



UNIVERSIDAD
COMPLUTENSE
MADRID

JORNADA DE DEBATE SOBRE DEPURACIÓN DE AGUAS RESIDUALES
Madrid, 7 de mayo de 2019

Efluentes de depuración y afección al medio receptor:
El caso del Tajo Medio



FUNDACIÓN
BOTÍN

Observatorio del Agua

Antonio Bolinches



INDICE

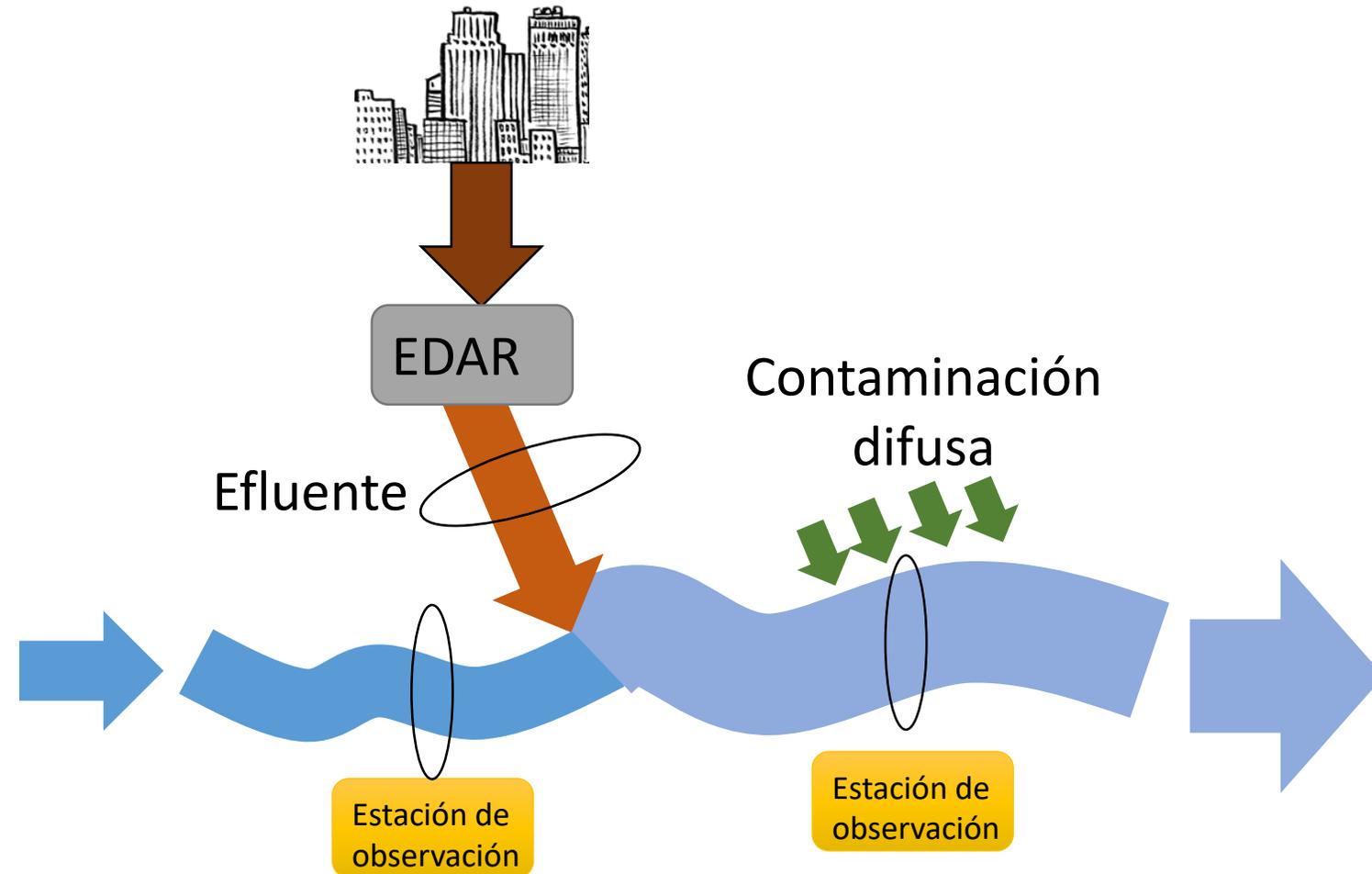
- 1. LEGISLACIÓN: AUTORIZACIONES DE VERTIDO Y OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES EN AGUAS SUPERFICIALES**
- 2. PRIORIDADES DE ACTUACIÓN EN EL PROGRAMA DE MEDIDAS**
- 3. CASO PRÁCTICO: EL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID Y EL TAJO MEDIO**
- 4. LOS COSTES DESPROPORCIONADOS EN LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA**

INDICE

- 1. LEGISLACIÓN: AUTORIZACIONES DE VERTIDO Y OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES EN AGUAS SUPERFICIALES**
2. PRIORIDADES DE ACTUACIÓN EN EL PROGRAMA DE MEDIDAS
3. CASO PRÁCTICO: EL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID Y EL TAJO MEDIO
4. LOS COSTES DESPROPORCIONADOS EN LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

