, siendo las EDAR que mejo-

res rendimientos presentan San Jerónimo y Ranilla con un 94 y 71% respectivamente. Los rendimientos medios para otros plásticos son menores (45% para el PET y 38% para el PA).

- Agua regenerada. Se tomaron dos muestras de agua regenerada, y en ambas aparece PE con una concentración media de 418 µg/L. El resto de MP no se detectan, o lo hacen en concentraciones que resultan insignificantes.

4.2. SUSTANCIAS PRIORITARIAS DE LA LISTA DE OBSERVACIÓN Y CONTAMINANTES EMERGENTES

En este caso, los resultados son:

- Agua bruta. Las sustancias detectadas con mayor frecuencia, más del 80% de las 35 muestras de aguas residuales de entrada a planta, son los fármacos Azitromicina (antibiótico), Carbamacepina (antiepiléptico) y Naproxeno (antiinflamatorio), y entre los medicamentos encontrados las sustancias que presentan mayores concentraciones medias son Naproxeno (10,8 µg/L), Etinilestradiol (5,8 µg/L) y Azitromicina (3,8 µg/L).
- Efluente EDAR. Las sustancias detectadas con mayor frecuencia, más del 80% de las 35 muestras



TABLA 4

CONCENTRACIONES DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN ENTRADAS Y SALIDAS DE EDAR.

Parámetro (µg/L)	Entrada EDAR			Salida EDAR			Rendimiento de eliminación
	Media	Máximo	% positivos	Media	Máximo	% positivos	
Amoxicilina	1,4	24,5	6%	0	0	0%	100%
Atrazina	0,001	0,03	3%	0,01	0,13	6%	-
Azitromicina	3,8	41,3	89%	1,1	4,6	83%	70%
b-Estradiol	0	0	0%	0	0	0%	-
Carbamazepine	0,8	2,8	86%	0,74	2,9	83%	10%
Cipermetrina I	0	0	0%	0	0	0%	-
Cipermetrina II	0	0	0%	0	0	0%	-
Cipermetrina III	0	0	0%	0	0	0%	-
Cipermetrina IV	0	0	0%	0	0	0%	-
Claritromicina	0,8	11,0	40%	0,06	0,9	34%	92%
Clorfenvinfos	0	0	0%	0	0	0%	-
Diclofenac	0,3	3,4	46%	0,23	1,5	46%	26%
Diuron	0,03	0,3	17%	0,09	0,8	43%	-
Erythromycin	0,6	12,1	23%	0,04	1,3	6%	94%
Estrona	0	0	0%	0	0	0%	-
Etinilestradiol	5,8	20,9	60%	0,3	9,0	9%	95%
Ibuprofen	1,7	12,3	31%	0,44	6,5	20%	74%
Imazalil	0,6	8,2	40%	0,4	6,3	54%	30%
Imidacloprid	0,1	0,4	54%	0,1	0,4	80%	0%
Isoproturon	0,001	0,03	3%	0,01	0,2	11%	-
Ketoprofen	1,0	3,0	74%	0,20	1,1	54%	80%
Metaflumizona	0	0	0%	0	0	0%	-
Naproxen	10,8	29,2	83%	0,18	5,3	9%	98%
Simazina	0,1	3,6	9%	0,1	1,1	14%	50%
Sulfamethoxazole	0,3	1,7	71%	0,22	0,9	66%	22%
Tebuconazol	0	0	0%	0	0	0%	-
Terbutrina	0,06	1,8	23%	0,02	0,2	29%	68%
Tetraconazol	0	0	0%	0	0	0%	-
Tiacloprid	0,01	0,21	11%	0,01	0,22	6%	39%
Trimethoprim	0,05	0,65	11%	0,07	0,7	29%	0%

en los efluentes de las EDAR, son Azitromicina, Carbamacepina, y Imidacloprid (insecticida), aunque las que presentan mayores concentraciones medias son Azitromicina (1,1 µg/L), Carbamacepina (0,7 µg/L) e Imazalil (0,4 µg/L). Este último, un fungicida usado en cultivo de cítricos se encuentra en alta concentración en la EDAR San Jerónimo (1,9 µg/L) respecto al resto de depuradoras, justificado en los cultivos de cítricos y cooperativas agrícolas existentes en la vega del Guadalquivir.

