

Informe final del proyecto “INVESTIGACIÓN PARA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN DEPURADORAS DE LA CV”

Contenido

INVESTIGACIÓN PARA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN DEPURADORAS DE LA CV	3
1. Justificación de la investigación	3
2. Objetivos del proyecto de investigación	4
2.1. Objetivo 1: Conocer la presencia de microcontaminantes en depuradoras de la CV ..	4
2.2. Objetivo 2: Evaluación de las tecnologías más apropiadas para una reducción > 80% de los microcontaminantes de referencia	4
3. Metodología	4
3.1. Objetivo 1	4
3.2. Objetivo 2	5
3.2.1. Planta piloto de carbón activado	5
3.2.2. Planta piloto de ozono	6
3.2.3. Planificación de ensayos en plantas piloto	7
3.3. Métodos analíticos	8
3.3.1. Parámetros físico químicos	8
3.3.2. Contaminantes emergentes	8
4. Resultados	9
4.1. Presencia de microcontaminantes en las depuradoras de la CV que tratan más de 100.000 he.....	9
Provincia de Valencia	9
4.1.1. EDAR Cuenca del Carraixet.....	9
4.1.2. EDAR Gandía – La Safor	12
4.1.3. EDAR Quart–Benager	16
4.1.4. EDAR Pinedo 1.....	20
4.1.5. EDAR Pinedo 2.....	23
Provincia de Alicante.....	26
4.1.6. EDAR Alcoy	26
4.1.7. EDAR Benidorm	30
4.1.8. EDAR Elx–Algoros	33
4.1.9. EDAR Monte Orgegía.....	37
4.1.10. EDAR Rincón de León	40
4.1.11. EDAR Torrevieja.....	43

Castellón.....	47
4.1.12. EDAR Castellón de la Plana	47
4.2. Ensayos en plantas piloto. Operación en paralelo.....	51
5. Análisis de resultados.....	51
5.1. Presencia de Microcontaminantes de referencia en las depuradoras de la Comunidad Valenciana.....	51
Provincia de Valencia	51
5.1.1. Cuenca del Carraixet	51
5.1.2. Gandía - La Safor	51
5.1.3. Quart - Benager	52
5.1.4. Pinedo 1.....	52
5.1.5. Pinedo 2.....	52
Provincia de Alicante.....	53
5.1.6. Alcoi.....	53
5.1.7. Benidorm.....	53
5.1.8. Elx – Algorós	54
5.1.9. Monte Orgegia	54
5.1.10. Rincón de León.....	54
5.1.11. Torrevieja	55
Provincia de Castellón.....	55
5.1.12. Castellón de la Plana	55
5.2. Experimentación en plantas piloto	56
5.2.1. Planta piloto de ozonización.	56
5.2.2. Planta piloto de carbón activado. Tratamiento en paralelo	57
5.2.3. Plantas de ozono y carbón activado en serie	58
6. Conclusiones.....	59
7. Recomendaciones	60
Agradecimientos	61

INVESTIGACIÓN PARA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN DEPURADORAS DE LA CV

1. Justificación de la investigación

El pasado 26 de octubre de 2022, la Comisión Europea hizo pública una propuesta de revisión¹ de la Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, actualmente en vigor, y que ya tiene más de 30 años de antigüedad.

La nueva directiva incorpora un nuevo artículo que introduce la obligación de realizar un tratamiento adicional a las aguas residuales urbanas, denominado tratamiento cuaternario, con el fin de eliminar el espectro más amplio posible de microcontaminantes. Este tratamiento se aplicará a todas las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas que traten una carga igual o superior a 100.000 h.e., y a todas las aglomeraciones 10.000 a 100.000 h.e. en zonas donde la concentración o acumulación de microcontaminantes suponga un riesgo para la salud humana o el medio ambiente.

La propuesta de revisión de la directiva establece un conjunto de 12 sustancias de referencia, distribuidas en 2 categorías, que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Sustancias de referencia inicialmente propuestas en la revisión de la directiva 91/271

Categoría	Sustancia	Tipo
Categoría 1	Amisulprida	Fármaco antipsicótico
	Carbamazepina	Fármaco antiepiléptico
	Citalopram	Fármaco antidepresivo
	Claritromicina	Fármaco antibiótico
	Diclofenaco	Fármaco antiinflamatorio
	Hidroclorotiazida	Fármaco antihipertensivo
	Metoprolol	Fármaco antihipertensivo
Categoría 2	Venlafaxina	Fármaco antidepresivo
	Benzotriazol	Producto básico antiincrustante
	Candesartán	Fármaco antihipertensivo
	Irbesartán	Fármaco antihipertensivo
	Mezcla de 4-Metilbenzotriazol y 5-Metilbenzotriazol.	Producto básico antiincrustante

Estas sustancias deben ser eliminadas en al menos un 80%. El porcentaje de eliminación se calculará para al menos seis sustancias. El número de sustancias de la categoría 1 debe ser el doble del número de sustancias de la categoría 2. Si sólo se pueden medir 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 de eliminación de todas las sustancias utilizadas en el cálculo para evaluar si se ha alcanzado el porcentaje mínimo de eliminación requerido del 80 %.

¹ https://environment.ec.europa.eu/publications/proposal-revised-urban-wastewater-treatment-directive_en

2. Objetivos del proyecto de investigación

2.1. Objetivo 1: Conocer la presencia de microcontaminantes en depuradoras de la CV

Con este objetivo se pretende conocer la presencia de los 12 contaminantes seleccionados en la propuesta de Directiva en una serie de depuradoras de la CV. Las depuradoras que se considera inicialmente de más interés para ser controladas son aquellas a las que afectará antes la nueva directiva, es decir, las que traten una carga igual o superior a 100.000 h.e.

En la tabla 2 se muestran las depuradoras de la CV que, según datos de EPSAR de 2021, tratan una carga superior a 100.000 habitantes equivalentes (he).

Tabla 2. depuradoras de la CV que tratan una carga superior a 100.000 he (fuente EPSAR)

Provincia	Depuradora	Código	Habitantes equivalentes (he) servidos (2021)
Valencia	Cuenca del Carraixet	CC	124.852
	Gandía - La Safor	GS	130.680
	Quart – Benager	QB	156.988
	Pinedo 1	PI	306.095
	Pinedo 2	PI2	732.794
Alicante	Alcoi	ACI	100.360
	Benidorm	BD	200.504
	Elx – Algoros	ELX	176.536
	Monte Orgegia	MO	206.707
	Rincón de León	RDL	321.750
	Torreveja	TV	118.648
Castellón	Castellón de la Plana	CP	181.806

2.2. Objetivo 2: Evaluación de las tecnologías más apropiadas para una reducción > 80% de los microcontaminantes de referencia

Se pretende realizar experimentación a escala piloto con aguas residuales reales, para evaluar las posibles tecnologías que sea necesario aplicar.

Se han empleado 2 tipos de procesos para la eliminación de los microcontaminantes, la oxidación por ozonización y la adsorción por carbón activado, de forma individual o combinada.

3. Metodología

3.1. Objetivo 1

Para realizar el objetivo 1, se han analizado muestras integradas (24 horas) a la entrada y salida de agua residual de cada depuradora seleccionada. Estas muestras son una fracción de las que se recogen, con carácter aproximadamente quincenal, para el control de las plantas depuradoras por parte de las empresas externas contratadas por la EPSAR.

En las muestras se han analizado las sustancias contaminantes de referencia que se han indicado en la tabla 1. La determinación analítica se ha realizado mediante la técnica HPLC-Masas.

Complementariamente, se han recopilado los siguientes parámetros fisicoquímicos de calidad de afluente y efluente correspondientes a las mismas muestras: pH, Conductividad (K), Temperatura (T), Sólidos en suspensión (SS), Turbidez, Demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días (DBO_5), Demanda química de oxígeno (DQO), Nitrógeno total (Nt) y Fósforo total (Pt).

Además, también se han recopilado los datos básicos de funcionamiento de cada estación depuradora en las fechas de los muestreos: Tiempo de residencia hidráulico (TRH), Edad del fango (EF), Temperatura del agua (T), Sólidos en suspensión del licor mezcla (MLSS), Sólidos en suspensión volátiles del licor mezcla (MLSSV) y Carga másica (Cm).

3.2. Objetivo 2

Para realizar el objetivo 2, se ha diseñado y construido una planta piloto de carbón activado y una planta piloto de ozonización, que pueden funcionar en serie o en paralelo.

3.2.1. Planta piloto de carbón activado

La planta piloto de carbón activado se ha construido de PVC de alta presión, en forma tubular, tal como se esquematiza en la figura 1, donde se indican las dimensiones y los puntos de muestreo.

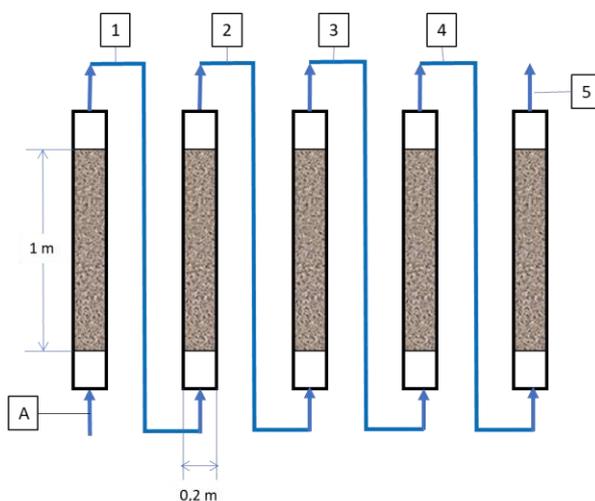


Figura 1. Esquema de la planta piloto de carbón activado (la planta piloto de ozono es similar, pero la altura de cada columna es de 2 m) (elaboración propia)

El volumen útil de lecho de carbón en cada columna es aproximadamente de 18,5 L, siendo el volumen total de lecho de 92,5 L.

El carbón utilizado en los experimentos en paralelo ha sido AquaSorb™ CS, con base cáscara de coco, con área superficial específica (BET) de $1.050 \text{ m}^2/\text{g}$ y una densidad aparente de $540 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Para los experimentos en serie se empleó un carbón similar, AquaSorb™ HS, también con base de coco, la misma área superficial específica (BET) de $1.050 \text{ m}^2/\text{g}$, y ligeramente más compacto, con una densidad aparente de $545 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Como pretratamiento a la planta piloto, que se alimentaba con el efluente de la planta depuradora, se colocaron a la entrada de agua a tratar 2 filtros en serie de tela filtrante de 100 μm .

3.2.2. Planta piloto de ozono

La planta piloto de ozono se ha construido también en PVC de alta presión, y su diseño es similar al de la planta de carbón activado (figura 1), aunque en este caso la longitud útil de cada columna es de 2 m.

Para la inyección de ozono se ha adquirido un ozonizador GHBBZO3-E, de ZonoSistem, con capacidad de producir hasta 3 g O_3/h a partir de aire atmosférico (figura 2).



Figura 2. Generador de ozono GHBBZO3-E, de ZonoSistem

Las plantas piloto fueron diseñadas y construidas por el equipo de investigación y montadas sobre una estructura de acero inoxidable, como se puede observar en la figura 3.



Figura 3. Plantas piloto y generador de ozono montadas sobre estructura (elaboración propia)

Las plantas se instalaron en la depuradora de Alacantí Norte, donde se alimentaron con el efluente de la depuradora. La figura 4 muestra una fotografía de las plantas en la ubicación donde se realizaron los ensayos.



Figura 4. Plantas piloto instaladas en la EDAR Alacantí Norte (elaboración propia)

A las plantas piloto se incorporaron los siguientes sensores en línea:

- Carbón activado: Medida de caudal, medida de volumen total tratado, medida de presión, medida de pérdida de presión con alarma para detener la planta.
- Ozono: Medida de caudal y de flujo de gas en ozonizador, medida de potencial redox.

3.2.3. Planificación de ensayos en plantas piloto

Los ensayos en plantas piloto se realizaron en dos fases. En una primera fase de aproximadamente 2 meses de duración, se hicieron funcionar las plantas en paralelo, alimentadas por el efluente de la depuradora. En una segunda fase de aproximadamente 2 meses de duración, las plantas se hicieron funcionar en serie, alimentando primero la planta piloto de ozonización, seguida por el tratamiento de adsorción con carbón activado.

3.2.3.1. Ensayos en planta piloto de carbón activado

En la fase de funcionamiento en paralelo, la planta se hizo funcionar de manera continua, con un caudal aproximado de 500 L/h, al que corresponde una carga hidráulica de 15,9 m/h. 2 veces por semana se tomaron muestras a la entrada a la planta y a distintos volúmenes de lecho, que se corresponden con tiempos de contacto medios de 4, 8, 12, 16 y 20 minutos respectivamente. Las muestras se tomaron secuencialmente, de modo que entre cada una de ellas transcurriera un tiempo equivalente al tiempo de contacto. Además de los contaminantes emergentes, para cada una de las muestras se determinaron los parámetros pH, conductividad, absorbancia a 254 nm y DQO.

Hubo algunos episodios de parada automática de la planta al sobrepasarse la pérdida de presión de consigna (3 bares). En la mayoría de los casos la sobrepresión fue producida por ensuciamiento de las telas filtrantes usadas como pretratamiento, lo que se resolvió cambiando

las telas. En algún otro caso fue preciso eliminar el atasco producido por desplazamiento y acumulación de polvo de carbón activado a la salida de la primera columna.

En la fase de funcionamiento en serie la planta se alimentaba con el agua tratada procedente de la planta piloto de ozonización. Los muestreos se realizaron de la misma forma descrita anteriormente.

3.2.3.2. Ensayos en planta piloto de ozono

En la fase de funcionamiento en paralelo, la planta de ozono se hizo funcionar de forma discontinua. 2 veces por semana, coincidiendo con los muestreos de la planta de carbón activado, se realizaban los ensayos con ozono. En cada ensayo se aplicaron 4 dosis distintas de ozono y se tomaron muestras a la entrada a la planta y a la salida de cada una de las 5 columnas de la planta piloto, que se corresponden con distintos tiempos de contacto. Las muestras se tomaron secuencialmente, de modo que entre cada una de ellas transcurriera un tiempo equivalente al tiempo de contacto. Además de los contaminantes emergentes, para cada una de las muestras se determinaron los parámetros pH, conductividad, absorbancia a 254 nm y, en algún caso, DQO.

En la fase de funcionamiento en serie, la planta de ozono se hizo funcionar inicialmente de manera continua, aplicando la dosis más alta de ozono. Tras un funcionamiento continuo de unos 8 días se decidió trabajar en modo discontinuo, ya que ocurrieron algunas incidencias de fugas en las válvulas de toma de muestras, que aconsejaron realizar los ensayos siempre con vigilancia directa de la instalación.

3.3. Métodos analíticos

3.3.1. Parámetros físico químicos

- Demanda química de oxígeno.
- Absorbancia

3.3.2. Contaminantes emergentes

Los contaminantes emergentes se han analizado empleando cromatografía líquida de alta resolución para la separación de los contaminantes (HPLC), seguida de detección y cuantificación mediante espectrometría de masas (MS).

- Equipo: Agilent 1290 Infinity UHPLC en línea con un espectrómetro de triple cuadrupolo con tecnología JetStream e iFunnel (UHPLC-1290/QQQ-6490)
- Adquisición y tratamiento de datos: Mass Hunter
- Columna: Zorbax Eclipse Plus C18 Rapid resolution HD 2.1x 100mm 1.8 micron
- Fase móvil A: Agua (0.1% ácido fórmico, FA)
- Fase móvil B: Acetonitrilo (ACN) (0.1% ácido fórmico, FA)

Tanto las muestras de entrada y salida a las depuradoras, como las de las plantas piloto, previamente filtradas a 0,45 micras, se han inyectado directamente al equipo HPLC-MS. Se ha evaluado la validez del procedimiento mediante el enriquecimiento de algunas de las muestras de aguas reales. Los resultados del enriquecimiento se han tenido en cuenta para el cálculo de resultados y el descarte de respuestas inconsistentes o anómalas.

En algunos ensayos los valores del límite de cuantificación (LOQ) han sido anormalmente elevados, lo que no ha permitido cuantificar algunos compuestos en algunos de los muestreos.

4. Resultados

4.1. Presencia de microcontaminantes en las depuradoras de la CV que tratan más de 100.000 he

Provincia de Valencia

4.1.1. EDAR Cuenca del Carraixet

4.1.1.1. Descripción

La depuradora Cuenca del Carraixet está situada en el municipio de la Alboraya, en la comarca L'Horta Nord de la provincia de Valencia, y sirve a los municipios Alboraya, Meliana, Foios, Albalat dels Sorells, Bonrepòs i Mirambell, Valencia, Vinalesa, Tavernes Blanques, Rocafort, Moncada, Godella, Alfara del Patriarca y Almàssera.