Directivas europeas y legislación nacional

- Vertidos urbanos
- Contaminación difusa
- Masas de agua superficiales



Límites de concentraciones: vertidos de depuradora

Límite de vertidos (Directivas 91/271/EEC, 98/15/EC

-> RDL11/1995, RD509/1996, RD2116/1998) :

- Límites genéricos:

Valores en mg/l	DBO5	Ntot *	Ptot **
10.000 < h-e < 100.000	25	15	2
100.000 < h-e		10	1

* Captación de zona sensible a eutrofización por nitrógeno

** Captación de zona sensible a eutrofización por fósforo

- Límites específicos:

RDL11/1995 Art 2i: *“(...) las aguas receptoras cumplan después del vertido,*

los objetivos de calidad previstos en el ordenamiento jurídico aplicable”

Legislación: Contaminación difusa

Protección de las aguas contra la contaminación por **nitratos** de fuentes agrarias. La legislación prescribe el **seguimiento pero no cuantifica los límites** de las presiones:

- Directiva 91/676/CEE
- RD 261/1996
- Regulación autonómica. Ejemplo, Comunidad Autónoma de Madrid
 - Resolución del 4 de febrero de 1999, Código de Buenas Prácticas Agrarias (sin carácter obligatorio).
 - Órdenes 2331/2009, y 2070/2012, de designación y actuaciones en zonas vulnerables a contaminación por nitratos.

Para los **fosfatos** de origen agrario la legislación está **menos desarrollada**.

Estado de las masas de agua superficiales

El estado de las masas de agua superficiales es el peor entre:

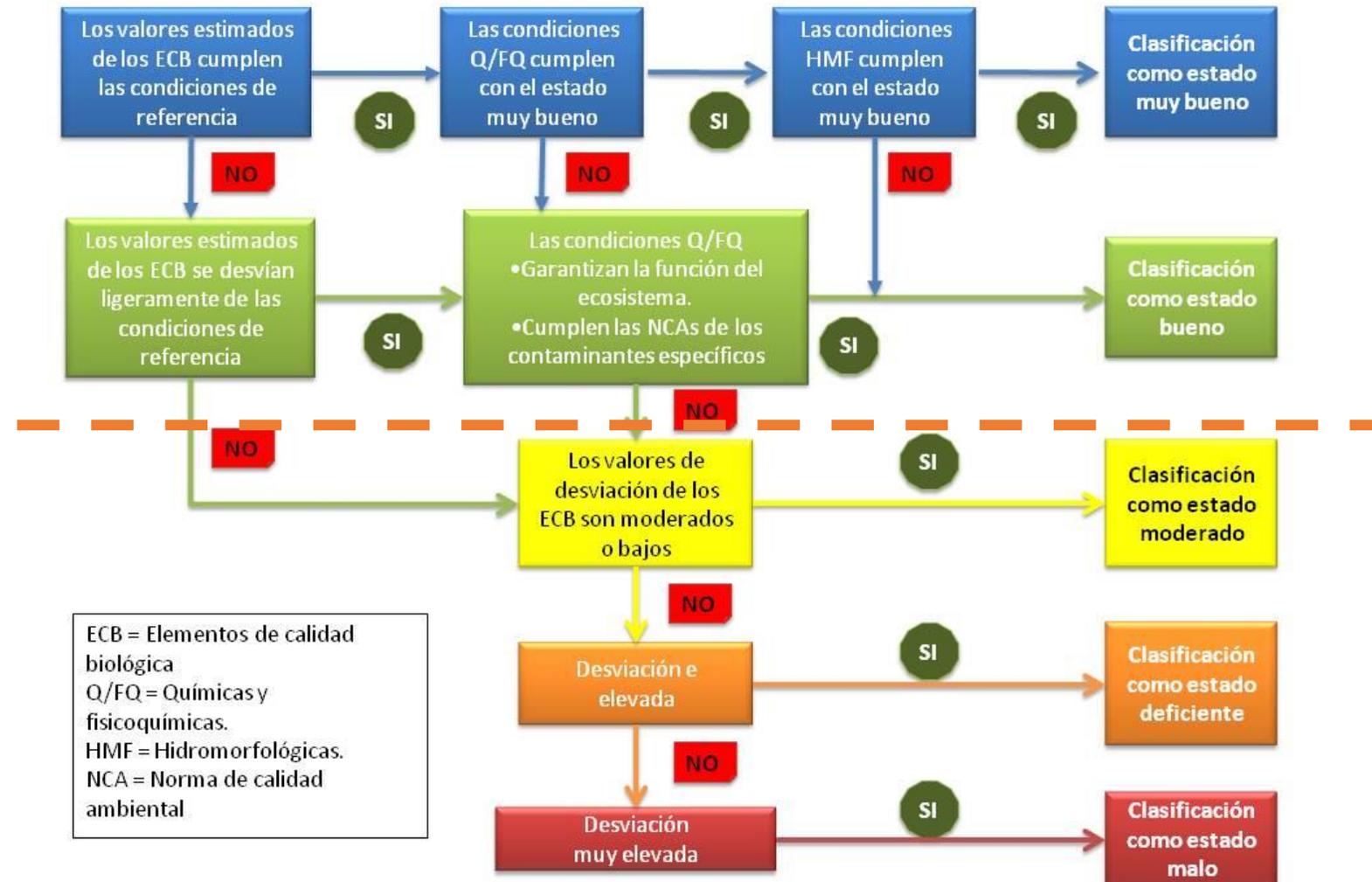
-Estado químico

-Estado ecológico

-Biológico

-Físico-Químico

-Hidromorfológico



Límites de concentraciones: objetivos de la masa de agua receptora

Las aguas receptoras deben cumplir con los objetivos de calidad de la transposición a la legislación española de la **Directiva Marco del Agua**. El estado ecológico se caracteriza con indicadores:

