



Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària

Tratamiento y reutilización de agua en la industria agroalimentaria, sector ganadero y agrícola: retos y oportunidades

Lidia Paredes

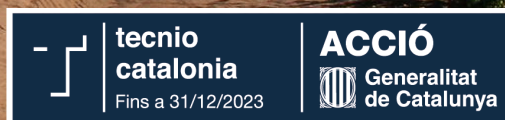
Sergio Ponsá

Centro Tecnológico BETA

www.betatechcenter.com

UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA





**Applied Ecology &
Global Change**



**Sustainability
Accounting and
Optimization**



**Environmental
Technologies & Circular
Bioeconomy**



**Soil & Nutrient
Management**



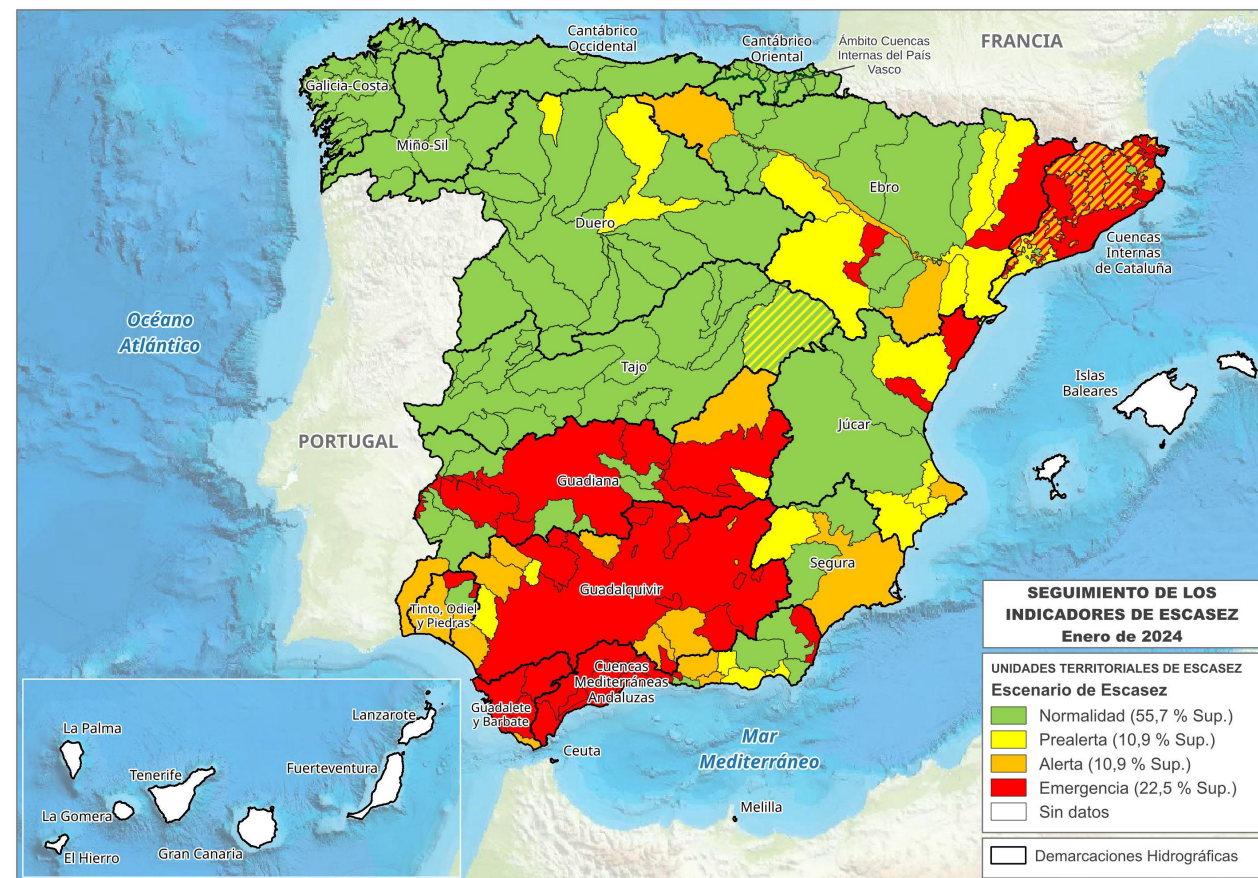
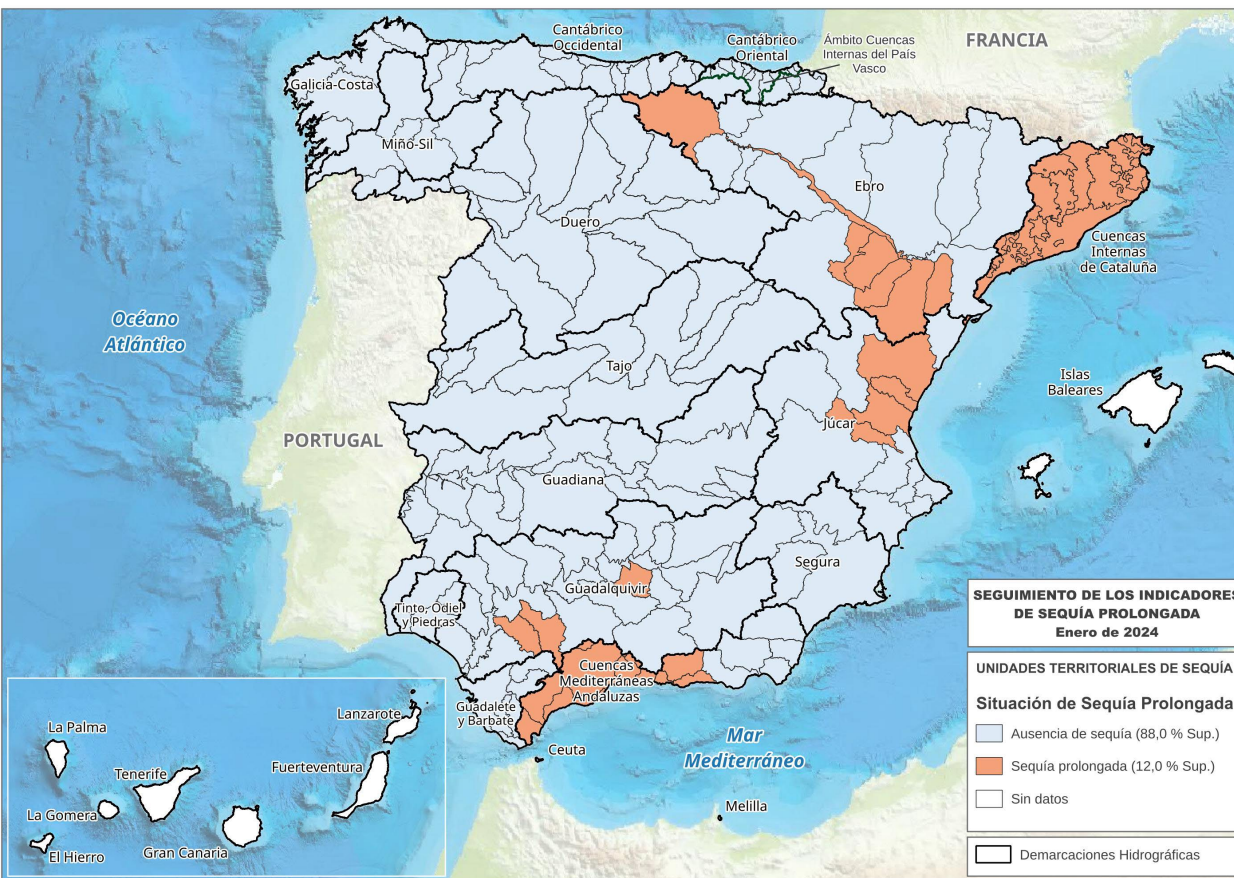
**Governance for
Sustainability**

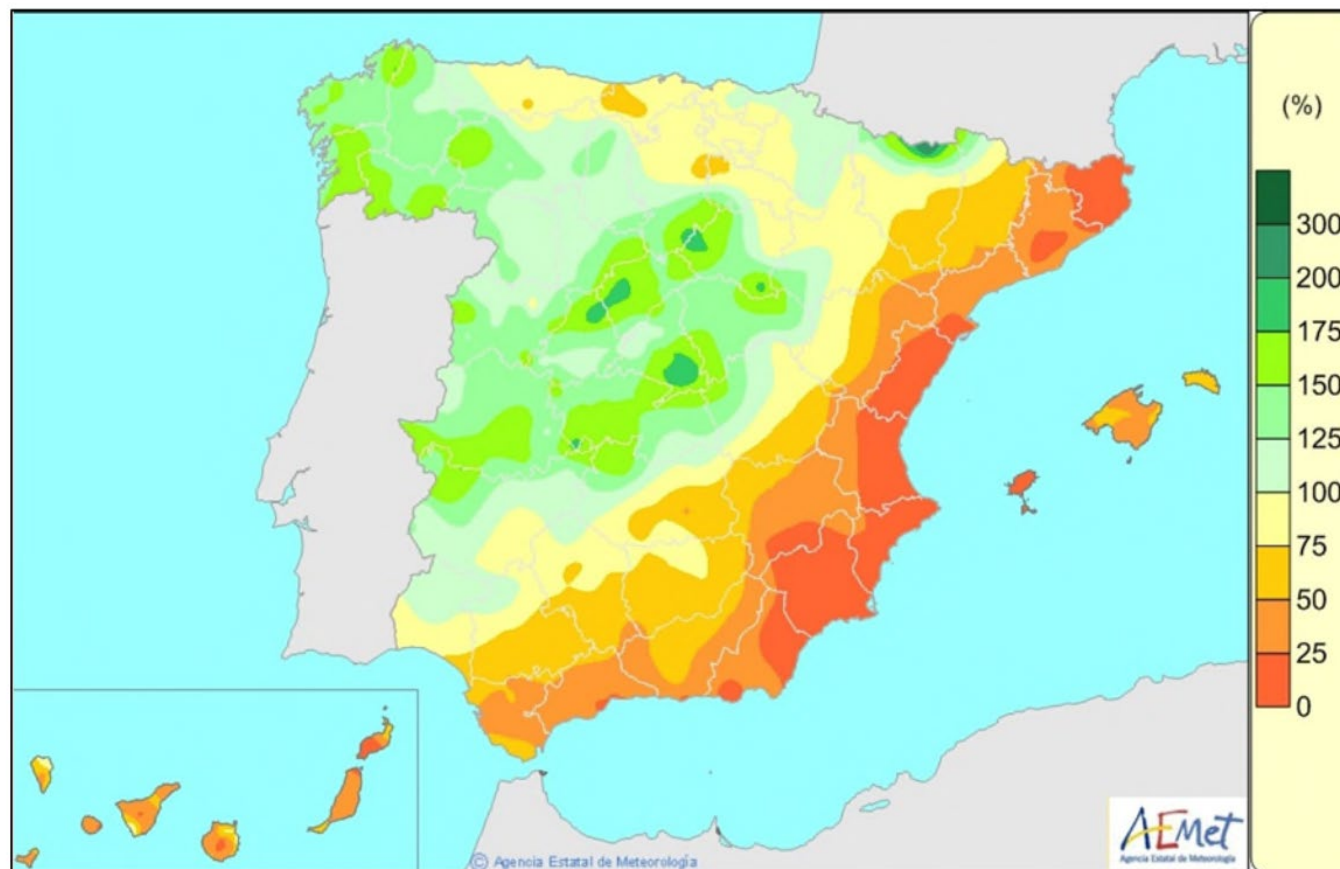
5 **Ámbitos de trabajo**

“Las grandes cosas nunca las hace una sola persona, las hace un equipo de personas”

