



Departamento de
Ingeniería Química y
Tecnología Farmacéutica
Universidad de La Laguna

Tema 1: Introducción

Tecnologías de Tratamiento y de Gestión de las Aguas

Oliver Díaz López

Elisabet Segredo Morales

Enrique González Cabrera



ÍNDICE

1. [Contexto de la Gestión del Agua](#)
2. [Ciclo Integral del agua](#)
3. [La reutilización en España](#)
4. [Sistema de reutilización planificada: el caso de Tenerife](#)
5. [Agua potable: Regulación y Objetivos de calidad](#)
6. [Agua residual: Regulación y Objetivos de calidad](#)
7. [Agua regenerada: Regulación y objetivos de calidad](#)





Contexto general de la Gestión del Agua

CONTAMINANTES EN EL AGUA

**Materia
Orgánica**

DQO, DBO₅, COT

Agotamiento de
oxígeno, toxicidad

Nutrientes

Nitrógeno y fósforo

Agotamiento de
oxígeno,
eutrofización,
toxicidad

**Aceites y
grasas**

Toxicidad y en el
propio
tratamiento no es
adecuado

**Contenido
en Sólidos**

Coloides, SS, SV

Acumulación de
SS, condiciones
sépticas y/o
anaerobias

**Metales y
materia
inorgánica**

Iones metálicos

Toxicidad

DEFINICIONES

¿QUÉ ES POTABILIZACIÓN?

La potabilización consiste en **eliminar sustancias** que resultan **tóxicas para las personas** y que pueden estar presentes en el agua. En definitiva, eliminar cualquier riesgo potencial para la salud de las personas

DEFINICIONES EXTRAIDAS DEL RD 3/2023 Y RD 902/2018

Aguas de Consumo Humano

Agua para el consumo humano, ya sea en su estado **original o después del tratamiento**, utilizadas para **beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal u otros fines domésticos**, tanto en locales **públicos como privados**, independientemente de su origen y si se suministra desde **redes de distribución, desde cisternas o en depósitos móviles** y que sea **salubre y limpia**.

Estación de Tratamiento de Agua Potable

Conjunto de procesos unitarios de tratamiento de potabilización situados antes de la red de distribución y/o depósito que contenga **más procesos unitarios que la filtración y desinfección**.

Incluidas las **desalinizadoras y las plantas de tratamiento de abastecimientos propios** no conectadas a la red de distribución pública

DEFINICIONES

¿Qué es agua residual?

- Se puede clasificar como doméstica e industrial.
- Las aguas residuales industriales son las utilizadas en las aguas de fabricación, limpieza, proceso químico u otro proceso.
- Las aguas residuales industriales están reguladas y deben cumplir con límites de descarga específicos.
- Las aguas residuales deben ser recogidas y tratadas para alcanzar la normativa de vertido y/o reutilización

¿Qué es una EDAR?

Es una Estación de Depuración de Aguas Residuales

Conjunto de procesos y operaciones destinadas al acondicionamiento del agua para su vertido

¿Qué es una ERAR?

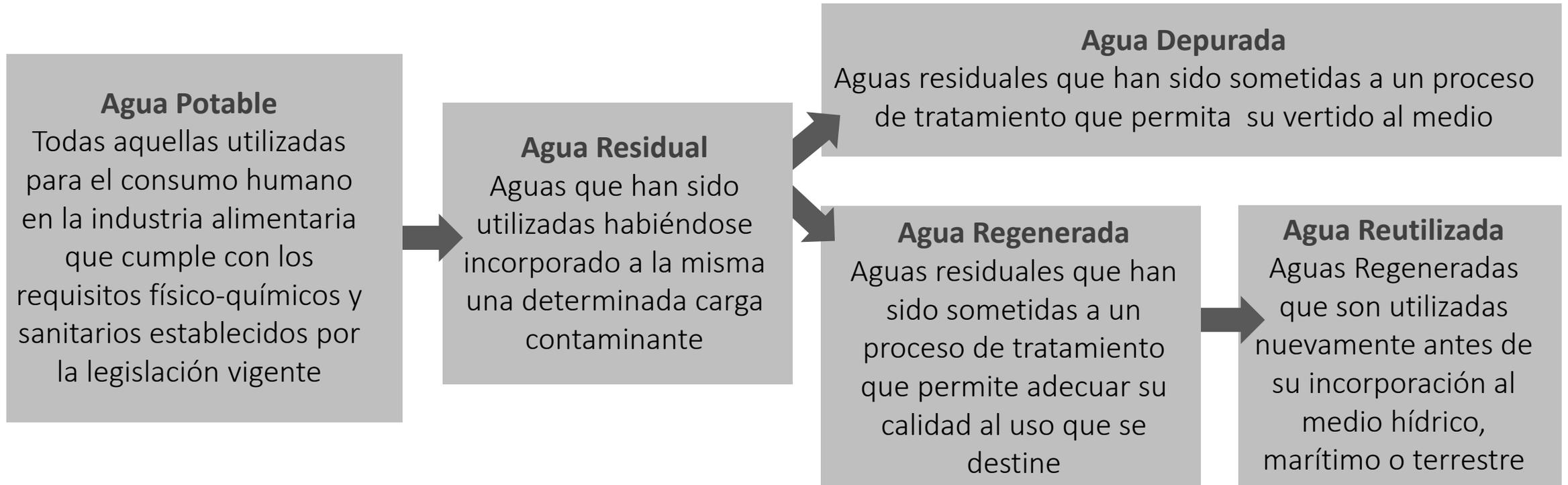
Es una Estación de Regeneración de Aguas Residuales

Conjunto de procesos y operaciones destinadas al acondicionamiento del agua para su reutilización

DEFINICIÓN BÁSICAS

Reutilización de aguas

Aplicación antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos que se va a destinar.





Ciclo integral del Agua

NORMATIVA EUROPEA. HITO EN LA GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

Directiva 2000/60/CE

Establece el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política del agua entró en vigor el 22 de diciembre de 2000

La Directiva representa un hito en la gestión de los recursos hídricos y sus ecosistemas relacionados

Referente a la potabilización indica

- El **agua no es un bien comercial** como los demás sino un patrimonio que hay que proteger, defender y tratar como tal.
- Desarrollar una **política comunitaria integrada de aguas**
- El abastecimiento de agua es un **servicio de interés general**
- Los estados miembros deben lograr el objetivo mínimo del **buen estado de las aguas**.
- **Uso sostenible** del agua
- Los estados deben designar las aguas utilizadas para el agua potable y velar por que se cumpla la Directiva 80/778/CEE del 15 de julio de 1980 y su modificación la **Directiva 98/83/CE del 3 de noviembre de 1998**