- Biológicos
- **Físico-Químicos: Valores de Oxígeno y concentraciones de nutrientes**
- Hidromorfológicos

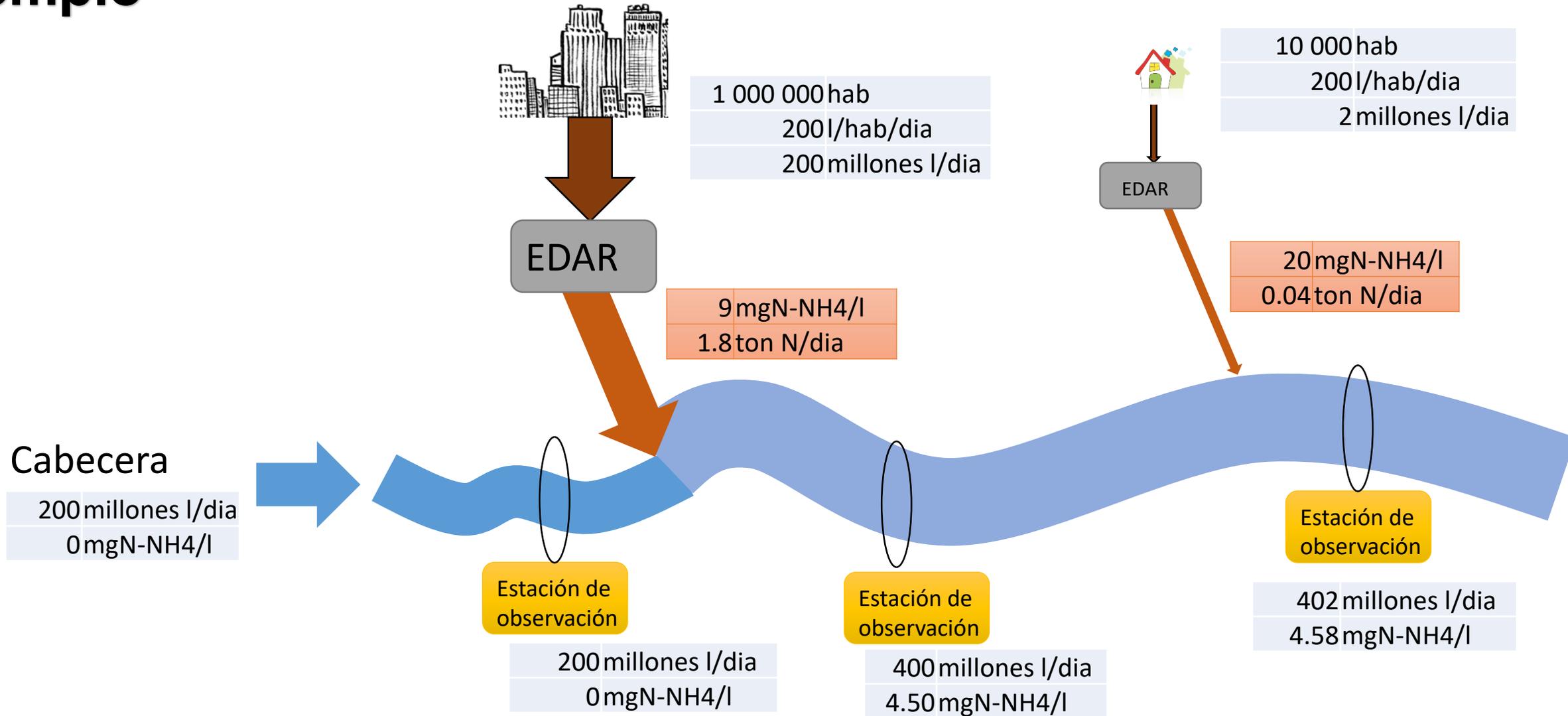
Transposición a la legislación española: RD817/2015 (según ecotipo)

Valores en mg/l	BOD5	OD	Ntot	NH4	NO3	Ptot	PO4
RT-17: Grandes ejes en ambiente mediterráneo, límite Bueno/Moderado	-	5	-	1	25	-	0.4

