

Odora'24

olores.org



UNIVERSIDAD
DE CÓRDOBA



iQUEMA
INSTITUTO QUÍMICO PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIOAMBIENTE

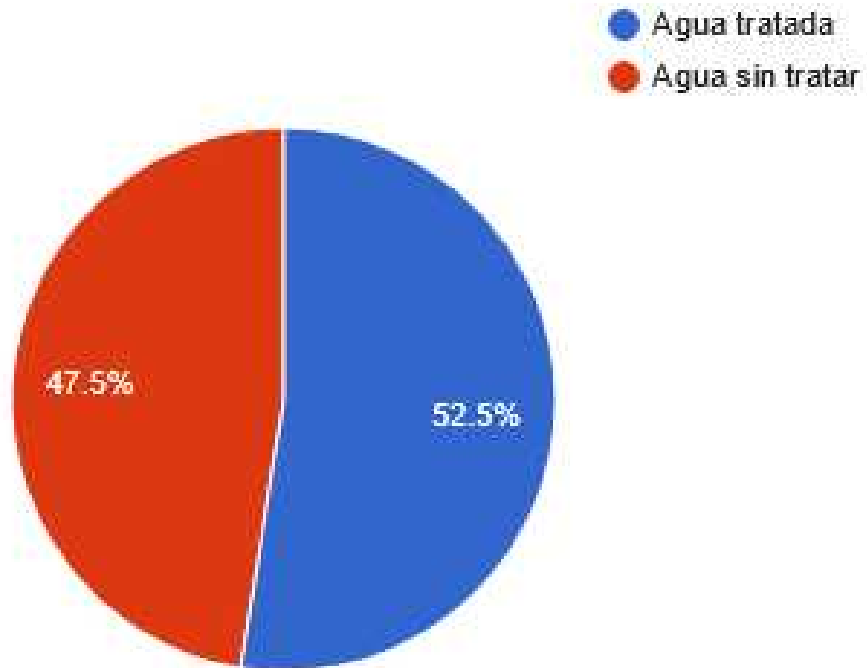
IMPACTO OLOROSO DE LA DEPURACIÓN EXTENSIVA DE AGUAS RESIDUALES URBANAS: UN RETO CRECIENTE

Gutiérrez M.C., Martín M.A., Ruiz-Muñoz A., Márquez P.,
Toledo M., Salas J.J., Siles J.A.
E-mail: mc.gutierrez@uco.es

1. Introducción

AGUAS RESIDUALES: PROBLEMÁTICA SOCIAL

Producción mundial de agua residual en $360 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{año}$.

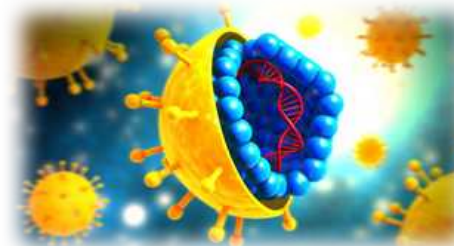


Tratamiento global de aguas residuales (Jones et. al, 2021)



