ESTUDIO DEL EFECTO DE LA DOSIFICACIÓN DE OZONO SOBRE LOS CONTAMINANTES EMERGENTES EN EL EFLUENTE DE LA EDAR DE ABANILLA (Murcia)

Pedro J. Simón Andreu, Director técnico de la Entidad Regional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de Murcia (Esamur)

Carlos Lardín Mifsut, Técnico de Explotación de la Entidad Regional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de Murcia (Esamur)

Antonio V. Sánchez Betrán, Director Técnico, Red Control

Jose Alfredo López, Jefe planta EDAR Abanilla, Red Control

ABSTRACT

The study of emerging pollutants presents in wastewater, as well as their treatment and disposal, have being given great attention in recent times, especially due to their ubiquitous presence in all types of waters and their possible repercussions on environment.

Trying to address this problem, a study has been carried out throught the use of ozone (O_3), being this technique applied in real conditions in the effluent of the WWTP of Abanilla (Murcia), with very positive results.

1.- ANTECEDENTES

En la práctica totalidad de las aguas residuales tanto de origen urbano, como industrial, están presentes diferentes contaminantes emergentes en concentraciones variables, dependiendo de las actividades que se den en la zona de origen de dichas aguas. Éstos contaminantes van desde fármacos, hasta fitosanitarios, sustancias de origen industrial, etc...

De entre las diferentes alternativas para tratarlos, una de ellas el mediante la aplicación de ozono, la cual, gracias al elevado poder oxidante de esta molécula, puede ser una opción factible para eliminar dichos contaminantes del efluente de estaciones depuradoras de aguas residuales.

El presente estudio se plantea de cara a determinar el efecto del ozono (O_3) frente a los contaminantes emergentes presentes en el efluente de una EDAR urbana, en este caso, de la depuradora de Abanilla (Murcia).

1.1.- CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE LA EDAR DE ABANILLA

En el caso de Abanilla, la procedencia del influente recibido en la depuradora tiene un origen tanto de origen urbano, como industrial.

El vertido con origen urbano puede estar afectado por la presencia en el pueblo de una institución geriátrica y de una instalación hospitalaria.

En lo que se refiere a la actividad industrial, en la zona hay empresas de la industria alimentaria, de productos hortofrutícolas y una empresa de fabricación de grasas de origen animal, cuya materia prima son restos de origen animal procedentes de mataderos.

Respecto a la agricultura, en Abanilla tiene una gran importancia, siendo los principales cultivos de la zona los cítricos (limón principalmente y naranjas), olivos y almendros. También hay cultivos de huerta (hortalizas) en la zona de Mahoya.

1.2.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

La EDAR de Abanilla es de tipo biológico, con tratamiento secundario basado en fangos activos en aireación prolongada. La depuradora dispone de un pretratamiento y un reactor biológico aireado por medio de rotores superficiales comandados por sonda de oxígeno y de potencial Redox. De aquí el agua pasa a dos decantadores secundarios troncocónicos dotados de carro-puente móvil seguidos por dos filtros de arena.

El efluente es desinfectado mediante adición de hipoclorito sódico y aplicación de radiación U.V., siendo reutilizado en su totalidad para riego agrícola.

Para el estudio se instaló una planta de ozono portátil, siendo alimentada por el efluente de los filtros de arena (Fotos-1 y 2).

La planta de ozono instalada dispone de 10 módulos de generación de ozono de 80g/h de capacidad de producción, lo que da un total de 800gO_3/h, a una concentración de trabajo de 140gO_3/Nm^3.

El O_3 se mezcla con el agua mediante un sistema venturi, con un depósito de mezcla de 400l de volumen.

Foto-1: Vista general de la planta portátil de ozono instalada en EDAR Abanilla

Foto-2: Detalle de elementos que conforman la planta de ozono

2.- CONTAMINANTES EMERGENTES ANALIZADOS

Los análisis se han realizado sobre el efluente de la fase de filtrado de la EDAR de Abanilla (e influente a la planta de ozono) y del punto de vertido de la cámara de contacto agua-ozono de la planta de O_3. En todos los casos se ha tratado de muestras simples.

Se han realizado dos muestreos mensuales (cada quince días) durante seis meses continuados, entre febrero y julio de 2019, obteniéndose así un total de 12 muestras de agua de salida de los filtros de arena y otras doce de la salida del tratamiento con ozono.