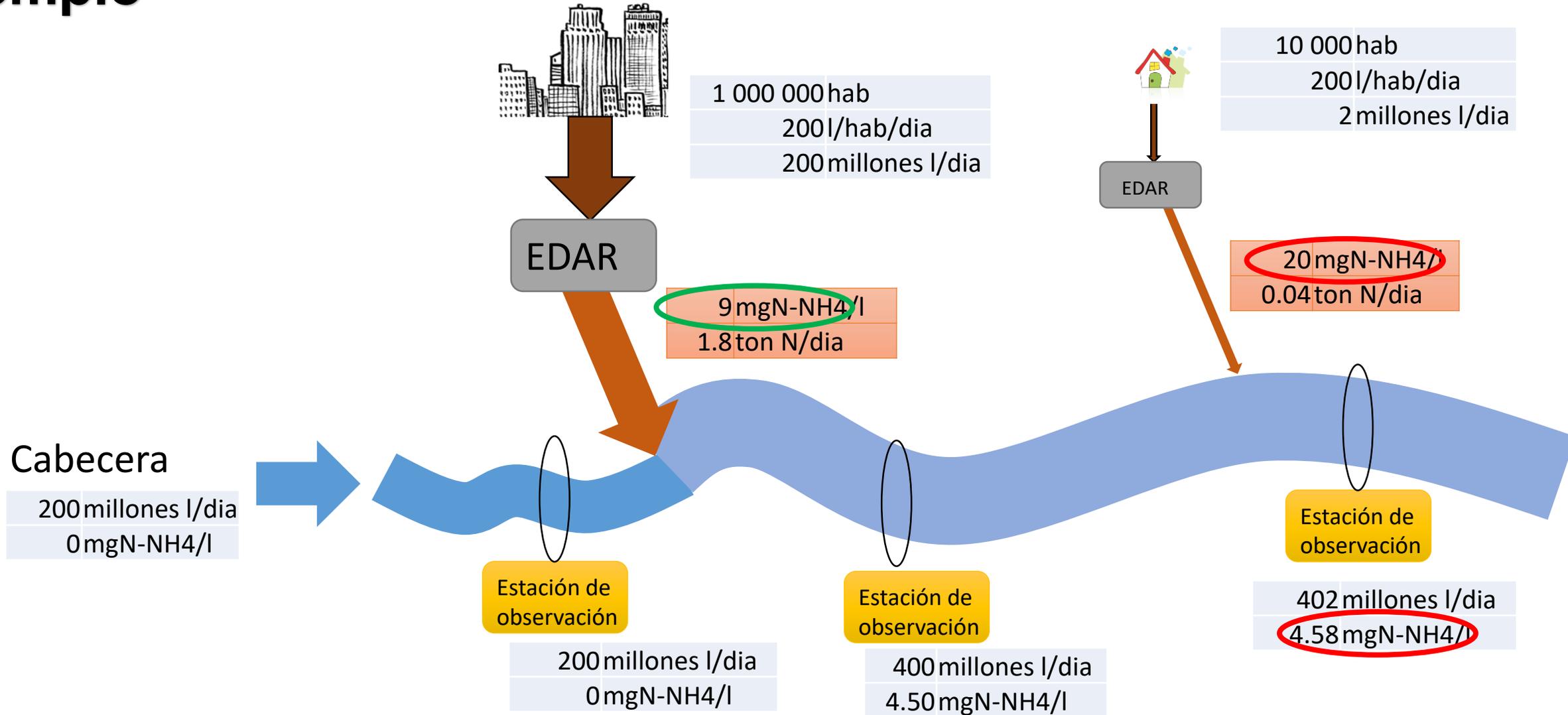
INDICE

1. LEGISLACIÓN: AUTORIZACIONES DE VERTIDO Y OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES EN AGUAS SUPERFICIALES
2. PRIORIDADES DE ACTUACIÓN EN EL PROGRAMA DE MEDIDAS
3. CASO PRÁCTICO: EL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID Y EL TAJO MEDIO
4. LOS COSTES DESPROPORCIONADOS EN LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

Ejemplo



Ejemplo



Límites de concentraciones: vertidos de depuradora

Límite de vertidos (Directivas 91/271/EEC, 98/15/EC

-> RDL11/1995, RD509/1996, RD2116/1998) :

- Límites genéricos:

mg/l	DBO5	Ntot *	Ptot **
10.000 < h-e < 100.000	25	15	2
100.000 < h-e		10	1

* Captación de zona sensible a eutrofización por nitrógeno

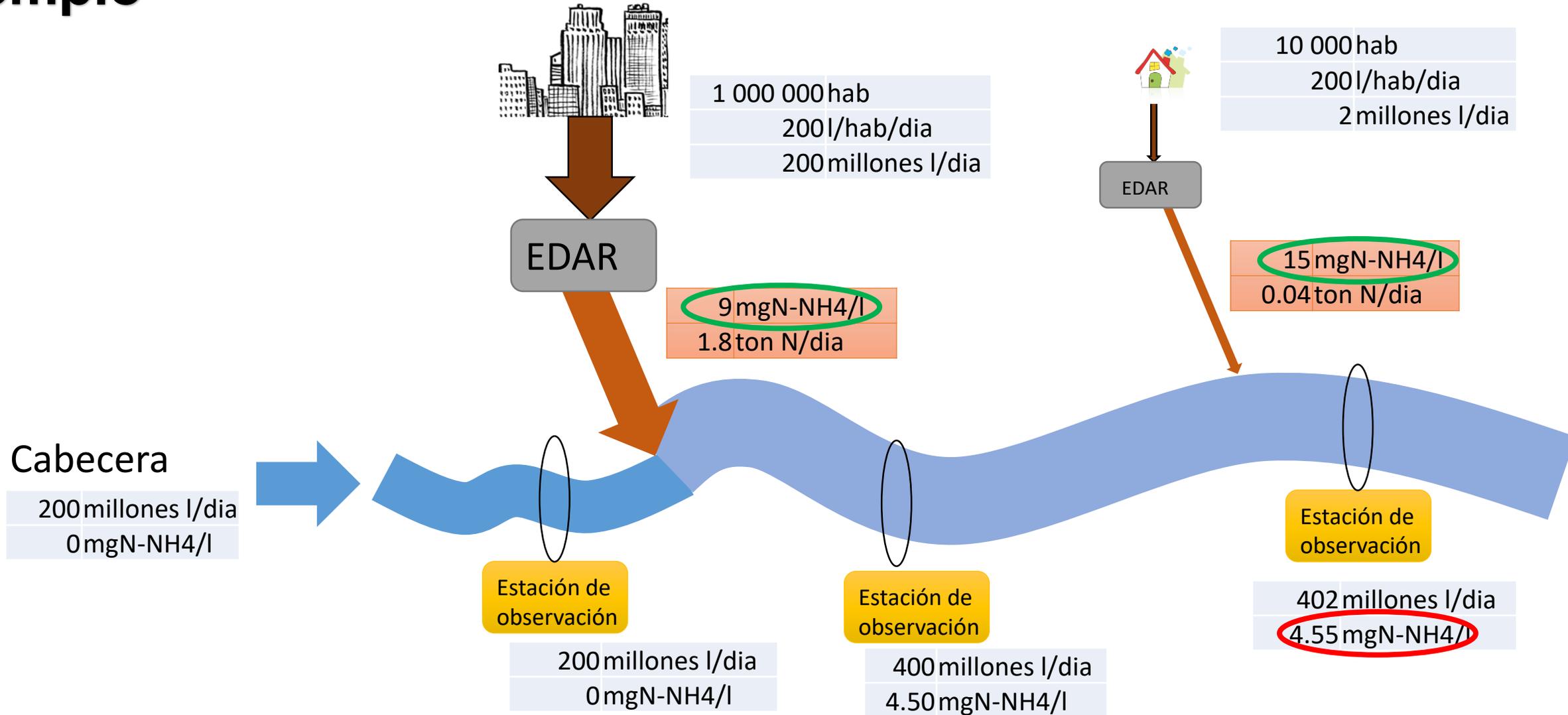
** Captación de zona sensible a eutrofización por fósforo

- Límites específicos:

RDL11/1995 Art 2i: *“las aguas receptoras cumplan después del vertido,*

los objetivos de calidad previstos en el ordenamiento jurídico aplicable”

Ejemplo



Límites de concentraciones: objetivos de la masa de agua receptora

Las aguas receptoras deben cumplir con los objetivos de calidad de la transposición a la legislación española de la **Directiva Marco del Agua**. El estado ecológico se caracteriza con indicadores:

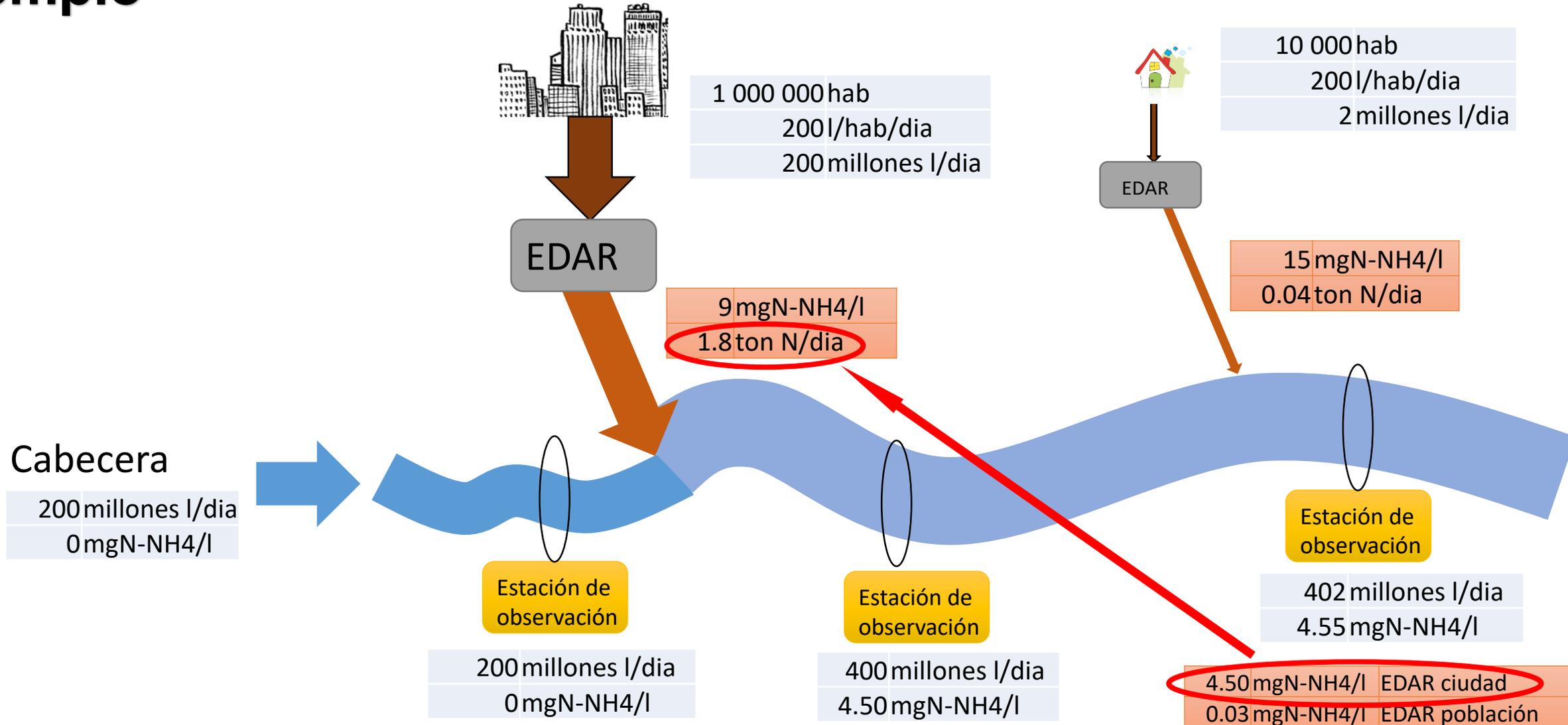
- Biológicos
- **Físico-Químicos: Valores de Oxígeno y concentraciones de nutrientes**
- Hidromorfológicos