Steve Jobs

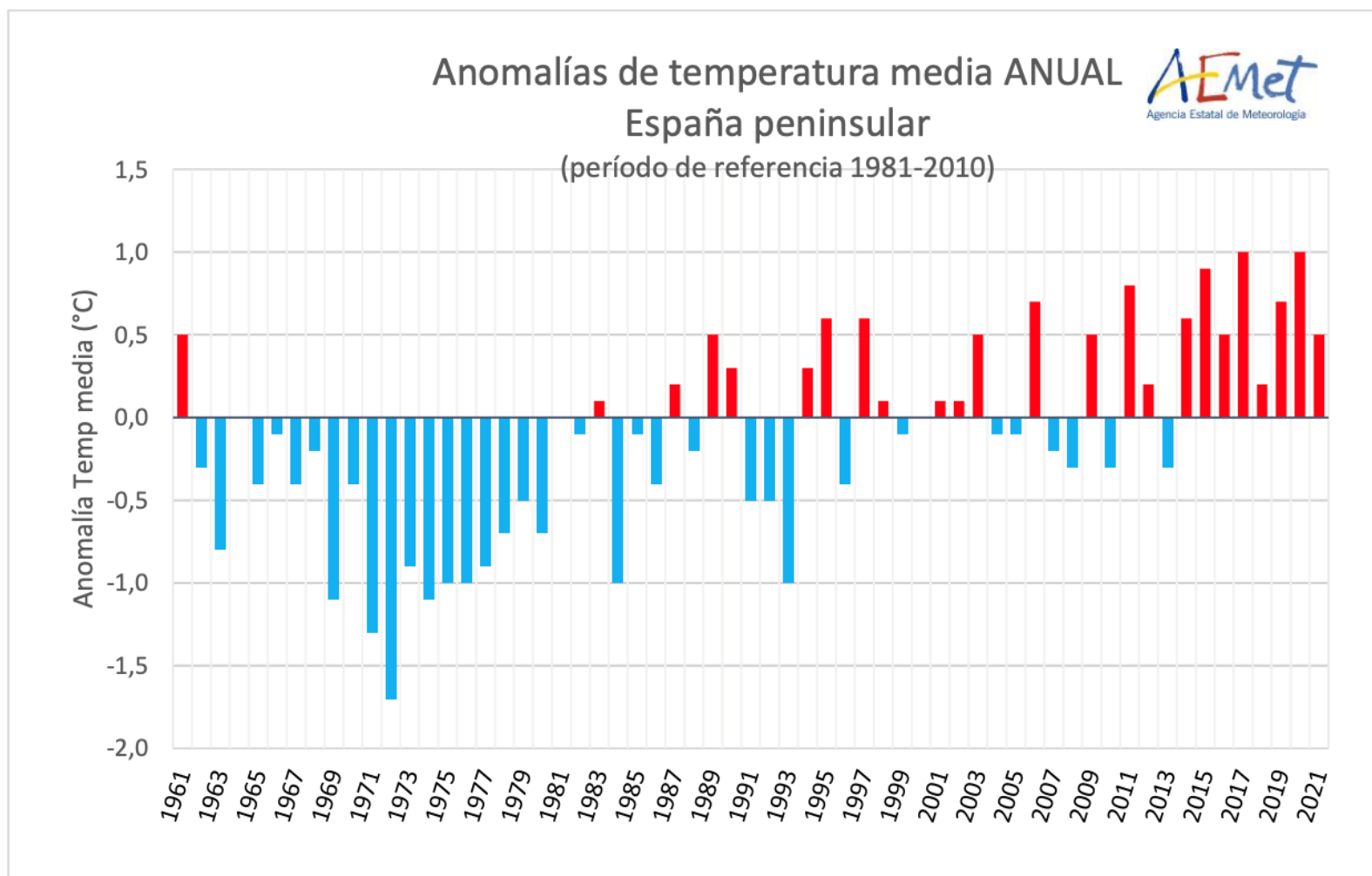






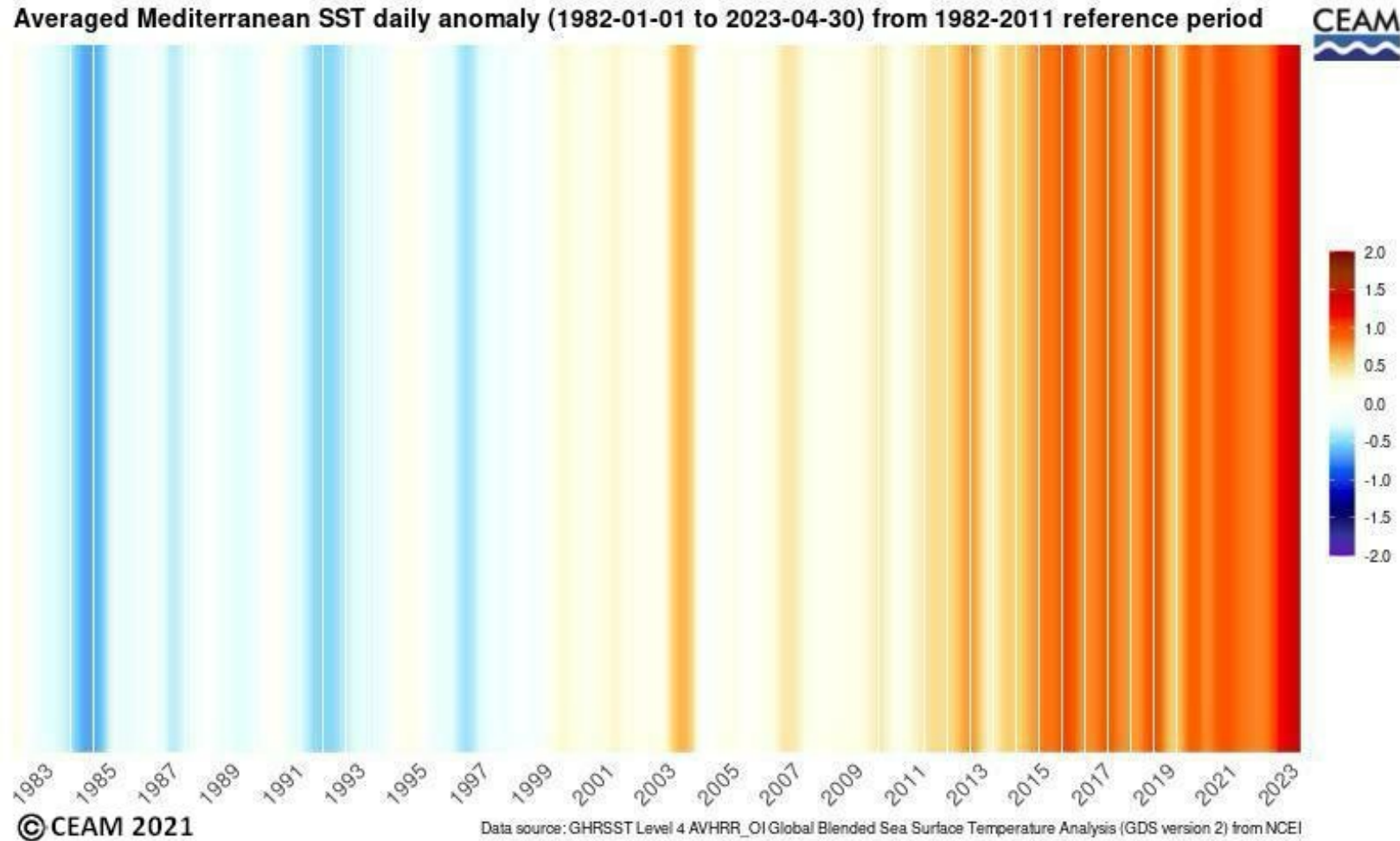
Mapa 4. Porcentaje de precipitación acumulada en el presente año hidrológico (1 de octubre de 2023 a 31 de enero de 2024) en relación con los valores medios del mismo periodo de la serie de referencia 1991-2020. Fuente: AEMET

Fuente: AEMET (2024)



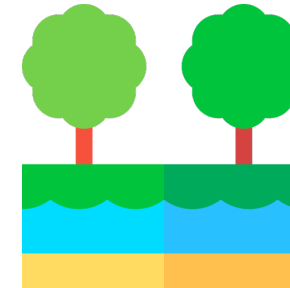
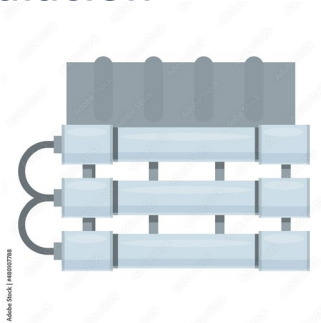
Fuente: AEMET (2022)