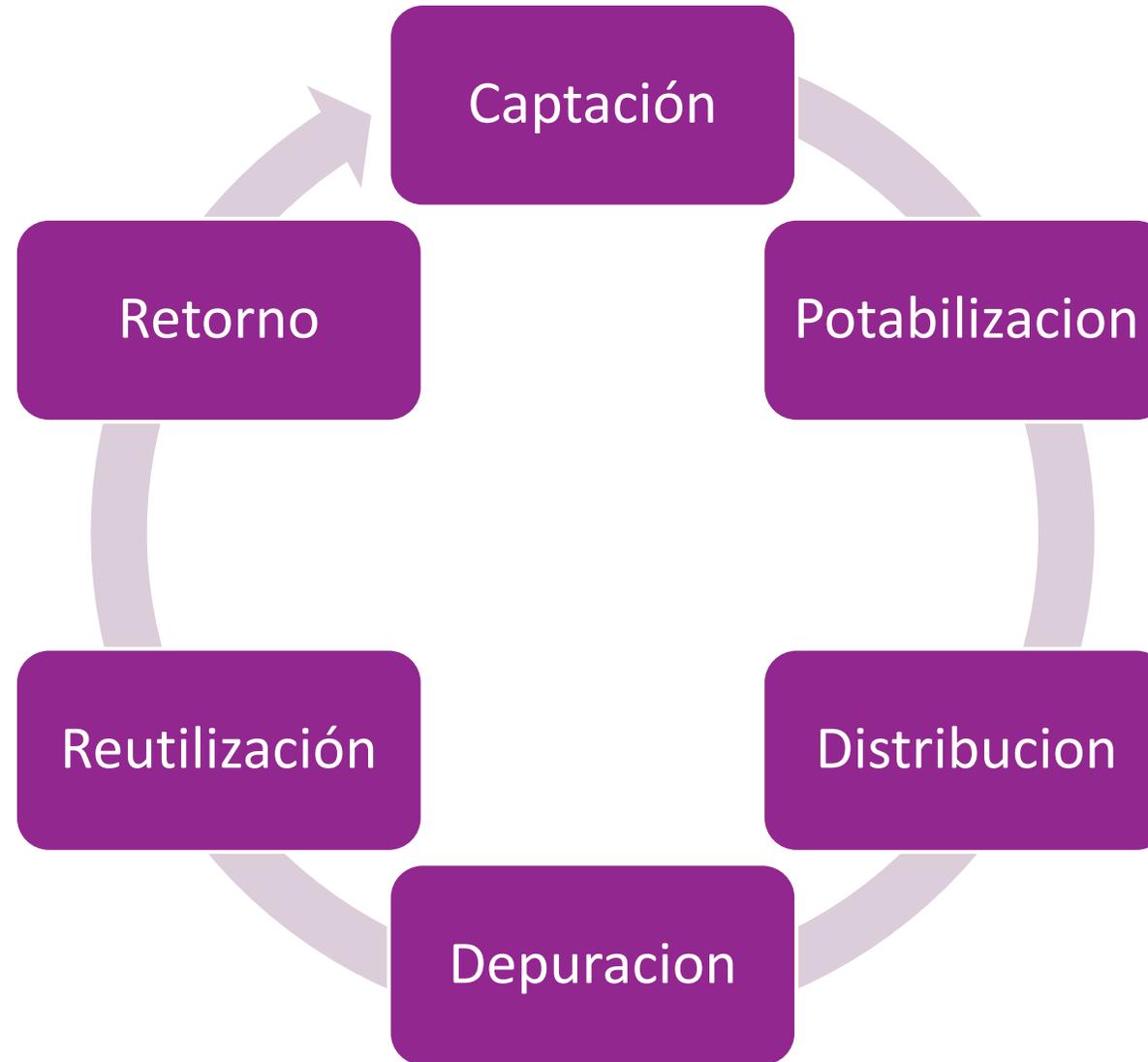


Acceso a la Directiva
Marco



Acceso a Marco
Normativo Español

CICLO INTEGRAL DEL AGUA



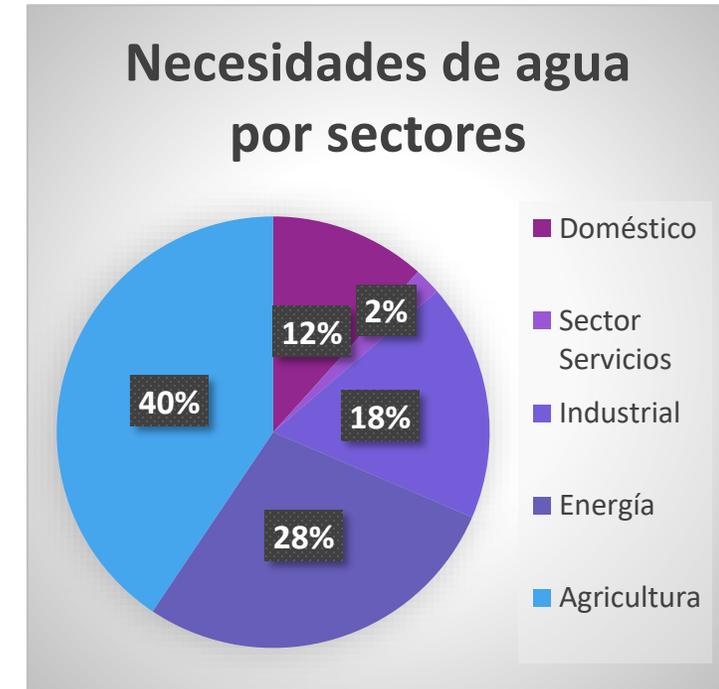
¿POR QUÉ REUTILIZAR?

Nuevas fuentes hídricas

Las necesidades de agua son altas en muchas zonas del planeta

Razones para buscar nuevas fuentes hídricas

- Crecimiento de la población mundial
- Elevación de la calidad de vida
- Agotamiento de recursos subterráneos
- Salinización y contaminación de recursos
- Aumento de la industrialización
- Las necesidades de localización industrial en lugares de escasez de agua dulce
- Estrés hídrico

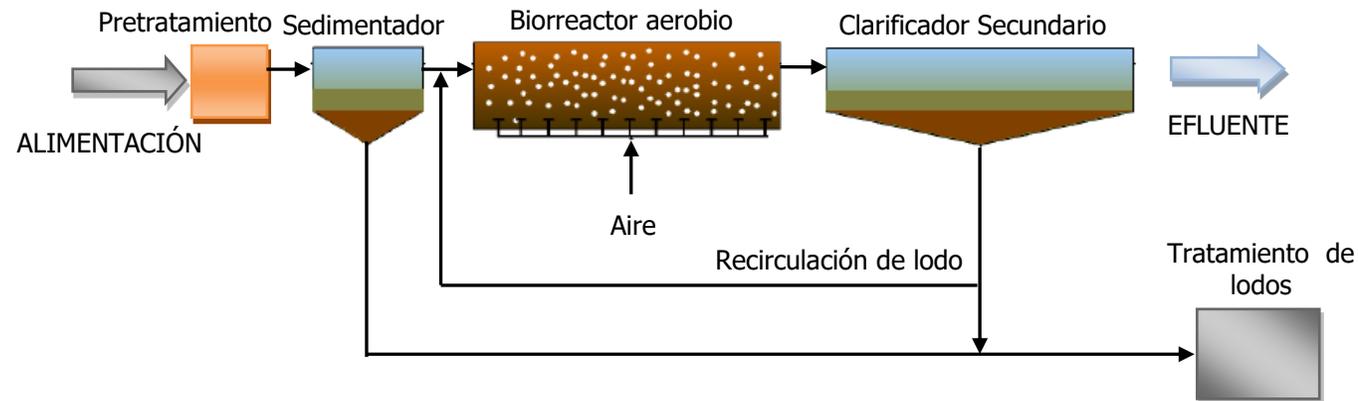


La reutilización del agua residual para el uso agrícola podría ayudar a reducir el agotamiento de las aguas para el uso potable, además de reducir la dosificación de fertilizantes al terreno si no se elimina nutrientes del agua regenerada

¿POR QUÉ REUTILIZAR?

Sistema convencional

La calidad obtenida del efluente únicamente es apta para el vertido al medio



La calidad obtenida debería cumplir con los requisitos establecidos en la normativa RD174/1994; RD 509/1996; RD 2015; RD 13417/2007



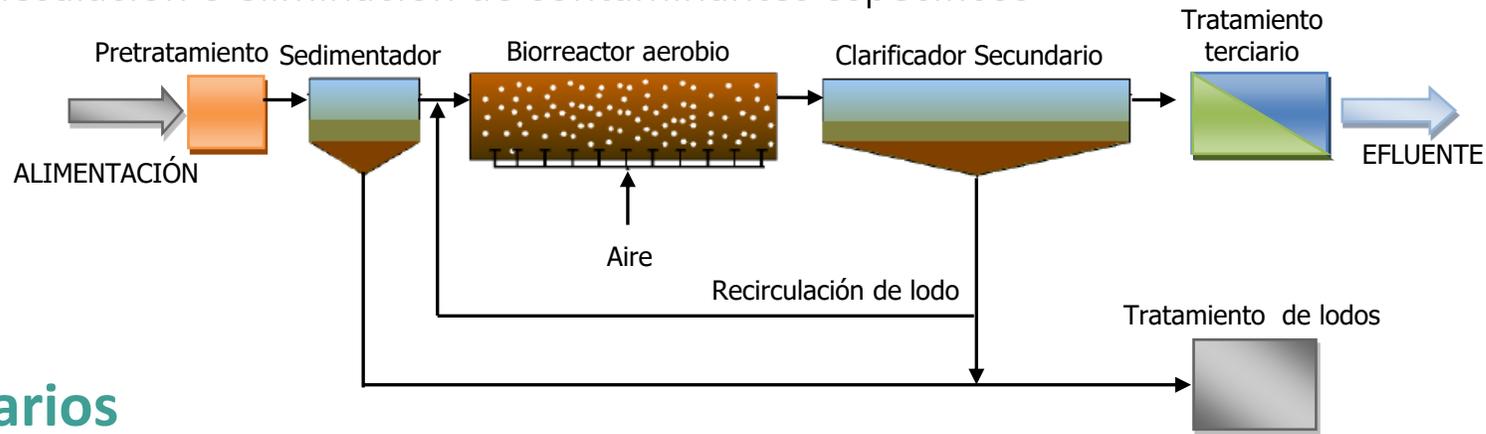
Pero no cumplirá con el espíritu de la Directiva Europea 2002/60/CE (Directiva marco del agua)