Transposición a la legislación española:

Valores en mg/l	BOD5	OD	Ntot	NH4	NO3	Ptot	PO4
Límite Bueno/Moderado RD817/2015 (según ecotipo)	-	5	-	1	25	-	0.4

(RT-17: Grandes ejes en ambiente mediterráneo)

Ejemplo



INDICE

1. LEGISLACIÓN: AUTORIZACIONES DE VERTIDO Y OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES EN AGUAS SUPERFICIALES
2. PRIORIDADES DE ACTUACIÓN EN EL PROGRAMA DE MEDIDAS
- 3. CASO PRÁCTICO: EL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID Y EL TAJO MEDIO**
4. LOS COSTES DESPROPORCIONADOS EN LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

Presiones sobre el Tajo



<https://www.iagua.es/noticias/fundacion-botin/como-depuradoras-madrid-y-trasvase-tajo-segura-afectan-calidad-agua-tajo>

Cómo las depuradoras de Madrid y el Trasvase Tajo-Segura afectan a la calidad del agua del Tajo



Fundación Botín

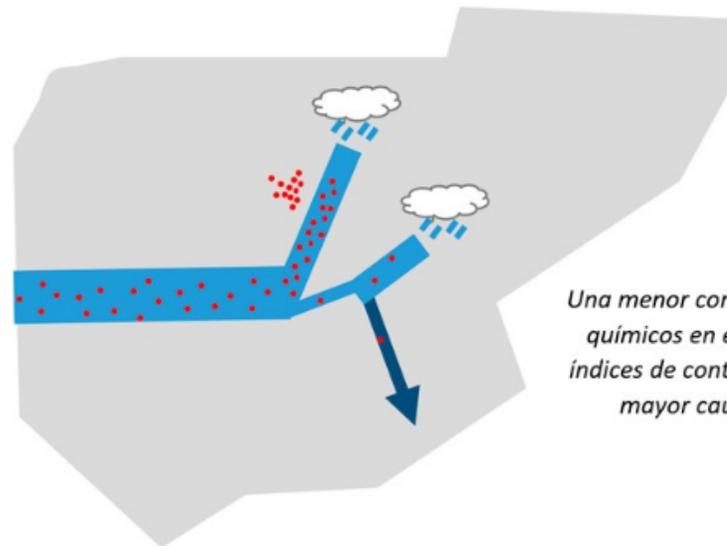


173 SEGUIDORES

1.315



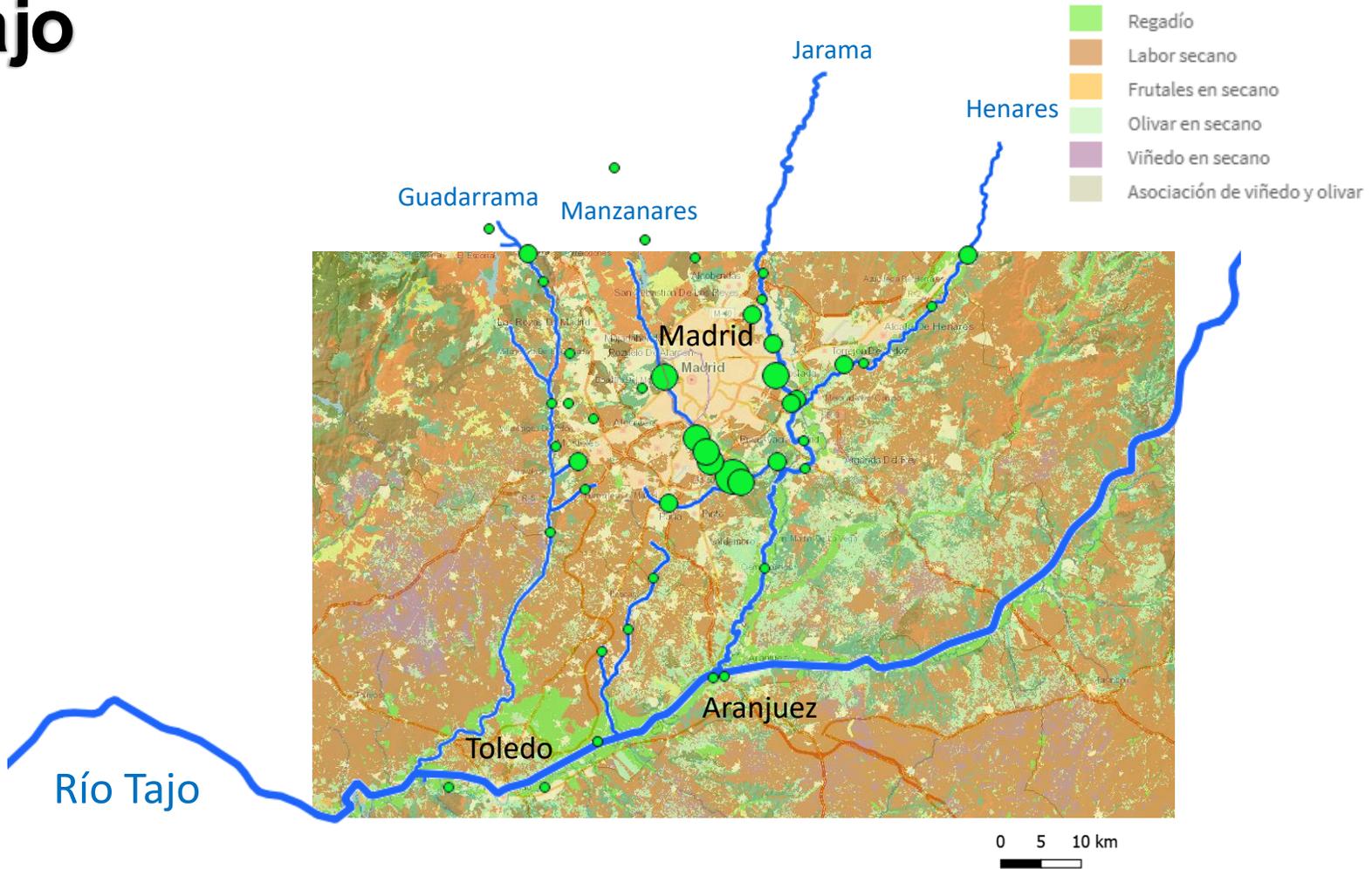
4