Serie de temperatura media anual en la España peninsular desde 1961





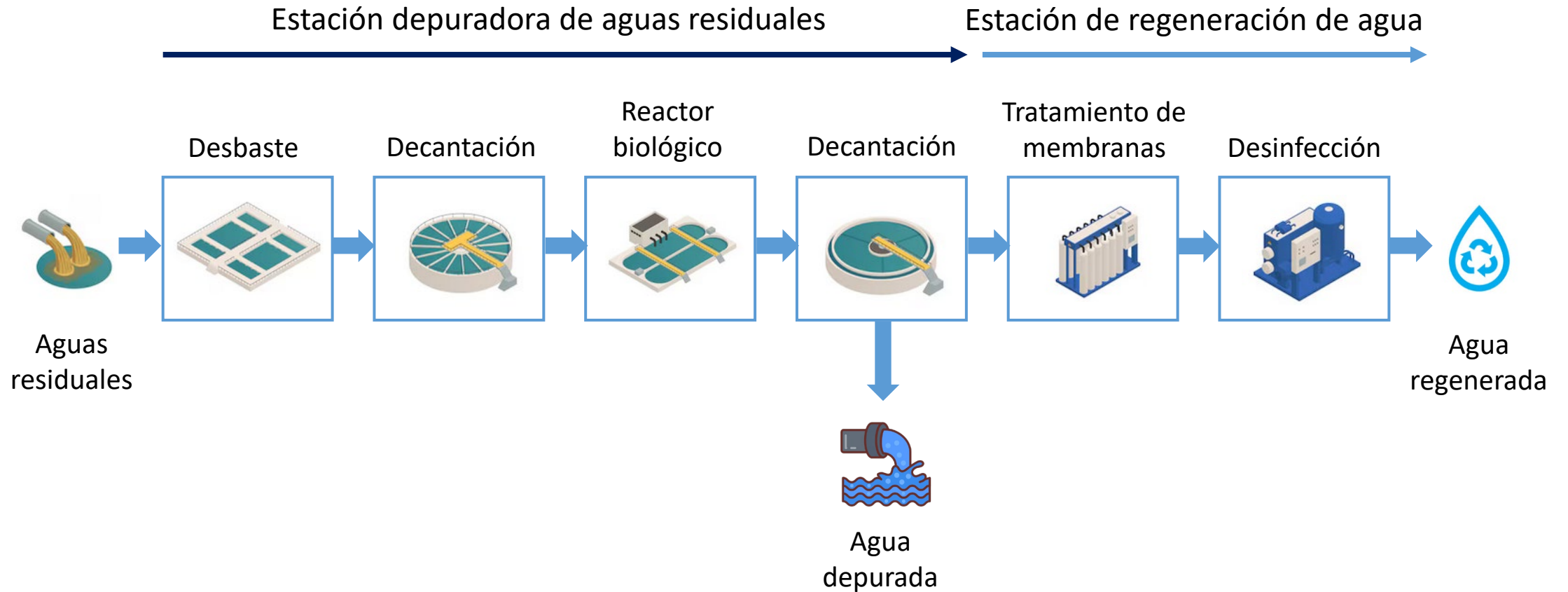
Desalación

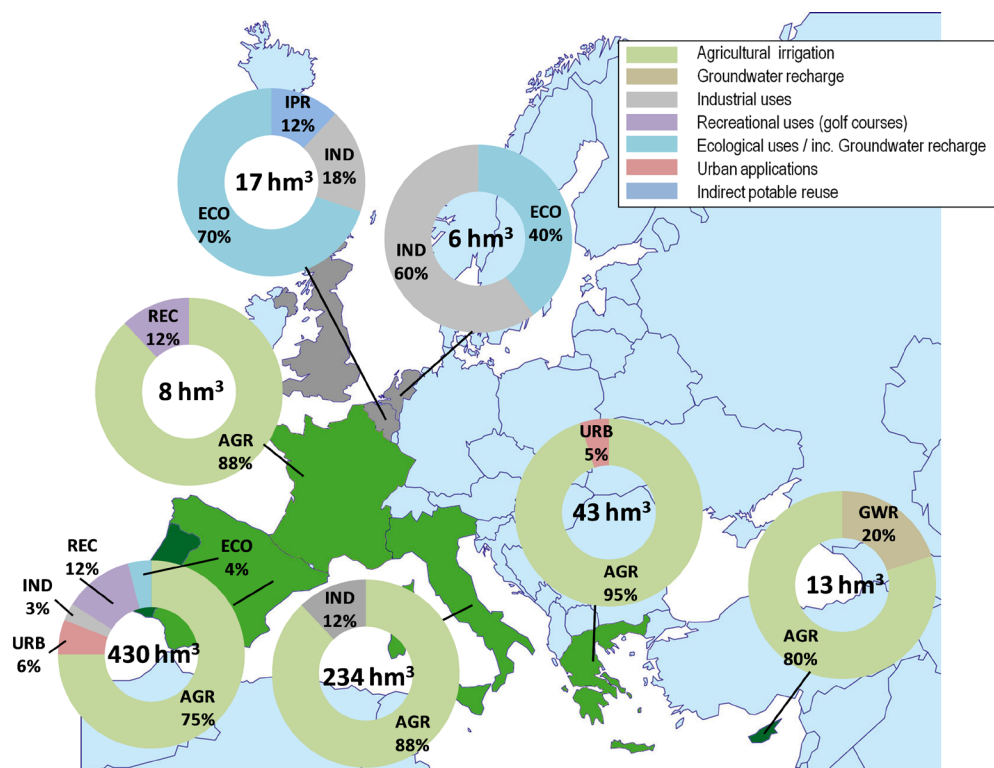


Acuíferos, incluyendo
acuíferos
contaminados y/o no
accesibles

Agua de lluvia







Fuente: DEMOWARE project (2017)

UE
EU 2020/741



España
RD 1620/2007(*)



Italia
152/2006

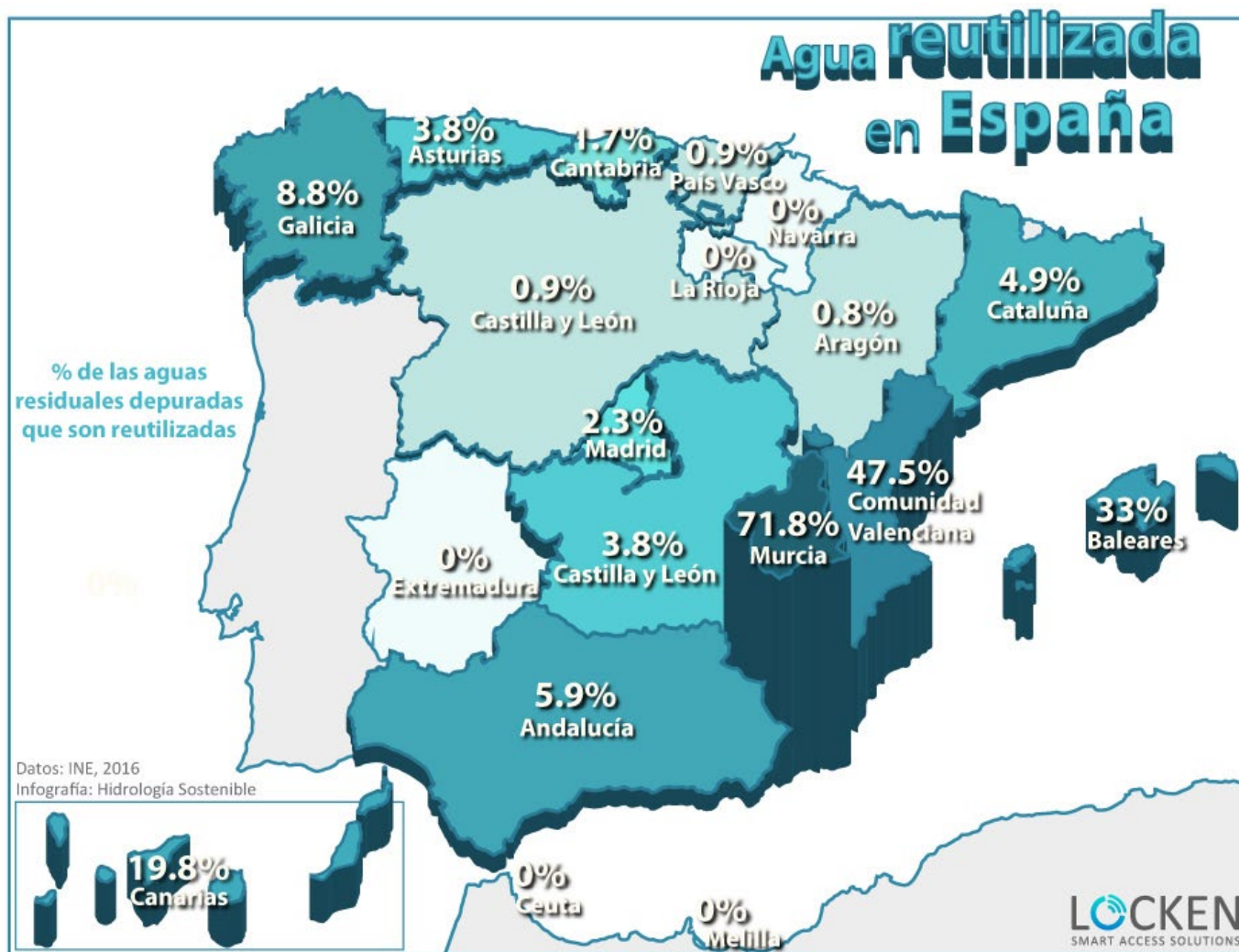


Portugal
DL 119/2019



Francia
2023-835, 2024-33





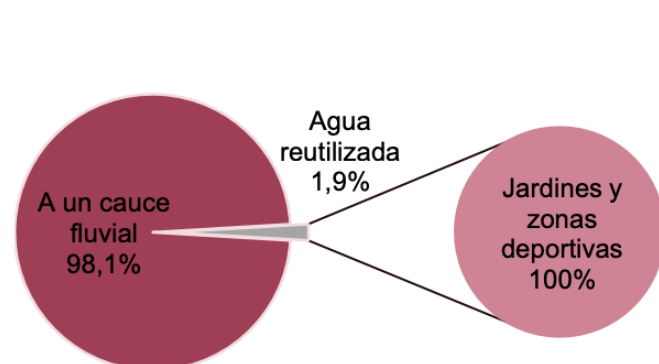
Fuente: IAGUA (2019)

Recogida y tratamiento de las aguas residuales.

	Aragón	España
Volumen de aguas residuales tratadas (m3/día)	533.675	13.361.642
Volumen total de agua reutilizada (m3/día)	10.043	1.457.620
Volumen de lodos generados en el tratamiento de aguas residuales (toneladas de materia seca/año)	36.243	1.148.222

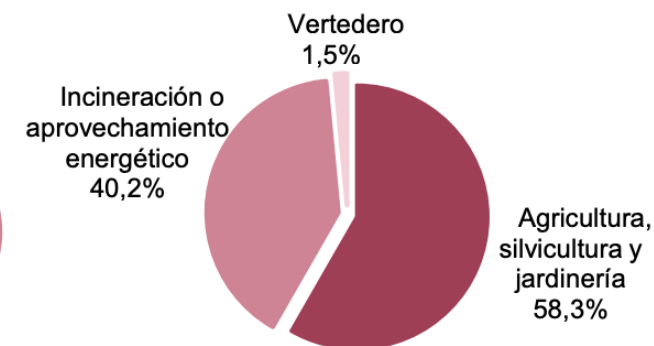
Destino de las aguas residuales tratadas. Aragón.

Unidad: porcentaje.

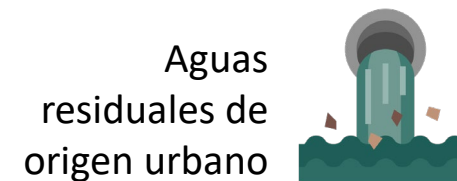



Destino de los lodos generados. Aragón.

Unidad: porcentaje.