En las figuras 5 y 6 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 5. Fotografía aérea EDAR Cuenca del Carraixet (fuente EPSAR)

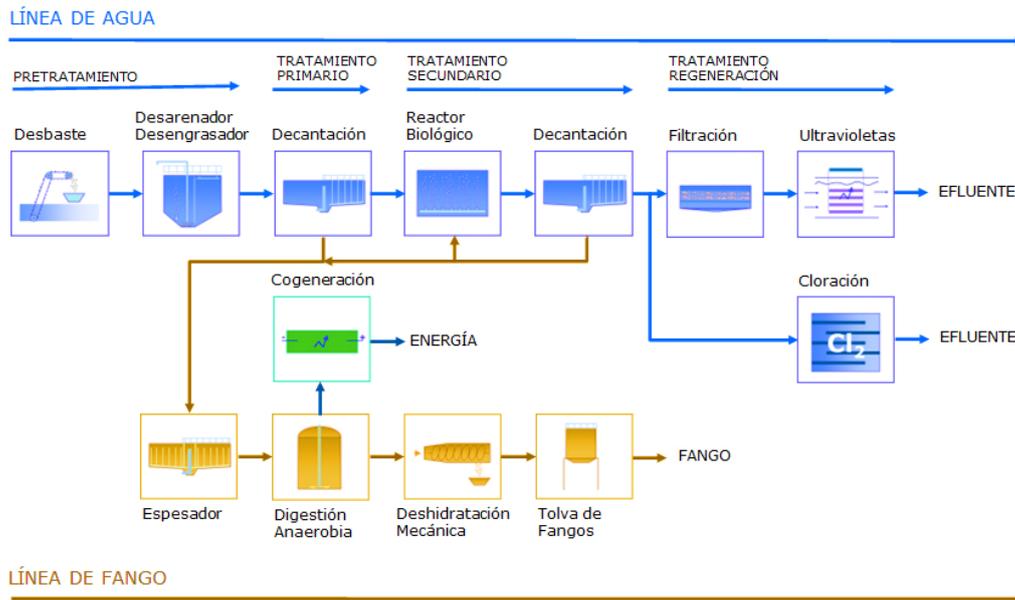


Figura 6. Diagrama de proceso EDAR Cuenca del Carraixet (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Pretratamiento con reja de gruesos, reja de finos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador y desnatado.
- Tratamiento primario con decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados de media carga, con aporte de oxígeno mediante soplantes, eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo), recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes
- Tratamiento de regeneración con tratamiento terciario de coagulación-floculación y desinfección mediante cloración y radiación UV

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad y flotación
- Digestión anaerobia
- Deshidratación mediante centrifugación

Durante 2022 el volumen tratado fue de 13.666.596 m³, con un caudal medio de 37.443 m³/día, correspondientes a una población servida de 153.330 he

Los rendimientos medios fueron de 96% para sólidos en suspensión (SS), 97% para la demanda biológica de oxígeno (DBO₅) y 93% para la demanda química de oxígeno (DQO)

Se evacuaron 4.911.380 kg de fango, con un contenido de 1.250.848 kg de materia seca

4.1.1.2. Parámetros de funcionamiento

En la tabla 3 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 3. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Cuenca del Carraixet. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	MED	MIN	MAX	SD
TRH (h)	18,7	15,1	20,7	1,77
EF (d)	13,0	11,3	17,0	1,87
MLSS (mg/L)	4348	3630	4810	394
MLSSV (%)	77,6	73,7	82,4	3,02
Cm (kgDBO ₅ /kgMLSSV.d)	0,13	0,1	0,2	0,03

4.1.1.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 4 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas.

Tabla 4. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Cuenca del Carraixet. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,55	7,30	7,80	0,16
	Efluente	7,61	7,10	7,90	0,29
K (μS/cm)	Afluente				
	Efluente	1489	1070	1670	184,2
SS	Afluente (mg/L)	134	62	256	62,5
	Efluente (mg/L)	5,90	5,00	9,20	1,70
	Rend. (%)	95,1	91,9	97,2 ^o	1,76
DBO ₅	Afluente (mg/L)	160	60,00	240,00	57,63
	Efluente (mg/L)	8,48	2,00	15,80	4,19
	Rend. (%)	93,8	83,30	98,90	4,64
DQO	Afluente (mg/L)	267	84,60	386,00	106,2
	Efluente (mg/L)	14,1	5,00	26,30	6,56
	Rend. (%)	93,9	87,50	97,90	3,62
Nt	Afluente (mg/L)	46,4	36,00	68,00	10,8
	Efluente (mg/L)	5,05	3,40	6,80	1,32
	Rend. (%)	89,0	82,10	90,70	2,89
Pt	Afluente (mg/L)	5,14	3,05	7,68	1,71
	Efluente (mg/L)	1,44	0,75	2,34	0,48
	Rend. (%)	68,7	48,70	86,60	14,1

4.1.1.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 5 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 5. Presencia de microcontaminantes en los muestreos de la EDAR Cuenca del Carraixet. Elaboración propia

Contaminante		MED	MIN	MAX	SD
--------------	--	-----	-----	-----	----

(% muestreos concentración >LOQ)					
Amisulprida (20%)	Afluente (µg/L)	0,45	0,35	0,54	0,14
	Efluente (µg/L)	0,38	0,33	0,42	0,06
	Rem. (%)	13	4	22	13
Carbamazepina (100%)	Afluente (µg/L)	0,23	0,10	0,49	0,15
	Efluente (µg/L)	0,16	0,08	0,63	0,17
	Rem. (%)	21	-34	84	36
Citalopram (20%)	Afluente (µg/L)	3,55	1,43	6,66	2,54
	Efluente (µg/L)	4,40	1,82	6,99	2,85
	Rem. (%)	-14	-27	-1	11
Claritromicina (60%)	Afluente (µg/L)	0,29	0,20	0,53	0,12
	Efluente (µg/L)	0,09	0,05	0,12	0,04
	Rem. (%)	74	68	77	5
Diclofenaco (100%)	Afluente (µg/L)	0,52	0,05	1,24	0,45
	Efluente (µg/L)	0,46	0,07	0,86	0,32
	Rem. (%)	43	-7	65	26
Hidroclorotiazida (100%)	Afluente (µg/L)	2,24	1,54	3,35	0,57
	Efluente (µg/L)	2,27	0,53	3,23	0,85
	Rem. (%)	-2	-39	75	33
Metoprolol (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Venlafaxina (00%)	Afluente (µg/L)	1,92	1,08	5,93	1,43
	Efluente (µg/L)	1,11	0,48	1,56	0,32
	Rem. (%)	31	2	74	24
Benzotriazol (100%)	Afluente (µg/L)	0,58	0,36	0,80	0,14
	Efluente (µg/L)	0,58	0,37	0,72	0,12
	Rem. (%)	-7	-58	54	34
Candesartán (40%)	Afluente (µg/L)	2,03	1,54	2,46	0,38
	Efluente (µg/L)	1,42	1,05	1,72	0,33
	Rem. (%)	30	16	42	11
Irbesartán (100%)	Afluente (µg/L)	1,61	1,01	2,88	0,60
	Efluente (µg/L)	1,06	0,41	1,49	0,36
	Rem. (%)	32	0	74	21
Metilbenzotriazol (80%)	Afluente (µg/L)	0,12	0,07	0,18	0,04
	Efluente (µg/L)	0,12	0,08	0,17	0,03
	Rem. (%)	-3	-25	13	16

4.1.2. EDAR Gandía – La Safor

4.1.2.1. Descripción

La depuradora Gandía – La Safor está situada en el municipio de Gandía, en la comarca La Safor de la provincia de Valencia, y sirve a los municipios Villalonga, Almoines, Beniflá, Benirredrà, Rafelcofer, Miramar, Potries, Piles, Bellreguard, l'Alqueria de la Comtessa, la Font d'En Carròs, Gandia, el Real de Gandia, Beniarjó y Guardamar de la Safor.

En las figuras 7 y 8 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 7. Fotografía aérea EDAR Gandía - La Safor (fuente EPSAR)

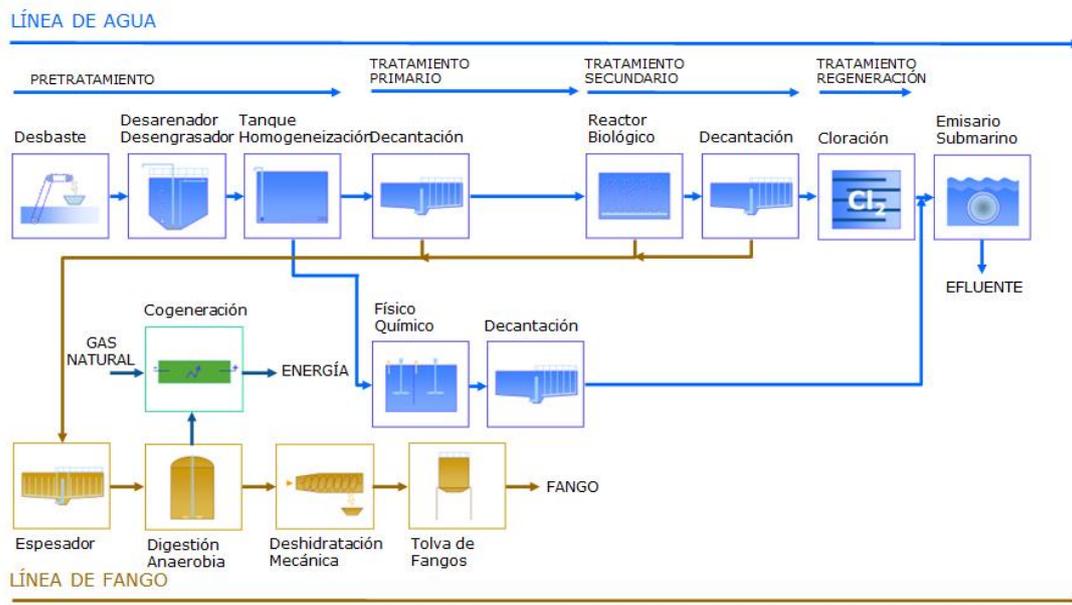


Figura 8. Diagrama de proceso EDAR Gandía - La Safor (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Pretratamiento con reja de gruesos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador, desnatador y tanque de homogeneización.
- Tratamiento primario con tratamiento físico-químico y decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados de media carga, con aporte de oxígeno mediante soplantes, eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo), recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes
- Tratamiento de regeneración con desinfección

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad y flotación
- Tamizado de lodos
- Digestión anaerobia
- Deshidratación

Durante 2022 el volumen tratado fue de 14.771.364 m³, con un caudal medio de 40.469 m³/día, correspondientes a una población servida de 115.284 he

Los rendimientos medios fueron de 94% para SS, 96% para DBO₅ y 89% para DQO.

Se evacuaron 8.362.047 kg de fango, con un contenido de 1.608.909 kg de materia seca

4.1.2.2. Parámetros de funcionamiento

En la tabla 6 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 6. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Gandía-La Safor. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	MED	MIN	MAX	SD
TRH (h)	7,50	6,00	9,70	1,20
EF (d)	6,23	5,20	8,20	0,99
MLSS (mg/L)	2486	2010	3280	434
Cm (kgDBO ₅ /kgMLSSV.d)	0,21	0,12	0,29	0,06

4.1.2.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 7 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas.

Tabla 7. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Gandía-La Safor. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,51	7,4	7,6	0,06
	Efluente	7,96	7,7	8,2	0,15
K (μS/cm)	Afluente	0	0	0	0,00
	Efluente	1634	1060	2390	355
SS	Afluente (mg/L)	279	143	493	96,5
	Efluente (mg/L)	8,53	3,2	18	4,99
	Rend. (%)	96,2	89	99	3,26
DBO ₅	Afluente (mg/L)	249	115	560	122
	Efluente (mg/L)	6,6	2	15	3,84
	Rend. (%)	96,7	92	99	2,41
DQO	Afluente (mg/L)	492	161	1010	233
	Efluente (mg/L)	34,2	25	48	7,04
	Rend. (%)	91,5	81	96	4,60
Nt	Afluente (mg/L)	47,4	34,3	57,1	7,99

	Efluente (mg/L)	22,2	5,89	32,4	10,2
	Rend. (%)	53,2	33	89	19,2
Pt	Afluente (mg/L)	5,33	4,27	6,8	0,97
	Efluente (mg/L)	1,88	0,568	3,13	0,84
	Rend. (%)	64,8	46	92	14,7

4.1.2.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 8 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 8. Presencia de microcontaminantes en los muestreos de la EDAR Gandía-La Safor. Elaboración propia

Contaminante (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD
Amisulprida (50%)	Afluente (µg/L)	0,07	0,05	0,08	0,01
	Efluente (µg/L)	0,07	0,06	0,08	0,01
	Rem. (%)	-9	-18	5	11
Carbamazepina (100%)	Afluente (µg/L)	0,15	0,08	0,61	0,16
	Efluente (µg/L)	0,09	0,06	0,11	0,02
	Rem. (%)	2	-24	26	23
Citalopram (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Claritromicina (50%)	Afluente (µg/L)	0,27	0,21	0,32	0,04
	Efluente (µg/L)	0,09	0,07	0,11	0,03
	Rem. (%)	65	65	65	0
Diclofenaco (100%)	Afluente (µg/L)	0,50	0,11	0,89	0,32
	Efluente (µg/L)	0,50	0,15	0,78	0,26
	Rem. (%)	20	-3	48	19
Hidroclorotiazida (100%)	Afluente (µg/L)	2,93	2,00	4,54	0,95
	Efluente (µg/L)	3,59	1,96	4,72	0,87
	Rem. (%)	-26	-59	4	24
Metoprolol (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)	9	8	11	3
Venlafaxina (100%)	Afluente (µg/L)	1,51	1,23	1,93	0,29
	Efluente (µg/L)	1,23	0,62	1,67	0,32
	Rem. (%)	15	-23	67	29
Benzotriazol (100%)	Afluente (µg/L)	0,50	0,33	0,75	0,17
	Efluente (µg/L)	0,45	0,25	0,76	0,19
	Rem. (%)	3	-108	54	47
Candesartán (50%)	Afluente (µg/L)	1,62	1,17	1,84	0,26
	Efluente (µg/L)	1,04	0,92	1,19	0,11
	Rem. (%)	34	19	45	9

Irbesartán (80%)	Afluente (µg/L)	1,96	1,14	3,27	0,73
	Efluente (µg/L)	1,15	0,57	1,51	0,38
	Rem. (%)	43	8	68	23
Metilbenzotriazol (40%)	Afluente (µg/L)	0,21	0,11	0,44	0,11
	Efluente (µg/L)	0,16	0,14	0,19	0,03
	Rem. (%)	-11	-36	36	32

4.1.3. EDAR Quart–Benager

4.1.3.1. Descripción

La depuradora Quart – Benager está situada en el municipio de Xirivella, en la comarca L'Horta Oest de la provincia de Valencia, y sirve a los municipios Aldaia, Alaquàs, Xirivella, Quart de Poblet, Manises, Valencia y Mislata.

En las figuras 9 y 10 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 9. Fotografía aérea EDAR Quart – Benager (fuente EPSAR)

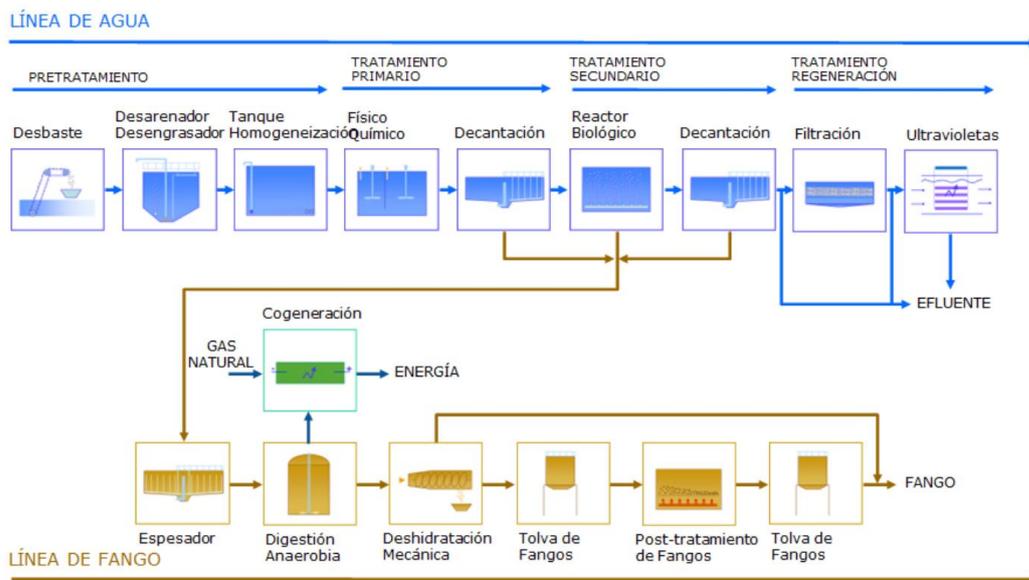


Figura 10. Diagrama de proceso EDAR Quart – Benager (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Pretratamiento con reja de gruesos, tamizado, reja de finos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador, desnatador y tanque de homogeneización.
- Tratamiento primario con tratamiento físico-químico y decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados de media carga, con aporte de oxígeno mediante soplantes, eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo), recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes
- Tratamiento de regeneración con coagulación-floculación y desinfección por radiación UV

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad y flotación
- Tamizado de lodos
- Digestión anaerobia
- Deshidratación centrífuga
- Postratamiento de lodos mediante secado térmico

Durante 2022 el volumen tratado fue de 11.023.644 m³, con un caudal medio de 30.202 m³/día, correspondientes a una población servida de 128.985 he

Los rendimientos medios fueron de 95% para SS, 97% para DBO₅ y 92% para DQO.

Se evacuaron 11.109.900 kg de fango, con un contenido de 2.497.859 kg de materia seca

4.1.3.2. Parámetros de funcionamiento

En la tabla 9 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 9. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Quart–Benager. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	MED	MIN	MAX	SD
TRH (h)	28,7	20,2	38,0	7,25
EF (d)	17,3	8,8	25,3	5,51
MLSS (mg/L)	3234	2544	4470	728
MLSSV (%)	75	73	77	1,41
Cm (kgDBO ₅ /kgMLSSV.d)	0,10	0,06	0,14	0,03

4.1.3.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 10 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas.