- Uso sostenible del agua
- Mejora del buen estado de las aguas

LÍNEAS DE TRATAMIENTO PARA ALCANZAR LA REGENERACIÓN

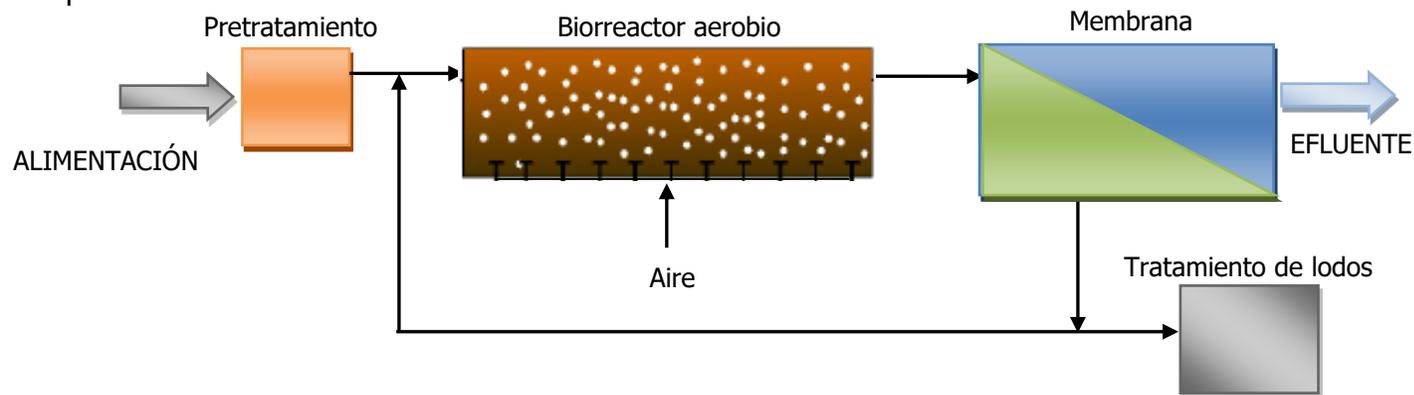
Sistema convencional + Terciarios

Los tratamientos terciarios deberán ser capaces de eliminar el contenido de sólidos suspendidos, la desinfección, y en algunos casos la desalación o eliminación de contaminantes específicos



MBR + Terciarios

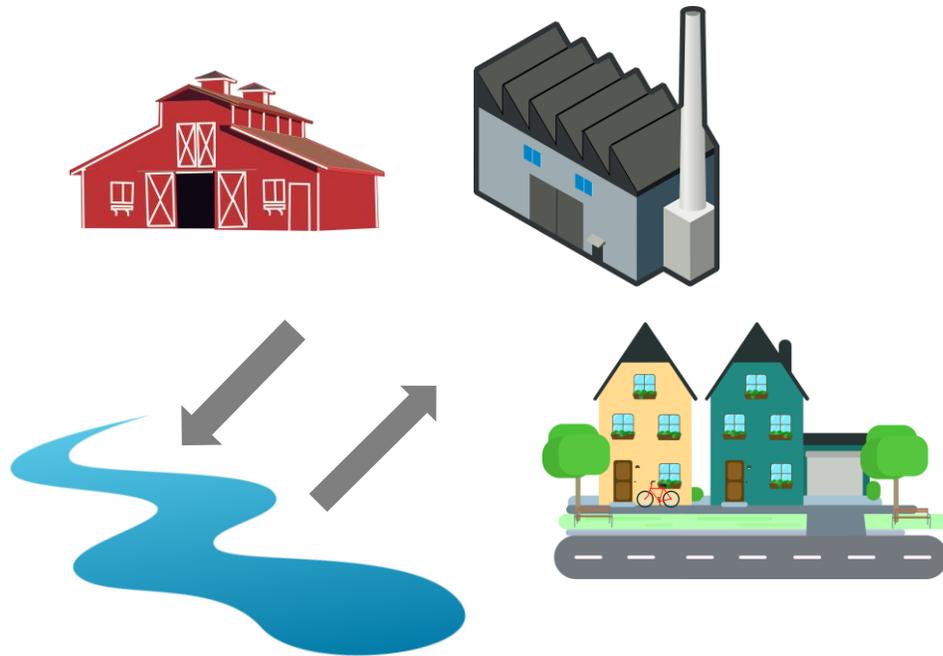
Los tratamientos terciarios deberán ser capaces de la desinfección y en algunos casos la desalación o eliminación de contaminantes específicos



TIPOS DE REUTILIZACIÓN

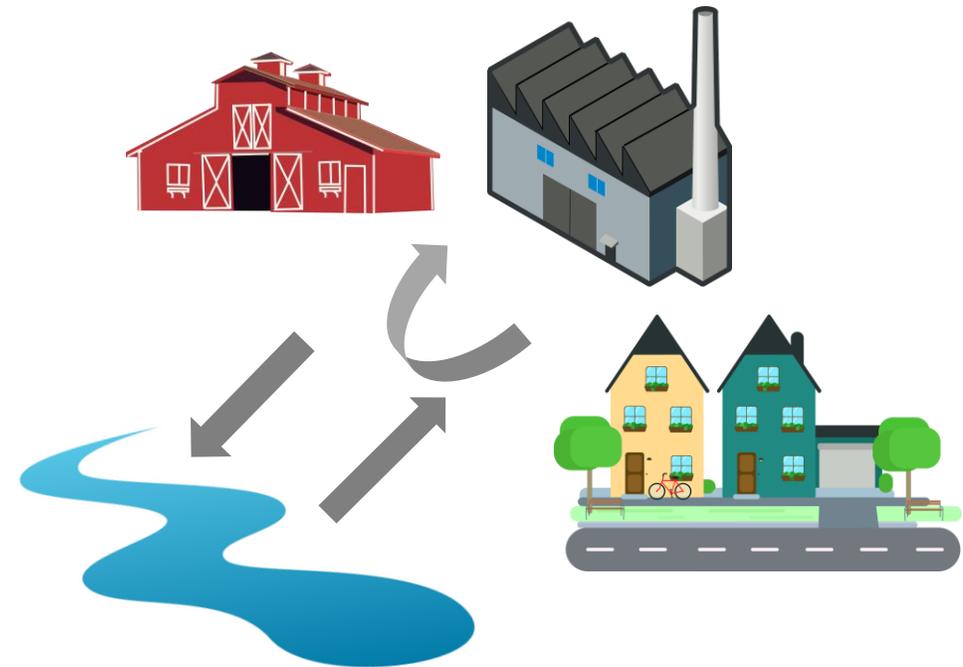
Reutilización indirecta o tradicional

Las aguas utilizadas y regeneradas se vierten a una cuenca, el volumen permanece constante



Reutilización directa o planificada

Se proporcionan recursos adicionales reduciendo el consumo



FACTORES LIMITANTES PARA LA REUTILIZACIÓN

Titularidad del recurso

En España se ha adoptado un modelo donde el dueño del recurso es la administración pública y la ejecución de obras para la regeneración de aguas ha sido lenta.

Coste de la regeneración

Para la reutilización es necesario una doble red de distribución de agua, lo que se traduce en una alta inversión. Los procesos de regeneración en algunos casos pueden superar los costes de potabilización.

Opinión pública

En los últimos años se ha mejorado la aceptación de este tipo de recurso para determinados usos.



¿Qué usos le darían ustedes al agua regenerada?

¿Beberían agua regenerada?

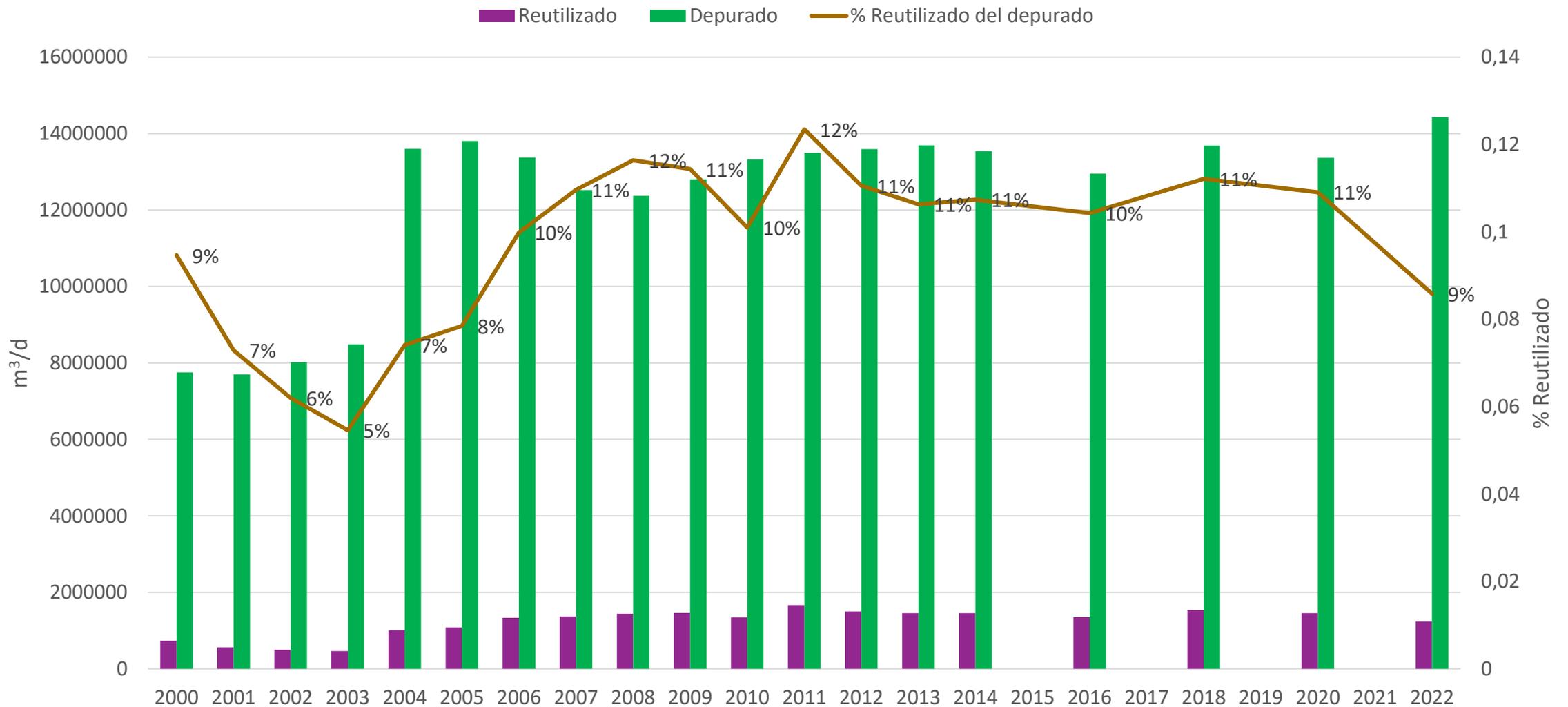
¿Tendrían cerca de casa una planta de tratamiento de aguas residuales?