Fuente: Instituto Aragonés de Estadística (2022)



Uso previsto 	Valor máximo admisible (Reglamento 2020/741)				
	<i>E. coli</i> (UFC/100 mL)	DBO ₅ (mg/L)	SST (mg/L)	Turbidez (NTU)	Otros criterios
Calidad A	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	<i>Legionella spp.</i> : < 1000 UFC/L
Calidad B	≤ 100	Directiva 91/271/EEC	Directiva 91/271/EEC	-	
Calidad C	≤ 1000			-	Nemátodos intestinales: ≤ 1/L
Calidad D	≤ 10000			-	

(A) Contacto directo con alimentos crudos; (B) Contacto no directo con alimentos crudos; (C) Contacto no directo con alimentos crudos para riego por goteo; (D) Cultivos destinados a industria o energía

Usos previstos (Real Decreto 1620/2007)	Valor máximo admisible
1. Urbanos Calidad 1.1 Residencial Calidad 1.2 Servicios 	
2. Agrícolas Calidad 2.1. Riego de cultivos en contacto directo Calidad 2.2. Riego de productos que no se consumen frescos Calidad 2.3. Riego de cultivos leñosos 	Nemátodos intestinales <i>Escherichia coli</i> Sólidos en suspensión Turbidez <i>Legionella spp.</i> <i>Salmonella</i> <i>Otros contaminantes definidos en la autorización de vertido</i>
3. Industriales Calidad 3.1. a) c) Aguas de proceso y limpieza; b) Otros usos Calidad 3.2. Torres de refrigeración y condensadores evaporativos 	
4. Recreativos Calidad 4.1. Riego de campos de golf Calidad 4.2. Masas de agua sin acceso público 	
5. Ambientales Calidad 5.1. Recarga de acuíferos por percolación Calidad 5.2. Recarga de acuíferos por inyección directa Calidad 5.3. Riego de bosques y zonas verdes sin acceso público Calidad 5.4. Otros usos industriales 	

Aguas residuales de origen urbano y/o industrial



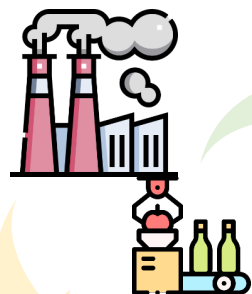
Real Decreto-Ley 4/2023

Adaptación al Reglamento 2020/741



Proyecto de RD sobre el reglamento de reutilización de agua (noviembre 2023)





1º sector manufacturero en la UE

- Empleados: 4,6 M
- Valor añadido: 230 b€
- Volumen de negocio: 1,1 t€



56% del agua consumida en industrias



Consumo de **28,4 Mt/año** de petróleo equivalente

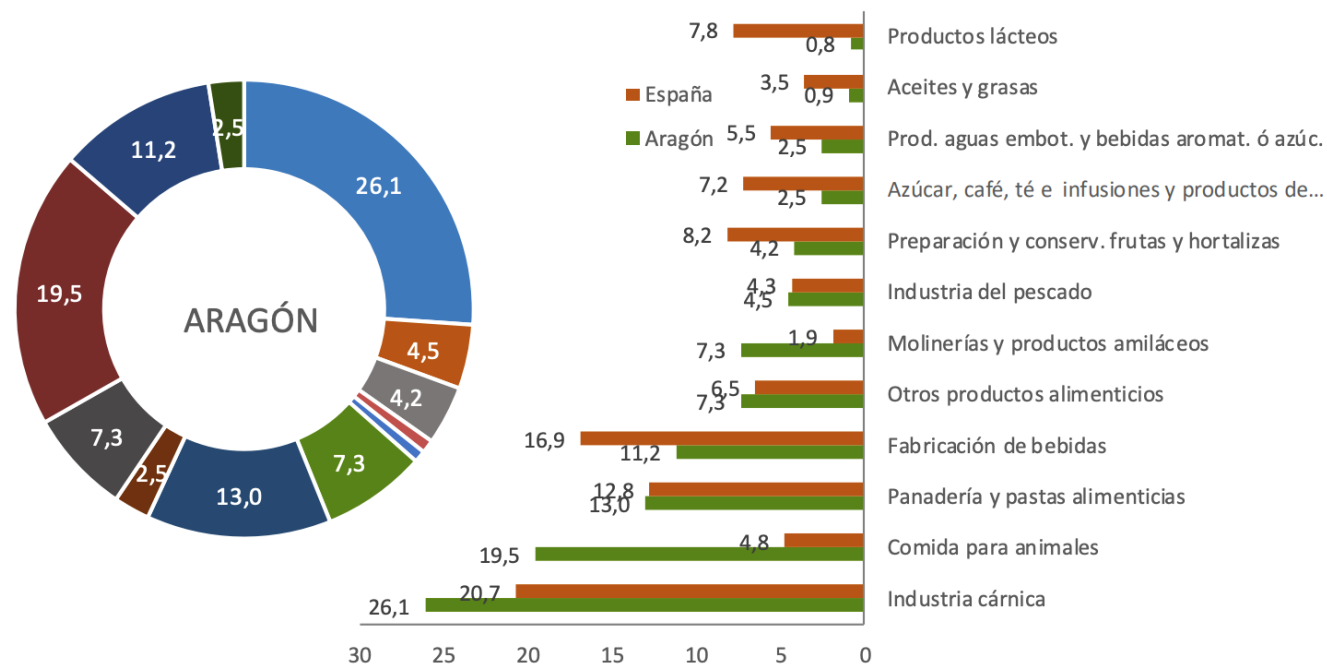


Generación de **30,6 Mt/año** de residuos sólidos

Sector agroalimentario en Aragón

■ Gráfico 1

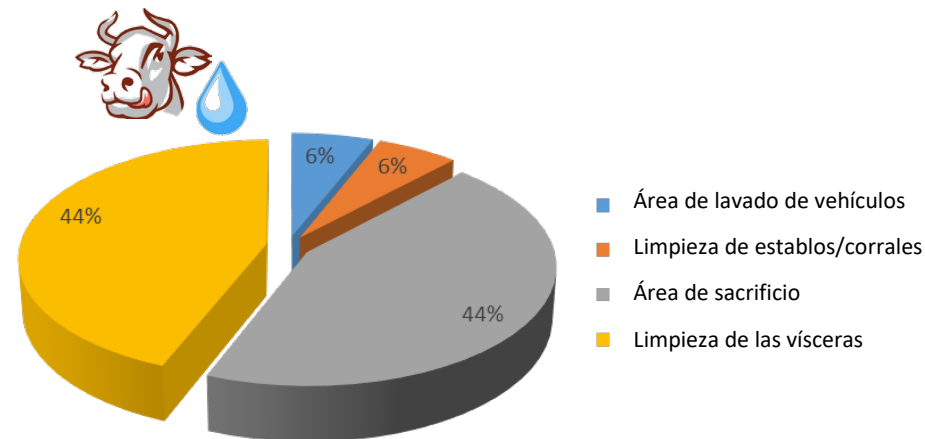
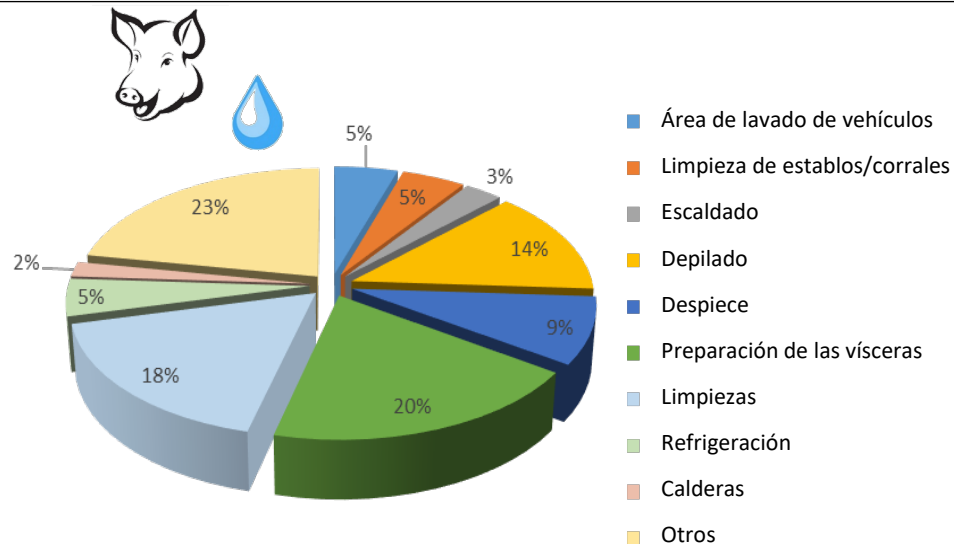
Valor añadido bruto de la agroindustria según tipo de actividad
Peso sobre el total (%). Aragón y España. Año 2018






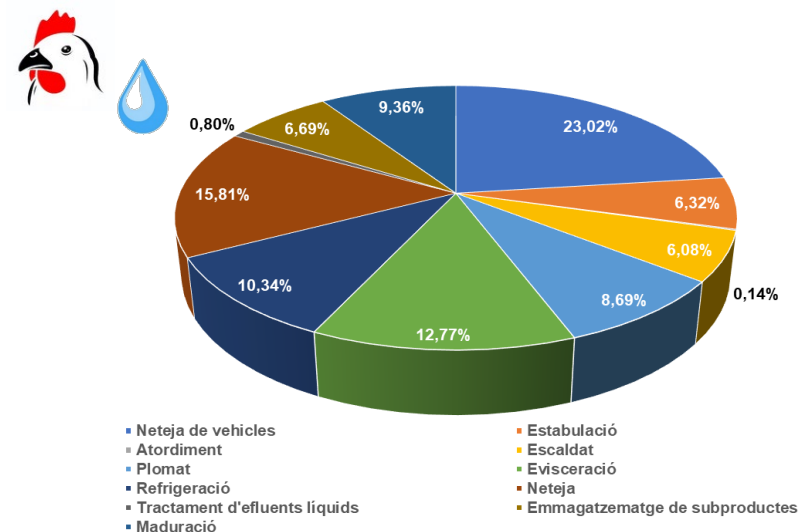
Fuente: IAEST e INE.

ENCUESTA ANUAL CENSAL DE SACRIFICIO DE GANADO EN MATADEROS 2022							
DESAGREGACION PROVINCIAL DEL NUMERO DE CABEZAS SACRIFICADAS, POR ESPECIES							
PROVINCIAS Y CC.AA.	BOVINO	OVINO	CAPRINO	PORCINO	EQUINO	AVES (en miles)	CONEJOS (en miles)
HUESCA	117.332	441.147	18.188	4.399.154	DC (1)	DC (1)	0
TERUEL	DC (1)	84.253	1.782	790.287	0	DC (1)	DC (2)
ZARAGOZA	DC (1)	380.350	4.419	5.608.658	DC (4)	DC (1)	0
ARAG3N	146.199	905.750	24.389	10.798.099	DC (4)	2.730	DC (2)
BARCELONA	287.322	632.323	56.417	9.865.923	DC (1)	51.910	DC (2)
GERONA	149.439	176.351	8.269	11.175.983	252	14.413	DC (1)
L3RIDA	DC (2)	155.664	6.505	2.337.818	189	96.889	1.502
TARRAGONA	DC (1)	103.748	5.278	5.124	DC (1)	33.943	3.555
CATALUÑA	511.771	1.068.086	76.469	23.384.848	1.390	197.156	6.267

Fuente: MAPA 2022



 10.798.099 cabezas
250-500 L
 146.199 cabezas
750-1000 L
 2.730.000 cabezas
10-120 L



Fuente: BAT Reference Document for the Food, Drink and Milk Industries (2019)



Industria láctea



Consumos típicos de agua para la producción de:

- Leche comercial: 0,3-12,6 L/kg
- Queso: 0,2-4,9 L/kg

Actividad principal de consumo: CIP, pasteurización y limpiezas interiores



Industria del aceite



Consumos típicos de agua para la producción de:

2,2-10,3 L/kg de aceite producido

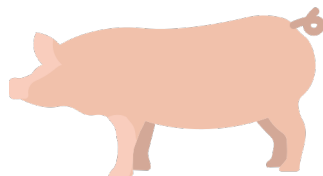
Actividad principal de consumo: Procesamiento de las olivas



200 L/ kg



5060 L/kg



5990 L/kg



15400 L/kg



Industria vitivinícola



Consumos típicos de agua para la producción de:

2-8 L/L de vino

Actividades principales de consumo:

Limpieza de equipos e instalaciones y sistemas de refrigeración



💧 30 L/día y cabeza (vacuno de carne) (bebida, limpieza)

💧💧💧 90 L/día y cabeza (porcino) (bebida, limpieza, refrigeración)

💧💧💧 120 L/día y cabeza (vacuno de leche) (bebida, limpieza diaria)