Tabla 10. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Quart–Benager. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,65	7,40	7,80	0,16
	Efluente	7,68	7,60	7,80	0,08
K (μS/cm)	Afluente				
	Efluente	1668	1150	1890	264
Turbidez	Aflue. (NTU)	160	74,5	265	68,6
	Eflue. (NTU)	1,01	0,50	2,18	0,56
SS	Afluente (mg/L)	236	146	426	107
	Efluente (mg/L)	5,24	5,00	6,70	0,64
	Rend. (%)	97,71	97	99	0,76
DBO ₅	Afluente (mg/L)	287,14	180	400	79,94
	Efluente (mg/L)	5,71	5,00	7,00	0,95
	Rend. (%)	97,86	96	99	0,90
DQO	Afluente (mg/L)	401	315	581	103
	Efluente (mg/L)	19,3	10,00	29,00	6,99
	Rend. (%)	95	93	97	1,53
Nt	Afluente (mg/L)	52,1	39	61	8,21
	Efluente (mg/L)	8,30	5,3	10	1,67
	Rend. (%)	83,4	74	91	5,50
Pt	Afluente (mg/L)	6,25	3,98	8,5	1,58
	Efluente (mg/L)	0,42	0,10	0,74	0,20
	Rend. (%)	92,4	82	98	5,26

4.1.3.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 11 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 11. Presencia de microcontaminantes en los muestreos de la EDAR Quart-Benager. Elaboración propia

Contaminante (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD
Amisulprida (27%)	Afluyente (µg/L)	0,45	0,29	0,59	0,13
	Efluyente (µg/L)	0,40	0,26	0,54	0,19
	Rem. (%)	2	-6	9	11
Carbamazepina (100%)	Afluyente (µg/L)	0,49	0,11	2,07	0,62
	Efluyente (µg/L)	0,21	0,07	0,89	0,24
	Rem. (%)	20	-74	94	54
Citalopram (27%)	Afluyente (µg/L)	0,53	0,34	0,71	0,19
	Efluyente (µg/L)	0,58	0,40	0,75	0,25
	Rem. (%)	-12	-18	-6	8
Claritromicina (36%)	Afluyente (µg/L)	0,37	0,31	0,49	0,08
	Efluyente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Diclofenaco (100%)	Afluyente (µg/L)	0,88	0,21	1,95	0,48
	Efluyente (µg/L)	0,33	0,10	0,75	0,22
	Rem. (%)	70	59	85	10
Hidroclorotiazida (100%)	Afluyente (µg/L)	2,77	1,33	4,16	0,78
	Efluyente (µg/L)	2,47	0,83	4,40	1,25
	Rem. (%)	10	-45	73	40
Metoprolol (0%)	Afluyente (µg/L)				
	Efluyente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Venlafaxina (100%)	Afluyente (µg/L)	2,16	1,22	8,42	2,09
	Efluyente (µg/L)	1,16	0,40	1,90	0,54
	Rem. (%)	31	-23	91	38
Benzotriazol (100%)	Afluyente (µg/L)	0,87	0,45	2,04	0,45
	Efluyente (µg/L)	0,69	0,30	1,80	0,46
	Rem. (%)	18	-50	62	33
Candesartán (64%)	Afluyente (µg/L)	1,58	0,87	2,64	0,53
	Efluyente (µg/L)	1,08	0,44	1,86	0,46
	Rem. (%)	30	-6	71	25
Irbesartán (91%)	Afluyente (µg/L)	2,43	1,18	5,19	1,09
	Efluyente (µg/L)	1,41	0,98	2,21	0,44
	Rem. (%)	38	14	78	22
Metilbenzotriazol (100%)	Afluyente (µg/L)	0,69	0,16	1,86	0,44
	Efluyente (µg/L)	0,69	0,27	2,39	0,63
	Rem. (%)	-26	-262	68	105

4.1.4. EDAR Pinedo 1

4.1.4.1. Descripción

La depuradora Pinedo 1 está situada en el municipio de Valencia, en la comarca Valencia de la provincia de Valencia, y sirve al municipio de Valencia.

En las figuras 11 y 12 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 11. Fotografía aérea EDAR Pinedo 1 (fuente EPSAR)

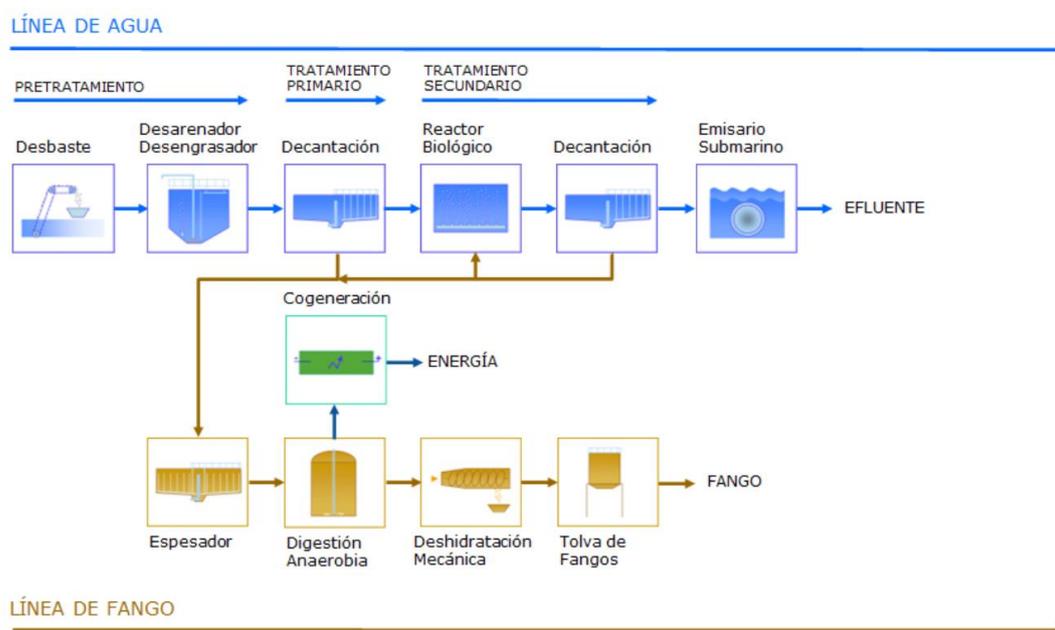


Figura 12. Diagrama de proceso EDAR Pinedo 1 (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Pretratamiento con reja de gruesos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador y desnatador.
- Tratamiento primario con tratamiento físico-químico y decantación

- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados de media carga, con aporte de oxígeno mediante turbinas, recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad y flotación
- Tamizado de lodos
- Digestión anaerobia
- Deshidratación centrífuga

Durante 2022 el volumen tratado fue de 47.002.762m³, con un caudal medio de 128.775 m³/día, correspondientes a una población servida de 321.622 he

Los rendimientos medios fueron de 93% para SS, 93% para DBO₅ y 86% para DQO.

Se evacuaron 21.409.570 kg de fango, con un contenido de 4.534.459 kg de materia seca

4.1.4.2. Parámetros de funcionamiento

En la tabla 12 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 12. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Pinedo 1. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	MED	MIN	MAX	SD
TRH (h)	10,1	8,6	11,7	1,2
EF (d)	7,7	5,3	10,8	1,7
MLSS (mg/L)	1612,8	930	2083	448,1
MLSSV (%)	82,4	75	93,3	5,1
Cm	0,5	0,3	0,8	0,2

4.1.4.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 13 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas.

Tabla 13. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Pinedo 1. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,5	7,3	7,7	0,12
	Efluente	7,8	7,6	7,9	0,10
K (μS/cm)	Afluente				
	Efluente	1758,75	1510	1870	121,82
Turbidez	Aflue. (NTU)				
	Eflue. (NTU)				
SS	Afluente (mg/L)				
	Efluente (mg/L)	111,13	25	174	47,92
	Rend. (%)	9,39	5,0	18	5,11

DBO ₅	Afluente (mg/L)	90,40	80,00	96,60	5,16
	Efluente (mg/L)	135,0	80,0	170,0	30,98
	Rend. (%)	10,0	5,0	14,0	3,85
DQO	Afluente (mg/L)	92,56	87,50	95,70	2,76
	Efluente (mg/L)	200,13	128,0	291,0	54,37
	Rend. (%)	23,29	14,0	45,0	9,55
Nt	Afluente (mg/L)	87,64	77,40	94,70	5,46
	Efluente (mg/L)	37,50	30,0	45,0	4,93
	Rend. (%)	38,13	28,0	64,0	10,93
Pt	Afluente (mg/L)	-1,53	-56,1	15,6	23,61
	Efluente (mg/L)	4,08	3,10	4,93	0,53
	Rend. (%)	1,81	1,46	2,43	0,34

4.1.4.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 14 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 14. Presencia de microcontaminantes en los muestreos de la EDAR Pinedo 1. Elaboración propia

Contaminante (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD
Amisulprida (18%)	Afluente (µg/L)	0,40	0,32	0,47	0,11
	Efluente (µg/L)	0,52	0,39	0,65	0,18
	Rem. (%)	-30	-38	-22	12
Carbamazepina (100%)	Afluente (µg/L)	0,71	0,07	5,75	1,68
	Efluente (µg/L)	0,16	0,08	0,31	0,08
	Rem. (%)	9	-33	96	47
Citalopram (18%)	Afluente (µg/L)	0,85	0,68	1,01	0,23
	Efluente (µg/L)	1,38	0,94	1,81	0,62
	Rem. (%)	-59	-79	-38	29
Claritromicina (55%)	Afluente (µg/L)	0,38	0,18	0,53	0,16
	Efluente (µg/L)	0,06	0,05	0,07	0,01
	Rem. (%)	80,44	61,11	90,57	13,16
Diclofenaco (100%)	Afluente (µg/L)	0,50	0,08	1,30	0,41
	Efluente (µg/L)	0,45	0,08	1,29	0,40
	Rem. (%)	12,45	-17,11	45,57	22,24
Hidroclorotiazida (100%)	Afluente (µg/L)	2,06	1,12	2,67	0,57
	Efluente (µg/L)	2,44	1,42	4,21	0,79
	Rem. (%)	-24	-78	30	41
Metoprolol (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Venlafaxina (100%)	Afluente (µg/L)	1,49	0,74	4,96	1,17
	Efluente (µg/L)	1,15	0,55	1,63	0,35
	Rem. (%)	5	-49	69	35
Benzotriazol	Afluente (µg/L)	0,70	0,30	2,30	0,54

(100%)	Efluente ($\mu\text{g/L}$)	0,92	0,30	3,70	1,01
	Rem. (%)	-20	-73	42	40
Candesartán (36%)	Afluente ($\mu\text{g/L}$)	1,58	0,89	2,20	0,55
	Efluente ($\mu\text{g/L}$)	1,57	0,89	2,72	0,84
	Rem. (%)	0	-24	49	34
Irbesartán (100%)	Afluente ($\mu\text{g/L}$)	1,55	1,07	2,49	0,45
	Efluente ($\mu\text{g/L}$)	1,53	0,80	2,81	0,60
	Rem. (%)	0,14	-19,93	56,70	24,54
Metilbenzotriazol (100%)	Afluente ($\mu\text{g/L}$)	0,22	0,11	0,37	0,08
	Efluente ($\mu\text{g/L}$)	0,29	0,17	0,54	0,13
	Rem. (%)	-31	-96	47	41

4.1.5. EDAR Pinedo 2

4.1.5.1. Descripción

La depuradora Pinedo 2 está situada en el municipio de Valencia, en la comarca Valencia de la provincia de Valencia, y sirve a los municipios de Paiporta, Paterna, Albal, Alcàsser, Alfafar, Benetússer, Beniparrell, Burjassot, Catarroja, Llocnou de la Corona, Massanassa, Mislata, Picanya, Picassent, Sedaví, Silla y Valencia

En las figuras 13 y 14 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 13. Fotografía aérea EDAR Pinedo 2 (fuente EPSAR)

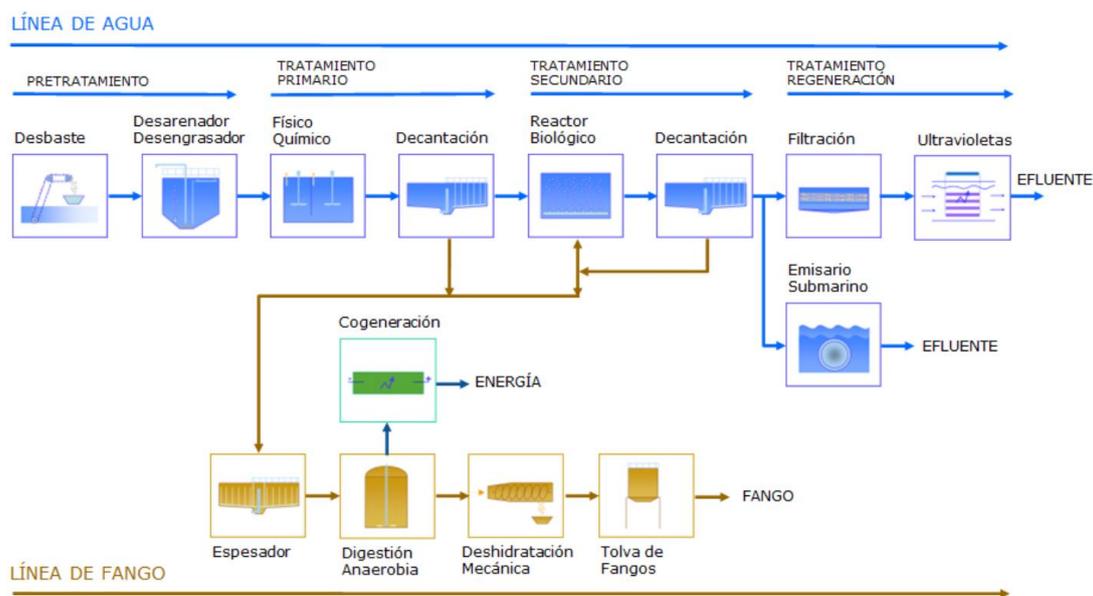


Figura 14. Diagrama de proceso EDAR Pinedo 2 (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Pretratamiento con reja de gruesos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador y desnatador.
- Tratamiento primario con tratamiento físico-químico y decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados de media carga, con aporte de oxígeno mediante “otros”, recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes.
- Tratamiento terciario de coagulación-floculación, filtración de arena y desinfección por radiación ultravioleta.

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad y flotación
- Tamizado de lodos
- Digestión anaerobia
- Deshidratación centrífuga
- Postratamiento de lodos mediante incineración

Durante 2022 el volumen tratado fue de 79.109.576 m³, con un caudal medio de 216.739 m³/día, correspondientes a una población servida de 703.267 he

Los rendimientos medios fueron de 93% para SS, 95% para DBO₅ y 90% para DQO.

Se evacuaron 42.749.350 kg de fango, con un contenido de 9.085.665 kg de materia seca

4.1.5.2. Parámetros de funcionamiento

En la tabla 15 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 15. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Pinedo 2. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	MED	MIN	MAX	SD
TRH (h)	14,4	12,9	15,4	0,9
EF (d)	7,9	4,4	10,2	2,1
MLSS (mg/L)	2430,5	1732	3233	480,9
MLSSV (%)	76,9	72,7	79,3	2,4
Cm	0,2	0,2	0,4	0,1

4.1.5.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 16 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas.

Tabla 16. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Pinedo 2. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,54	7,40	7,80	0,13
	Efluente	7,48	7,30	7,60	0,12
K (μS/cm)	Afluente				
	Efluente	1531,25	1130	1670	167,97
Turbidez	Aflue. (NTU)				
	Eflue. (NTU)				
SS	Afluente (mg/L)	149,7	82	230	50,4
	Efluente (mg/L)	5,0	5,0	5,0	0
	Rend. (%)	96,29	93,90	97,80	1,33
DBO ₅	Afluente (mg/L)	160,25	105,0	210,0	38,87
	Efluente (mg/L)	8,13	5,0	18,0	4,29
	Rend. (%)	94,71	89,40	97,40	2,84
DQO	Afluente (mg/L)	248,38	171,0	330,0	64,22
	Efluente (mg/L)	20,06	10,0	32,7	6,98
	Rend. (%)	91,19	80,9	96,4	4,72
Nt	Afluente (mg/L)	41,75	32,0	49,0	5,78
	Efluente (mg/L)	10,06	6,7	12,0	1,85
	Rend. (%)	75,49	62,50	82,40	6,23
Pt	Afluente (mg/L)	4,56	3,92	5,29	0,46
	Efluente (mg/L)	0,84	0,26	1,46	0,46
	Rend. (%)	81,48	67,80	95,10	10,16

4.1.5.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 17 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 17. Presencia de microcontaminantes en los muestreos de la EDAR Pinedo 2. Elaboración propia

Contaminante (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD

Amisulprida (18%)	Afluente (µg/L)	0,43	0,32	0,54	0,16
	Efluente (µg/L)	0,46	0,45	0,46	0,01
	Rem. (%)	-13	-41	15	39
Carbamazepina (100%)	Afluente (µg/L)	0,43	0,08	3,48	1,01
	Efluente (µg/L)	0,18	0,07	1,02	0,28
	Rem. (%)	18	-20	71	34
Citalopram (18%)	Afluente (µg/L)	1,14	0,89	1,38	0,35
	Efluente (µg/L)	1,15	1,04	1,25	0,15
	Rem. (%)	-4	-17	9	19
Claritromicina (55%)	Afluente (µg/L)	0,26	0,10	0,43	0,12
	Efluente (µg/L)	0,07	0,03	0,18	0,06
	Rem. (%)	74	58	90	13
Diclofenaco (100%)	Afluente (µg/L)	0,51	0,06	1,06	0,38
	Efluente (µg/L)	0,30	0,05	0,68	0,22
	Rem. (%)	30	-57	64	34
Hidroclorotiazida (100%)	Afluente (µg/L)	2,18	1,73	3,46	0,55
	Efluente (µg/L)	2,46	1,77	3,56	0,63
	Rem. (%)	-17	-83	34	35
Metoprolol (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Venlafaxina (100%)	Afluente (µg/L)	1,39	0,81	3,23	0,69
	Efluente (µg/L)	1,07	0,49	1,77	0,41
	Rem. (%)	17	-23	66	30
Benzotriazol (100%)	Afluente (µg/L)	1,06	0,58	2,13	0,57
	Efluente (µg/L)	1,37	0,26	4,01	1,27
	Rem. (%)	-20	-155	64	67
Candesartán (45%)	Afluente (µg/L)	1,35	0,87	1,73	0,35
	Efluente (µg/L)	0,97	0,72	1,38	0,26
	Rem. (%)	25	-15	50	25
Irbesartán (100%)	Afluente (µg/L)	1,64	1,01	2,32	0,50
	Efluente (µg/L)	1,25	0,59	2,31	0,50
	Rem. (%)	18	-21	71	33
Metilbenzotriazol (100%)	Afluente (µg/L)	0,50	0,16	1,32	0,34
	Efluente (µg/L)	0,65	0,17	2,59	0,77
	Rem. (%)	-18	-111	75	60

Provincia de Alicante

4.1.6. EDAR Alcoy

4.1.6.1. Descripción

La depuradora Alcoy está situada en el municipio de Cocentaina, en la comarca El Comtat de la provincia de Alicante, y sirve a los municipios de Cocentaina y Alcoy

En las figuras 15 y 16 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.