CONTAMINANTES EMERGENTES

ANOXIA



PATÓGENOS



EUTROFIZACIÓN



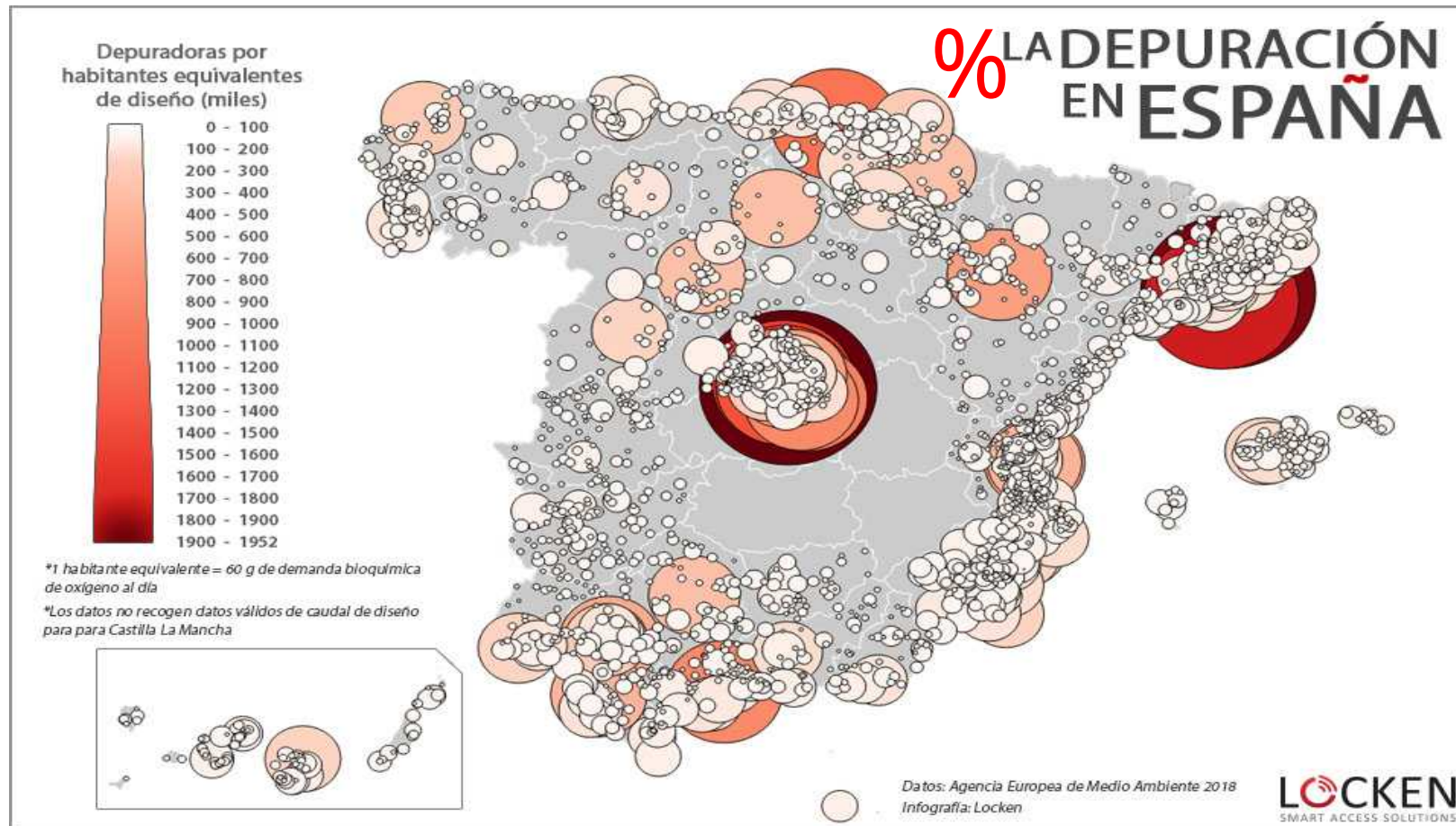
1. Introducción

LAS EDARS EN ESPAÑA

PEQUEÑO Y MEDIANO TAMAÑO: 60

POBLACIONES (hab. eq.):

< 2.000 *muy pequeña*
2.000-10.000 *pequeña*
10.000-100.000 *mediana*
>100.000 *grande*



En España...
2.100 EDARs
8.000 hm³/año
<https://www.iagua.es> (2024)

Objetivos



Pequeñas-medianas poblaciones

*EDARs con tecnologías
extensivas*

Seguimiento del proceso

2. Localización

Complejo Experimental Nuevas Tecnologías del Agua (CENTA), Carrión de los Céspedes (Sevilla).

Adscrito a la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía, M.P. (AMAYA) desde 2023.

INVESTIGACIÓN

FORMACIÓN

DIFUSIÓN DE LA
INVESTIGACIÓN

**Tecnologías de tratamiento
extensivas:**

- ❖ Filtro verde
- ❖ Lagunaje
- ❖ Filtros de turba
- ❖ ...