¿Quién debe asumir el gasto de las infraestructuras?

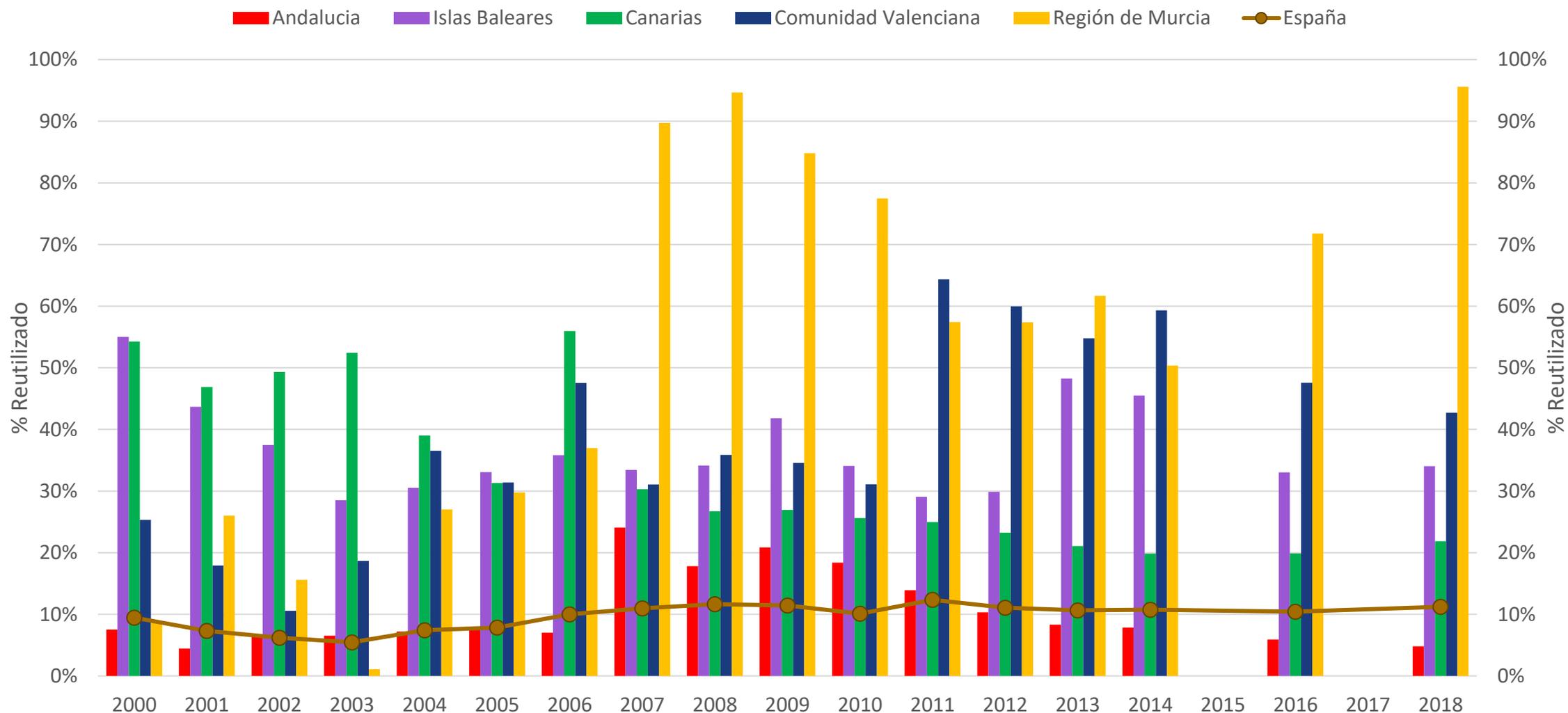


Reutilización en España

VOLUMEN DE AGUA DEPURADO Y REUTILIZADO EN ESPAÑA

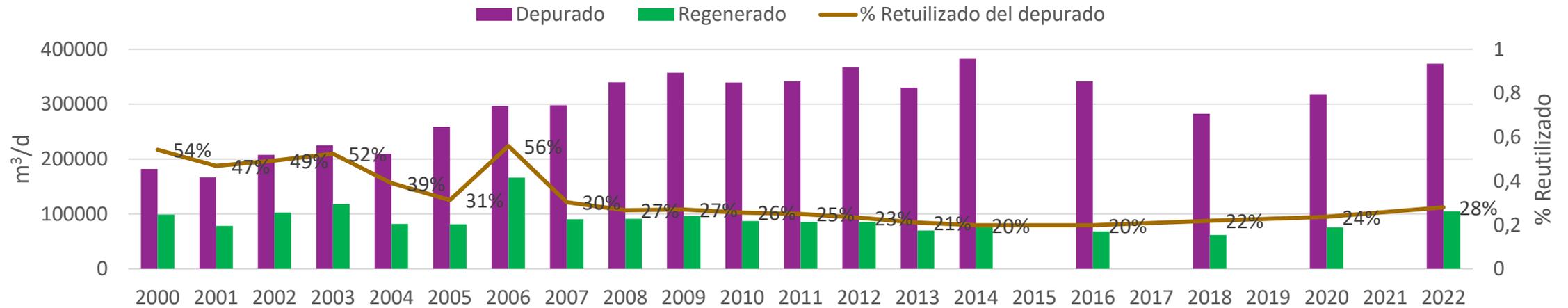


VOLUMEN DE AGUA REUTILIZADO EN ESPAÑA

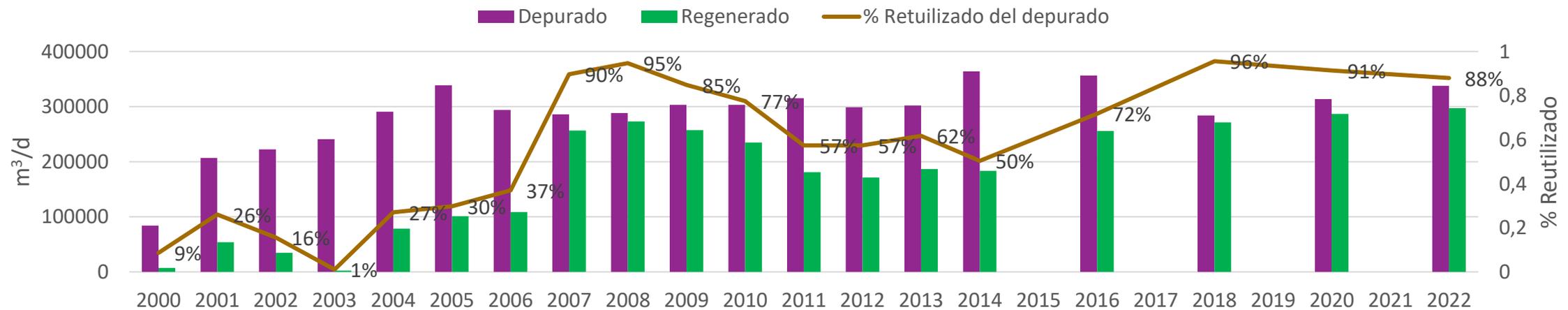


VOLUMEN DE AGUA DEPURADO Y RETILIZADO EN ESPAÑA

CANARIAS



MURCIA



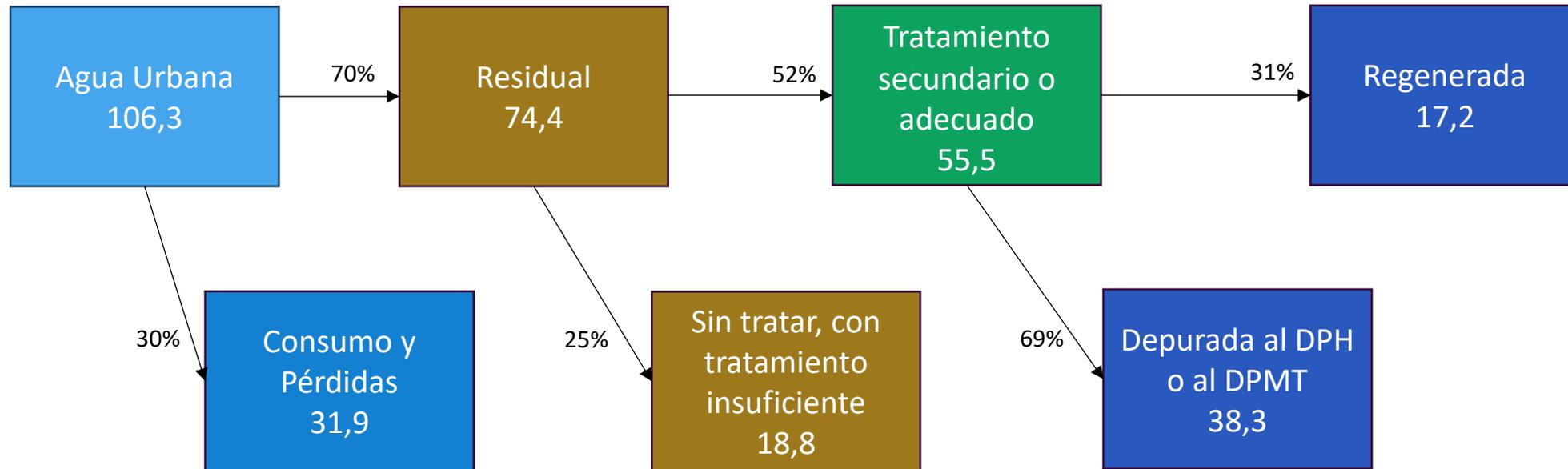


Sistema de Reutilización Planificada: Caso de Tenerife



RECURSOS HÍDRICOS DE LA ISLA

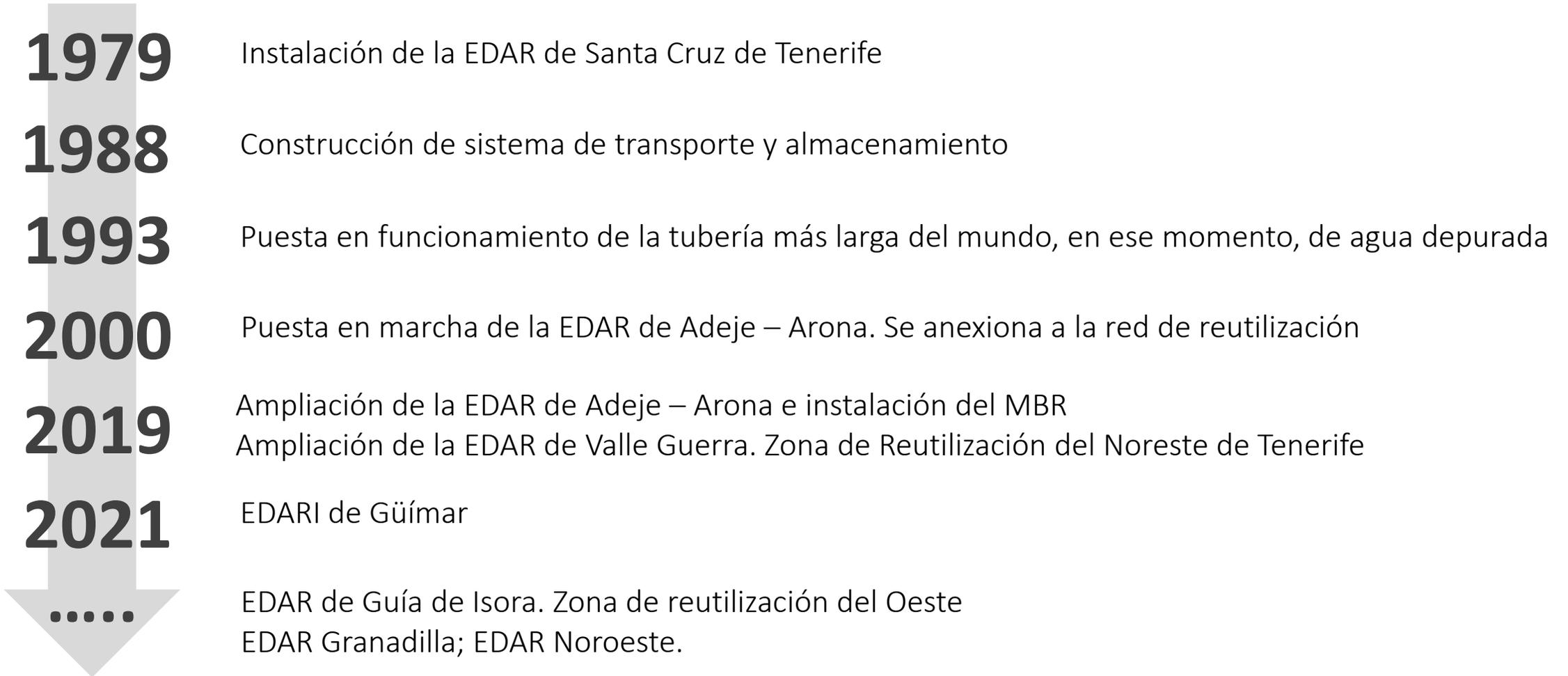
Balance Hídrico propuesto por el Consejo Insular de Aguas de Tenerife para el 2027



La reutilización agrícola del agua residual sería la solución al balance hídrico de la isla

SISTEMA DE REUTILIZACIÓN PLANIFICADA DE TENERIFE

Instalación histórica y pionera mundial





Agua potable: Regulación y Objetivos de Calidad

NORMATIVA EUROPEA

Directiva 98/83/CE

Adapta el marco legislativo de la Directiva 80/778/CEE atendiendo al progreso científico y técnico

Excluye:

- Las aguas minerales: define su calidad Directiva 80/777/CEE
- Las aguas que son productos medicinales: Directiva 65/65/CEE

NORMAS DE CALIDAD

Los estados miembros establecerán valores aplicables que nunca deben ser menos restrictivos que los establecidos en el Anexo I

Parámetros microbiológicos

Parámetro	Valor paramétrico (número/100 ml)
<i>Escherichia coli</i> (E. coli)	0
Enterococos	0

Parámetros Indicadores

Parámetro	Valor paramétrico	Unidad
Aluminio	200	μg/l
Amonio	0,50	mg/l
Cloruro	250	mg/l
<i>Clostridium perfringens</i> (incluidas)	0	número/100 ml

Parámetros Químicos

Parámetro	Valor paramétrico	Unidad
Níquel	20	μg/l
Nitrato	50	mg/l
Nitrito	0,50	mg/l