Para la determinación de los contaminantes emergentes en aguas se han seguidos las técnicas siguientes:

1.- Hormonas y residuos de medicamentos por cromatografía líquida de alta eficacia/espectrometría de masas-masas (HPLC/MS-MS)

2.- Residuos de medicamentos por cromatografía líquida de alta eficacia/espectrometría de masas (HPLC/MS)

Los contaminantes emergentes analizados han sido los siguientes:

2.1.- Contaminantes Emergentes Prioritarios (Directiva 2013/39/UE)

ANALITO	TIPO	LÍMITE CUANTIFICACIÓN	TÉCNICA ANALÍTICA
Terbutilazina	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Terbutrina	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Isoproturon	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Diuron	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Simazina	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Atrazina	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*

2.2.- Contaminantes Emergentes incluidos en la Lista Observación según Directiva 2013/39/UE

ANALITO	TIPO	LÍMITE CUANTIFICACIÓN	TÉCNICA ANALÍTICA
Diclofenac	*antiinflamatorio*	*> 0,01 (ug/l)*	*2 - HPLC/MS*
17a-Ethinylestradiol	*antibiótico*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
17ß-Estradiol	*hormona*	*> 0,005 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Eritromicina	*antibiótico*	*> 0,05 (ug/l)*	*2 - HPLC/MS*

2.3.- Contaminantes emergentes No Regulados

ANALITO	TIPO	LÍMITE CUANTIFICACIÓN	TÉCNICA ANALÍTICA
Cloranfenicol	*antibiótico*	*> 0,005 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Carbamazepina	*anticonvulsivo*	*> 0,05 (ug/l)*	*2 - HPLC/MS*
Ibuprofeno	*antiinflamatorio*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Fluoxetina	*antidepresivo*	*> 0,05 (ug/l)*	*2 - HPLC/MS*
Estrone	*hormona*	*> 0,005 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Sulfometoxazol	*antibiótico*	*> 0,05 (ug/l)*	*2 - HPLC/MS*
Ketoprofeno	*antiinflamatorio*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Imazalil	*fungicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Tiabendazol	*fungicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Estriol	*hormona (metabolito)*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Ofloxacina	*antibiótico*	*> 0,05 (ug/l)*	*2 - HPLC/MS*
Ametrina	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Bromacilo	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*

Desetilatrazina	*plaguicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Desispropilatrazina	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Dimetoato	*insecticida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Linuron	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Metribuzina	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Pirimicarb	*insecticida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Prometon	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Prometrina	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Propazina	*plaguicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Propizamida	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Secbumeton	*herbicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*
Trietazina	*plaguicida*	*> 0,05 (ug/l)*	*1 - HPLC/MS-MS*

Para el análisis se han empleado cromatógrafos de líquidos/masas Agilent 6410 Triple Quad LC/MS equipado con sistema de válvulas y bomba auxiliar para la preconcentración online de las muestras (Foto-3).

*Foto-3: Equipamiento de **LABORATORIOS TENOLÓGICOS DE LEVANTE** empleado para los análisis.*

A continuación se listan los contaminantes emergentes y parámetros microbiológicos analizados en el estudio.

3.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de contaminantes emergentes estudiados, su presencia en el efluente de la EDAR de Abanilla, una vez realizado el proceso de depuración biológica y filtración, ha sido variable. Así, de algunos de los contaminantes emergentes analizados no se ha encontrado ningún valor positivo en los muestreos realizados a lo largo de los seis meses de duración del estudio.

A continuación se indican los contaminantes emergentes cuya presencia ha sido nula en el efluente secundario de la depuradora a lo largo de los 6 meses de duración del estudio, sin que hayan aparecido resultados positivos en ninguno de los 12 muestreos realizados:

- HORMONAS. **17α-Ethinylestradiol** ***(2)***, **17ß-Estradiol** ***(2)*** y **Estriol** ***(3)***.
- ANTIBIÓTICOS. **Cloranfenicol** ***(3)***.
- HERBICIDAS: **Ametrina** ***(3)***, **Isoproturon** ***(1)***, **Propizamida** ***(3)***, **Atrazina** ***(1)***, **Linuron** ***(3)***, **Secbumeton** ***(3)***, **Bromacilo** ***(3)***, **Simazina** ***(1)***, **Desetilatrazina** ***(3)***, **Prometon** ***(3)***, **Desispropilatrazina** ***(3)***, **Prometrina** ***(3)***, **Terbutrina** ***(1)***, **Propazina** ***(3)*** y **Trietazina** ***(3)***