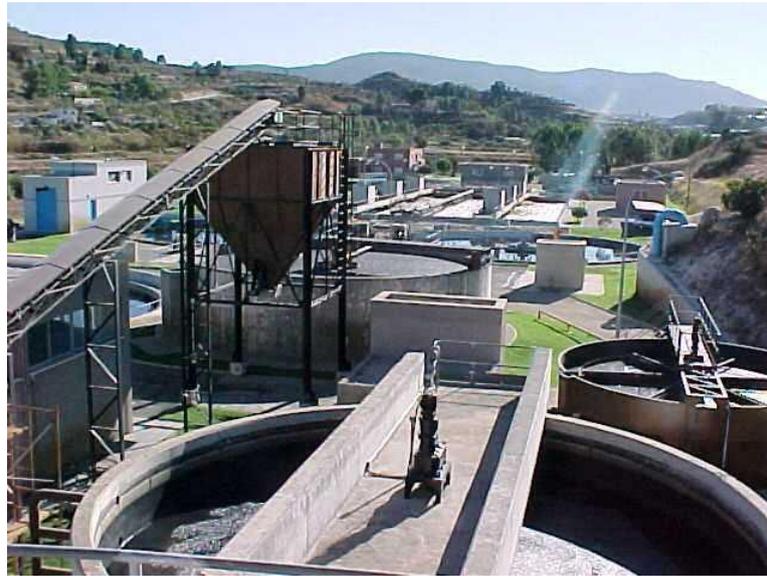


Figura 15. Fotografía aérea EDAR Alcoy (fuente EPSAR)

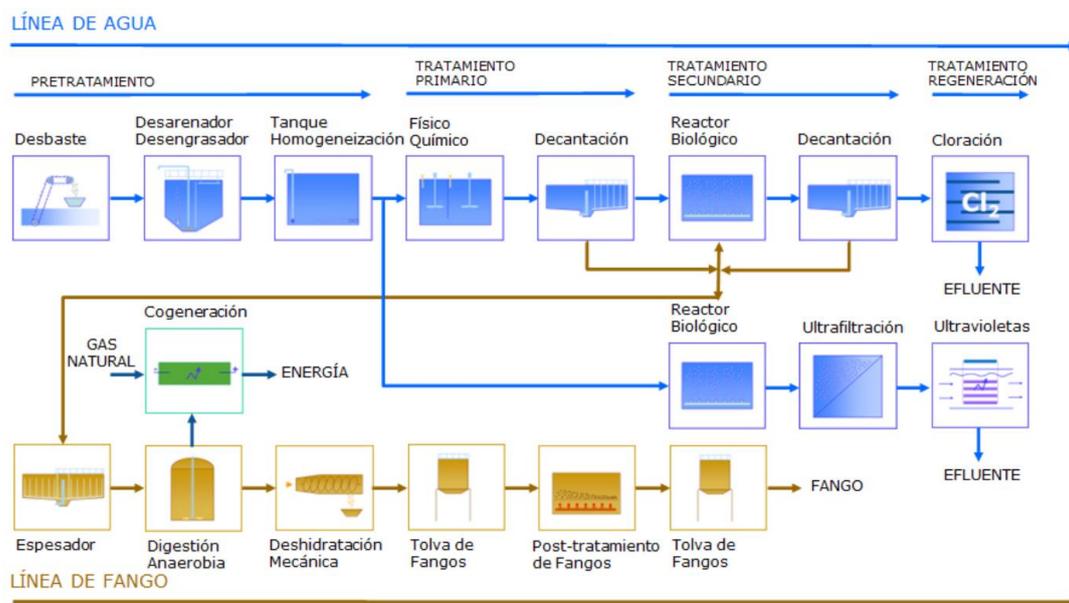


Figura 16. Diagrama de proceso EDAR Alcoy (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Pretratamiento con reja de gruesos, reja de finos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador, desnatador y tanque de homogeneización.
- Tratamiento primario con tratamiento físico-químico y decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados de media carga, con aporte de oxígeno mediante soplantes, eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo, recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes.
- Tratamiento terciario de desinfección por cloración.

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad y flotación
- Tamizado de lodos
- Digestión anaerobia
- Deshidratación centrífuga
- Postratamiento de lodos por secado térmico

Durante 2022 el volumen tratado fue de 6.366.808 m³, con un caudal medio de 17.443 m³/día, correspondientes a una población servida de 64.108 he

Los rendimientos medios fueron de 97% para SS, 98% para DBO₅ y 91% para DQO.

Se evacuaron 3.377.212 kg de fango, con un contenido de 799.365 kg de materia seca

4.1.6.2. Parámetros de funcionamiento

En la tabla 18 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 18. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Alcoy. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	MED	MIN	MAX	SD
TRH (h)	10,7	8,2	13,2	1,71
EF (d)	19	6	43	10,2
MLSS (mg/L)	2778	1952	3870	612
Cm (kgDBO ₅ /kgMLSSV.d)	0,15	0,06	0,35	0,10

4.1.6.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 19 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas.

Tabla 19. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Alcoy. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,60	7,30	7,70	0,16
	Efluente	7,80	7,60	8,10	0,17
K (μS/cm)	Afluente				
	Efluente	1226	883	1620	273
SS	Afluente (mg/L)	282	194	512	116
	Efluente (mg/L)	5	3	8	2,00
	Rend. (%)	98	96	99	1,12
DBO ₅	Afluente (mg/L)	344	230	460	83,8
	Efluente (mg/L)	4	2	8	2,19
	Rend. (%)	99	98	99	0,44
DQO	Afluente (mg/L)	546	287	826	173
	Efluente (mg/L)	28	13	37	7,33
	Rend. (%)	94	88	97	2,81
Nt	Afluente (mg/L)	44,1	30,2	64,4	12,5
	Efluente (mg/L)	6	3,93	9,86	1,99

	Rend. (%)	86	83	93	4,79
Pt	Afluente (mg/L)	5,60	3,36	9,42	2,13
	Efluente (mg/L)	1	0,29	0,85	0,18
	Rend. (%)	90	84	96	4,09

4.1.6.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 20 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 20. Presencia de microcontaminantes en los muestreos de la EDAR Alcoy. Elaboración propia

Contaminante (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD
Amisulprida (50%)	Afluente (µg/L)	0,20	0,10	0,31	0,07
	Efluente (µg/L)	0,18	0,09	0,28	0,08
	Rem. (%)	11	-14	59	27
Carbamazepina (100%)	Afluente (µg/L)	0,16	0,08	0,33	0,08
	Efluente (µg/L)	0,11	0,08	0,17	0,03
	Rem. (%)	12	-55	61	42
Citalopram (17%)	Afluente (µg/L)	0,53	0,42	0,63	0,15
	Efluente (µg/L)	0,63	0,52	0,73	0,15
	Rem. (%)	-20	-24	-16	6
Claritromicina (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Diclofenaco (100%)	Afluente (µg/L)	1,04	0,35	2,51	0,61
	Efluente (µg/L)	0,60	0,15	1,32	0,41
	Rem. (%)	44	5	77	24
Hidroclorotiazida (100%)	Afluente (µg/L)	2,87	1,47	8,10	1,92
	Efluente (µg/L)	3,29	1,60	5,78	1,34
	Rem. (%)	-32	-148	32	53
Metoprolol (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Venlafaxina (100%)	Afluente (µg/L)	1,17	0,48	2,00	0,50
	Efluente (µg/L)	0,74	0,43	1,09	0,16
	Rem. (%)	24	-29	75	36
Benzotriazol (100%)	Afluente (µg/L)	0,90	0,25	2,40	0,70
	Efluente (µg/L)	0,49	0,17	0,92	0,25
	Rem. (%)	12	-155	92	68
Candesartán (42%)	Afluente (µg/L)	2,58	0,83	4,72	1,86
	Efluente (µg/L)	0,82	0,39	1,21	0,41
	Rem. (%)	31	-5	59	33
Irbesartán	Afluente (µg/L)	2,75	2,16	3,72	0,6

(42%)	Efluente ($\mu\text{g/L}$)	1,90	1,48	2,60	0,49
	Rem. (%)	29	18	42	10
Metilbenzotriazol (42%)	Afluente ($\mu\text{g/L}$)	0,17	0,10	0,27	0,07
	Efluente ($\mu\text{g/L}$)	0,18	0,11	0,37	0,10
	Rem. (%)	-17	-60	21	35

4.1.7. EDAR Benidorm

4.1.7.1. Descripción

La depuradora Alcoy está situada en el municipio de Benidorm, en la comarca La Marina Baixa de la provincia de Alicante, y sirve a los municipios de Benidorm, Finestrat, la Nucia y l'Alfàs del Pi.

En las figuras 17 y 18 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 17. Fotografía aérea EDAR Benidorm (fuente EPSAR)

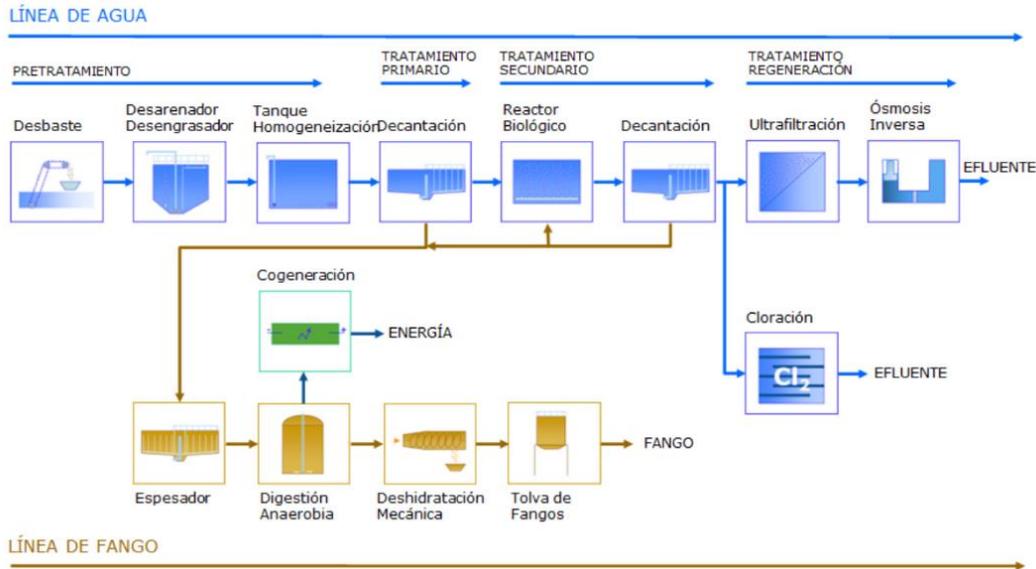


Figura 18. Diagrama de proceso EDAR Benidorm (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Pretratamiento con reja de gruesos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador, desnatador y tanque de homogeneización.
- Tratamiento primario con decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados de media carga, con aporte de oxígeno mediante “otros”, eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo, recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes.
- Tratamiento terciario por ultrafiltración, ósmosis inversa y desinfección por cloración.

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad y flotación
- Tamizado de lodos
- Digestión anaerobia
- Deshidratación centrífuga

Durante 2022 el volumen tratado fue de 13.322.764m³, con un caudal medio de 36.501 m³/día, correspondientes a una población servida de 240.216he

Los rendimientos medios fueron de 97% para SS, 99% para DBO₅ y 94% para DQO.

Se evacuaron 12.251.140kg de fango, con un contenido de 2.443.186 kg de materia seca

4.1.7.2. Parámetros de funcionamiento

En la tabla 21 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 21. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Benidorm. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	Línea	MED	MIN	MAX	SD
-----------	-------	-----	-----	-----	----

Caudal (m ³ /d)	1	15054	13093	17551	1849
	2	25169	18673	29892	4640
TRH (h)	1	20,4	17,1	22,9	2,36
	2	29,5	24,0	38,5	5,79
EF (d)	1	16,0	5,53	28,2	8,90
	2	10,3	5,00	18,2	5,41
MLSS (mg/L)	1	2131	1932	2280	152
	2	2228	1732	2614	331
Cm (kgDBO ₅ /kgMLSS.d)	1	0,37	0,31	0,47	0,06
	2	0,23	0,14	0,38	0,09

4.1.7.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 22 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas.

Tabla 22. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Benidorm. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	Max	SD
pH	Afluente	7,32	7,09	7,37	0,13
	Efluente	7,64	7,41	7,75	0,15
K(μS/cm)	Afluente	2698	2140	2880	316
	Efluente	2448	1800	2710	368
Turbidez	Afluente (NTU)	126	109	147	16,2
	Efluente (NTU)	1,98	1,60	2,70	0,45
	Rend.(%)	98	98	99	0,33
SS	Afluente (mg/L)	317	273	363	33,9
	Efluente (mg/L)	4,12	3	6	1,21
	Rend.(%)	99	98	99	0,41
DBO ₅	Afluente (mg/L)	420	380	460	40,0
	Efluente (mg/L)	5,80	5	7	1,10
	Rend.(%)	95	95	96	0,29
DQO	Afluente (mg/L)	726	633	829	76,4
	Efluente (mg/L)	33,2	29	37	3,35
	Rend.(%)	99	98	99	0,22
Nt	Afluente (mg/L)	61,1	52,0	78,3	10,2
	Efluente (mg/L)	10,3	9,05	12,1	1,30
	Rend.(%)	83	79	88	4,18
Pt	Afluente (mg/L)	7,55	6,36	8,31	0,74
	Efluente (mg/L)	2,64	1,35	3,81	1,16
	Rend.(%)	64	48	84	16,81

4.1.7.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 23 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 23. Presencia de microcontaminantes en los muestreos de la EDAR Benidorm. Elaboración propia

Contaminante (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD
Amisulprida (50%)	Afluyente (µg/L)	0,13	0,06	0,21	0,06
	Efluyente (µg/L)	0,19	0,05	0,36	0,10
	Rem. (%)	-40	-71	17	34
Carbamazepina (100%)	Afluyente (µg/L)	0,20	0,10	0,46	0,09
	Efluyente (µg/L)	0,22	0,13	0,32	0,07
	Rem. (%)	-23	-80	43	44
Citalopram (0%)	Afluyente (µg/L)				
	Efluyente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Claritromicina (75%)	Afluyente (µg/L)	0,79	0,06	1,7	0,64
	Efluyente (µg/L)	0,08	0,06	0,1	0,02
	Rem. (%)	87	72	96	13
Diclofenaco (100%)	Afluyente (µg/L)	0,70	0,12	1,21	0,40
	Efluyente (µg/L)	0,61	0,13	1,23	0,35
	Rem. (%)	10	-8	48	19
Hidroclorotiazida (100%)	Afluyente (µg/L)	2,18	1,64	2,77	0,39
	Efluyente (µg/L)	2,68	1,62	4,50	0,84
	Rem. (%)	-26	-112	20	42
Metoprolol (0%)	Afluyente (µg/L)				
	Efluyente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Venlafaxina (100%)	Afluyente (µg/L)	2,12	1,17	6,11	1,30
	Efluyente (µg/L)	1,91	0,73	2,72	0,59
	Rem. (%)	0	-77	55	35
Benzotriazol (100%)	Afluyente (µg/L)	0,38	0,22	0,51	0,10
	Efluyente (µg/L)	0,28	0,15	0,39	0,08
	Rem. (%)	23	-77	42	33
Candesartán (58%)	Afluyente (µg/L)	1,74	0,95	2,84	0,64
	Efluyente (µg/L)	2,00	0,89	3,03	0,72
	Rem. (%)	-8	-22	7	12
Irbesartán (100%)	Afluyente (µg/L)	2,53	1,33	4,68	1,31
	Efluyente (µg/L)	2,33	1,30	4,41	1,14
	Rem. (%)	5	-19	32	16
Metilbenzotriazol (17%)	Afluyente (µg/L)	0,14	0,13	0,15	0,01
	Efluyente (µg/L)	0,15	0,12	0,18	0,04
	Rem. (%)	-9	-38	20	41

4.1.8. EDAR Elx–Algoros

4.1.8.1. Descripción

La depuradora Elx – Algoros está situada en el municipio de Elche, en la comarca El Baix Vinalopó de la provincia de Alicante, y sirve al municipio de Elche.