Plaguicidas	0,10	μg/l
Total plaguicidas	0,50	μg/l

NORMATIVA EUROPEA

Directiva 2015/1787

- Modifica los programas de control de las aguas destinadas al consumo humano
- Establece:
 - Método de toma de muestras
 - Frecuencia mínima del muestreo
 - Métodos de análisis de los distintos parámetros
 - Exactitud y Precisión de la técnica analítica
 - Límite de detección que se puede usar en la medida del parámetro

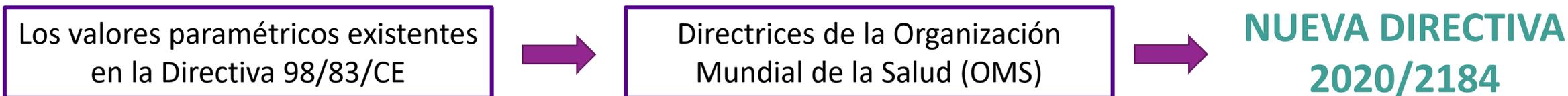
Frecuencia mínima de muestreo y análisis para el control del cumplimiento

Volumen de agua distribuida o producida cada día en una zona de abastecimiento (véanse las notas 1 y 2) m ³		Parámetro del grupo A Número de muestras por año (véase la nota 3)	Parámetro del grupo B Número de muestras por año
	≤ 100	> 0 (véase la nota 4)	> 0 (véase la nota 4)
> 100	≤ 1 000	4	1
> 1 000	≤ 10 000	4 + 3 por cada 1 000 m ³ /d y fracción del volumen total	1 + 1 por cada 4 500 m ³ /d y fracción del volumen total
> 10 000	≤ 100 000		3 + 1 por cada 10 000 m ³ /d y fracción del volumen total
> 100 000			12 + 1 por cada 25 000 m ³ /d y fracción del volumen total

NORMATIVA EUROPEA

Modificación de las Directivas 98/83/CE y 2015/1787 en 2020

La modificación se basaba en adaptar el marco legal a la situación actual focalizando la atención en los parámetros y límites establecidos para garantizar la calidad del agua potable



Diferencias de la Directivas con respecto a las directrices de la OMS

- La OMS no hace referencia a los plaguicidas
- Los valores de la OMS para productos cancerígenos se basan en un riesgo para la vida menor
- La OMS pide modificar los valores paramétricos para los siguientes constituyentes