- ANTIDEPRESIVOS: **Fluoxetina** ***(3)***.
- PLAGUICIDAS: **Pirimicarb** ***(3)***

Del resto de contaminantes emergentes en cuatro de ellos tan sólo se han obtenido resultados esporádicos en el efluente secundario, aunque el hecho de que haya habido algún resultado positivo indica que están presentes en el agua. Cabe recordar que la presencia de estos contaminantes es de difícil identificación, por cuanto aparecen de forma muy irregular y a concentraciones muy bajas:

- HORMONAS. **Estrona** ***(3)*** (una vez en un influente).
- ANTIBIÓTICOS. **Eritromicina** ***(2)*** (presente sólo dos influentes).
- HERBICIDAS: **Diuron** ***(1)*** (en un influente y en un efluente de diferente fecha), **Metribuzina** ***(3)*** (un único valor en un influente) y **Terbutilazina** ***(1)*** (en un influente).

Sin embargo hay una serie de contaminantes emergentes cuya presencia ha sido constante en prácticamente todos los muestreos realizados. Los que se nombran a continuación han aparecido en gran número en todas o la mayoría de las muestras analizadas en el efluente secundario de la depuradora.

- ANTIBIÓTICOS: **Ofloxacina** ***(3)*** y **Sulfamethoxazol** ***(3)***.
- FUNGICIDAS: **Imazalil** ***(3)*** y **Tiabendazol** ***(3)***.
- PESTICIDAS: **Dimetoato** ***(3)***.
- ANTIDEPRESIVOS: **Carbamazepina** ***(3)***.
- ANTIINFLAMATORIOS. **Ibuprofeno** ***(3)***, **Ketorprofeno** ***(3)*** y **Diclofenac** ***(2)***.

(1) Contaminantes Emergentes Prioritarios (Directiva 2013/39/UE)

(2) Contaminantes Emergentes incluidos en la Lista Observación según Directiva 2013/39/UE

(3) Contaminantes emergentes No Regulados

A continuación se muestran todos los resultados obtenidos.

Mostraremos en tablas 1 a 7 todos los resultados, tanto si son esporádicos, cómo si lo son de forma más frecuente o en todas las muestras analizadas. Eliminamos de las mismas aquellos contaminantes en los que no ha habido ningún positivo.

En las tablas se indica el límite de detección bajo el título de cada contaminante analizado. No obstante y a efectos de cálculo del rendimiento, dicho límite se considera como valor “0”.

HORMONAS		Estrona (E1) (ug/l)		
		>0,005 (ug/l)		
		1 - HPLC/MS-MS		
num	fecha	antes O3	tras O3	Rdto (%)
1	06/02/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
2	14/02/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
3	04/03/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
4	21/03/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
5	02/04/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
6	24/04/2019	0,01160	0,00000	**100,00**
7	22/05/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
8	29/05/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
9	03/06/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
10	10/07/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
11	25/07/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
12	29/07/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
PROMEDIO		**0,01160**	**0,00000**	**100,00**

Tabla-1: Hormonas

ANTIBIÓTICOS		Eritromicina (ug/l)			Ofloxacina (ug/l)			Sulfamethoxazol (ug/l)		
		>0,05 (ug/l)			>0,05 (ug/l)			>0,05 (ug/l)		
		2 - HPLC/MS			2 - HPLC/MS			2 - HPLC/MS		
num	fecha	antes O3	tras O3	Rdto (%)	antes O3	tras O3	Rdto (%)	antes O3	tras O3	Rdto (%)
1	06/02/2019	0,02335	0,00000	100,00	0,07700	0,00000	100,00	0,00000	0,00000	0,00
2	14/02/2019	0,05741	0,00000	100,00	0,00000	0,00000	0,00	0,02377	0,00000	100,00
3	04/03/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
4	21/03/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,24900	0,00000	100,00	0,00000	0,00000	0,00
5	02/04/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,05740	0,00000	100,00	0,05140	0,00000	100,00
6	24/04/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
7	22/05/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,13400	0,00000	100,00	0,39200	0,00000	100,00
8	29/05/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,33200	0,14100	57,53
9	03/06/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,17800	0,11200	37,08
10	10/07/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
11	25/07/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
12	29/07/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,08070	0,00000	100,00
PROMEDIO		0,04038	0,00000	100,00	0,12935	0,00000	100,00	0,17631	0,12650	82,43