41 000 m²



2. Localización

Toma de muestras líquidas y gaseosas en tres campañas:

- 23/09/2022
- 08/10/2022
- 19/11/2022

Tanque de homogenización

Desarenador

Laguna Anaerobia II

Fosa séptica

Fangos activos



Raceway (Algas + Bacterias)

Arqueta de entrada

Humedal de flujo vertical con grava

Tanque Imhoff

Laguna Anaerobia I

Laguna Facultativa

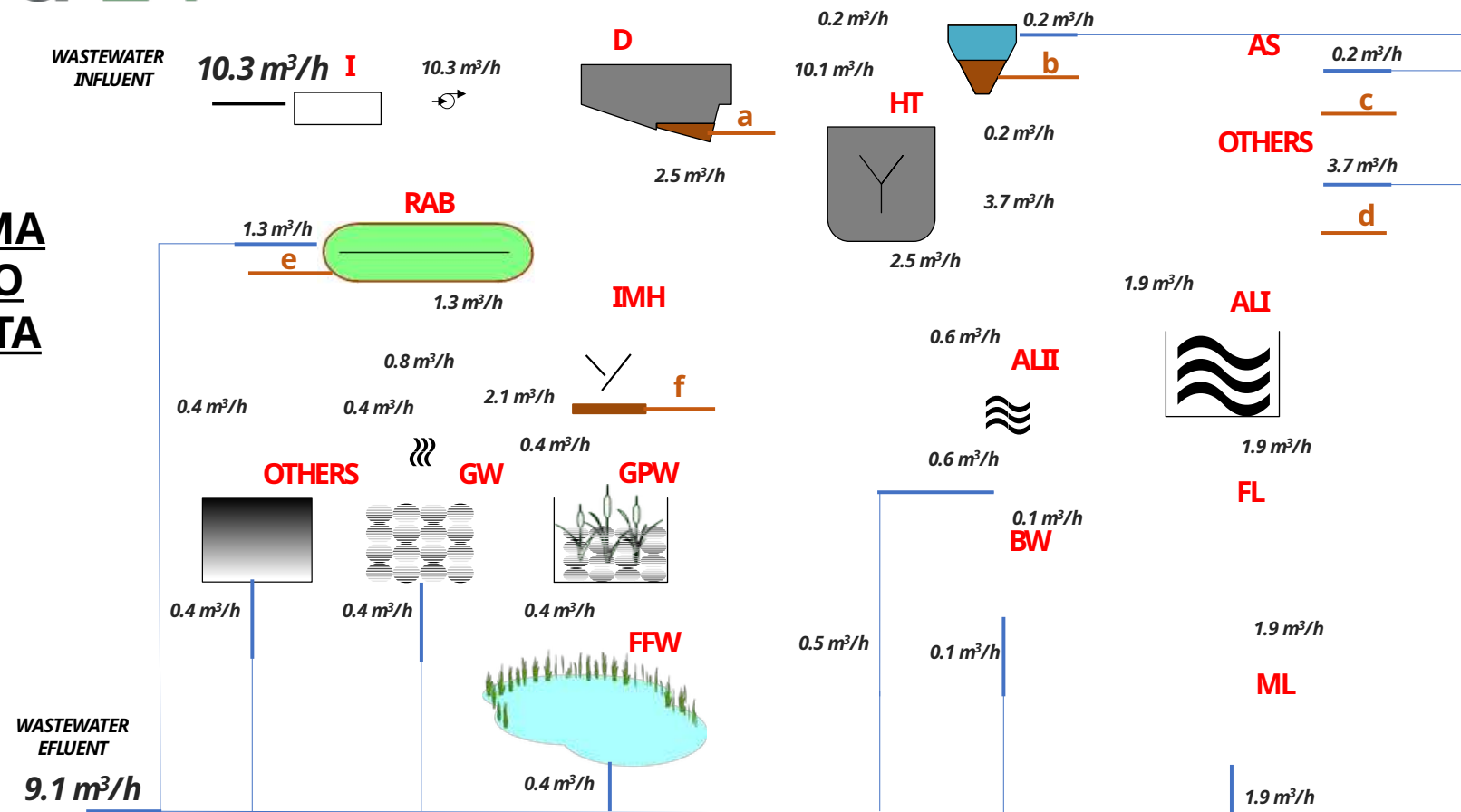
Laguna de Maduración

Humedal de flujo libre

Humedal de grava y plantas

Humedal Bioelectrogénico

DIAGRAMA DE FLUJO DEL CENTA



* $a + b + c + d + e + f$: $1.2 \text{ m}^3 \text{ sewage sludge/h}$ (Moisture $>99\%$).

Acrónimo	AS	ALI	ALII	BW	D	FL	FFW	GPW	GW	HT	IMH	I	ML	RAB	ST
TRH (h)	51,4	107,4	115,2	0,3	1,5	1866,7	168,0	1,0	0,4	1,2	25,6	0,6	213,0	100,8	23,8
Área superficial (m ²)	5,0	50,0	25,0	6,1	5,5	2700,0	240,0	161,2	141,1	22,0	16,0	6,0	600,0	400,0	4,0

3. Metodología

**Caracterización
físicoquímica de muestras
acuosas (*APHA, 2023*).**



**Destilador
Kjeldahl**