↓ 30% estado de excepcionalidad

↓ 50% estado de emergencia



GRANGES

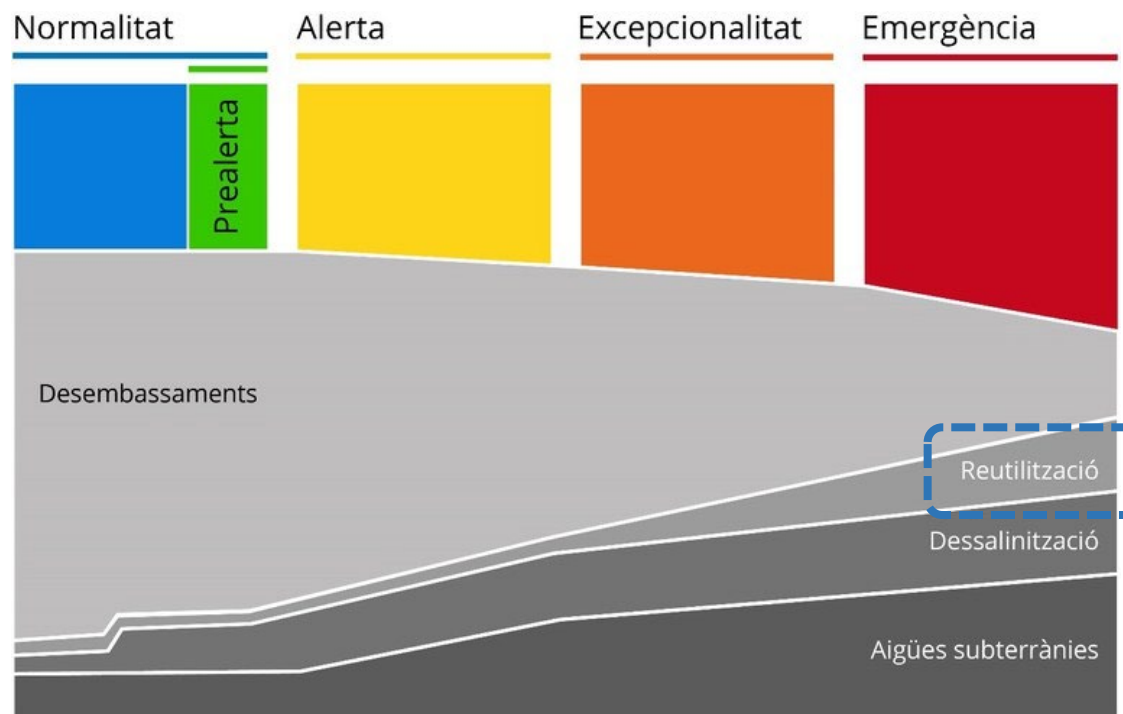
L'ús d'aigua procedent de la xarxa d'abastament d'aigua potable queda limitat a les quantitats necessàries per l'abeurament i neteja dels animals, així com per a la neteja del recinte. Per aquest darrer ús cal utilitzar només les quantitats imprescindibles per mantenir les condicions sanitàries i només en cas que no es disposi d'una font alternativa i exclusivament mitjançant sistemes de neteja a pressió o altres d'eficàcia equivalent.



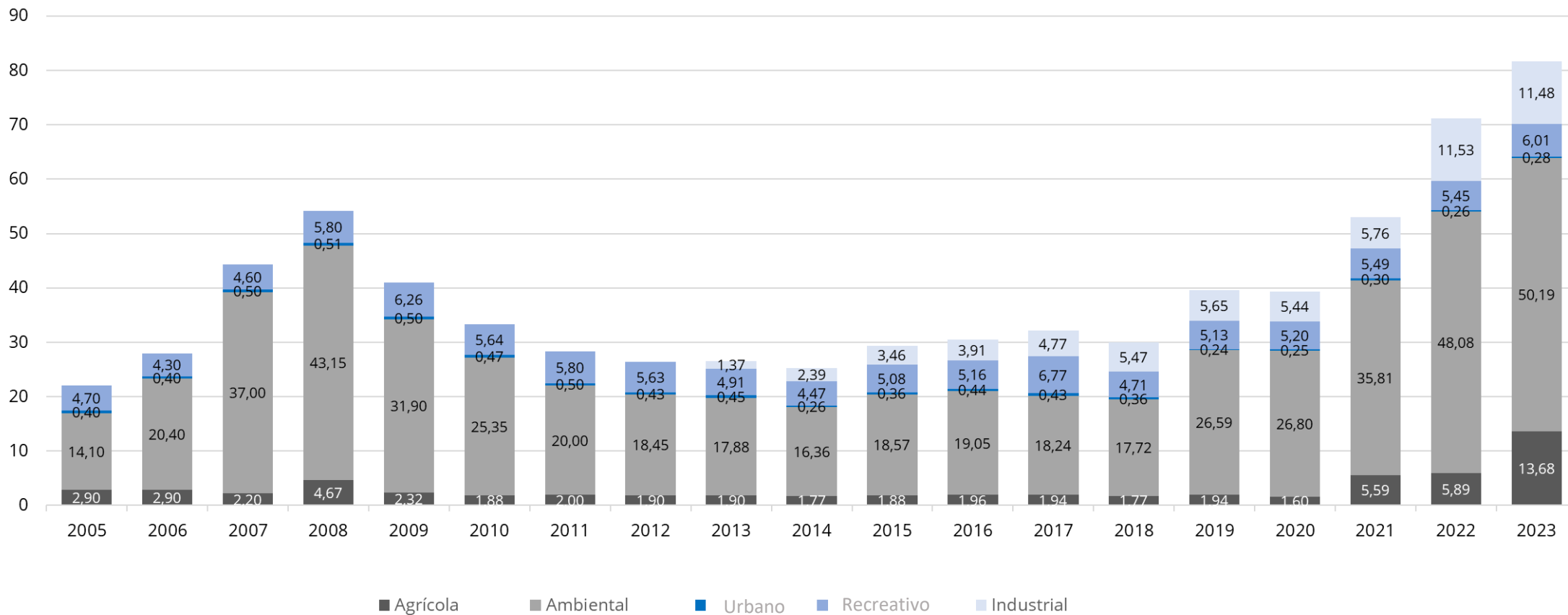


Agència Catalana
de l'Aigua

Plan de sequía actual



Tipus d'ús	Alerta	Excepcionalitat	Emergència
Reg agrícola	25%	40%	80%
Usos ramaders	10%	30%	50%
Usos industrials	5%	15%	25%
Usos recreatius que impliquin el reg	30%	50%	Prohibit
Altres usos recreatius	5%	15%	25%



Fuente: Agencia Catalana del Agua (2024)



Optimización de tecnologías para el tratamiento de las aguas residuales del sector agroalimentario para su reutilización, reducción de costes y consumos.



Validación de la calidad del agua recuperada (parámetros fisicoquímicos, patógenos, contaminantes emergentes...)



Evaluación del riesgo asociado a la reutilización del agua recuperada en función del uso/aplicación posterior



Identificación de las barreras legales referentes a la reutilización del agua en industrias agroalimentarias y agricultura

- La **reutilización** del agua regenerada es una opción que permite **reducir el consumo de agua dulce** y reservarla para usos que requieren de la calidad de agua potable.
- La reutilización de **aguas residuales** (especialmente urbanas) **regeneradas** puede suponer una gran oportunidad para los cultivos de **irrigación**.
- El disponer de un **marco regulatorio** y de los **procedimientos administrativos** adecuados para la tramitación y validación de los sistemas de reutilización, **facilitará e incentivará la implementación de sistemas de regeneración**.
- El **sector agroalimentario** merece una **atención especial**, tanto a nivel de restricciones y planes estratégicos como de procesos administrativos.
- Disponer de **guías técnicas**, de información de casos prácticos, de protocolos de evaluación de riesgo, etc, facilitará la adopción de las nuevas tecnologías y **procesos de regeneración de agua** de manera adecuada, más segura y más rápida.
- Los usos actuales del agua regenerada está limitados a actividades muy concretas y en algunos casos, vinculados al origen del agua y no a la calidad final. La **tecnologías actuales** pueden permitir llegar a calidades de agua muy elevadas y permitir usos **más ambiciosos**.



Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària

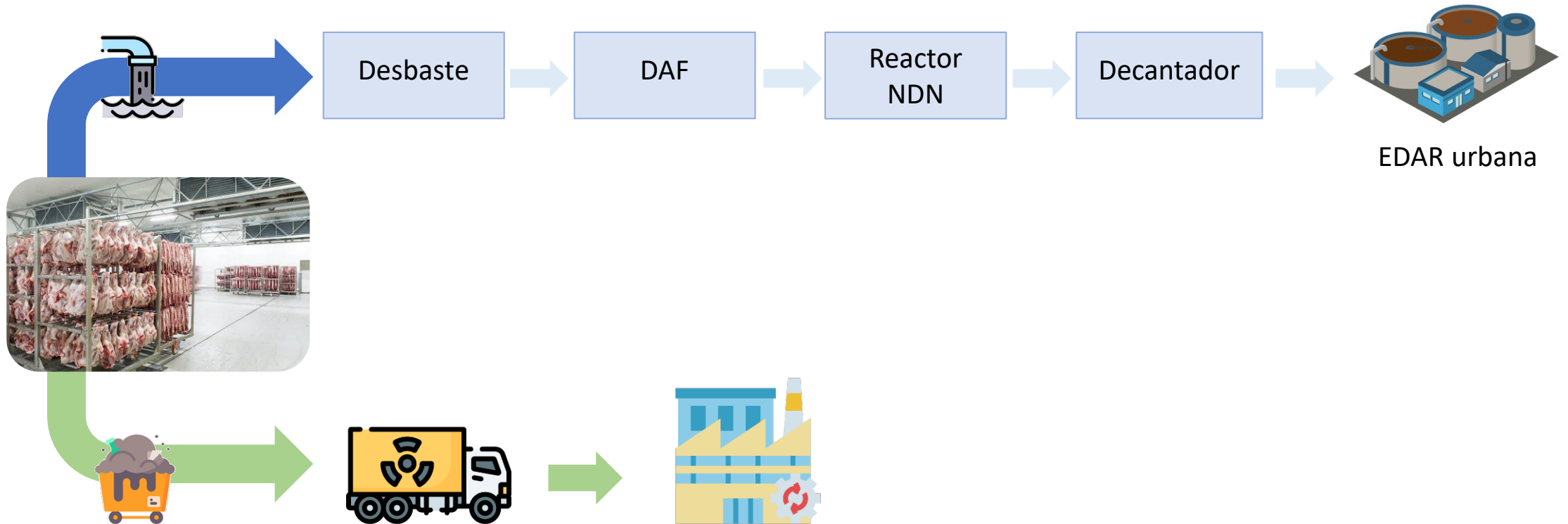
Ejemplos prácticos

- Industrias de procesamiento cárnico y mataderos
- Granjas

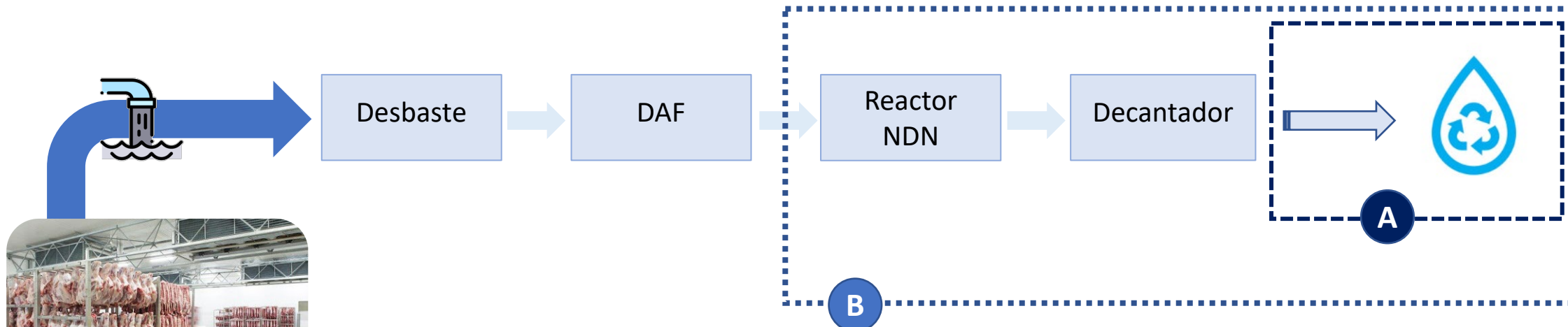
UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA

Tratamiento de las aguas residuales en la industria cárnica



Recuperación de agua con potencial de ser reutilizada en la industria cárnica



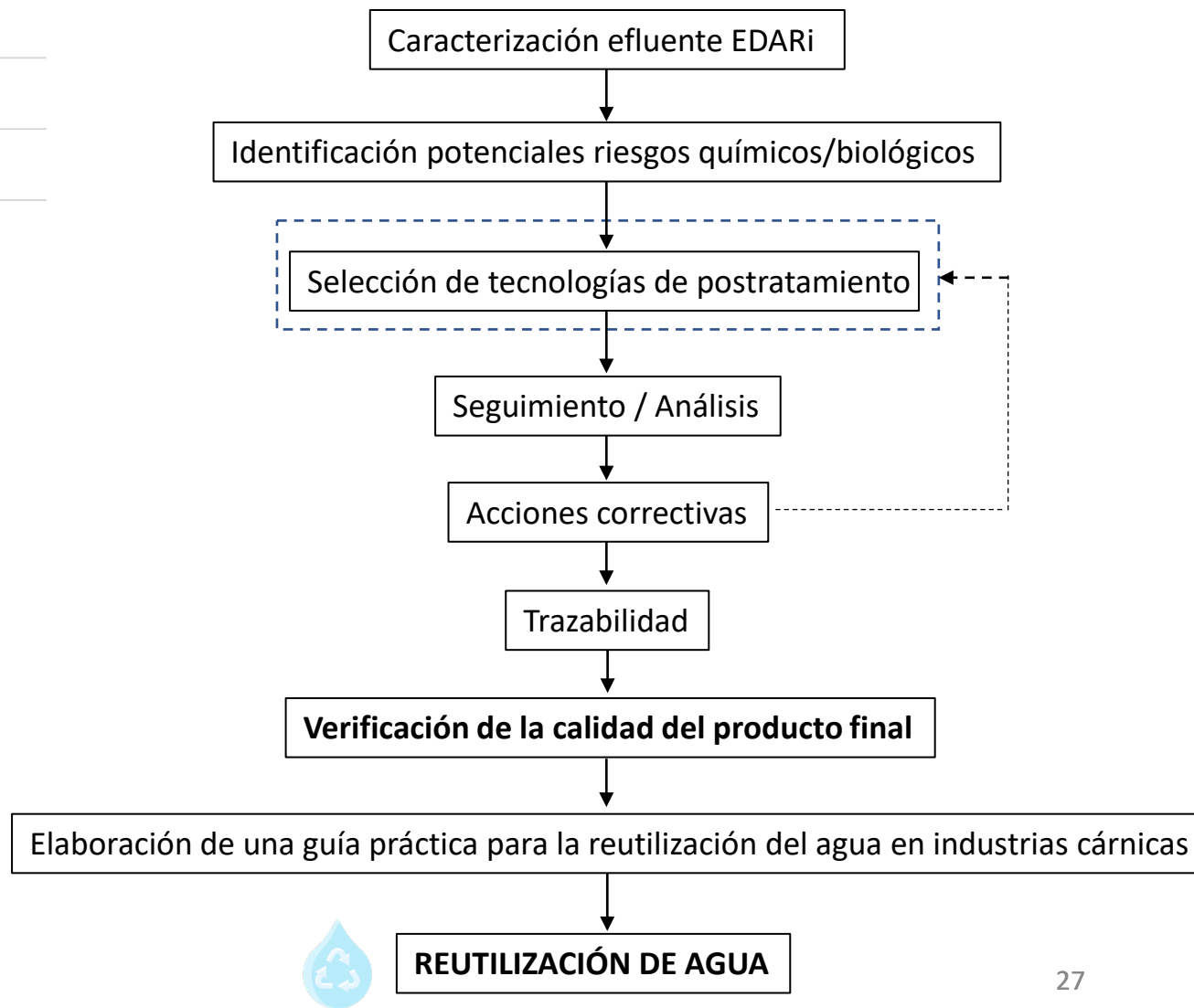


Grupo Operativo (DACC)


10/06/2022 - 30/06/2024


173.750,62 €

Coordinador: INNOVACC



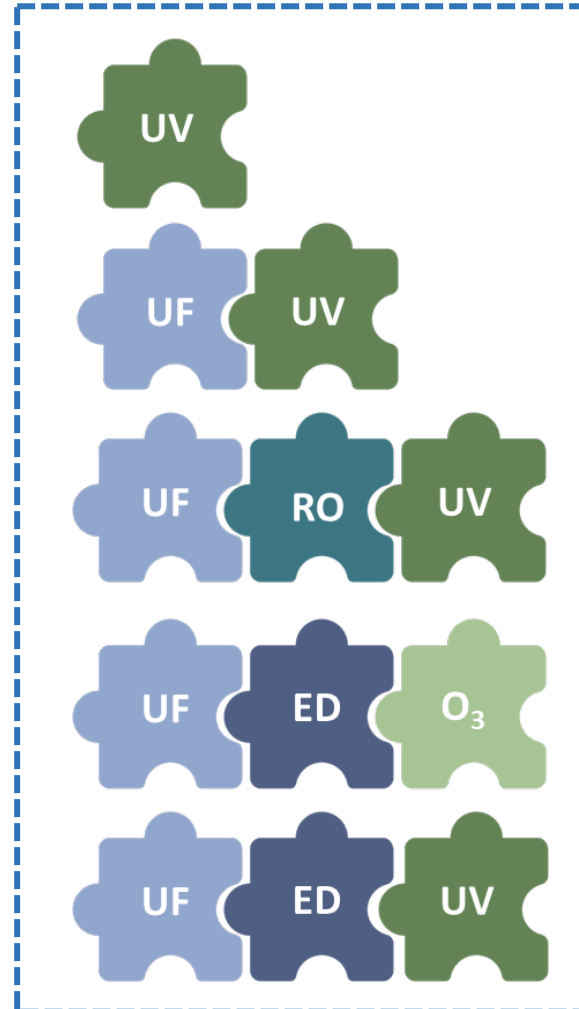
Efluente EDARi

-  *Escherichia coli*
- Nemátodos intestinales
- Legionella spp*
- Salmonella*
- Enterobacterias
- Listeria
- Triquina

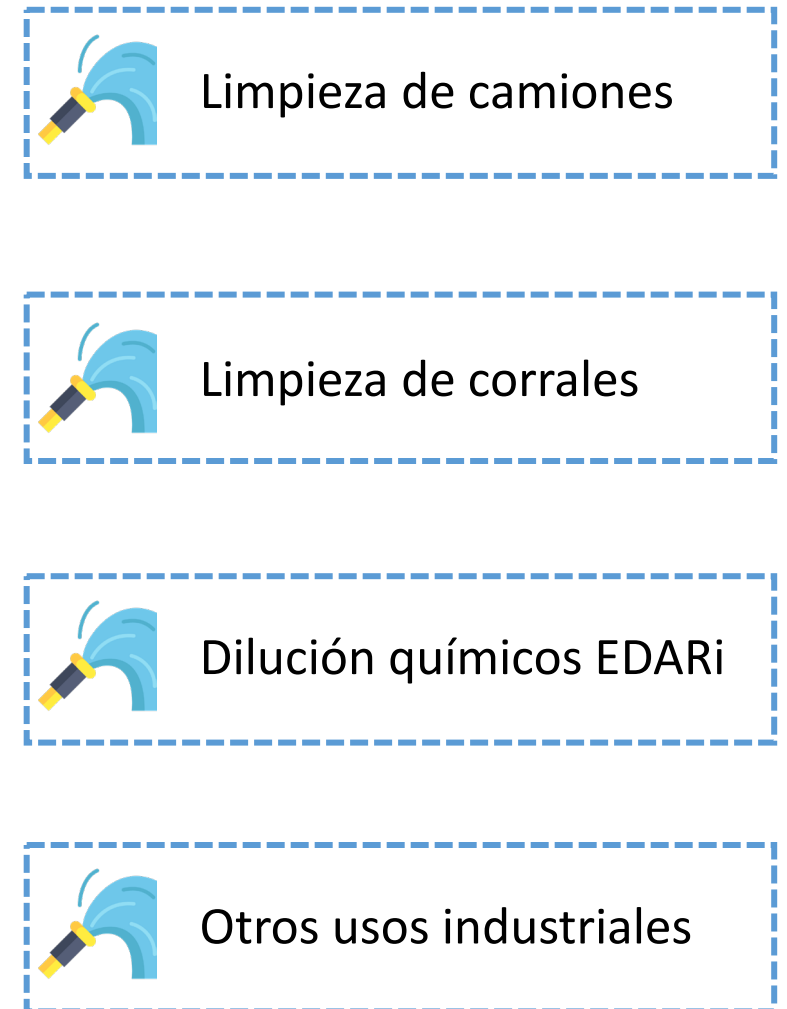
-  24 antibióticos y fármacos de origen veterinario

- ARGs- Tetraciclinas
- ARGs- Fluoroquinolonas
- ARGs -Sulfamidas
- ARGs- β -lactámicos
- ARGs- Macrólidos
- ARGs- Colistina

Trenes de tratamiento



Potencial reutilización de agua

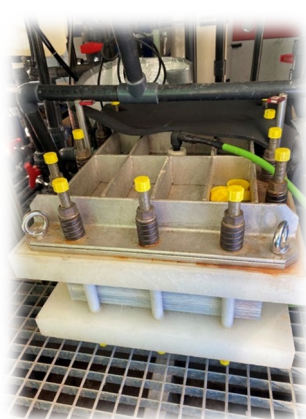


Tecnologías propuestas para la recuperación de agua de alta calidad a partir de los efluentes de EDARi

TECNOLOGÍAS DE MEMBRANA



Ultrafiltración



Ósmosis Inversa

Electrodialisis



PROCESOS DE OXIDACIÓN AVANZADA



Ozonización



UV





H2020. CE-SPIRE-07-2020. Preserving fresh water: recycling industrial waters industry

01/11/2020 - 31/10/2024

9.429.670 €

18 socios, coordinador (AGENSO)