Tabla-2: Antibióticos

HERBICIDAS		Diuron (ug/l)			Metribuzina (ug/l)			Terbutilazina (ug/l)		
		>0,05 (ug/l)			>0,05 (ug/l)			>0,05 (ug/l)		
		3 - HPLC/MS-MS			3 - HPLC/MS-MS			3 - HPLC/MS-MS		
num	fecha	antes O3	tras O3	Rdto (%)	antes O3	tras O3	Rdto (%)	antes O3	tras O3	Rdto (%)
1	06/02/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
2	14/02/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,09570	0,00000	100,00
3	04/03/2019	0,06900	0,00000	100,00	0,06190	0,00000	100,00	0,00000	0,00000	0,00
4	21/03/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
5	02/04/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
6	24/04/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
7	22/05/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
8	29/05/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
9	03/06/2019	0,00000	0,01870	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
10	10/07/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
11	25/07/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
12	29/07/2019	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00	0,00000	0,00000	0,00
PROMEDIO		0,06900	0,01870	100,00	0,06190	0,00000	100,00	0,09570	0,00000	100,00

Tabla-3: Herbicidas

FUNGICIDAS		Imazalil (ug/l)			Tiabendazol (ug/l)		
		>0,05 (ug/l)			>0,05 (ug/l)		
		3 - HPLC/MS-MS			3 - HPLC/MS-MS		
num	fecha	antes O3	tras O3	Rdto (%)	antes O3	tras O3	Rdto (%)
1	06/02/2019	1,90280	0,00000	100,00	0,65830	0,00000	100,00
2	14/02/2019	1,55170	0,00000	100,00	0,90480	0,00000	100,00
3	04/03/2019	3,08000	0,00000	100,00	0,51300	0,00000	100,00
4	21/03/2019	3,25000	0,00000	100,00	0,23800	0,00000	100,00
5	02/04/2019	1,94000	0,00000	100,00	0,31100	0,00000	100,00
6	24/04/2019	0,85700	0,00000	100,00	0,08770	0,00000	100,00
7	22/05/2019	1,69000	0,00000	100,00	0,00000	0,00000	0,00
8	29/05/2019	3,05000	0,00000	100,00	0,06210	0,00000	100,00
9	03/06/2019	1,77000	0,05060	97,14	0,05300	0,00000	100,00
10	10/07/2019	3,14000	0,00000	100,00	0,00000	0,00000	0,00
11	25/07/2019	1,21000	0,00000	100,00	0,00000	0,00000	0,00
12	29/07/2019	1,03000	0,00000	100,00	0,00000	0,00000	0,00
PROMEDIO		2,03929	0,05060	99,76	0,35349	0,00000	100,00

Tabla-4: Fungicidas

PESTICIDAS		Dimetoato (ug/l)		
		>0,05 (ug/l)		
		3 - HPLC/MS-MS		
num	fecha	antes O3	tras O3	Rdto (%)
1	06/02/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
2	14/02/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
3	04/03/2019	0,06460	0,00000	**100,00**
4	21/03/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
5	02/04/2019	0,39200	0,00000	**100,00**
6	24/04/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
7	22/05/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
8	29/05/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
9	03/06/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
10	10/07/2019	0,00000	0,00000	**0,00**
11	25/07/2019	0,30000	0,00000	**100,00**
12	29/07/2019	0,06510	0,00000	**100,00**
PROMEDIO		**0,20543**	**0,00000**	**100,00**

Tabla-5: Pesticidas

ANTIDEPRESIVOS		Carbamazepina (ug/l)		
		>0,05 (ug/l)		
		2 - HPLC/MS		
num	fecha	antes O3	tras O3	Rdto (%)
1	06/02/2019	0,16820	0,00000	**100,00**
2	14/02/2019	0,18904	0,00000	**100,00**
3	04/03/2019	0,16500	0,00000	**100,00**
4	21/03/2019	0,20700	0,00000	**100,00**
5	02/04/2019	0,16500	0,00000	**100,00**
6	24/04/2019	0,05600	0,00000	**100,00**
7	22/05/2019	0,13100	0,00000	**100,00**
8	29/05/2019	0,13800	0,00000	**100,00**
9	03/06/2019	0,15900	0,00000	**100,00**
10	10/07/2019	0,32800	0,00000	**100,00**
11	25/07/2019	0,13600	0,00000	**100,00**
12	29/07/2019	0,13500	0,00000	**100,00**
PROMEDIO		**0,16477**	**0,00000**	**100,00**