Analizador TOC Shimadzu

**Muestreo de emisiones de olor
*VDI 3880 (2011)***

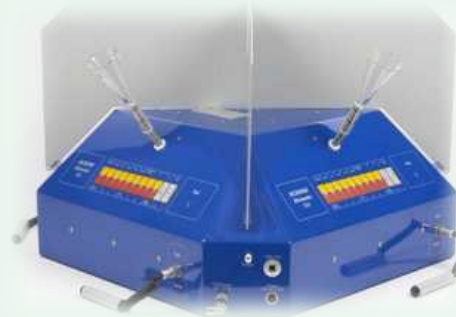


**Campana
Lindvall**



Dispositivo CSD30

**Cuantificación de
muestras de olor
*(UNE EN-13725, 2004.
Calidad del Aire)***



Olfatometría dinámica

**ANÁLISIS
ESTADÍSTICO**

- ❑ ***Análisis de
Componentes
Principales
(ACP)***



3. Metodología: Cuantificación del olor

La **velocidad específica de emisión de olor (SOER, $ou_E/m^2 \cdot s$)** y la **tasa de emisión de olor (OER, ou_E/s)** se calcularon acorde a las ecuaciones (1) y (2), respectivamente.

$$SOER (ou_E/m^2 \cdot s) = (OC \cdot Q_{air}) / A \quad [1]$$

$$OER (ou_E/s) = OC \cdot Q_{air} \cdot (A_T/A) \quad [2]$$

Se definieron dos novedosos índices que relacionan la OER con la eficacia de la eliminación de materia orgánica total (**OGI_C**) y con la eficacia combinada de eliminación de ésta con nitrógeno (**OGI_{CN}**) calculados acorde a las ecuaciones (3) y (4), respectivamente:

$$OGI_C (ou_E/gO_2) = OER / COD_{T, \text{eliminado}} \quad [3]$$

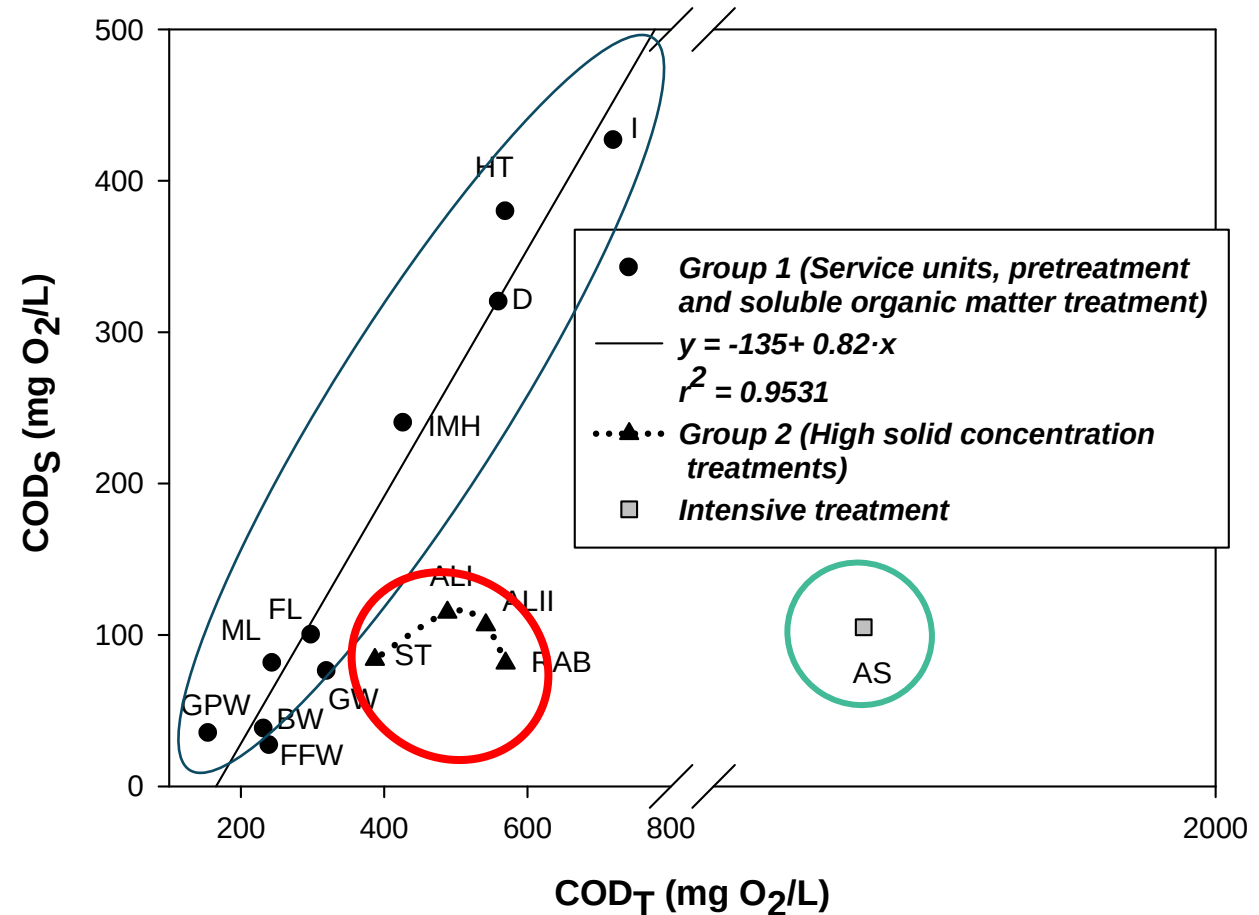
$$OGI_{CN} (ou_E/g) = OER / (COD_T + N - TKN)_{\text{eliminado}} \quad [4]$$

4. Resultados y Discusión

De tecnologías con elevada eliminación de materia orgánica disuelta y proporcional a su emisión de concentración de olor.

Tecnologías caracterizadas por su elevada eficacia en la eliminación de materia orgánica disuelta y con alta concentración de sólidos

AS, con elevada eficacia en la eliminación de materia orgánica disuelta y con alta concentración de sólidos



Variación de CODs (demanda química de oxígeno soluble, mg O₂/L) frente al COD_T (mg O₂/L) en los puntos de muestreo en el CENTA

4. Resultados y Discusión

Operación unitaria	COD _{T removed} (%)	COD _{s removed} (%)	N-TKN _{removed} (%)	TN _{s removed} (%)	P _{T removed} (%)
D	28	31	8	13	8
IMH	25	37	36	8	9
RAB	37	66	40	81	20
AS	67	74	87	75	14
GW	25	68	17	40	10
GPW	64	85	85	84	30
FFW	5	23	51	93	0
ALI	14	70	9	82	0
FL	39	50	20	29	9
ML	18	50	20	98	100
ALII	5	72	73	25	9
BW	57	64	52	60	36
ST	38	76	68	41	14