Parámetro	OMS	Directiva 98/83/CE	Directiva 2020/2184
Pb	10 µg/L	10 µg/L	5 µg/L
Cr	50 µg/L	50 µg/L	25 µg/L

NORMATIVA EUROPEA

Diferencias entre la Directivas 98/83/CE y 2015/1787 y la 2020/2184

Parámetro	Directiva 98/83/CE	Directiva 2020/2184
Enterococos intestinales (NFC/100mL)	0	0
Escherichia coli (NFC/100mL)	0	0
Acilamida ($\mu\text{g/L}$)	0,1	0,1
Antimonio ($\mu\text{g/L}$)	5	10
Arsénico ($\mu\text{g/L}$)	10	10
Benceno ($\mu\text{g/L}$)	1	1
Benzo(a)pireno ($\mu\text{g/L}$)	0,01	0,01
Bisfenol A ($\mu\text{g/L}$)	No estaba contemplado	2,5
Boro (mg/L)	1	1,5 (2,4 en casos especiales)
Bromato ($\mu\text{g/L}$)	10	10
Cadmio ($\mu\text{g/L}$)	5	5

NORMATIVA EUROPEA

Diferencias entre la Directivas 98/83/CE y 2015/1787 y la 2020/2184

Parámetro	Directiva 98/83/CE	Directiva 2020/2184
Clorato (mg/L)	No estaba contemplado	0,25 (0,7 si se usa ClO ₂)
Clorito (mg/L)	No estaba contemplado	0,25 (0,7 si se usa ClO ₂)
Cromo (µg/L)	50	25
Cobre (mg/L)	2	2
Cianuro (µg/L)	50	50
1,2-dicloreto (µg/L)	3	3
Epiclorhidrina (µg/L)	0,1	0,1
Fluoruros (mg/L)	1,5	1,5
Ácidos haloacéticos (µg/L)	No estaba contemplado	60
Plomo (µg/L)	10	5*
Mercurio (µg/L)	1	1

* Se debe aplicar antes de 2036 mientras tanto se aceptará el de la anterior directiva

NORMATIVA EUROPEA

Diferencias entre la Directivas 98/83/CE y 2015/1787 y la 2020/2184

Parámetro	Directiva 98/83/CE	Directiva
Microcistina-LR ($\mu\text{g/L}$)	No estaba contemplado	1
Níquel ($\mu\text{g/L}$)	20	20
Nitrato (mg/L)	50	50
Nitrito (mg/L)	0,5	0,5
Plagidas ($\mu\text{g/L}$)	0,1	0,1
Total plaguicidas ($\mu\text{g/L}$)	0,5	0,5
Total de perfluoroalquiladas ($\mu\text{g/L}$)	No estaba contemplado	0,5
Perfluoroalquiladas + polifluoroalquiladas ($\mu\text{g/L}$)	No estaba contemplado	0,1
Hidrocarburos aromáticos policíclicos ($\mu\text{g/L}$)	0,1	0,1
Selenio ($\mu\text{g/L}$)	10	20
Tetracloruro y tricloroetano ($\mu\text{g/L}$)	10	10

NORMATIVA EUROPEA

Diferencias entre la Directivas 98/83/CE y 2015/1787 y la 2020/2184

Parámetro	Directiva 98/83/CE	Directiva 2020/2184
Trihalometanos ($\mu\text{g/L}$)	100	100
Uranio ($\mu\text{g/L}$)	No estaba contemplado	30
Cloruro de vinilo ($\mu\text{g/L}$)	0,5	0,5
Aluminio ($\mu\text{g/L}$)	200	200
Amonio (mg/L)	0,5	0,5
Cloruros (mg/L)	250	250
Clostridium perfringens (NFC/100mL)	0	0
Color	Aceptable	Aceptable
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	2500	2500
pH	6,5 – 9,5	6,5 – 9,5
Hierro	200	200

NORMATIVA EUROPEA

Diferencias entre la Directivas 98/83/CE y 2015/1787 y la 2020/2184

Parámetro	Directiva 98/83/CE	Directiva 2020/2184
Manganeso ($\mu\text{g/L}$)	50	50
Olor	Aceptable	Aceptable
Oxidabilidad (mgO_2/L)	5	5
Sulfato (mg/L)	250	250
Sodio (mg/L)	200	200
Sabor	Aceptable	Aceptable
Carbono Organico Total (mg/L)	0	0
Turbidez	Aceptable	Aceptable
Legionella (UFC/L)	No estaba contemplado	1000
Plomo ($\mu\text{g/L}$)	No estaba contemplado	10

NORMATIVA EUROPEA

Diferencias entre la Directivas 98/83/CE y 2015/1787 y la 2020/2184

- Se ha modificado la frecuencia mínima para la toma de muestras

Cuadro 1. Frecuencia mínima de muestreo y análisis para el control del cumplimiento

Volumen de agua distribuida o producida cada día en una zona de abastecimiento (véanse las notas 1 y 2) m ³	Parámetro del grupo A número de muestras por año	Parámetro del grupo B número de muestras por año
	< 10	> 0 (véase la nota 4)
≥ 10	≤ 100	2
> 100	≤ 1 000	4
> 1 000	≤ 10 000	4 para los primeros 1 000 m ³ /d + 3 por cada 1 000 m ³ /d y fracción del volumen total (véase la nota 3)
> 10 000	≤ 100 000	3 para los primeros 10 000 m ³ /d + 1 por cada 10 000 m ³ /d y fracción del volumen total (véase la nota 3)
> 100 000		12 para los primeros 100 000 m ³ /d + 1 por cada 25 000 m ³ /d y fracción del volumen total (véase la nota 3)

NORMATIVA ESPAÑOLA

Real Decreto 140/2003

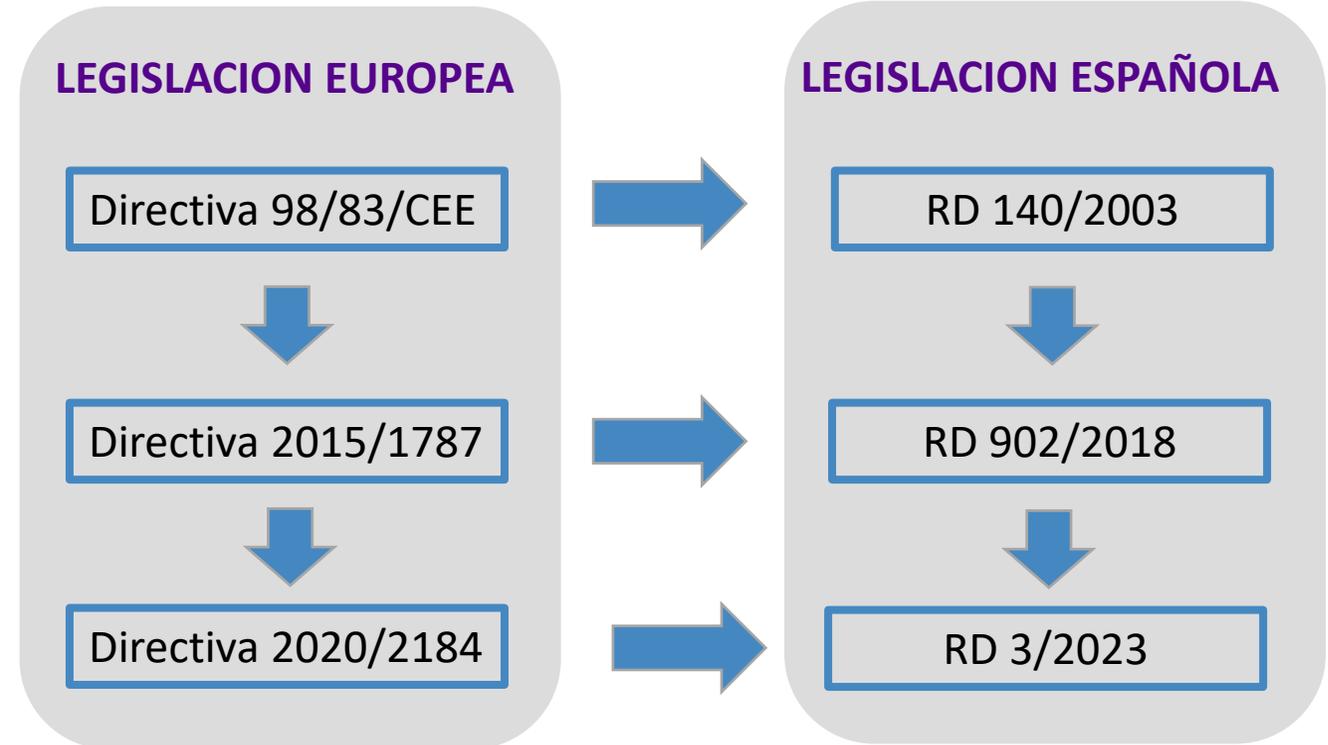
Incorpora al derecho interno español lo dispuesto en la Directiva 2015/1787. Modifica los Anexos IV y V del RD140/2003 relativos al muestreo y métodos de análisis y los artículos relacionados

Real Decreto 902/2018

Establece los criterios sanitarios que deben cumplir las aguas de consumo humano y las instalaciones que permiten su suministro desde la captación hasta el grifo del consumidor y el control de estas, garantizando su salubridad, calidad y limpieza.