NEXO agua - residuo - energía

Optimizar el consumo de agua en la industria alimentaria

Tecnologías innovadoras

Inteligencia Artificial

Tratamiento y valorización de residuos sólidos

Recuperación de energía y productos de alto valor añadido

Ahorro de costes y procesos más sostenibles

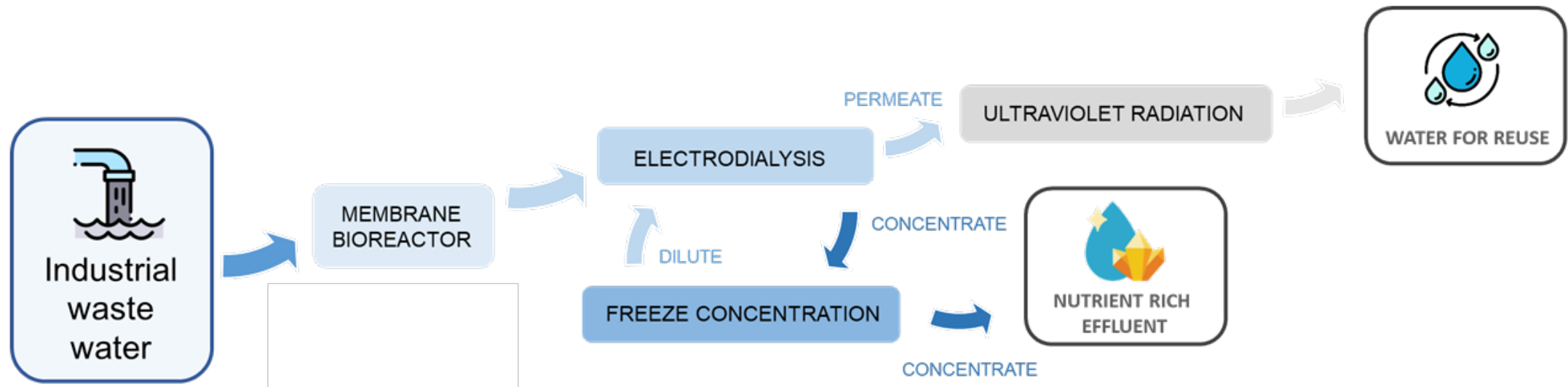
4 casos de demostración





Caracterización del agua residual

λ (mS/cm)	DQO (g/L)	N-NH ₄ ⁺ (mg/L)	SST (g/L)
2,7 - 6,2	1,2 - 7,1	54 - 201	0,3 - 1,8



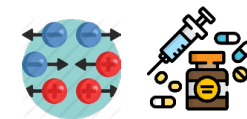


Biorreactor con membrana sumergida de UF

TN



Electrodialisis



Sistema UV





Calidad del agua recuperada

Sólidos en suspensión (mg/L)	< 0,5
Turbidez (NTU)	1
DQO (mg/L)	84 ± 1
Amonio (mg N-NH ₄ ⁺ /L)	< 0,1
Nitrato (mg N-NO ₃ ⁻ /L)	12 ± 1
Fósforo total (mg PT/L)	17,7 ± 0,2

Nemátodos intestinales	0/10 L
<i>Escherichia coli</i>	< 100 UFC/100 mL
Salmonella	No detectado en 25 mL
<i>Legionella spp.</i>	< 100 UFC/L

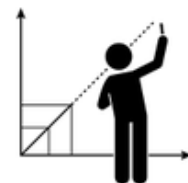


RD 1620/2007

Uso previsto	Valor máximo admisible (RD 1620/2007)				
	Nemátodos intestinales	<i>Escherichia coli</i>	Sólidos en suspensión	Turbidez	Otros criterios
Aguas de proceso y limpieza en la industria alimentaria	1/10 L	1000 UFC/100 mL	35 mg/L	-	Otros contaminantes (*) <i>Legionella spp.</i> Salmonella
Otros usos industriales	-	10000 UFC/100 mL	35 mg/L	15 NTU	Otros contaminantes (*) <i>Legionella spp.</i>

(*) Otros contaminantes definidos en la autorización de vertido


MAFRICA
500.000 cabezas/año
97.387 m ³ aguas residuales/año




Industria cárnica porcina en Catalunya
22.451.792 cabezas/año
4.372.846 m ³ aguas residuales/año




Potencial reutilización del agua


 Limpieza de camiones

 Limpieza de corrales



Potencial **reutilización** de agua recuperada para **limpieza de camiones y corrales**

 17.530 m³/año (Mafrica)

 787.112 m³/año (Cataluña)



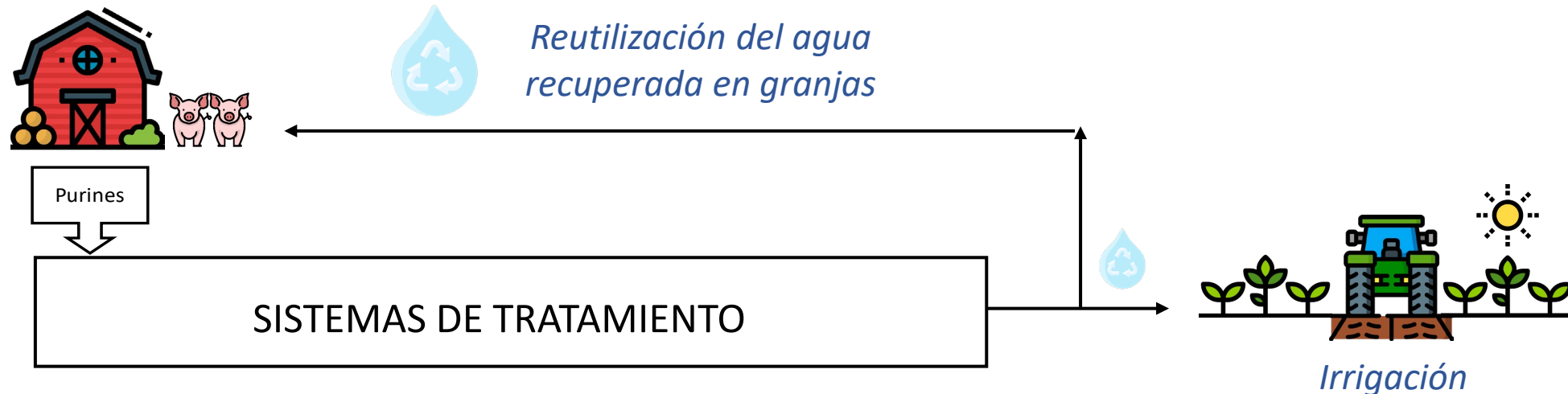
Grupo Operativo (DACC)