Una menor concentración de compuestos físico-químicos en el eje del Tajo requiere menores índices de contaminación desde el Jarama, o un mayor caudal desde cabecera del Tajo

- Las depuradoras de aguas residuales urbanas que vierten al Manzanares y al Jarama son la principal fuente de contaminación del Tajo entre Aranjuez y Toledo.
- Con los niveles actuales de depuración, ni siquiera dejando de trasvasar el agua de los embalses de cabecera se llegaría a unos parámetros físico-químicos compatibles con el buen estado ecológico del Tajo Medio.
- Actualmente las decisiones de volumen a trasvasar solamente tienen en cuenta la cantidad de agua en los embalses de cabecera, independientemente de la calidad de agua resultante en el Tajo.

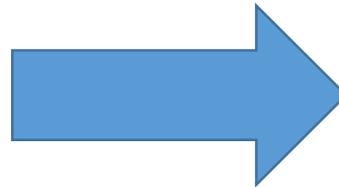
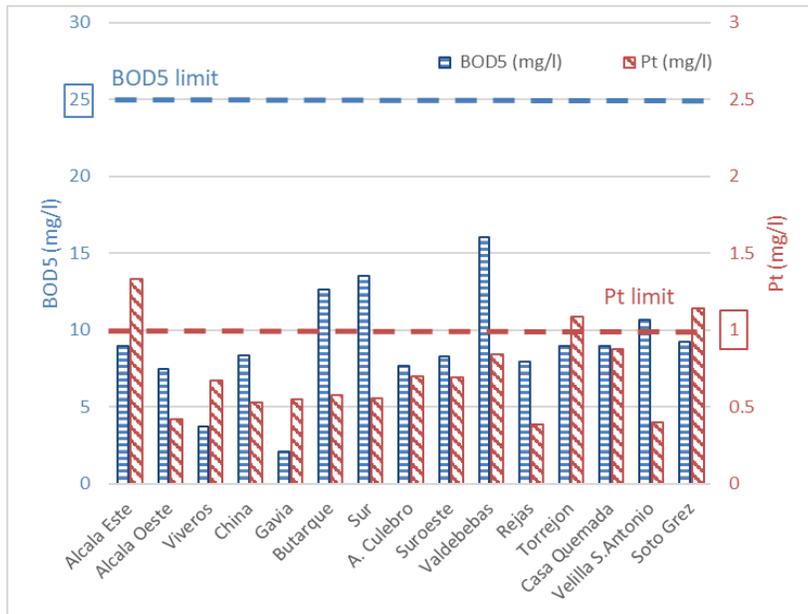
Presiones sobre el Tajo



Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España 1:50.000 del año 2000 - 2010
<https://sig.mapama.gob.es/siga/visor.html>