- Rendimiento EDAR. Las sustancias que presentaron mayores rendimientos de eliminación en las depuradoras (>90%) fueron Naproxeno, Etinilestradiol (estrógeno) y Claritromicina (antibiótico). Los porcentajes más bajos se observan en Carbamacepina, Imidacloprid y Sulfamethoxazole (antibiótico).
- Colector interceptor Guadaira. En las 3 muestras tomadas de las aguas residuales que transporta este colector, las sustancias que presentan mayor concentración media son Etinilestradiol (4,6 µg/L), Simacina (3,7 µg/L) y Azitromicina (1,3 µg/L).
- Agua regenerada. Las sustancias que presentan mayor concentración media fueron Azitromicina (2,5 µg/L), Carbamacepina (0,5 µg/L) y Ketoprofeno (0,6 µg/L).

En la **Tabla 4** se presentan los resultados obtenidos. Destacar que ninguna de las sustancias prioritarias analizadas en el estudio supera la concentración media anual establecida en las Normas de Calidad Ambiental (NCA-MA) por el RD 817/2015, si bien esta norma se aplica a las masas de agua no a los vertidos.

4.3. VERTIDOS DE INDUSTRIAS DEL SECTOR DE RECICLADOS PLÁSTICOS

Los resultados, que también se observan en la **Tabla 5**, son:

- Industrias cuenca Ranilla. En los vertidos del sector del reciclado del plástico (9 muestras simples), los MP con mayores concentraciones medias fueron PET (2.138 µg/L), PP (1.706 µg/L) y PE (696 µg/L), y las SP que presentan mayores concentraciones son Etinilestradiol (7,8 µg/L) y los herbicidas Diurón (3,1 µg/L) y Simacina (2,0 µg/L).

5. CONCLUSIONES

Durante el último trimestre de 2021 se ha efectuado un estudio para la determinación de MP, SP, sustancias de la lista de observación y CE en las aguas residuales. Las principales magnitudes del estudio son:

- 17 puntos de muestreo: 10 en EDAR, 5 en industrias de reciclados plásticos, 1 en colector interceptor y 1 de aguas regeneradas.
- 84 muestras tomadas: 11 simples, y 73 compuestas de 24 h.
- 3.024 análisis realizados.
- 36 parámetros analizados: 6 MP, 10 SP, 7 de la lista de observación y 13 emergentes.

Las EDAR son instalaciones proyectadas para la reducción de los sólidos y la materia orgánica contenida en las aguas residuales urbanas y, en algunos casos, también de nitrógeno y fósforo. No están diseñadas para la eliminación de MP ni microcontaminantes orgánicos (SP y CE), si bien, como se constata en este estudio, la mayoría de estas sustancias se reducen en el efluente. Así, los resultados obtenidos ponen de manifiesto que:

- En microplásticos:
 - El PE es el MP que presenta mayor concentración tanto en las muestras de agua bruta como en el efluente de todas las EDAR. El rendimiento medio en eliminación de este plástico es del 66%.
 - Los MP de polipropileno (PP), poliestireno (PS) y PVC aparecen en baja proporción (<10% de las muestras analizadas) y concentraciones.
 - La EDAR Ranilla es la que recibe mayor concentración de MP y es, junto con la EDAR San Jerónimo, la que mayor rendimiento de eliminación consigue.
 - Como cabía esperar, las industrias de reciclados plásticos ubicadas en la cuenca de la EDAR Ranilla presentan altos niveles de los MP, en especial PET y PP.
- En sustancias prioritarias:
 - Las SP en mayor concentración en las aguas residuales son los herbicidas Simacina (solo presente en la cuenca de Ranilla) y Terbutrina, siendo los rendimientos de eliminación en las EDAR del 50 y 68% respectivamente.
 - Destacar que la concentración media de las SP analizadas en los efluentes de las EDAR no supera la concentración media anual establecida en las Normas de Calidad Ambiental (NCA-MA) por el RD 817/2015, si bien esta norma es de aplicación para las masas de agua no para los vertidos.
- En sustancias de la lista de observación:
 - Las sustancias de la lista de observación presentes en las aguas residuales son el fungicida Imazalil (en alta concentración en la EDAR San Jerónimo respecto al resto de las EDAR) y el fármaco



TABLA 5

CONCENTRACIONES DE MP Y SP EN INDUSTRIAS DE RECICLADOS PLÁSTICOS.