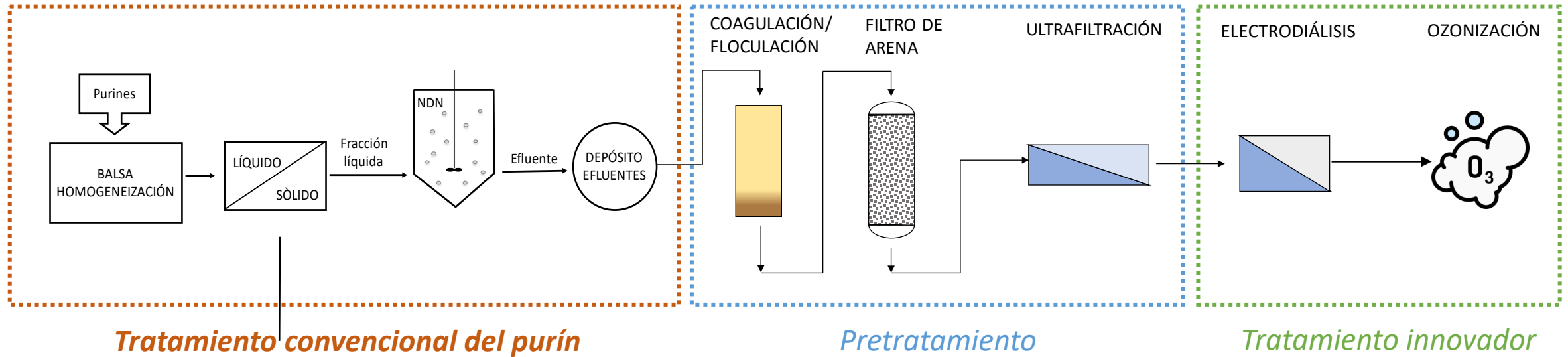
01/11/2019 - 30/09/2021

135.761 €

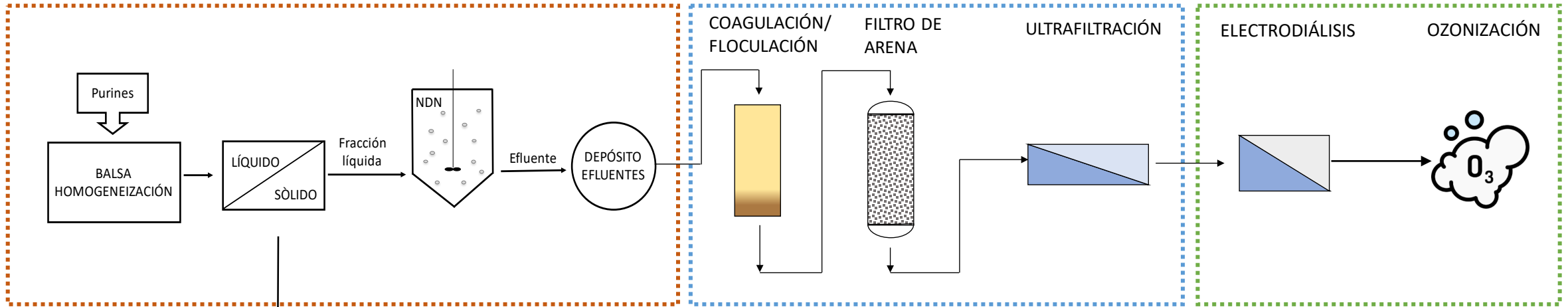
Granges Terragrisa, CT BETA

**Granges
Terragrisa**





Depósito de efluentes

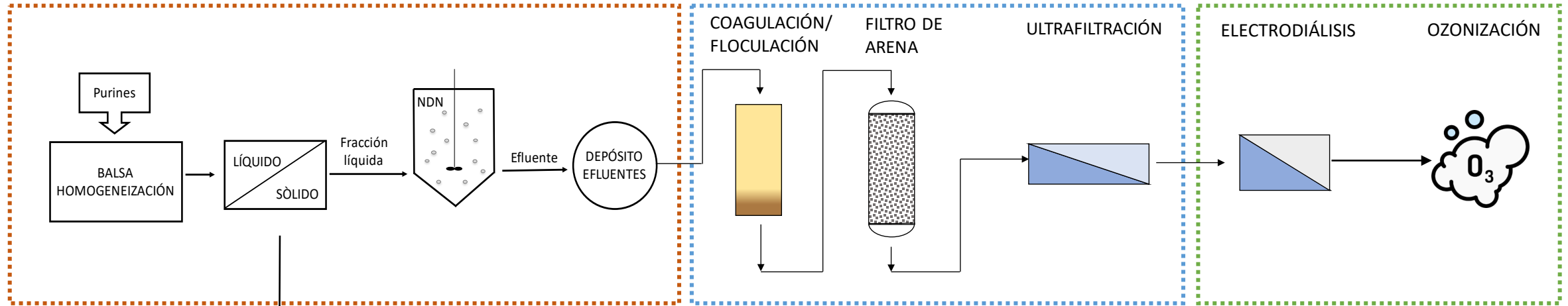


Tratamiento convencional del purín

Pretratamiento

Tratamiento innovador

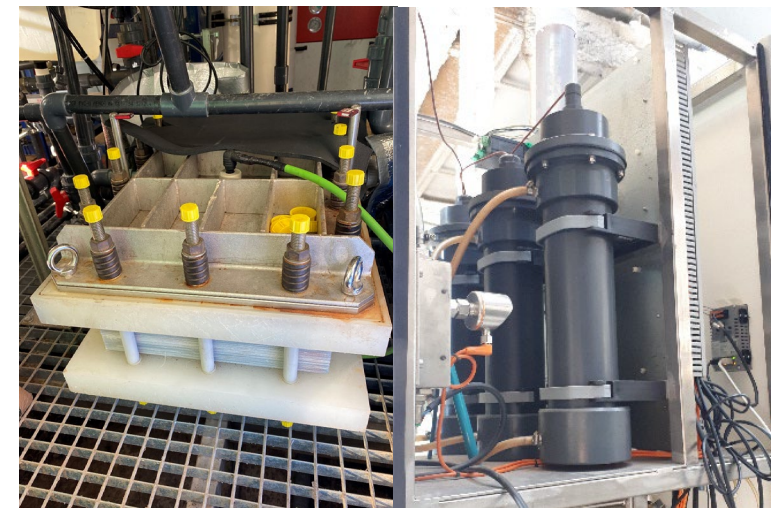




Tratamiento convencional del purín

Pretratamiento

Tratamiento innovador



Recuperación de agua a partir de la fracción líquida del purín: 70-85%



RD 1620/2007
Reglamento 2020/741

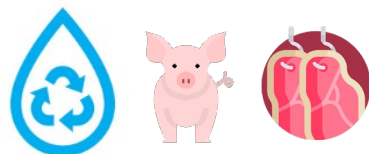


Agua de proceso y limpieza
en la industria e irrigación
en agricultura

Parámetro	Unidad	Agua recuperada	Industria (3.1)	Agricultura (C)
Coliformes totales	UFC/100 mL	3700	-	-
<i>E. coli</i>	UFC/100 mL	180	10000	1000
Enterococcus	UFC/100 mL	0	-	-
Clostridium	UFC/100 mL	0	-	-
Nemátodos intestinales	huevos/L	0	-	1
<i>Legionella spp</i>	UFC/L	< 100	100	< 1000
Sólidos en suspensión	mg/L	< 20	35	35
Turbidez	NTU	< 0,5	15	-
Conductividad	mS/cm	2,4	-	-



“Estrategias para promover la recuperación y reutilización del agua en la producción ganadera y el procesamiento cárnico. **Elaboración y validación de una guía para el asesoramiento en explotaciones ganaderas e industrias de procesamiento cárnico**”



Proyectos europeos



Grupos operativos



Transferència



Actividad demostrativa (DACC)

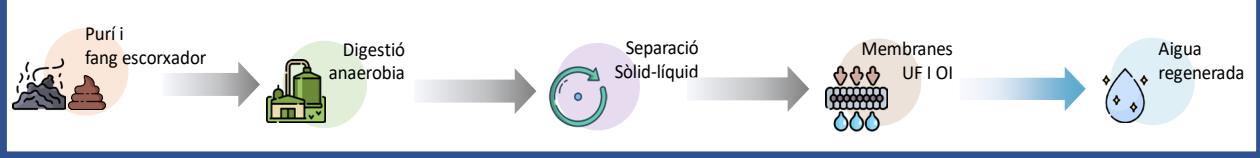
01/07/2022 - 30/09/2024

49.937 €

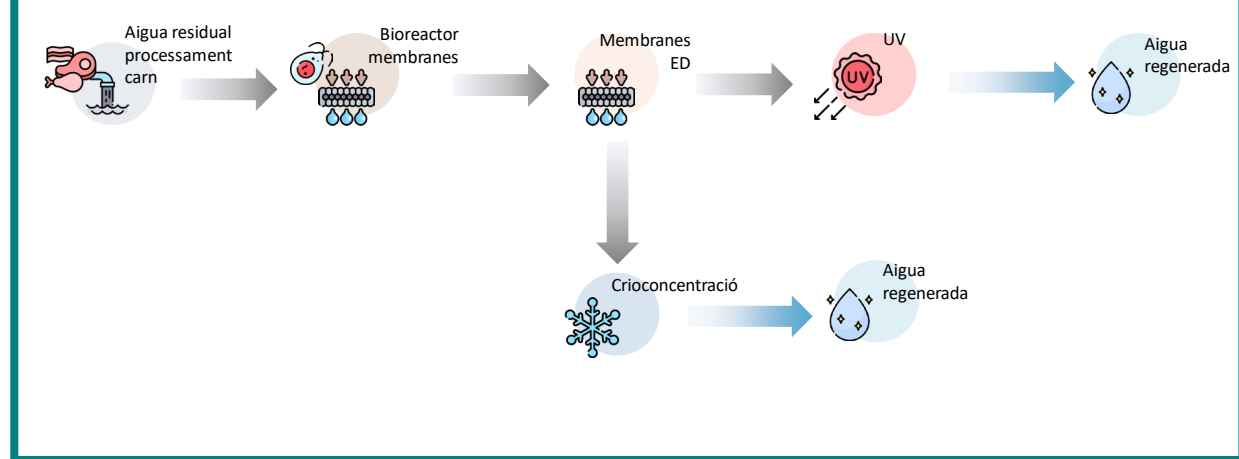
CT BETA

Casos de estudio

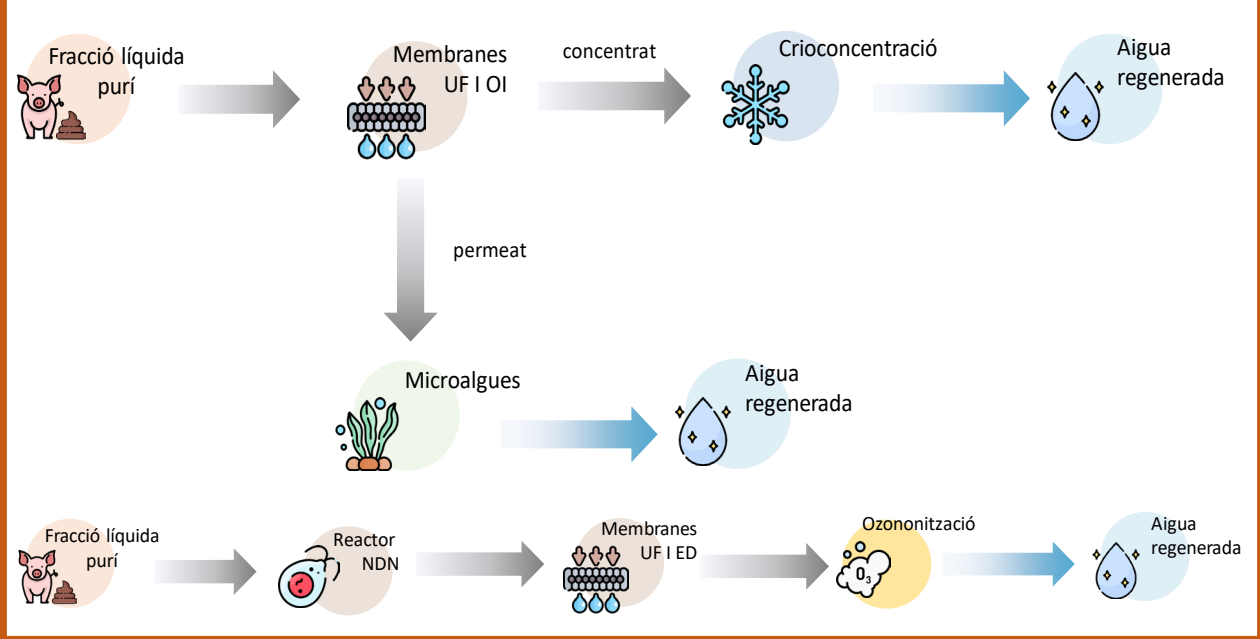
Plantas de tratamiento de residuos agro-alimentarios



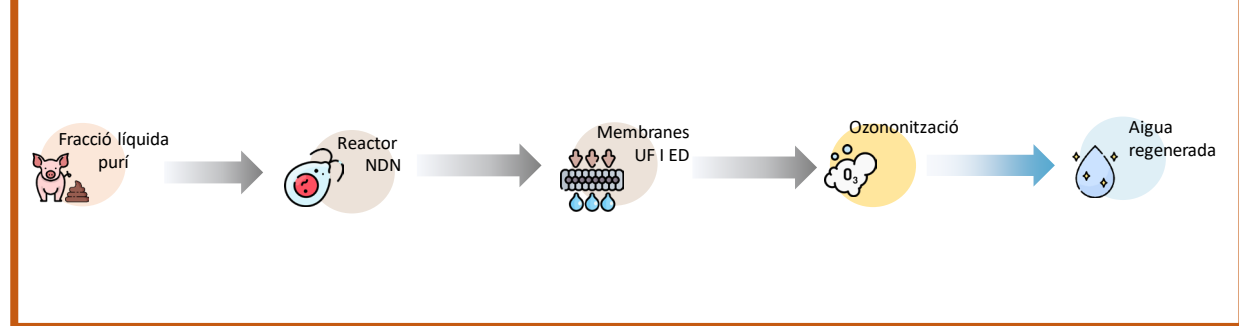
Plantas de tratamiento de residuos industria del procesado cárnico



Plantas de tratamiento de deyecciones ganaderas



Plantas de tratamiento de deyecciones ganaderas



- Casos prácticos
- Evaluación de tecnologías
- Evaluación de riesgos
- Evaluación tecno-económica



Transferencia de conocimiento

Potenciar la reutilización de agua en el sector cárnico y el sector ganadero



- Existen tecnologías innovadoras como son los sistemas de **membrana de ultrafiltración** que permiten obtener agua regenerada de muy alta calidad en mataderos, cuya reutilización ya se ha autorizado en algunas instalaciones para usos industriales tales como limpieza de camiones y limpieza de corrales.
- La **electrodiálisis** y la **ozonización** son tecnologías con potencial para recuperar agua a partir de los purines que cumpla los requisitos de calidad necesarios para su potencial reutilización como aguas de limpieza en granjas.
- El desarrollo de una metodología estandarizada para la **evaluación del riesgo cuantitativo** en función del uso previsto del agua regenerada es esencial para garantizar la seguridad durante la reutilización del agua regenerada.
- Las industrias del sector agroalimentario han identificado la reutilización del agua regenerada como una oportunidad esencial para **reducir la dependencia de agua potable**, pero requieren que las barreras legales sean superadas para reutilizar el agua regenerada con garantías en un mayor número de usos.
- La recuperación de agua con **calidad** adecuada para su **reutilización** a partir del tratamiento de las aguas residuales y purines es factible, pero es necesario afrontar el reto con **ambición, análisis de riesgos y con garantías**.



Beta

Biodiversitat, Ecologia,
Tecnologia Ambiental i Alimentària

Muchas gracias!

sergio.ponsa@uvic.cat

lidia.paredes@uvic.cat

www.betatechcenter.com

UVIC

UNIVERSITAT DE VIC
UNIVERSITAT CENTRAL DE CATALUNYA