En las figuras 19 y 20 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 19. Fotografía aérea EDAR Elx – Algoros (fuente EPSAR)

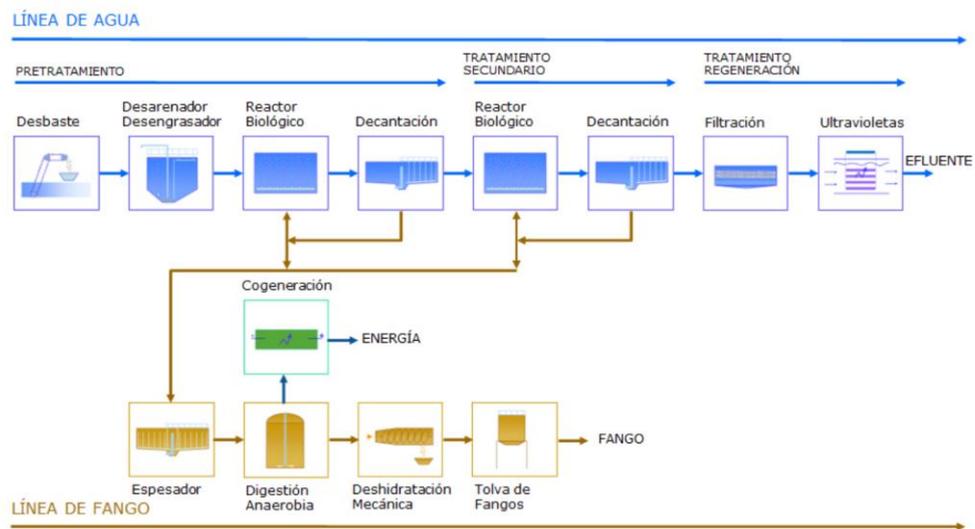


Figura 20. Diagrama de proceso EDAR Elx – Algoros (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Pretratamiento con reja de gruesos, reja de finos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador y desnatador.
- Tratamiento primario con decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados Doble etapa, con aporte de oxígeno mediante soplantes, eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo, recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes.
- Tratamiento terciario por coagulación-floculación y desinfección por cloración y radiación UV.

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad, flotación y mecánico.
- Tamizado de lodos

- Digestión anaerobia
- Deshidratación centrífuga

Durante 2022 el volumen tratado fue de 8.094.772 m³, con un caudal medio de 22.177 m³/día, correspondientes a una población servida de 171.678 he

Los rendimientos medios fueron de 96% para SS, 99% para DBO₅ y 94% para DQO.

Se evacuaron 9.080.150 kg de fango, con un contenido de 1.982.075 kg de materia seca

4.1.8.2. Parámetros de funcionamiento

La depuradora de Elx – Algoros tiene dos líneas de tratamiento en paralelo. En la tabla 24 se muestran, para cada una de las líneas, los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 24. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Elx–Algoros. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	Línea	MED	MIN	MAX	SD
Caudal (m ³ /d)	1	13503	12225	14361	803
	2	10009	8691	12494	1658
TRH (h)	1	15,5	13,9	17,2	1,1
	2	22,7	17,7	26,9	3,4
EF (d)	1	13,4	9,6	15,3	2,0
	2	14,1	9,9	16,3	2,5
MLSS (mg/L)	1	3360	2951	3963	395
	2	4148	3550	4783	518
Cm (kgDBO ₅ /kgMLSS.d)	1	0,25	0,17	0,29	0,05
	2	0,14	0,09	0,19	0,03

4.1.8.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 25 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas analizadas.

Tabla 25. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Elx–Algoros. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,61	7,49	7,94	0,11
	Efluente	7,74	7,58	7,94	0,12
K(μS/cm)	Afluente	1744	1650	1860	83
	Efluente	1356	1244	1517	85
Turbidez	Afluente (NTU)	149	114	185	22
	Efluente (NTU)	3,86	3,00	4,70	0,67
	Rend. (%)	97	97	98	0,55
Sólidos en suspensión	Afluente (mg/L)	315	168	465	87
	Efluente (mg/L)	7,7	6,00	10,00	1,48
	Rend. (%)	97	96	99	0,95
DBO ₅	Afluente (mg/L)	509	300	680	115

	Efluente (mg/L)	5,43	5,00	7,00	0,73
	Rend. (%)	99	98	99	0,36
DQO	Afluente (mg/L)	844	487	1195	194
	Efluente (mg/L)	40	35,00	47,00	3,65
	Rend. (%)	95	92	96	1,13
Nt	Afluente (mg/L)	89,3	76,00	110,00	12,98
	Efluente (mg/L)	17,39	11,00	25,00	4,58
	Rend. (%)	81	77	87	3,58
Pt	Afluente (mg/L)	10,46	6,96	13,30	1,88
	Efluente (mg/L)	0,56	0,33	0,81	0,13
	Rend. (%)	95	93	96	1,00

4.1.8.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 26 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 26. Presencia de contaminantes emergentes en la EDAR Elx-Algoros. Elaboración propia

Contaminante´ (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD
Amisulprida (36%)	Afluente (µg/L)	0,09	0,03	0,18	0,07
	Efluente (µg/L)	0,11	0,02	0,28	0,12
	Rem. (%)	-11	-60	40	55
Carbamazepina (100%)	Afluente (µg/L)	0,20	0,10	0,69	0,17
	Efluente (µg/L)	0,22	0,10	0,31	0,05
	Rem. (%)	-39	-92	74	50
Citalopram (9%)	Afluente (µg/L)	0,39			
	Efluente (µg/L)	0,33			
	Rem. (%)	15			
Claritromicina (55%)	Afluente (µg/L)	0,32	0,22	0,41	0,08
	Efluente (µg/L)	0,17	0,11	0,23	0,04
	Rem. (%)	47	24	59	12
Diclofenaco (100%)	Afluente (µg/L)	1,11	0,53	1,74	0,47
	Efluente (µg/L)	0,93	0,54	1,57	0,40
	Rem. (%)	14	-11	46	16
Hidroclorotiazida (100%)	Afluente (µg/L)	3,57	2,29	7,04	1,23
	Efluente (µg/L)	4,66	2,68	6,61	1,12
	Rem. (%)	-42	-114	45	50
Metoprolol (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Venlafaxina (100%)	Afluente (µg/L)	1,87	1,23	2,73	0,40
	Efluente (µg/L)	1,60	0,59	2,45	0,64
	Rem. (%)	14	-33	67	31
Benzotriazol (100%)	Afluente (µg/L)	1,32	0,78	1,82	0,32
	Efluente (µg/L)	1,35	0,74	2,06	0,49

	Rem. (%)	-9	-74	53	47
Candesartán (82%)	Afluente (µg/L)	2,26	1,18	2,78	0,51
	Efluente (µg/L)	2,36	1,09	2,88	0,56
	Rem. (%)	-5	-15	-1	5
Irbesartán (100%)	Afluente (µg/L)	2,39	1,72	4,64	0,95
	Efluente (µg/L)	2,22	1,61	2,95	0,42
	Rem. (%)	20	5	49	17
Metilbenzotriazol (91%)	Afluente (µg/L)	0,34	0,16	0,62	0,17
	Efluente (µg/L)	0,30	0,19	0,40	0,08
	Rem. (%)	-8	-138	65	57

4.1.9. EDAR Monte Orgegia

4.1.9.1. Descripción

La depuradora Monte Orgegia está situada en el municipio de Alicante, en la comarca L'Alacantí de la provincia de Alicante, y sirve al municipio de Alicante, el Campello, Sant Joan d'Alacant y Mutxamel.

En las figuras 21 y 22 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 21. Fotografía aérea EDAR Monte Orgegia (fuente EPSAR)

Figura 22. Diagrama de proceso EDAR Monte Orgegia (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador, desnatador y tanque de homogeneización.
- Tratamiento primario con físico químico y decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados Media carga, con aporte de oxígeno mediante soplantes, eliminación de nutrientes (fósforo), recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes.

- Tratamiento terciario por coagulación-floculación y desinfección por cloración.

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad, flotación y mecánico.
- Tamizado de lodos
- Digestión anaerobia
- Deshidratación centrífuga

Durante 2022 el volumen tratado fue de 12.183.178 m³, con un caudal medio de 33.379 m³/día, correspondientes a una población servida de 185.214 he

Los rendimientos medios fueron de 96% para SS, 98% para DBO₅ y 93% para DQO.

Se evacuaron 10.938.520 kg de fango, con un contenido de 2.187.079 kg de materia seca

4.1.9.2. Parámetros de funcionamiento

La depuradora de Monte Orgegia tiene dos líneas de tratamiento en paralelo. En la tabla 27 se muestran, para cada una de las líneas, los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 27. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Monte Orgegia. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	Línea	MED	MIN	MAX	SD
Caudal (m ³ /d)	1	22533	17409	27887	3901
	2	11194	5020	13651	2394
TRH (h)	1	29,6	23,9	38	5,3
	2	35,3	24,5	70	15,9
EF (d)	1	5,7	4,9	6,8	0,8
	2	14,7	9,5	24,6	5,7
MLSS (mg/L)	1	3019	3388	4912	510
	2	3651	3265	5020	627
Cm (kgDBO ₅ /kgMLSS.d)	1	0,11	0,07	0,14	0,03
	2	0,09	0,02	0,13	0,04

4.1.9.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 28 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas analizadas.

Tabla 28. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Monte Orgegia. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,42	7,01	7,59	0,21
	Efluente	7,58	7,36	7,77	0,18
K(μS/cm)	Afluente	2124	1870	2240	123
	Efluente	1957	1270	2200	312
	Afluente (NTU)	120	71,00	176,00	37,0

Turbidez	Efluente (NTU)	3,07	2,20	4,00	0,73
	Rend. (%)	97	96	98	1,05
Sólidos en suspensión	Afluente (mg/L)	233	132	307	58
	Efluente (mg/L)	8,26	4,00	14,00	3,57
	Rend. (%)	96	93	99	1,65
DBO ₅	Afluente (mg/L)	367	230	500	99
	Efluente (mg/L)	7,29	5,00	10,00	1,98
	Rend. (%)	98	97	99	0,39
DQO	Afluente (mg/L)	663	469	835	126
	Efluente (mg/L)	39	32	45	5
	Rend. (%)	94	91	95	1,41
Nt	Afluente (mg/L)	72	62	83	7,46
	Efluente (mg/L)	40	17	48	10,8
	Rend. (%)	44	26	72	15,1
Pt	Afluente (mg/L)	8,4	6,1	9,8	1,20
	Efluente (mg/L)	4,3	0,9	7,9	2,45
	Rend. (%)	46	-1	90	33,5

4.1.9.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 29 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 29. Presencia de contaminantes emergentes en la EDAR Monte Orgegia. Elaboración propia

Contaminante (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD
Amisulprida (50%)	Afluente (µg/L)	0,16	0,05	0,38	0,13
	Efluente (µg/L)	0,25	0,04	0,55	0,23
	Rem. (%)	-37	-117	29	47
Carbamazepina (100%)	Afluente (µg/L)	0,18	0,09	0,51	0,12
	Efluente (µg/L)	0,22	0,05	0,79	0,19
	Rem. (%)	-23	-75	44	36
Citalopram (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Claritromicina (50%)	Afluente (µg/L)	0,42	0,39	0,50	0,04
	Efluente (µg/L)	0,15	0,07	0,28	0,09
	Rem. (%)	64	32	86	23
Diclofenaco (100%)	Afluente (µg/L)	0,87	0,34	1,47	0,40
	Efluente (µg/L)	0,70	0,19	1,42	0,43
	Rem. (%)	22	0	70	21
Hidroclorotiazida (100%)	Afluente (µg/L)	2,46	1,37	3,82	0,59
	Efluente (µg/L)	3,26	1,20	4,36	1,02
	Rem. (%)	-35	-106	23	45
Metoprolol (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				

	Rem. (%)				
Venlafaxina (100%)	Afluente (µg/L)	1,24	0,79	2,02	0,35
	Efluente (µg/L)	1,23	0,32	2,47	0,54
	Rem. (%)	1	-62	65	35
Benzotriazol (100%)	Afluente (µg/L)	1,02	0,60	1,91	0,34
	Efluente (µg/L)	0,54	0,21	0,96	0,26
	Rem. (%)	48	-7	74	21
Candesartán (58%)	Afluente (µg/L)	1,98	1,21	2,84	0,59
	Efluente (µg/L)	1,87	0,52	2,49	0,80
	Rem. (%)	9	-17	57	28
Irbesartán (100%)	Afluente (µg/L)	2,58	1,95	4,27	0,73
	Efluente (µg/L)	2,28	0,89	3,56	0,81
	Rem. (%)	13	-1,38	54,31	15,61
Metilbenzotriazol (67%)	Afluente (µg/L)	0,19	0,14	0,26	0,05
	Efluente (µg/L)	0,21	0,17	0,30	0,06
	Rem. (%)	-32	-88	15	42

4.1.10. EDAR Rincón de León

4.1.10.1. Descripción

La depuradora Rincón de León está situada en el municipio de Alicante, en la comarca L'Alacantí de la provincia de Alicante, y sirve a los municipios de San Vicente del Raspeig y Alicante.

En las figuras 23 y 24 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 23. Fotografía aérea EDAR Rincón de León (fuente EPSAR)

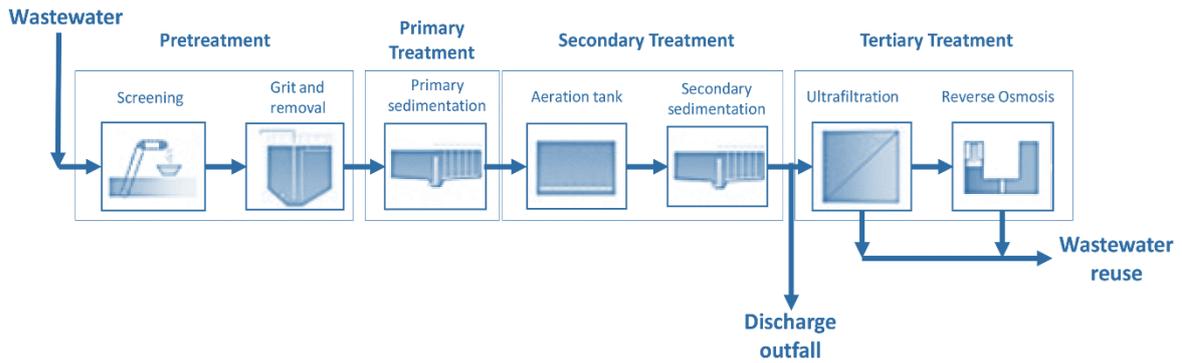


Figura 24. Diagrama de proceso EDAR Rincón de León (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Reja de gruesos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador, desnatador y tanque de homogeneización.
- Tratamiento primario con decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados Media carga, con aporte de oxígeno mediante soplantes, recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes.
- Tratamiento terciario con filtración con arena, ultrafiltración, ósmosis inversa y desinfección por cloración y radiación UV.

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad, flotación.
- Tamizado de lodos
- Digestión anaerobia
- Deshidratación centrífuga

Durante 2022 el volumen tratado fue de 17.748.685 m³, con un caudal medio de 48.627m³/día, correspondientes a una población servida de 285.719 he

Los rendimientos medios fueron de 95% para SS, 98% para DBO₅ y 94% para DQO.

Se evacuaron 10.938.520 kg de fango, con un contenido de 2.187.079 kg de materia seca

4.1.10.2. Parámetros de funcionamiento

La depuradora de Rincón de León tiene dos líneas de tratamiento en paralelo. En la tabla 30 se muestran, para cada una de las líneas, los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 30. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Rincón de León. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	Línea	MED	MIN	MAX	SD
Caudal (m ³ /d)	1	32400	23920	41496	5090
	2	14094	12840	15561	883
TRH (h)	1	13,1	10,0	17,4	2,2
	2	13,7	12,2	17,0	1,6
EF (d)	1	6,4	5,5	7,2	0,6
	2	9,6	7,1	13,3	1,9

MLSS (mg/L)	1	2339	1796	3013	373
	2	2174	1928	2444	209
Cm (kgDBO ₅ /kgMLSS.d)	1	0,16	0,1	0,2	0,02
	2	0,2	0,1	0,2	0,03

4.1.10.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 31 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas.