Real Decreto 3/2023

Basándose en los anteriores establece las modificaciones necesarias para adaptarse a la nueva Directiva



NORMATIVA ESPAÑOLA

Control de calidad

El control de calidad del agua de consumo humano engloba los siguientes apartados:

- Autocontrol del agua de consumo humano
- Vigilancia Sanitaria
- Control del agua del grifo del consumidor

AUTOCONTROL

Es responsabilidad del gestor de cada una de las partes del abastecimiento, al menos se debe medir en:

- A la salida de la ETAP o depósitos de cabecera
- A la salida de los depósitos de regulación y/o distribución
- En la entrega a otro gestor responsable del abastecimiento
- En la red de distribución (1 punto de muestreo cada 20.000 m³/d)

VIGILANCIA SANITARIA

Es responsabilidad de la autoridad sanitaria que debe garantizar inspecciones periódicas del abastecimiento

CONTROL EN EL GRIFO DEL CONSUMIDOR

La entidad pública encargada de la entrega directa a la población debe realizar medidas para garantizar el control de calidad del agua en el grifo del consumidor

NORMATIVA ESPAÑOLA

Normas de calidad

El RD 3/2023, del 10 de Enero de 2023 traslada la última Directiva Europea y además actualiza el marco legislativo español.

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS

Parámetro	Directivas Europeas	Normativa Española
Escherichia coli	0 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL
Enterococos	0 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL
Clostridium perfringens	0 UFC/100 mL	0 UFC/100 mL
Legionella spp.	1.000 UFC/1L	100 UFC/1L

PARÁMETROS QUÍMICOS

Parte 1

Parámetro	Directivas Europeas	Normativa Española
Antimonio	10 µg/L	10 µg/L
Arsénico	10 µg/L	10 µg/L
Benceno	1 µg/L	1 µg/L

NORMATIVA ESPAÑOLA

Normas de calidad

PARÁMETROS QUÍMICOS

Parte 2

Parámetro	Directivas Europeas	Normativa Española
Benzo(α)pireno	0,01 µg/L	0,01 µg/L
Boro	1,5 mg/L	1,5 mg/L
Bromato	10 µg/L	10 µg/L
Cadmio	5 µg/L	5 µg/L
Cianuro	50 µg/L	50 µg/L
Cobre	2 mg/L	2 mg/L
Cromo	50 µg/L	50 µg/L
1,2-Dicloroetano	3 µg/L	3 µg/L
Fluoruro	1,5 mg/L	1,5 mg/L
Hidrocarburo Policromado	0,1 µg/L	0,1 µg/L
Mercurio	1 µg/L	1 µg/L
Microsistina	N/A	1 µg/L
Niquel	20 µg/L	20 µg/L

NORMATIVA ESPAÑOLA

Normas de calidad

PARÁMETROS QUÍMICOS

Parte 3

Parámetro	Directivas Europeas	Normativa Española
Nitratos	50 mg/L	50 mg/L
Nitritos	0,5 mg/L	0,5 mg/L
Plaguicidas total	0,5 µg/L	0,5 µg/L
Plaguicidas individual	0,1 µg/L	0,1 µg/L
Plomo	10 µg/L	10 µg/L
Selenio	10 µg/L	10 µg/L
Trihalometaos	100 µg/L	100 µg/L

NORMATIVA ESPAÑOLA

Normas de calidad

PARÁMETROS INDICADORES

Parámetro	Directivas Europeas	Normativa Española
Aluminio	200 µg/L	200 µg/L
Amonio	0,5 mg/L	0,5 mg/L
Carbono Orgánico Total	Sin cambios anómalos	5 mg/L
Cloro combinado	N/A	2 mg/L
Cloro residual	N/A	1 mg/L
Cloruros	250 mg/L	250 mg/L
Color	Aceptable	15 mg Pt-Co/L
Conductividad	2.500 µS/cm a 20°C	2.500 µS/cm a 20°C
Hierro	200 µg/L	200 µg/L
Manganeso	50 µg/L	50 µg/L
Oxibilidad	5 mg O ₂ /L	5 mg O ₂ /L
pH	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5
Sodio	200 mg/L	200 mg/L
Sulfato	250 mg/L	250 mg/L
Turbidez	Aceptable	4 NTU



Agua Residual: Regulación y Objetivos de Calidad

NORMATIVA EUROPEA

Directiva 2000/60/CE

Referente a la depuración indica

- El **agua residual** debe ser **cogida y depurada** para luego ser vertida a las aguas superficiales
- Se deben establecer valores límite de emisión del agua depurada

Principales contaminantes establecidos en la Directiva

1. Compuestos organohalogenados y sustancias que puedan dar origen a compuestos de esta clase en el medio acuático
2. Compuestos organofosforados
3. Compuestos orga-estánnicos
4. Sustancias y preparados, o productos derivados de ellos cuyas propiedades cancerígenas, mutágenos o que puedan afectar a funciones endocrinas en el medio acuático y estén demostradas
5. Hidrocarburos persistentes y sustancias orgánicas tóxicas persistentes y bioacumulables
6. Cianuros
7. Metales, Arsénico y sus compuestos
8. Biocidas y productos fitosanitarios
9. Material en suspensión
10. Sustancias responsables de la eutrofización
11. Sustancias que afecten al balance de oxígeno (DQO y DBO)

NORMATIVA ESPAÑOLA

Límites de vertido a la red de saneamiento

DECRETO 174/1994

Prohíbe el vertido de las siguientes sustancias

- Oxido mercúrico
- Cloruro Mercurioso
- Mercurio
- Clorano
- Hexaclorociclohexano
- Heptacloro
- 1,2 dibromoetano
- 1,2- dicloroetano
- Óxido de etileno
- Aldrin
- Dieldrín
- Endrín
- DDT

Plan Hidrológico de Tenerife

Prohíbe el vertido de las siguientes sustancias

- Efluentes con concentraciones superiores a la tabla

DBO5	1.000 mg/l
DQO	1.600 mg/l
Temperatura	45 °C
Sólidos en suspensión	1.200 mg/l
Aceites y/o grasas	500 mg/l
Aceites minerales	50 mg/l

- Si alguna instalación vertiera productos no incluidos en las citadas relaciones y que puedan alterar los procesos de tratamiento o fueran potencialmente contaminantes, se fijarían límites y condiciones de vertido específicos.

NORMATIVA ESPAÑOLA

Real Decreto 509/1996

Establece las concentraciones y rendimientos mínimos de los procesos de depuración

Parámetro	Concentración	Porcentaje de reducción
DBO ₅	25 mg /L	70-90%
DQO	125 mg/L	75 %
Sólidos en suspensión	35 mg/L (>10.000 h-e)	90 % (>10.000 h-e)
	60 mg/L (2.000-10.000 h-e)	70 % (2.000-10.000 h-e)

En el caso de zonas sensibles a la eutrofización

Parámetro	Concentración	Porcentaje de reducción
Fósforo total	1 mg P/L (>100.000 h-e)	80 %
	2 mg P/L (10.000-100.000 h-e)	
Nitrógeno total	10 mg N/L (>100.000 h-e)	70 – 80 %
	15 mg N/L (10.000-100.000 h-e)	

NORMATIVA ESPAÑOLA

Real Decreto 817/2015

Establece límites de emisión para más de 45 contaminantes entre prioritarios, peligrosos y otros

Principales Prioritarios

Se definen como los que representan un riesgo significativo para el medio acuático

Nº	Nº CAS (¹)	Nombre de la sustancia (²)	Clase de Sustancia(³)	NCA-MA (⁴) Aguas superficiales continentales (⁵)	NCA-MA (⁴) Otras aguas superficiales	NCA-CMA (⁶) Aguas superficiales continentales (⁵)	NCA-CMA (⁶) Otras aguas superficiales	NCA Biota (⁷)
(1)	15972-60-8	Alacloro	prioritaria	0,3	0,3	0,7	0,7	
(2) (*)	120-12-7	Antraceno	peligrosa prioritaria	0,1	0,1	0,4 [0,1]	0,4 [0,1]	
(3)	1912-24-9	Atrazina	prioritaria	0,6	0,6	2,0	2,0	
(4)	71-43-2	Benceno	prioritaria	10	8	50	50	
(5) (*)	32534-81-9	Difeniléteres bromados (⁸)	peligrosa prioritaria(⁹)	0,0005	0,0002	no aplicable [0,14]	no aplicable [0,014]	[0,0085]
(6)	7440-43-9	Cadmio y sus compuestos (en función de las clases de dureza del agua) (¹⁰)	peligrosa prioritaria	≤ 0,08 (Clase 1) 0,08 (Clase 2) 0,09 (Clase 3) 0,15 (Clase 4) 0,25 (Clase 5)	0,2	≤ 0,45 (Clase 1) 0,45 (Clase 2) 0,6 (Clase 3) 0,9 (Clase 4) 1,5 (Clase 5)	≤ 0,45 (Clase 1) 0,45 (Clase 2) 0,6 (Clase 3) 0,9 (Clase 4) 1,5 (Clase 5)	
(6 bis)	56-23-5	Tetracloruro de carbono	otro contaminante	12	12	No aplicable	No aplicable	
(7)	85535-84-8	Cloroalcanos C ₁₀₋₁₃ (¹¹)	peligrosa prioritaria	0,4	0,4	1,4	1,4	
(8)	470-90-6	Clorfenvinfós	prioritaria	0,1	0,1	0,3	0,3	

MA: media anual.