Tabla-6: Antidepresivos

ANTIINFLAMATORIOS		Ibuprofeno (ug/l)			Ketorprofeno (ug/l)			Diclofenac (ug/l)		
		>0,05 (ug/l)			*>0,05 (ug/l)*			*>0,01 (ug/l)*		
		1 - HPLC/MS-MS			*1 - HPLC/MS-MS*			*2 - HPLC/MS*		
num	fecha	antes O3	tras O3	Rdto (%)	antes O3	tras O3	Rdto (%)	antes O3	tras O3	Rdto (%)
1	06/02/2019	0,28877	0,00000	**100,00**	0,22971	0,00000	**100,00**	0,07317	0,00000	**100,00**
2	14/02/2019	0,00000	0,00000	**0,00**	0,00000	0,00000	**0,00**	0,05538	0,00000	**100,00**
3	04/03/2019	0,77900	0,00000	**100,00**	0,41500	0,00000	**100,00**	0,66100	0,00000	**100,00**
4	21/03/2019	0,00000	0,00000	**0,00**	0,09970	0,00000	**100,00**	0,77000	0,00000	**100,00**
5	02/04/2019	0,00000	0,00000	**0,00**	0,10200	0,00000	**100,00**	0,66900	0,00000	**100,00**
6	24/04/2019	0,00000	0,00000	**0,00**	0,00000	0,00000	**0,00**	0,29900	0,00000	**100,00**
7	22/05/2019	0,00000	0,00000	**0,00**	0,00000	0,00000	**0,00**	0,58000	0,00000	**100,00**
8	29/05/2019	0,10800	0,00000	**100,00**	0,29600	0,00000	**100,00**	0,88700	0,00000	**100,00**
9	03/06/2019	0,00000	0,00000	**0,00**	0,00000	0,00000	**0,00**	0,74500	0,01490	**98,00**
10	10/07/2019	0,54100	0,12900	**76,16**	0,00000	0,11600	**0,00**	0,56300	0,00000	**100,00**
11	25/07/2019	0,00000	0,00000	**0,00**	0,00000	0,00000	**0,00**	0,36200	0,00000	**100,00**
12	29/07/2019	0,00000	0,00000	**0,00**	0,00000	0,00000	**0,00**	0,48000	0,00000	**100,00**
PROMEDIO		**0,42919**	**0,12900**	**94,04**	**0,22848**	**0,11600**	**100,00**	**0,51205**	**0,01490**	**99,83**

Tabla-7: Antiinflamatorios

6.- TRANSMITANCIA

De forma paralela a los análisis de contaminantes emergentes se han realizado controles de la transmitancia del agua mediante espectofotometría.

El motivo es que, dado que la depuradora de Abanilla, al igual que ocurre en la mayoría en la Región de Murcia, dispone de desinfección mediante lámparas de rayos Ultra Violetas, resultaría una ventaja añadida a este proceso si, tal y como se esperaba, el uso de ozono en la desinfección favoreciese el aumento de la transmitancia del agua.

De esta forma se comprobó la transmitancia a la salida de los filtros de arena, y en un punto situado a la salida del tratamiento con ozono, justo a la entrada de los canales de desinfección mediante lámparas UV de la EDAR.

Visualmente (Foto-4) se ya se puede apreciar cómo el agua tras el tratamiento con ozono presenta una transparencia mucho mayor que el agua a la salida de los filtros de arena, sin ningún tipo de coloración.

Foto-4: Efluente de la EDAR de Abanilla. A la izquierda agua procedente de los filtros de arena, previa al tratamiento con ozono. A la derecha agua de salida del tratamiento con O_3

Tal y como se aprecia en la Gráfica-1, los valores medios de transmitancia obtenidos a la salida de los filtros de arena y antes de la aplicación del ozono, frente a los medidos tras la ozonización, en los canales de las lámparas de U.V. son de 57,34% antes del O_3 y 80,85% después.