3. Resultados y Discusión

	OC (ou _E /m ³)	SOER (ou _E /s·m ²)	OER (ou _E /s)
I	15,024	3.12	18.7
D	3756	0.78	4.3
HT	304	0.06	1.4
IMH	4871	1.01	16.2
RAB	35	0.01	2.9
AS	181	0.04	0.2
GW	664	0.14	19.5
GPW	152	0.03	5.1
FFW	430	0.09	21.5
ALI	60,097	12.50	625.0
FL	118	0.02	66.3
ML	64	0.01	8.0
ALII	4096	0.85	21.3
BW	861	0.18	1.1
ST	27,554	5.73	23.0

Laguna anaerobia (ALI), Fosa séptica (ST), Arqueta de entrada (I), Tanque de Imhoff (IMH), Laguna anaerobia (ALII) y desarenador (D) resultaron ser las tecnologías más malolientes.

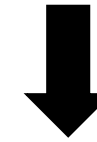
Las tecnologías extensivas que promueven la aireación de las aguas residuales dieron lugar a una OC baja, incluyendo **laguna facultativa (FL), laguna de maduración (ML) y Raceway (Algas + Bacterias) (RAB)**.

AS, tecnología intensiva aerobia

3. Resultados y Discusión

Technology	OGI _C (ou _E /g O ₂)	OGI _{CN} (ou _E /g)
FFW	23,200	7400
ALI	14,711	10,517
ALII	4738	450
ST	1855	981
GW	1574	1156
FL	671	500
IMH	327	173
ML	283	145
GPW	162	95
BW	97	85
RAB	52	33
AS (Intensive)	11	11
D	7	7

Las tecnologías con mayor OGI_C y OGI_{CN} fueron el humedal de flujo libre (FFW) y las lagunas anaerobias (ALI y ALII).

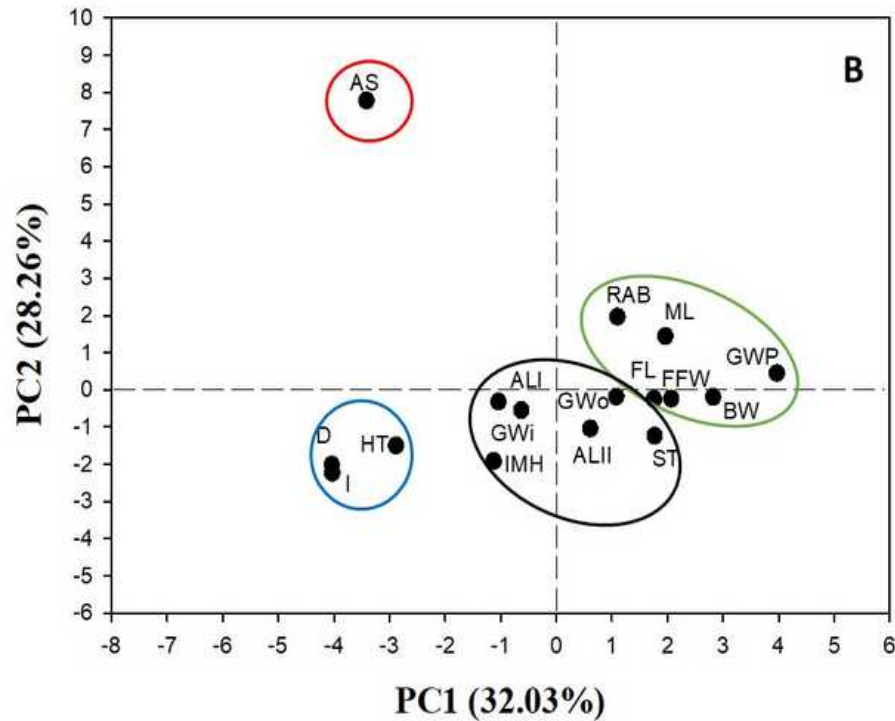


Estos valores concuerdan con la acumulación de materia orgánica particulada en descomposición. De hecho, **las tecnologías extensivas no** generan grandes **volúmenes de lodos secundarios**, ya que éstos suelen sufrir autólisis y metabolismo endógeno. Inevitablemente, estos procesos de degradación generan emisiones de gases olorosos.