Tabla 31. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Rincón de León. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,42	7,06	7,63	0,17
	Efluente	7,44	7,23	7,71	0,16
K(μS/cm)	Afluente	3944	2970	6150	998
	Efluente	3547	2050	6060	1275
Turbidez	Afluente (NTU)	106	93	125	10
	Efluente (NTU)	2,5	1,50	4,70	1,2
	Rend. (%)	97,6	96,2	98,7	0,94
Sólidos en suspensión	Afluente (mg/L)	404	260	960	231
	Efluente (mg/L)	9,5	3,00	18,00	5,7
	Rend. (%)	97,2	93,08	99,10	2,24
DBO ₅	Afluente (mg/L)	417	280	840	182
	Efluente (mg/L)	7	5,00	14,00	3
	Rend. (%)	97,9	95,00	99,3	1,45
DQO	Afluente (mg/L)	815	562	1594	330
	Efluente (mg/L)	42	33	56	8
	Rend. (%)	94,3	91,2	96,5	1,97
Nt	Afluente (mg/L)	77,2	63,1	113,0	15
	Efluente (mg/L)	25,0	21,1	30,3	3,0
	Rend. (%)	67,0	62,3	73,2	3,92
Pt	Afluente (mg/L)	11,0	6,8	22,3	4,7
	Efluente (mg/L)	6,06	3,4	10,7	2,29
	Rend. (%)	43,7	24,3	52,0	9,32

4.1.10.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 32 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 32. Presencia de microcontaminantes en los muestreos de la EDAR Rincón de León. Elaboración propia

Contaminante (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD
Amisulprida (50%)	Afluente (μg/L)	0,31	0,10	0,57	0,18
	Efluente (μg/L)	0,39	0,06	0,71	0,26
	Rem. (%)	-16	-46	36	28

Carbamazepina (100%)	Afluente (µg/L)	0,15	0,12	0,20	0,03
	Efluente (µg/L)	0,21	0,06	0,33	0,07
	Rem. (%)	-44	-117	63	51
Citalopram (17%)	Afluente (µg/L)	0,56	0,50	0,62	0,08
	Efluente (µg/L)	0,68	0,66	0,70	0,03
	Rem. (%)	-22	-32	-13	14
Claritromicina (50%)	Afluente (µg/L)	0,41	0,36	0,49	0,05
	Efluente (µg/L)	0,30	0,19	0,54	0,13
	Rem. (%)	26	-10	55	27
Diclofenaco (100%)	Afluente (µg/L)	0,83	0,30	1,26	0,32
	Efluente (µg/L)	0,77	0,26	1,15	0,29
	Rem. (%)	-11	-120	66	55
Hidroclorotiazida (100%)	Afluente (µg/L)	2,38	1,58	3,56	0,54
	Efluente (µg/L)	2,84	1,13	5,02	1,15
	Rem. (%)	-16	-60	29	27
Metropolol (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Venlafaxina (100%)	Afluente (µg/L)	1,25	0,85	1,77	0,27
	Efluente (µg/L)	1,55	0,33	2,83	0,77
	Rem. (%)	-20	-98	61	46
Benzotriazol (100%)	Afluente (µg/L)	0,97	0,64	1,22	0,19
	Efluente (µg/L)	0,92	0,32	1,56	0,42
	Rem. (%)	8	-56	62	35
Candesartán (50%)	Afluente (µg/L)	1,80	1,38	1,99	0,22
	Efluente (µg/L)	1,70	0,54	2,27	0,61
	Rem. (%)	8	-16	61	27
Irbesartán (100%)	Afluente (µg/L)	2,53	1,58	3,47	0,72
	Efluente (µg/L)	2,57	1,12	3,43	0,77
	Rem. (%)	-8	-112	57	44
Metilbenzotriazol (83%)	Afluente (µg/L)	0,43	0,24	0,65	0,16
	Efluente (µg/L)	0,42	0,27	0,65	0,12
	Rem. (%)	-14	-71	53	50

4.1.11. EDAR Torreveja

4.1.11.1. Descripción

La depuradora Torreveja está situada en el municipio de Torreveja, en la comarca La Vega Baja de la provincia de Alicante, y sirve a los municipios de Torreveja y Montesinos.

En las figuras 25 y 26 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 25. Fotografía aérea EDAR Torrevieja (fuente EPSAR)

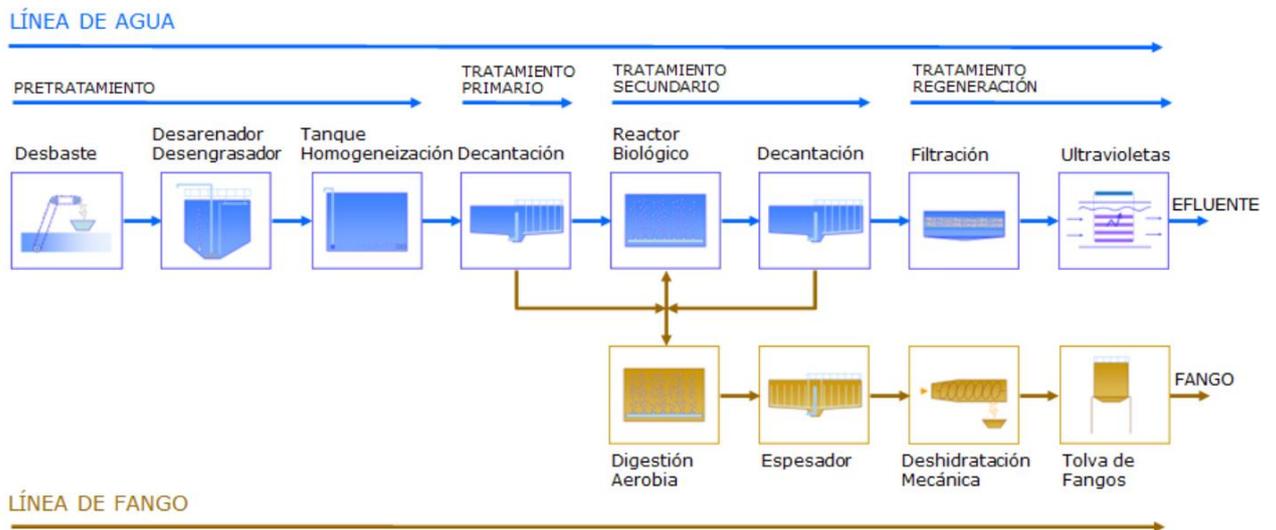


Figura 26. Diagrama de proceso EDAR Torrevieja (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Reja de gruesos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador, desnatador y tanque de homogeneización.
- Tratamiento primario con decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados con aireación prolongada convencional, con aporte de oxígeno mediante “otros”, eliminación de nutrientes (nitrógeno y fósforo), recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes.
- Tratamiento terciario con infiltración-percolación modificada y filtración arena.

La línea de lodos incluye:

- Digestión anaerobia
- Deshidratación centrífuga

Durante 2022 el volumen tratado fue de 7.210.384 m³, con un caudal medio de 19.754 m³/día, correspondientes a una población servida de 131.014 he

Los rendimientos medios fueron de 99% para SS, 98% para DBO₅ y 96% para DQO.

Se evacuaron 9.678.050 kg de fango, con un contenido de 1.944.970 kg de materia seca

4.1.11.2. Parámetros de funcionamiento

En la tabla 33 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los meses de enero, febrero y marzo de 2023.

Tabla 33. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Torrevieja. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	MED	MIN	MAX	SD
TRH (h)	43,3	42	45	1,53
EF (d)	15,5	13,5	17,0	1,80
MLSS (mg/L)	4246	3732	4846	562
MLSSV (%)	79,3	79,0	80,0	0,58
Cm (kgDBO ₅ /kgMLSSV.d)	0,08	0,07	0,09	0,01

4.1.11.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 34 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción, correspondientes a los meses de enero, febrero y marzo de 2023.

Tabla 34. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Torrevieja. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,43	7,36	7,47	0,06
	Efluente	7,45	7,32	7,66	0,18
K(μS/cm)	Afluente				
	Efluente	1950	1878	1995	62,8
Turbidez	Afluente (NTU)	336	244	421	88,7
	Efluente (NTU)	1,33	1	2	0,58
	Rend. (%)	99,6	99,2	99,8	0,32
SS	Afluente (mg/L)	237	189	273	43,1
	Efluente (mg/L)	5	5	5	0,00
	Rend. (%)	97,7	97	98	0,58
DBO ₅	Afluente (mg/L)	314	243	379	68,2
	Efluente (mg/L)	10	10	10	0,00
	Rend. (%)	96,3	95	97	1,15
DQO	Afluente (mg/L)	496	409	592	91,9
	Efluente (mg/L)	27,3	25	31	3,21
	Rend. (%)	94,3	93	95	1,15
Nt	Afluente (mg/L)	74,9	65,4	80,5	8,27
	Efluente (mg/L)	12,7	10,57	17,1	3,73
	Rend. (%)	82,3	78	86	4,04
Pt	Afluente (mg/L)	8,01	7,44	8,51	0,54

	Efluente (mg/L)	0,27	0,17	0,34	0,09
	Rend. (%)	97	96	98	1,00

4.1.11.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 35 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 35. Presencia de microcontaminantes en los muestreos de la EDAR Torreveja. Elaboración propia

Contaminante (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD
Amisulprida (70%)	Afluente (µg/L)	0,09	0,06	0,12	0,02
	Efluente (µg/L)	0,18	0,11	0,29	0,08
	Rem. (%)	-107	-175	-22	58
Carbamazepina (1000%)	Afluente (µg/L)	0,53	0,17	2,66	0,75
	Efluente (µg/L)	0,37	0,24	0,45	0,07
	Rem. (%)	-23	-111	88	52
Citalopram (0%)	Afluente (µg/L)				
	Efluente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Claritromicina (30%)	Afluente (µg/L)	0,41	0,20	0,51	0,18
	Efluente (µg/L)	0,11	0,09	0,14	0,03
	Rem. (%)	70	55	82	14
Diclofenaco (100%)	Afluente (µg/L)	1,48	0,56	2,20	0,55
	Efluente (µg/L)	0,54	0,18	0,93	0,23
	Rem. (%)	62	43	83	14
Hidroclorotiazida (100%)	Afluente (µg/L)	2,71	0,94	4,55	1,12
	Efluente (µg/L)	4,28	1,72	8,37	2,58
	Rem. (%)	-67	-270	23	91
Metoprolol (40%)	Afluente (µg/L)	0,36	0,06	1,17	0,54
	Efluente (µg/L)	0,12	0,04	0,24	0,09
	Rem. (%)	39	13	80	29
Venlafaxina (100%)	Afluente (µg/L)	1,01	0,26	2,03	0,60
	Efluente (µg/L)	1,53	0,76	2,62	0,64
	Rem. (%)	-93	-224	33	97
Benzotriazol (90%)	Afluente (µg/L)	0,80	0,30	2,00	0,51
	Efluente (µg/L)	0,45	0,22	0,82	0,20
	Rem. (%)	31	-60	69	42
Candesartán (100%)	Afluente (µg/L)	3,59	2,05	5,8	1,08
	Efluente (µg/L)	3,74	2,73	5,5	0,90
	Rem. (%)	-5	-33	16	17
Irbesartán (100%)	Afluente (µg/L)	3,40	1,62	6,5	1,56
	Efluente (µg/L)	3,22	1,21	4,94	1,29
	Rem. (%)	3	-36	33	25

Metilbenzotriazol (80%)	Afluente ($\mu\text{g/L}$)	0,24	0,12	0,31	0,07
	Efluente ($\mu\text{g/L}$)	0,27	0,21	0,33	0,04
	Rem. (%)	-19	-108	25	54

Castellón

4.1.12. EDAR Castellón de la Plana

4.1.12.1. Descripción

La depuradora Castellón de la Plana está situada en el municipio de Castellón de la Plana, en la comarca La Plana Alta de la provincia de Castellón, y sirve a los municipios de Castellón de la Plana, Benicasim y Borriol.

En las figuras 27 y 28 se muestra, respectivamente, una fotografía aérea y el diagrama de proceso de la planta.



Figura 27. Fotografía aérea EDAR Castellón de la Plana (fuente EPSAR)

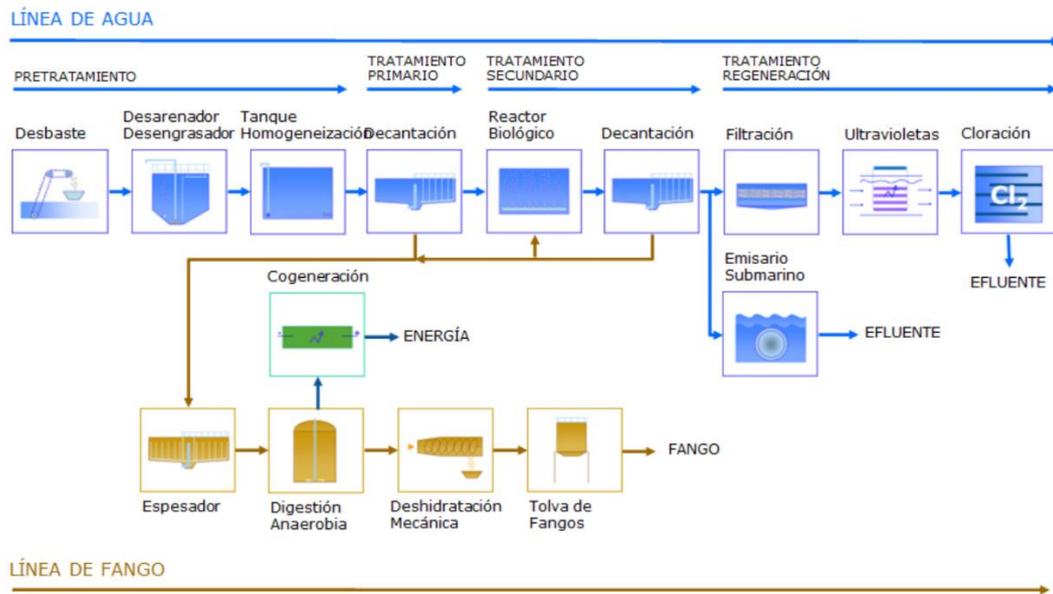


Figura 28. Diagrama de proceso EDAR Castellón de la Plana (fuente EPSAR)

Según datos de la EPSAR, la línea de agua incluye:

- Reja de gruesos, tamizado, desarenador, aireador, clasificador de arenas, desengrasador y tanque de homogeneización.
- Tratamiento primario con decantación
- Tratamiento secundario con cultivos en suspensión de fangos activados de media carga, con aporte de oxígeno mediante soplantes, eliminación de nutrientes (fósforo), recirculación de lodos, decantación y recogida de flotantes.
- Tratamiento terciario mediante coagulación-floculación y desinfección con cloración y radiación UV.

La línea de lodos incluye:

- Espesado por gravedad y flotación
- Digestión anaerobia y codigestión
- Deshidratación centrífuga

Durante 2022 el volumen tratado fue de 13.256.838 m³, con un caudal medio de 36.320 m³/día, correspondientes a una población servida de 170.374 he

Los rendimientos medios fueron de 95% para SS, 96% para DBO₅ y 92% para DQO.

Se evacuaron 8.931.670 kg de fango, con un contenido de 2.194.380 kg de materia seca

4.1.12.2. Parámetros de funcionamiento

La depuradora de Castellón de la Plana tiene dos líneas de tratamiento en paralelo. En la tabla 36 se muestran, para cada una de las líneas, los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de funcionamiento correspondientes a los muestreos realizados.

Tabla 36. Parámetros de funcionamiento básicos de los procesos de la de la EDAR Castellón de la Plana. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro	Línea	MED	MIN	MAX	SD
Caudal (m ³ /d)	1	17567	16211	20045	1117
	2	19022	15899	24300	2428
TRH (h)	1	6,1	5,3	6,6	0,4
	2	5,7	4,4	6,7	0,7
EF (d)	1	4,9	2,1	8,7	1,9
	2	5,5	3,9	13,7	2,8
MLSS (mg/L)	1	3199	2148	6680	1315
	2	4129	2652	6028	1105
MLSSV (%)	1	68,9	64,0	76,0	3,5
	2	65,0	61,0	72,0	3,6
Cm (kgDBO ₅ /kgMLSSV.d)	1	0,4	0,1	0,7	0,2
	2	0,2	0,2	0,3	0,05

4.1.12.3. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y porcentaje de remoción

En la tabla 37 se muestran los valores medio (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y desviación estándar (SD), de los parámetros de calidad de afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente, para las muestras integradas.

Tabla 37. Parámetros de calidad de afluente y efluente, y rendimientos, de la EDAR Castellón de la Plana. Elaboración propia, datos suministrados por EPSAR

Parámetro		MED	MIN	MAX	SD
pH	Afluente	7,39	7,10	7,60	0,14
	Efluente	7,63	7,30	7,80	0,17
K (μS/cm)	Afluente				
	Efluente	3064	2240	4250	551
Turbidez	Aflue. (NTU)	198,73	96,00	330,00	65,50
	Eflue. (NTU)	6,73	4,00	12,00	2,61
	Rend. (%)	96,39	92,70	98,10	1,55
SS	Afluente (mg/L)	239	160	362	72,16
	Efluente (mg/L)	9,09	6	18	3,56
	Rend. (%)	95,95	92,90	98,10	1,68
DBO ₅	Afluente (mg/L)	288,7	140	380	85,4
	Efluente (mg/L)	11,6	2	19	5,2
	Rend. (%)	95,52	88,60	99,20	3,01
DQO	Afluente (mg/L)	495	275	648	140
	Efluente (mg/L)	40,36	29	50	7,15
	Rend. (%)	91,17	84,70	94,90	3,16
Nt	Afluente (mg/L)	63,3	45,0	75,4	8,45
	Efluente (mg/L)	32,1	20,1	43,4	7,3
	Rend. (%)	48,96	33,60	65,20	11,51
Pt	Afluente (mg/L)	7,4	4,6	14,6	2,69
	Efluente (mg/L)	1,0	0,5	2,0	0,49
	Rend. (%)	86,34	81,50	93,50	4,03

4.1.12.4. Presencia de contaminantes emergentes

En la tabla 38 se muestran los valores medios (MED), mínimo (MIN), máximo (MAX), y la desviación estándar (SD), de la concentración de los contaminantes emergentes encontrados en afluente y efluente, así como el rendimiento de remoción correspondiente. Para cada

contaminante se indica el porcentaje de muestreos, respecto a los muestreos totales analizados, en que ha sido detectado con concentración por encima del LOQ.