Parámetros (µg/L)	Media	Máximo	% positivos
Micro plásticos de PA	0	0	0%
Microplásticos de PE	696	4.897	100%
Microplásticos de PET	2.138	15.358	78%
Microplásticos de PP	1.706	9.644	56%
Microplásticos de PS	201	821	44%
Microplásticos de PVC	116	1.042	11%
Amoxicilina	0	0	0%
Atrazina	0,1	0,6	11%
Azitromicina	0	0	0%
b-Estradiol	0	0	0%
Carbamazepine	0	0	0%
Cipermetrina I	0	0	0%
Cipermetrina II	0	0	0%
Cipermetrina III	0	0	0%
Cipermetrina IV	0	0	0%
Claritromicina	0	0	0%
Clorfenvinfos	0,1	0,7	11%
Diclofenac	0	0	0%
Diuron	3,1	19	67%
Erythromycin	0	0	0%
Estrona	0	0	0%
Etinilestradiol	7,8	36	44%
Ibuprofen	1,9	11	22%
Imazalil	0,02	0,1	11%
Imidacloprid	1,1	8	78%
Isoproturon	1,3	9	67%
Ketoprofen	0	0	0%
Metaflumizona	0	0	0%
Naproxen	0,8	4	33%
Simazina	2,0	8	56%
Sulfamethoxazole	0,1	0,5	11%
Tebuconazol	0	0	0%
Terbutrina	0,1	0,4	44%
Tetraconazol	0	0	0%
Tiacloprid	0	0,1	22%
Trimethoprim	0	0,2	11%

Sulfamethoxazole. Los rendimientos medios de eliminación de ambas sustancias en las EDAR son del 30% y 22% respectivamente.

- En contaminantes emergentes:
 - Respecto a los CE, las sustancias detectadas con mayor frecuencia en agua bruta son los fármacos Azitromicina, Carbamacepina y Naproxeno, aunque las que presentan mayor concentración media son Naproxeno, Etinilestradiol y Azitromicina.
 - Las sustancias con mayores rendimientos de eliminación en las depuradoras (>90%) fueron Naproxeno y Etinilestradiol, y la que presentó peores porcentajes fue la Carbamacepina (10%).
- En movilidad de contaminantes en la cuenca de la EDAR Ranilla. La determinación de las sustancias analizadas a lo largo de la cuenca ha permitido conocer su distribución, observándose que:
 - Los vertidos de las industrias de reciclados plásticos contienen elevadas concentraciones de microplásticos PET, PP, y plaguicidas Simacina y Diurón. También destacan las concentraciones del anticonceptivo Etinilestradiol, y del insecticida Imidacloprid.
 - En el colector interceptor, que también transporta las aguas residuales del término municipal de Alcalá de Guadaíra, se reducen PET y PP, y aumenta la concentración de PE un orden de magnitud. La concentración de las sustancias orgánicas se mantiene similar, y aparecen fármacos como Azitromicina y Naproxeno.
 - En agua bruta de entrada a planta las concentraciones se mantienen similares a las del colector, destacando las de los fármacos Etinilestradiol y Naproxeno.

- La EDAR Ranilla obtiene buenos rendimientos en eliminación de estas sustancias, por lo que en el efluente se reducen considerablemente, apareciendo trazas de los fármacos Etinilestradiol e Ibuprofeno.
- Del agua regenerada no se pueden obtener conclusiones precisas, al disponer únicamente de dos muestras, si bien cabe destacar que en ambas se mantiene la concentración de PE observada en el efluente.
- En comparación con los resultados de estudios anteriores. En el año 2006 Emasesa desarrolló un primer estudio sobre SP y durante los años 2011 y 2012 llevó a cabo el Proyecto CERCA para la determinación de una selección de SP y CE. Comparando los resultados obtenidos actualmente con ambos estudios se concluye que:
 - El herbicida Diuron se mantiene presente en las aguas brutas y efluentes de las EDAR, si bien su concentración se ha reducido un orden de magnitud.
 - El insecticida Clorfenvinfós, que en 2006 se hallaba en todas las EDAR y en colectores urbano e industrial, no se ha detectado en ninguna de las muestras de este estudio.
 - El herbicida Atracina, que en 2006 se hallaba presente en el 67% de las muestras de EDAR y colector industrial, ahora solo se detecta en un 5% de las muestras.
 - La concentración del antiinflamatorio Naproxeno en los efluentes de EDAR de este estudio es un orden de magnitud inferior a la observada en el Proyecto CERCA, mientras que la del psicofármaco Carbamacepina es cuatro veces superior a la detectada en 2012.
- Las concentraciones de Ibuprofeno, Sulfamethoxazole y Trimetoprina en los efluentes de EDAR son similares a las observadas en el Proyecto CERCA.