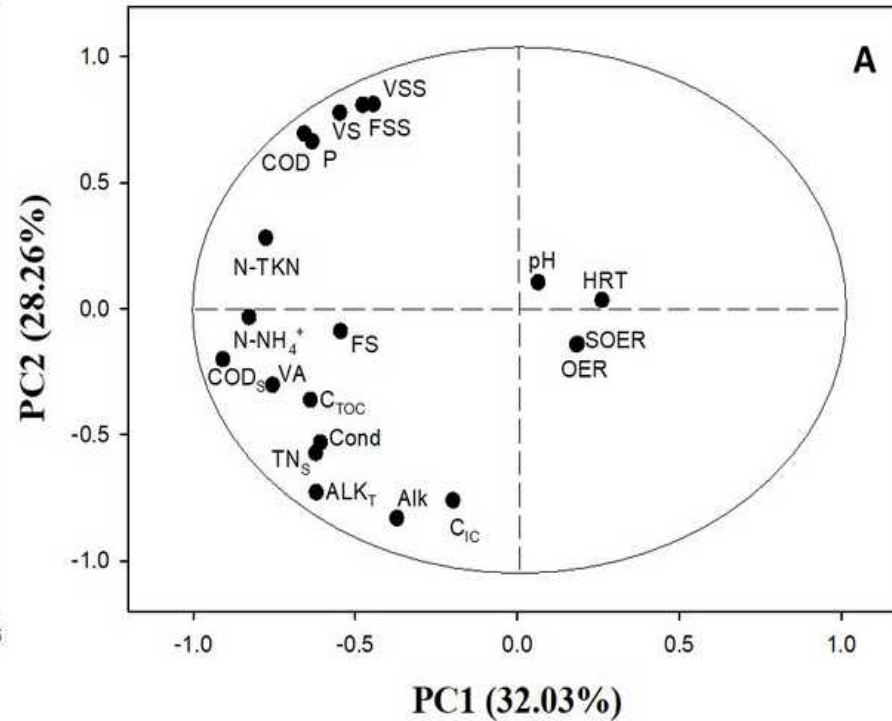
La fosa séptica (ST) presentó valores de 1855 ou_E/g O₂ y 981 ou_E/g para OGI_C y OGI_{CN}, respectivamente,

3. Resultados y Discusión

Extrapolando el análisis de componentes principales (ACP) a las tecnologías extensivas del CENTA:



1. Pretratamiento (I, D, HT)
2. Extensivos anaerobios (ALI, ALII, GW, IMH, ST)
3. Extensivos aerobios (RAB, FL, ML, FFW, GWP y BW)
4. Fangos Activados (intensivo)



1. Materia orgánica
2. Variables odoríferas
3. TRH
4. S. Suspensión, DQO y P.

- ✓ Las tecnologías de tratamiento extensivo de aguas residuales evaluadas en CENTA alcanzaron una **elevada eficacia en la eliminación de materia orgánica y nitrógeno** cuando se combinan en serie y paralelo.
- ✓ En conjunto, **AS genera menos emisión de olor**, aunque suele requerir la gestión posterior de grandes volúmenes de lodos biológicos con un marcado impacto odorífero.
- ✓ Se han definido nuevos **indicadores de olor (OGI)** para comparar las tecnologías evaluadas, lo cual tiene una gran relevancia para la salud pública, el cumplimiento de la normativa, la eficacia del tratamiento y la sostenibilidad medioambiental.
- ✓ El **PCA** fue crucial para establecer relaciones entre las variables significativas habituales implicadas en la emisión de olores, como el pH, la materia orgánica disuelta en las aguas residuales y/o el contenido de nitrógeno.

AGRADECIMIENTOS



*Muchas
gracias por
su atención*



MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