Tabla 38. Presencia de microcontaminantes en los muestreos de la EDAR Castellón de la Plana. Elaboración propia

Contaminante (% muestreos concentración >LOQ)		MED	MIN	MAX	SD
Amisulprida (40%)	Afluyente (µg/L)	0,77	0,69	0,84	0,07
	Efluyente (µg/L)	0,49	0,28	0,66	0,16
	Rem. (%)	36	20	67	21
Carbamazepina (90%)	Afluyente (µg/L)	0,19	0,08	0,81	0,23
	Efluyente (µg/L)	0,10	0,08	0,14	0,02
	Rem. (%)	19	-44	83	38
Citalopram	Afluyente (µg/L)				
	Efluyente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Claritromicina (40%)	Afluyente (µg/L)	0,32	0,28	0,39	0,05
	Efluyente (µg/L)	0,06	0,05	0,07	0,01
	Rem. (%)	82	77	87	4
Diclofenaco (50%)	Afluyente (µg/L)	1,38	0,47	2,13	0,67
	Efluyente (µg/L)	0,81	0,07	1,30	0,51
	Rem. (%)	48	26	85	22
Hidroclorotiazida (100%)	Afluyente (µg/L)	2,91	1,52	4,86	1,05
	Efluyente (µg/L)	2,51	1,54	3,99	0,91
	Rem. (%)	9	-77	43	36
Metoprolol	Afluyente (µg/L)				
	Efluyente (µg/L)				
	Rem. (%)				
Venlafaxina (100%)	Afluyente (µg/L)	3,39	1,90	7,54	1,66
	Efluyente (µg/L)	1,50	0,88	2,22	0,42
	Rem. (%)	48	11	88	21
Benzotriazol (100%)	Afluyente (µg/L)	0,80	0,37	1,57	0,38
	Efluyente (µg/L)	0,39	0,17	0,84	0,24
	Rem. (%)	39	-79	85	52
Candesartán (40%)	Afluyente (µg/L)	5,20	3,80	6,96	1,31
	Efluyente (µg/L)	1,87	0,97	2,46	0,70
	Rem. (%)	61	50	86	17
Irbesartán (60%)	Afluyente (µg/L)	5,43	1,11	9,51	3,25
	Efluyente (µg/L)	1,86	0,79	2,79	0,75
	Rem. (%)	46	-26	92	42
Metilbenzotriazol (100%)	Afluyente (µg/L)	0,20	0,13	0,25	0,04
	Efluyente (µg/L)	0,15	0,06	0,29	0,07
	Rem. (%)	23	-71	77	41

4.2. Ensayos en plantas piloto. Operación en paralelo

5. Análisis de resultados

5.1. Presencia de Microcontaminantes de referencia en las depuradoras de la Comunidad Valenciana

Provincia de Valencia

5.1.1. Cuenca del Carraixet

En la depuradora de Cuenca del Carraixet se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. La excepción ha sido el metoprolol, que no se ha podido cuantificar en ningún muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido carbamazepina, diclofenaco, hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol, irbesartán y metilbenzotriazol. Claritromicina y candesartán se han cuantificado en aproximadamente la mitad de los muestreos analizados. Amisulprida y citalopram sólo han podido medirse en 2 muestreos.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos hidroclorotiazida (2,24 µg/L), candesartán (2,03 µg/L) y venlafaxina (1,92 µg/L), mientras que los que se presentan en menores concentraciones son el compuesto metilbenzotriazol (0,12 µg/L) y los fármacos carbamazepina (0,23 µg/L) y claritromicina (0,29 µg/L).

Las remociones encontradas son en general bajas. Los compuestos que más eliminación media presentan son la claritromicina (74%), diclofenaco (43%), irbesartán (32%) y venlafaxina (31%). Con poca remoción media tenemos Para el resto de compuestos detectados se ha encontrado eliminación muy baja o negativa.

5.1.2. Gandía - La Safor

En la depuradora de Gandía – La Safor se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. Las excepciones han sido el citalopram y el metoprolol, que no se ha podido cuantificar en ningún muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido diclofenaco, hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol e irbesartán. Amisulprida, carbamazepina claritromicina, candesartán y metilbenzotriazol se han cuantificado en aproximadamente la mitad de los muestreos analizados.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos hidroclorotiazida (2,93 µg/L), irbesartán (1,96 µg/L), y candesartán (1,62 µg/L), mientras que los que se presentan en menores concentraciones son los fármacos amisulprida (0,07 µg/L) y carbamazepina (0,15 µg/L), y el compuesto metilbenzotriazol (0,21 µg/L).

Las remociones encontradas son en general bajas. Los compuestos que más eliminación media presentan son la claritromicina (65%), irbesartán (43%) y candesartán (34%). Con poca remoción

media tenemos diclofenaco (20%). Para el resto de compuestos detectados se ha encontrado eliminación muy baja o negativa.

5.1.3. Quart - Benager

En la depuradora de Quart – Benager se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. La excepción ha sido el metoprolol, que no se ha podido cuantificar en ningún muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido carbamazepina, diclofenaco, hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol, irbesartán y metilbenzotriazol. Candesartán se ha cuantificado en más de la mitad de los muestreos analizados. Amisulprida y citalopram sólo han podido medirse en 3 muestreos. Para la claritromicina sólo se ha podido cuantificar la entrada en 4 muestreos.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos hidroclorotiazida (2,77 µg/L), irbesartán (2,43 µg/L) y venlafaxina (2,16 µg/L), mientras que los que se presentan en menores concentraciones son los fármacos claritromicina (0,37 µg/L), amisulprida (0,45 µg/L) y carbamazepina (0,49 µg/L).

Las remociones encontradas son en general bajas. Los compuestos que más eliminación media presentan son diclofenaco (70%), irbesartán (38%) y venlafaxina (31%) y candesartán (30%). Con poca remoción media tenemos carbamazepina (20%). Para el resto de compuestos detectados se ha encontrado eliminación muy baja o negativa.

5.1.4. Pinedo 1

En la depuradora de Pinedo 1 se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. La excepción ha sido el metoprolol, que no se ha podido cuantificar en ningún muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido carbamazepina, diclofenaco, hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol, irbesartán y metilbenzotriazol. Claritromicina se ha cuantificado en UN 36% de los muestreos analizados. Candesartán sólo ha podido medirse en 4 muestreos y amisulprida y citalopram en 2 muestreos.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos hidroclorotiazida (2,06 µg/L), candesartán (1,58 µg/L), irbesartán (1,55 µg/L) y venlafaxina (1,49 µg/L), mientras que los que se presentan en menores concentraciones son el compuesto metilbenzotriazol (0,22 µg/L), y los fármacos claritromicina (0,38 µg/L) y amisulprida (0,40 µg/L).

Las remociones encontradas son en general muy bajas. Sólo la claritromicina (80%) presenta una elevada eliminación. Para el resto de compuestos detectados se ha encontrado remoción muy baja o negativa.

5.1.5. Pinedo 2

En la depuradora de Pinedo 2 se ha detectado la presencia de la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. Los fármacos claritromicina y metoprolol no han podido ser cuantificados en ninguno de los muestreos realizados. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido carbamazepina, diclofenaco,

hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol y metilbenzotriazol. Los fármacos amisulprida y citalopram han podido ser cuantificados en dos muestreos únicamente. Los fármacos irbesartán y candesartán sólo han sido cuantificados en la mitad de los muestreos analizados.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos hidroclorotiazida (2,18 µg/L) e irbesartán (1,73 µg/L), mientras que los fármacos que se presentan en menores concentraciones son la amisulprida (0,43 µg/L) y la carbamazepina (0,43 µg/L).

Las remociones encontradas son en general muy bajas: diclofenaco (30%), candesartán (25%), irbesartán (18%), carbamazepina (17,56%) y venlafaxina (16,69%). Para el resto de compuestos investigados se ha encontrado remoción nula o negativa.

Provincia de Alicante

5.1.6. Alcoi

En la depuradora de Alcoi se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. Las excepciones han sido la claritromicina y el metoprolol, que no se ha podido cuantificar en ningún muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido carbamazepina, diclofenaco, hidroclorotiazida, venlafaxina y benzotriazol. Amisulprida, candesartán, irbesartán y metilbenzotriazol se han cuantificado en aproximadamente la mitad de los muestreos analizados.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos hidroclorotiazida (2,87 µg/L), irbesartán (2,75 µg/L) y candesartán (2,58 µg/L), mientras que los contaminantes que se presentan en menores concentraciones son la carbamazepina (0,16 µg/L), el metilbenzotriazol (0,17 µg/L) y la amisulprida (0,20 µg/L).

Las remociones encontradas son en general bajas. Los compuestos que más eliminación son la claritromicina (65%), irbesartán (43%) y candesartán (34%). Para el resto de compuestos detectados se ha encontrado eliminación muy baja o negativa.

5.1.7. Benidorm

En la depuradora de Alcoi se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. Las excepciones han sido citalopram y metoprolol, que no se ha podido cuantificar en ningún muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido carbamazepina, diclofenaco, hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol e irbesartán. Amisulprida, claritromicina y candesartán, se han cuantificado en aproximadamente la mitad de los muestreos analizados. y metilbenzotriazol. Metilbenzotriazol sólo ha podido medirse en 2 muestreos

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos irbesartán (2,53 µg/L), hidroclorotiazida (2,18 µg/L) y venlafaxina (2,12 µg/L), mientras que los

contaminantes que se presentan en menores concentraciones son amisulprida (0,13 µg/L), metilbenzotriazol (0,14 µg/L) y carbamazepina (0,20 µg/L).

Las remociones encontradas son en general bajas. Los compuestos que tienen más eliminación son benzotriazol (87%) y diclofenaco (23%). Para el resto de compuestos detectados se ha encontrado eliminación muy baja o negativa.

5.1.8. Elx – Algorós

En la depuradora de Elx-Algorós se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. El metoprolol no se ha podido cuantificar en ningún muestreo, y el citalopram sólo se ha podido cuantificar por encima de su LOQ en un muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido carbamazepina, diclofenaco, hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol, candesartán, irbesartán y metilbenzotriazol. Amisulprida y claritromicina se han cuantificado en aproximadamente la mitad de los muestreos analizados.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos e hidroclorotiazida (3,57 µg/L), irbesartán (2,39 µg/L) y candesartán (2,26 µg/L), mientras que los que se presentan en menores concentraciones son los fármacos amisulprida (0,09 µg/L), carbamazepina (0,20 µg/L) y claritromicina (0,32 µg/L).

Las remociones encontradas son en general muy bajas. El que más eliminación media presenta es la claritromicina (47%). Con poca remoción media tenemos Irbesartán (20%). Para el resto de compuestos detectados se ha encontrado eliminación muy baja o negativa.

5.1.9. Monte Orgegia

En la depuradora de Monte Orgegia se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. Las excepciones han sido el citalopram y el metoprolol, que no se ha podido cuantificar en ningún muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido carbamazepina, diclofenaco, hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol e irbesartán. Amisulprida, claritromicina, candesartán y metilbenzotriazol se han cuantificado en aproximadamente la mitad de los muestreos analizados.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos irbesartán (2,58 µg/L), hidroclorotiazida (2,46 µg/L), y candesartán (1,98 µg/L), mientras que los que se presentan en menores concentraciones son el metilbenzotriazol (0,15 µg/L) y los fármacos amisulprida (0,16 µg/L) y carbamazepina (0,18 µg/L).

Las remociones encontradas son en general bajas. Los compuestos que más eliminación media presentan son la claritromicina (64%) y benzotriazol (48%). Con poca remoción media tenemos diclofenaco (22%). Para el resto de compuestos detectados se ha encontrado eliminación muy baja o negativa.

5.1.10. Rincón de León

En la depuradora de Rincón de León se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. La excepción han sido el metoprolol, que

no se ha podido cuantificar en ningún muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido carbamazepina, diclofenaco, hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol, irbesartán y metilbenzotriazol. Amisulprida, claritromicina, candesartán se han cuantificado en aproximadamente la mitad de los muestreos analizados. El citalopram sólo se ha medido en 2 muestreos.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos irbesartán (2,53 µg/L), hidroclorotiazida (2,38 µg/L), y candesartán (1,80 µg/L), mientras que los que se presentan en menores concentraciones son los fármacos carbamazepina (0,15 µg/L), amisulprida (0,31 µg/L) y claritromicina (0,41 µg/L).

Las remociones encontradas son en general muy bajas. El compuesto que más eliminación media presenta es la claritromicina (26%). Para el resto de compuestos detectados se ha encontrado eliminación muy baja o negativa.

5.1.11. Torrevieja

En la depuradora de Torrevieja se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. La excepción han sido el citalopram, que no se ha podido cuantificar en ningún muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido carbamazepina, diclofenaco, hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol, candesartán, irbesartán y metilbenzotriazol. Amisulprida y metoprolol se han cuantificado en aproximadamente la mitad de los muestreos analizados. La claritromicina sólo se ha medido en 3 muestreos.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son los fármacos candesartán (3,59 µg/L), irbesartán (3,40 µg/L) e hidroclorotiazida (2,71 µg/L), mientras que los que se presentan en menores concentraciones son amisulprida (0,09 µg/L), metilbenzotriazol (0,24 µg/L) y metoprolol (0,36 µg/L).

Las remociones encontradas son en general bajas. Los compuestos que más eliminación media presentan son la claritromicina (70%), diclofenaco (62), metoprolol (39%) y benzotriazol (31%). Para el resto de compuestos detectados se ha encontrado eliminación muy baja o negativa.

Provincia de Castellón

5.1.12. Castellón de la Plana

En la depuradora de Castellón de la Plana se han podido cuantificar la mayoría de los contaminantes emergentes estudiados en los muestreos analizados. Las excepciones han sido citalopram y metoprolol, que no se ha podido cuantificar en ningún muestreo. Los contaminantes presentes en todos o casi todos los muestreos han sido hidroclorotiazida, venlafaxina, benzotriazol y metilbenzotriazol. Amisulprida, claritromicina y candesartán se han cuantificado en aproximadamente la mitad de los muestreos analizados. El citalopram sólo se ha medido en 2 muestreos.

Los intervalos de concentración encontrados son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. Los CEC con mayores valores medios en el afluente son irbesartán (5,43 µg/L), candesartán (5,20 µg/L) y venlafaxina (3,39 µg/L), mientras que los que se presentan en

menores concentraciones son carbamazepina (0,19 µg/L), metilbenzotriazol (0,20 µg/L) y claritromicina (0,32 µg/L).

Las remociones encontradas son en general medias y bajas. Los compuestos que más eliminación media presentan son la claritromicina (82%) y candesartán (61%). Con poca eliminación media tenemos hidroclorotiazida (9%) y carbamazepina (19%)

5.2. Experimentación en plantas piloto

5.2.1. Planta piloto de ozonización.

La planta piloto de ozonización se usó siempre en ensayos de corta duración. Se emplearon distintas concentraciones de ozono y se tomaron muestras en la alimentación y a la salida de cada una de las 5 columnas en serie que configuran el reactor (figura 1). En la figura 29 se muestra la evolución de los contaminantes detectados, medida como porcentaje de reducción de la concentración de entrada al reactor, en cada uno de los puntos de muestreo, para diferentes concentraciones de ozono aplicadas.

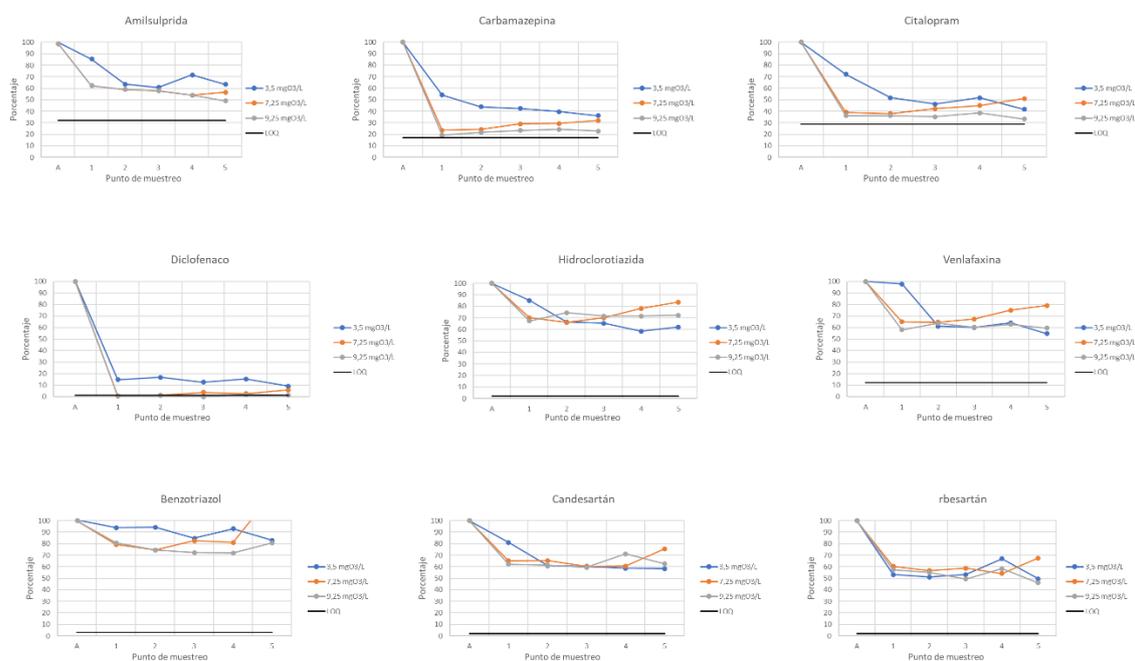


Figura 29. Evolución de los contaminantes en cada punto de muestreo de la planta piloto de ozono, en función de la concentración de ozono aplicada. Elaboración propia

Como se puede observar, en todos los casos se produce una reducción en la concentración de contaminantes entre la entrada al reactor (A) y el primer punto de muestreo (1) que se corresponde con la salida de la primera columna de reacción. A partir de ese punto no hay una tendencia significativa para ninguna de las concentraciones aplicadas, lo que parece indicar que el ozono se agota en esta primera columna debido a la materia orgánica presente en el agua de alimentación.