Bibliografía

- [1] RD 817/2015 por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental. BOE 2019, 12 de septiembre de 2015.
- [2] Diario Oficial de la UE de 26.07.22. Decisión de Ejecución (UE) 2022/1307 de la Comisión de 22 de julio de 2022.
- [3] Investigación sobre la presencia de contaminantes orgánicos emergentes en aguas residuales, lodos de depuración y productos derivados. Estudio de viabilidad para su tratamiento y corrección. Proyecto CERCA I+D+i, EMASESA-Universidad de Sevilla, 2013.
- [4] Estudio Depuración de Aguas Residuales. La salud de nuestros ríos en riesgo. Revista OCU, núma 416, julio-agosto 2016.
- [5] Web Emasesa: <https://www.emasesa.com>.
- [6] Marín, R.; Rosado, A.; Paraira, M.; Carranza, I.; Jiménez, J.I.; Pérez-Baroja, I.; Parra, M.; Borrego, M.; Pérez, R.; Lacorte, S. (2019). Microplásticos en aguas: presencia, investigación y potencial incidencia sanitaria sobre el ser humano. *Tecnoaqua*, núm. 36, págs. 76-86.
- [7] Sorolla, D.; Llorca J.; García F. (2022). Informe de determinación de microplásticos y contaminantes emergentes en aguas. *Labaqua*. 

Normas de publicación para autores

Estimado Colaborador:

Para facilitar la publicación de los artículos técnicos (o procesos y sistemas) en nuestra revista **TECNOAQUA** se han elaborado unas breves normas de forma y contenidos para sus autores.

RECOMENDACIONES A LOS AUTORES DE ARTÍCULOS

1. Los artículos deben ser inéditos, nuestra política editorial requiere exclusividad para publicarlos. No obstante, si tuviera interés en publicarlos en otro medio a posteriori, dicho medio deberá pedirnos autorización.
2. Deberán figurar el nombre y dos apellidos del autor o autores, su titulación y/o cargo en la entidad a la que pertenezcan, dirección completa, teléfono de contacto, fax, e-mail y web.
3. El título no debe sobrepasar las 20 palabras, con su traducción al inglés. (La traducción no es necesaria en caso de procesos y sistemas).
4. Se debe incluir un breve resumen del artículo de unas 100 palabras, junto a 5-8 palabras clave, y la traducción de todo ello al inglés (Todo este punto debe obviarse en el caso de procesos y sistemas).
5. El texto seguirá una línea de explicación coherente y progresiva, contando de partes con títulos y subtítulos numerados, que habitualmente empiezan con una introducción al tema (número 1), para pasar a su estudio de planteamientos, resultados, discusión.....- número 2, 3, 4, 4.1, 4.2...), terminando con las conclusiones y, si los hubiera, los agradecimientos (punto final). Por último, se añade la bibliografía (numerada dentro de corchetes [1], [2]...).
6. El artículo se redactará evitando el lenguaje académico o excesivamente denso, sin por ello dejar de mantener un rigor conceptual, explicando cuando convenga aquellos términos o conceptos de uso poco habitual.
7. Preferentemente se utilizarán frases y párrafos cortos. Debe evitarse la inclusión de notas a pie de página, incorporándolas dentro del texto.
8. Se cuidará la correcta expresión de las unidades, símbolos y abreviaciones.
9. El texto tendrá una extensión de unas 5-8 hojas, formato DIN A4 a espacio simple. Tipo de letra preferente: Times New Roman, 12.
10. Se incluirán gráficos, esquemas o fotografías en color para facilitar la comprensión del texto, todos ellos bajo el epígrafe de Figura, indicándose su ubicación en el texto escrito. Cada figura llevará su número y pie explicativo. Todas las figuras deben tener la suficiente calidad gráfica para su reproducción (300 píxeles por pulgada) y deben enviarse por separado. (Es aconsejable añadirlas en el texto escrito en baja calidad para, al menos, conocer su ubicación).
11. Las fotografías y dibujos deben tener un mínimo de 300 píxeles de resolución, tamaño 13x8 cm (mínimo), y en formato jpg, tiff o bmp, preferentemente.
12. El artículo se dirigirá al coordinador editorial de la revista **TECNOAQUA**, vía e-mail a: tecnoaqua@infoedita.net
13. Una vez recibido el artículo, la dirección de la revista estudiará su contenido. En caso de aceptación se indicará la fecha aproximada de publicación, que depende del tema del artículo y su relación con el contenido de cada número de la revista, así como del orden de artículos recibidos con anterioridad.
14. Una vez publicado el artículo, la revista envía un ejemplar de cortesía a cada autor firmante. A solicitud del interesado se puede enviar una carta o fax donde se especifique la aceptación del mismo antes de su publicación.