Unidad: µg/L

NORMATIVA ESPAÑOLA

Real Decreto 817/2015

Se enumeran una serie de contaminantes preferentes

Nº CAS ⁽¹⁾	Nombre de la sustancia	NCA-MA ⁽²⁾		NCA-MA ⁽²⁾ Otras aguas superficiales
		Aguas superficiales continentales ⁽³⁾		
100-41-4	Etilbenceno	30		30
108-88-3	Tolueno	50		50
71-55-6	1, 1, 1 – Tricloroetano	100		100
1330-20-7	Xileno (Σ isómeros orto, meta y para)	30		30
5915-41-3	Terbutilazina	1		1
7440-38-2	Arsénico	50		25
7440-50-8	Cobre ⁽⁴⁾	Dureza del agua (mg/L CaCO ₃)	NCA-MA	25
		CaCO ₃ ≤ 10	5	
		10 < CaCO ₃ ≤ 50	22	
		50 < CaCO ₃ ≤ 100	40	
		CaCO ₃ > 100	120	
18540-29-9	Cromo VI	5		5
7440-47-3	Cromo	50		no aplicable
7782-49-2	Selenio	1		10
7440-66-6	Zinc ⁽⁴⁾	Dureza del agua (mg/L CaCO ₃)	NCA-MA	60
		CaCO ₃ ≤ 10	30	
		10 < CaCO ₃ ≤ 50	200	
		50 < CaCO ₃ ≤ 100	300	
		CaCO ₃ > 100	500	
74-90-8	Cianuros totales	40		no aplicable
16984-48-8	Fluoruros	1700		no aplicable
108-90-7	Clorobenceno	20		no aplicable
25321-22-6	Diclorobenceno (Σ isómeros orto, meta y para)	20		no aplicable
51218-45-2	Metolacoloro	1		no aplicable

MA: media anual.

Unidad: µg/L

NORMATIVA ESPAÑOLA

Real Decreto 13417/2007

Objetivos

- Establece los criterios sanitarios que deben cumplir las aguas de baño, para garantizar su calidad con el fin de proteger la salud humana
- Conservar y proteger y mejorar la calidad del medio ambiente en complemento a la Ley General de Aguas del 2005
- Establecer disposiciones para el control, clasificación y medidas de gestión y el suministro de información al público sobre la calidad de las zonas de aguas de baño.

Clasificación

- Insuficiente
- Suficiente
- Buena
- Excelente

Agua continental

		Calidad			Unidad
		Suficiente **	Buena *	Excelente *	
01	Enterococos intestinales.	330	400	200	UFC o NMP/100 ml.
02	Escherichia coli.	900	1.000	500	UFC o NMP/100 ml.

Agua costera y de transición

		Calidad			Unidad
		Suficiente **	Buena *	Excelente *	
01	Enterococos intestinales.	185	200	100	UFC o NMP/100 ml.
02	Escherichia coli.	500	500	250	UFC o NMP/100 ml.

* Con arreglo a la evaluación del percentil 95. Véase el anexo II.

** Con arreglo a la evaluación del percentil 90. Véase el anexo II.

LEGAL

LEGAL

Reutilización de aguas regeneradas: Marco Legal

NORMATIVA EUROPEA

Reglamento 2020/741

- Establece el marco legal para la reutilización del agua urbana depurada únicamente para el riego agrícola
- El marco legislativo español es más amplio y ahora mismo conviven dos marcos legales

Clase de calidad mínima de las aguas regeneradas	Categoría de cultivo (*)	Método de riego
A	Todos los cultivos de alimentos que se consumen crudos en los que la parte comestible está en contacto directo con las aguas regeneradas y los tubérculos que se consumen crudos	Todos los métodos de riego
B	Los cultivos de alimentos que se consumen crudos cuando la parte comestible se produce por encima del nivel del suelo y no está en contacto directo con las aguas regeneradas, los cultivos de alimentos transformados y los cultivos no alimenticios, incluidos los cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche	Todos los métodos de riego
C	Los cultivos de alimentos que se consumen crudos cuando la parte comestible se produce por encima del nivel del suelo y no está en contacto directo con las aguas regeneradas, los cultivos de alimentos transformados y los cultivos no alimenticios, incluidos los cultivos utilizados para alimentar a animales productores de carne o leche	Riego por goteo (**) u otro método de riego que evite el contacto directo con la parte comestible del cultivo
D	Cultivos destinados a la industria y a la producción de energía y de semillas	Todos los métodos de riego (***)

Clase de calidad de las aguas regeneradas	Tratamiento indicativo	Requisitos de calidad				
		<i>E. coli</i> (número/100 ml)	DBO ₅ (mg/l)	STS (mg/l)	Turbidez (UNT)	Otros
A	Tratamiento secundario, filtración y desinfección	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	<i>Legionella</i> spp.: < 1 000 UFC/l cuando exista un riesgo de aerosolización Nematodos intestinales (huevos de helminetos): ≤ 1 huevo/l para el riego de pastos o forraje
B	Tratamiento secundario y desinfección	≤ 100	De conformidad con la Directiva 91/271/CEE (anexo I, cuadro 1)	De conformidad con la Directiva 91/271/CEE (anexo I, cuadro 1)	–	
C	Tratamiento secundario y desinfección	≤ 1 000			–	
D	Tratamiento secundario y desinfección	≤ 10 000			–	

USOS DEL AGUA REGENERADA

RD 1620/2007

Establece el marco legal en España para la reutilización fijando los objetivos de calidad, el seguimiento y control de la calidad del agua, método de determinación de cada parámetro

Usos para el agua regenerada

ESPAÑA Real Decreto 1620/2007 por el que se regula el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas (Diciembre 2007)	OMS WHO Guidelines for the Safe Use of Wastewater, Excreta and Greywater (2006)	USEPA Guidelines for Water Reuse (2004)
Existen 13 usos separados en 5 grupos : URBANOS AGRÍCOLAS INDUSTRIALES RECREATIVOS AMBIENTALES	USOS AGRÍCOLAS: Riego sin restricciones Riego con restricciones Riego localizado	Existen 6 grupos de usos: URBANOS AGRÍCOLAS INDUSTRIALES AMBIENTALES-RECREATIVOS RECARGA DE ACUÍFEROS AUMENTO DE SUMINISTRO DE AGUA POTABLE.

OBJETIVOS DE CALIDAD EN FUNCIÓN DEL USO

Ejemplo: Uso Agrícola

USO DEL AGUA PREVISTO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (VMA)				
	NEMATODOS INTESTINALES	<i>ESCHERICHIA COLI</i>	SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	TURBIDEZ	OTROS CRITERIOS
2.- USOS AGRÍCOLAS¹					
CALIDAD 2.1 ² a) Riego de cultivos con sistema de aplicación del agua que permita el contacto directo del agua regenerada con las partes comestibles para alimentación humana en fresco.	1 huevo/10 L	100 UFC/100 mL Teniendo en cuenta un plan de muestreo a 3 clases ³ con los siguientes valores: n = 10 m = 100 UFC/100 mL M = 1.000 UFC/100 mL c = 3	20 mg/L	10 UNT	OTROS CONTAMINANTES contenidos en la autorización de vertido de aguas residuales: se deberá limitar la entrada de estos contaminantes al medio ambiente. En el caso de que se trate de sustancias peligrosas deberá asegurarse el respeto de las NCAs. <i>Legionella spp.</i> 1.000 UFC/L (si existe riesgo de aerosolización) Es obligatorio llevar a cabo la detección de patógenos Presencia/Ausencia (Salmonella, etc.) cuando se repita habitualmente que c=3 para M=1.000

¹ Características del agua regenerada que requieren información adicional: Conductividad 3,0 dS/m ; Relación de Adsorción de Sodio (RAS): 6 meq/L; Boro: 0,5 mg/L; Arsénico: 0,1 mg/L; Berilio: 0,1 mg/L; Cadmio: 0,01 mg/L; Cobalto: 0,05 mg/L; Cromo: 0,1 mg/L; Cobre: 0,2 mg/L; Manganeso: 0,2 mg/L; Molibdeno: 0,01 mg/L; Níquel: 0,2 mg/L; Selenio : 0,02 mg/L; Vanadio: 0,1 mg/L.. Para el cálculo de RAS se utilizará la fórmula:

$$\text{RAS (meq / L)} = \frac{[\text{Na}]}{\sqrt{\frac{[\text{Ca}] + [\text{Mg}]}{2}}}$$