La acción del ozono sobre los distintos compuestos es la siguiente:

- Amisulprida. Se reduce aproximadamente un 40%.

- Carbamazepina. La reducción varía desde 55% para las concentraciones de ozono bajas hasta 80% para dosis altas.
- Citalopram. La reducción varía desde 50% para las concentraciones de ozono bajas hasta 65% para dosis altas.
- Diclofenaco. Se elimina prácticamente el 100 % a partir de la segunda concentración de ozono aplicada.
- Hidroclorotiazida. Únicamente se elimina el 30% con todas las concentraciones aplicadas.
- Venlafaxina. Únicamente se elimina el 30-40% con todas las concentraciones aplicadas.
- Benzotriazol. Únicamente se alcanza el 20% con las concentraciones de ozono altas.
- Candesartán. Se elimina aproximadamente el 40% para las distintas concentraciones.
- Irbesartán. Se elimina aproximadamente el 40-50% para las distintas concentraciones.

Para el resto de compuestos las concentraciones detectadas en el afluente han estado por debajo de los límites de cuantificación

5.2.2. Planta piloto de carbón activado. Tratamiento en paralelo

Se ha realizado un experimento de larga duración (45 días) en continuo para intentar determinar la curva de ruptura para los distintos CEC. Se tomaron muestras a la salida de cada una de las 5 columnas en serie que configuran el reactor de carbón activado. En la figura 30 se muestra la evolución de la concentración de los contaminantes detectados a lo largo del reactor, medida como porcentaje de reducción de la concentración de entrada al reactor, en cada uno de los puntos de muestreo para diferentes días de muestreo.

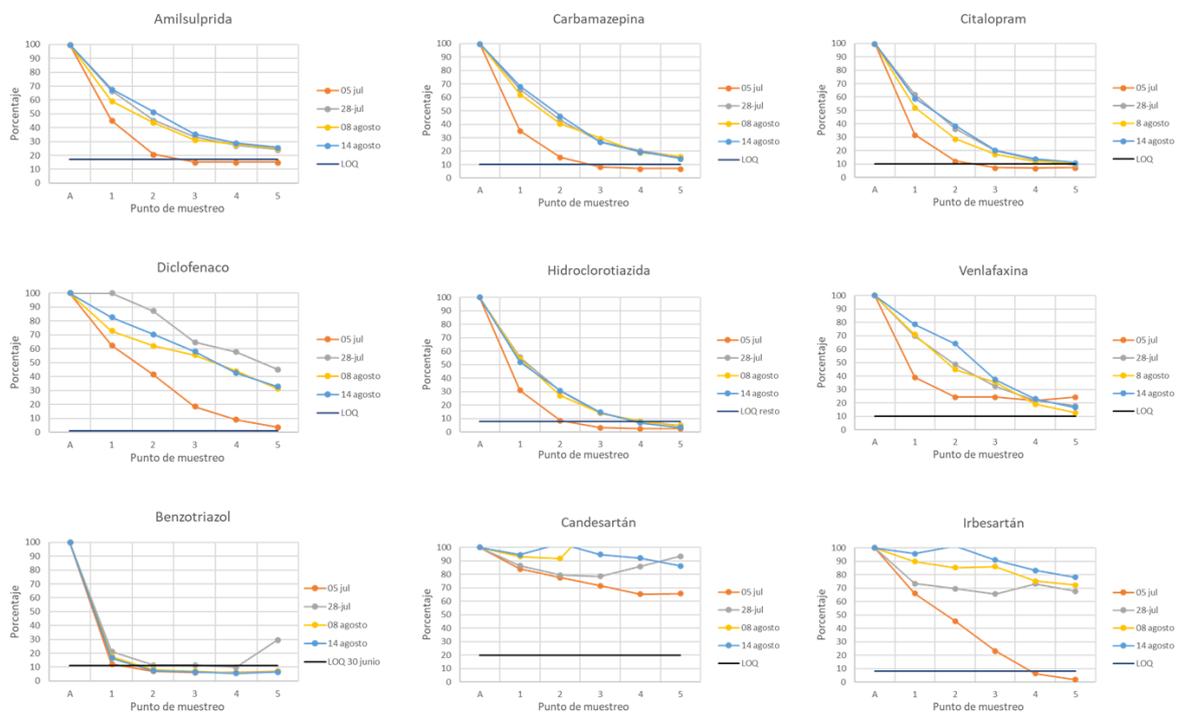


Figura 30. Evolución de los contaminantes a lo largo del reactor de CA para distintos días de muestreo. Elaboración propia

Como se puede observar:

- Amisulprida. Se elimina más del 70 % hasta el final del periodo de operación.
- Carbamazepina. Se elimina más del 80% hasta el final del periodo de operación.
- Citalopram. Se elimina más del 90% hasta el final del periodo de operación.
- Diclofenaco. Se elimina prácticamente el 100 % al inicio y más del 50% hasta el final del periodo de operación.
- Hidroclorotiazida. Se elimina prácticamente el 100 % hasta el final del periodo de operación.
- Venlafaxina. Se elimina más del 80% hasta el final del periodo de operación.
- Benzotriazol. Se elimina más del 90% hasta el final del periodo de operación
- Candesartán. Se elimina aproximadamente un 30% al inicio y muy poco al final del periodo de operación.
- Irbesartán. Se elimina bien al inicio y muy poco al final del periodo de operación.

Para el resto de compuestos las concentraciones detectadas en el afluente han estado por debajo de los límites de cuantificación

5.2.3. Plantas de ozono y carbón activado en serie

Se realizaron algunos experimentos en serie, en los que la alimentación se introducía en la planta piloto de ozonización y el efluente de la misma se llevaba a la planta piloto de carbón activado. En la figura 31 se muestra la evolución de los contaminantes detectados, durante dos experimentos, medida como porcentaje de reducción de la concentración de entrada al reactor de ozono (afluente), para una dosis aplicada de 12,5 mg O₃/L. Los puntos de muestreo 1 a 5 se corresponden con el reactor de ozono y los puntos 6 a 10 con el reactor de carbón activado.

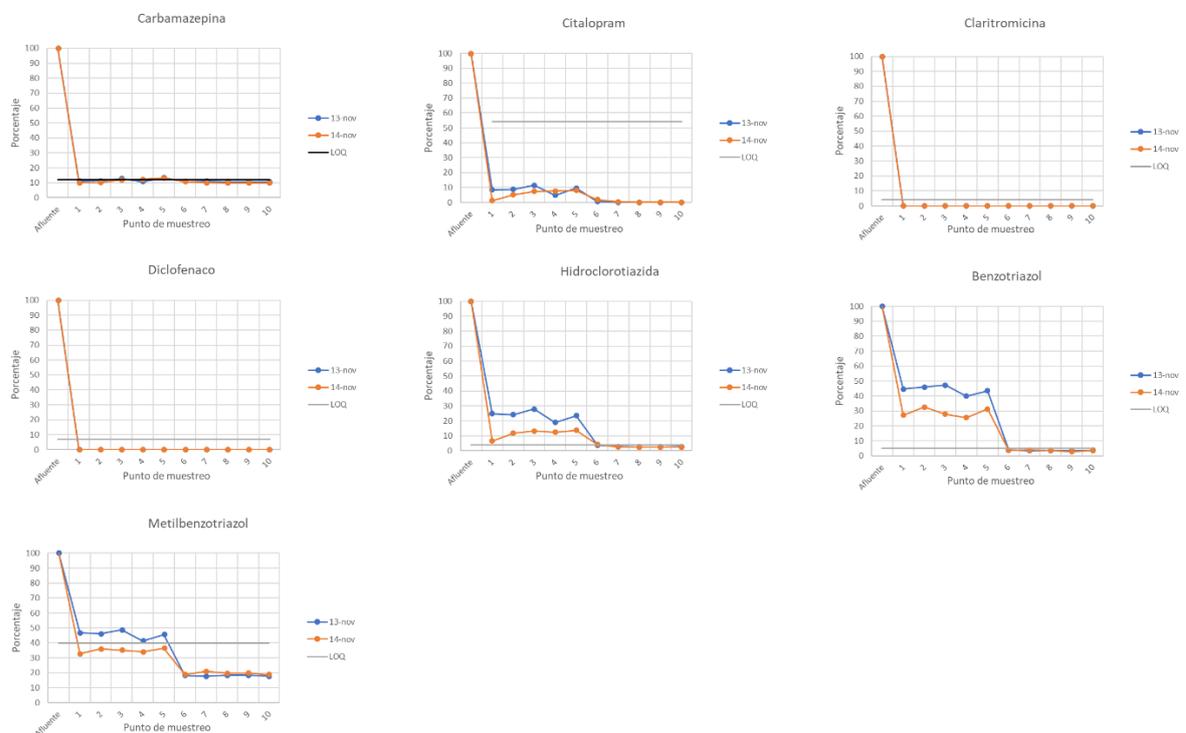


Figura 31. Evolución de los contaminantes a lo largo de los reactores de ozono y carbón activado en serie, para una concentración inicial de ozono de 12,5 mg/L. Los puntos de muestreo se corresponden con la alimentación (Afluente), reactor de ozono (1 a 5) y reactor de carbón activado (6 a 10). Las concentraciones del afluente durante los 2 experimentos son, respectivamente: carbamazepina 0,37-0,41

µg/L, diclofenaco 0,57-0,74 µg/L, claritromicina 0,89-1,13 µg/L, diclofenaco 0,57-0,74 µg/L, hidroclorotiazida 5,27-5,77 µg/L, benzotriazol, 0,95-1,07 µg/L y metilbenzotriazol 0,27-0,25 µg/L. Elaboración propia

Como se puede deducir de la figura, la concentración de ozono empleada parece suficiente para que en el primer punto de muestreo el porcentaje de reducción de la mayoría de los contaminantes haya caído de forma muy significativa. Los compuestos carbamazepina, claritromicina y diclofenaco parece que han alcanzado la máxima eliminación ya que en el reactor de CA (puntos 6 a 10) no se observa disminución adicional de la concentración. Los compuestos citalopram, hidroclorotiazida, benzotriazol y metilbenzotriazol completan su eliminación en el reactor de CA. Para el resto de compuestos las concentraciones detectadas en el afluente han estado por debajo de los límites de cuantificación.

6. Conclusiones

Se ha estudiado la presencia de los microcontaminantes que figuran en el borrador de revisión de la Directiva 91/271 en las depuradoras de la Comunidad Valenciana que tratan más de 100.000 habitantes equivalentes. Se han encontrado presencia de los 11 de los 12 CEC en todas las depuradoras y en la mayoría de los muestreos. La excepción ha sido el metoprolol, en el que no se ha podido definir con claridad su presencia en concentraciones superiores al límite de cuantificación.

Los intervalos de concentración encontrados en todas las depuradoras son amplios, tanto para las concentraciones de entrada como de salida. La concentración en el agua sin tratar depende cada contaminante y, teniendo en cuenta los límites de cuantificación, los valores medios oscilan entre los 7-20 ng/L en el rango bajo y 5.000-10.000 ng/L en el rango alto. En la tabla 39 se visualizan los rangos de los valores medios de entrada de cada contaminante a las depuradoras.

Tabla 39. Rangos medios de presencia de CEC en la entrada de las depuradoras: en color verde para rangos de <100 ng/L, en color amarillo para rangos de 100-1.000 ng/L y en color naranja para rangos > 1.000 ng/L. Elaboración propia

	CC	GS	QB	PI	PI2	ACI	BD	ELX	MO	RDL	TV	CP
Amisulprida												
Carbamazepina												
Citalopram												
Claritromicina												
Diclofenaco												
Hidroclorotiazida												
Metoprolol												
Venlafaxina												
Benzotriazol												
Candesartán												
Irbesartán												
Metilbenzotriazol												

Se puede apreciar una presencia de los CEC con un orden de magnitud similar en todas las depuradoras.

En relación con la remoción media de los CEC entre la entrada y salida a la depuradora, en la tabla 40 se visualizan los rangos de los valores medios de remoción de cada contaminante entre la entrada y salida a las depuradoras.

Tabla 40. Rangos de los valores medios de remoción de cada contaminante entre la entrada y salida a las depuradoras: en color verde >50%, en color amarillo 20-50% y en color naranja <20%. Elaboración propia

	CC	GS	QB	PI	PI2	ACI	BD	ELX	MO	RDL	TV	CP
Amisulprida												
Carbamazepina												
Citalopram												
Claritromicina												
Diclofenaco												
Hidroclorotiazida												
Metoprolol												
Venlafaxina												
Benzotriazol												
Candesartán												
Irbesartán												
Metilbenzotriazol												

Se puede apreciar que, en general, la remoción de los compuestos traza en las plantas depuradoras es baja o nula.

Debido a la baja remoción en general de los CEC estudiados en las depuradoras, la mayoría de los contaminantes continúan presentes en las aguas tratadas, aunque, en muchos casos, en concentraciones bastante próximas al límite de cuantificación.

En relación con los ensayos realizados con plantas piloto se puede concluir:

- En los ensayos realizados con ozono se constata que todos los compuestos presentan una reducción inicial en su concentración, que previsiblemente se ve detenida debido a que a partir de la primera columna de reacción se ha consumido todo el ozono incorporado al reactor.
- El carbón activado empleado como tratamiento único resulta eficaz para eliminar en una proporción muy elevada todos los compuestos excepto candesartán e irbesartán.
- En los ensayos con las plantas piloto en serie se puede conseguir la eliminación de los compuestos a concentraciones inferiores o muy próximas al límite de cuantificación. Para los compuestos carbamazepina, claritromicina y diclofenaco parece haberse alcanzado la eliminación total, usando una concentración de ozono de 12,5 mg/L. Los compuestos citalopram, hidroclorotiazida, benzotriazol y metilbenzotriazol completan su eliminación en el reactor de CA.

7. Recomendaciones

En relación con la presencia de contaminantes en las depuradoras de mayor tamaño de la Comunidad Valenciana sería necesario continuar con los muestreos y caracterización para confirmar y ampliar los resultados obtenidos en este estudio. Se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se debería procurar realizar la toma de muestras integradas en un intervalo de tiempo de 48 horas, tal como se recomienda en el borrador publicado de revisión de la Directiva 91/271 para el control de microcontaminantes.
- Se debe estudiar con mayor profundidad la influencia de la matriz de agua presente en cada caso. Para ello se propone comparar dos procedimientos: enriquecimiento de las muestras con contaminantes y extracción en fase sólida (SPE) como etapa previa al análisis.
- Por otra parte, debido a que se ha determinado la ausencia de uno o dos contaminantes en concentraciones cuantificables en todas las plantas depuradoras, y que en algunos de los otros contaminantes las concentraciones pueden ser tan bajas que impidan evaluar los porcentajes de reducción en un posterior tratamiento cuaternario, se recomienda ampliar el número de contaminantes a estudiar. Con ello se aplica el criterio del borrador de la revisión de la Directiva 91/271 para estos casos, que establece “...si es posible medir menos de seis sustancias en una concentración suficiente, la autoridad competente designará otras sustancias para calcular el porcentaje mínimo de eliminación cuando sea necesario.” Por tanto, se propone ampliar el número de sustancias a estudiar incluyendo otros microcontaminantes de uso generalizado que se puedan encontrar frecuentemente en todas las aguas residuales.

En relación a estudios de remoción en planta piloto, se recomienda extender los estudios realizados para considerar un periodo más amplio que permita establecer el agotamiento del carbón activado para todos los contaminantes y estudiar las combinaciones en serie ozono + carbón activado con todos los compuestos.

Agradecimientos

El proyecto INVESTIGACIÓN PARA ELIMINACIÓN DE CONTAMINANTES EMERGENTES EN DEPURADORAS DE LA CV, ha recibido financiación de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica de la Comunidad Valenciana. Se han utilizado recursos complementarios de la Universidad de Alicante.

La Dirección General del Agua, a través de la Entitat Pública de Sanejament, EPSAR, ha facilitado la información sobre calidad y parámetros de funcionamiento de las depuradoras, y ha suministrado las muestras integradas de agua de entrada y salida de las depuradoras que han sido analizadas. Asimismo, la EPSAR, a través del departamento de Proyectos, Obras y Explotaciones, ha puesto a disposición del proyecto la EDAR Alacantí Norte, donde se han realizado las experimentaciones a escala piloto.

El trabajo ha sido realizado en el Instituto del Agua y de las Ciencias Ambientales de la Universidad de Alicante, por el equipo investigador formado por Daniel Prats Rico (coordinador), Arturo Trapote Jaume y María José Moya Llamas, y la colaboradora de investigación Marina Sánchez Martí, contratada para el proyecto. También se ha contado con la colaboración de las investigadoras predoctorales del proyecto “Sostenibilidad, agua y agricultura en el siglo XXI” Marta Ferré Martínez y Elizabetha Domínguez Chabalina. En la construcción y mantenimiento de las plantas piloto han participado los técnicos de la UA Manuel Rodríguez Pastor y Vicente López Cases.

Finalmente cabe citar la dedicación y buen trabajo del personal técnico que ha puesto a punto la metodología para la detección simultánea y cuantificación de los contaminantes emergentes en las plantas depuradoras y en la planta piloto, Susana Selles Marchart y Mari Merce Cascant Vilaplana.