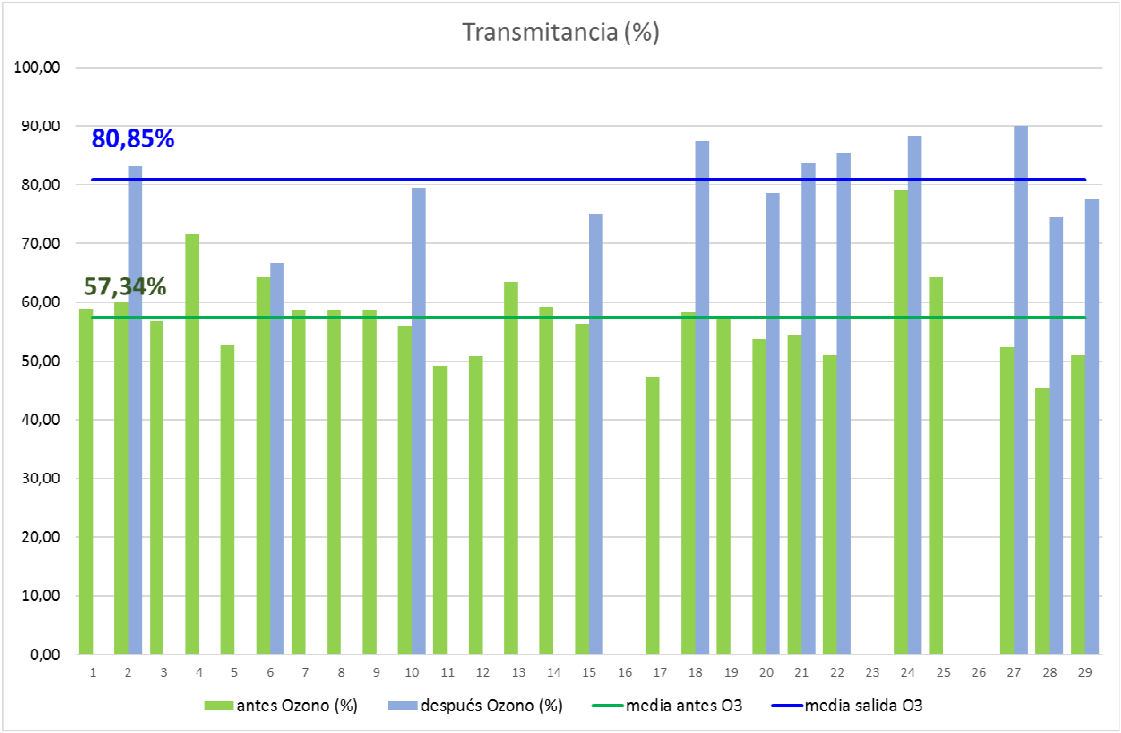

Gráfico-1: Transmitancia

Esto supone un aumento medio de la transmitancia de un 44,53%.

7.- CONCLUSIONES

- Hay una serie de contaminantes emergentes cuya presencia es prácticamente nula, o por debajo del límite de detección, en todos los muestreos realizados.
    - HERBICIDAS: Ametrina, Isoproturon, Propizamida, Atrazina, Linuron, Secbumeton, Bromacilo, Simazina, Desetilatrazina, Prometon, Desispropilatrazina, Prometrina, Terbutrina, Propazina y Trietazina
    - PLAGUICIDAS: Pirimicarb
    - HORMONAS. 17a-Ethinylestradiol, 17ß-Estradiol y Estriol.
    - ANTIDEPRESIVOS: Fluoxetina.
    - ANTIBIÓTICOS. Cloranfenicol.
- En el caso concreto de Imazalil, Tiabendazol, Carbamazepina y Diclofenac, prácticamente han aparecido en todas las muestras influentes analizadas. Del mismo modo, el tratamiento por ozono los ha eliminado en prácticamente todos los casos, con valores por debajo del límite de detección.
- De los contaminantes emergentes con presencia por encima del límite de detección, los rendimientos de eliminación han sido muy buenos, próximos al 100%.
- En resumen, la eliminación de contaminantes emergentes mediante la aplicación de ozono se ha demostrado como una tecnología muy eficaz para los compuestos estudiados.
- Por otro lado, el aumento de la transmitancia del agua tras su paso por el tratamiento mediante ozono también debe ser tomada en consideración, por cuanto es previsible que afectará muy positivamente a los sistemas de desinfección mediante radiación Ultra Violeta.

Dados los buenos resultados obtenidos habría que considerar dos puntos de cara a futuros estudios:

- Determinar la existencia o no de metabolitos potencialmente peligrosos tras el tratamiento con ozono.
- Optimización del sistema mediante Ozono desde el punto de vista energético.