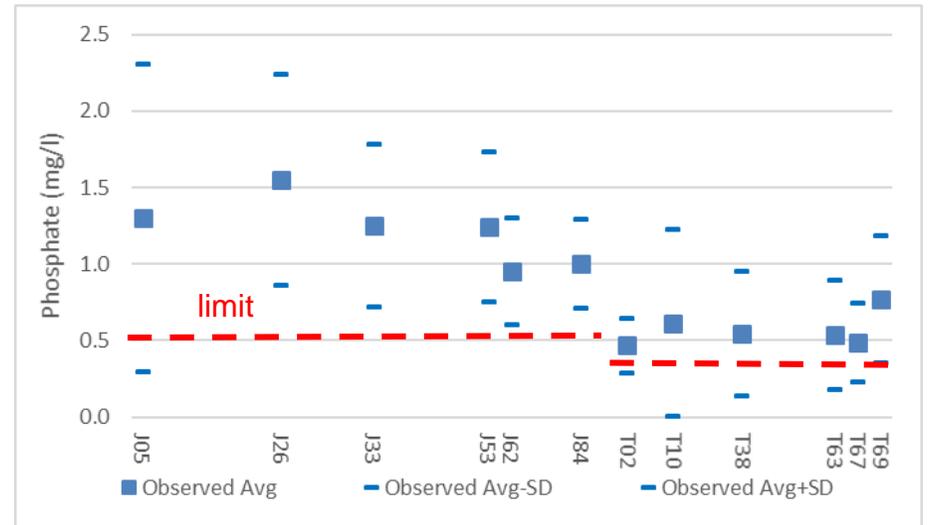
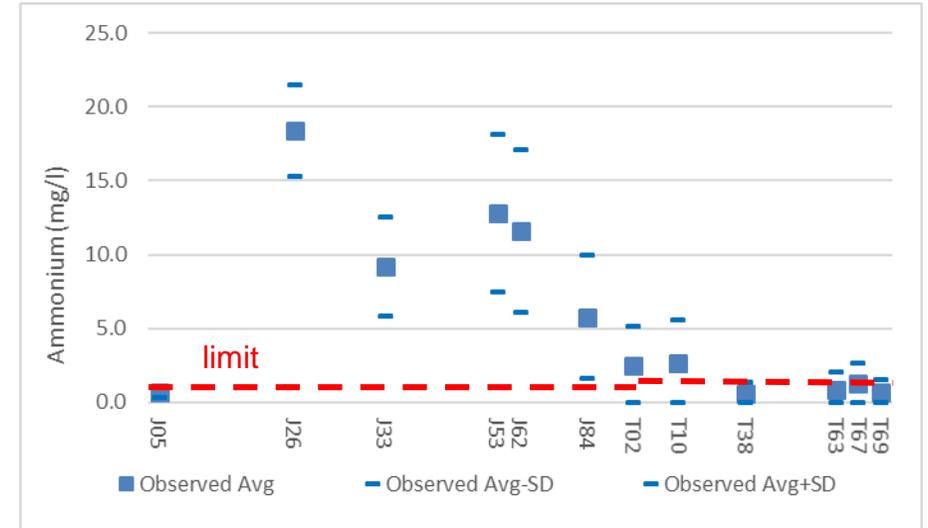
● GRANDES DEPURADORAS URBANAS

Caso de estudio: El Tajo Medio



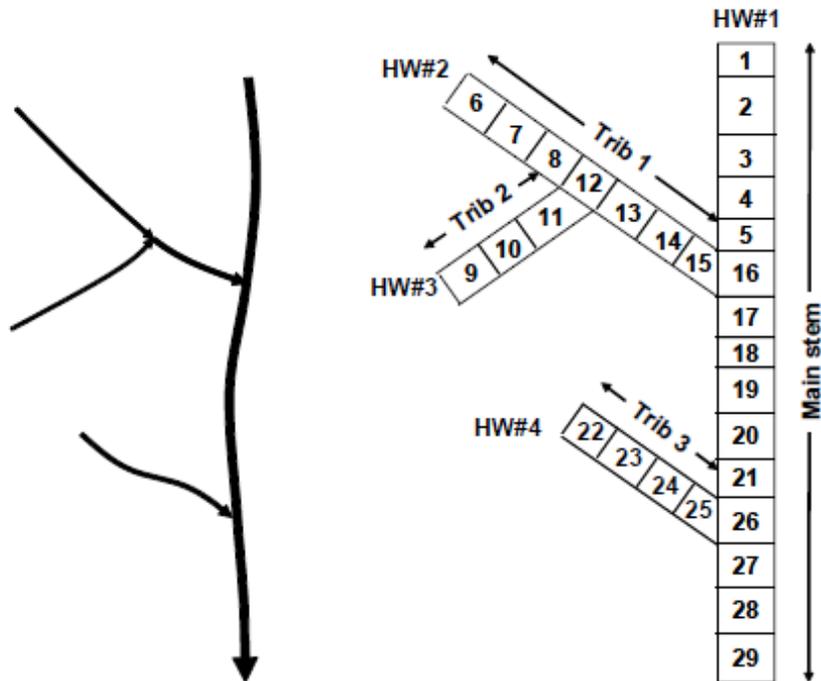
PERO las aguas receptoras presentan concentraciones por encima de los límites de la DMA

Las depuradoras cumplen con la legislación de vertido (definida en efluente)

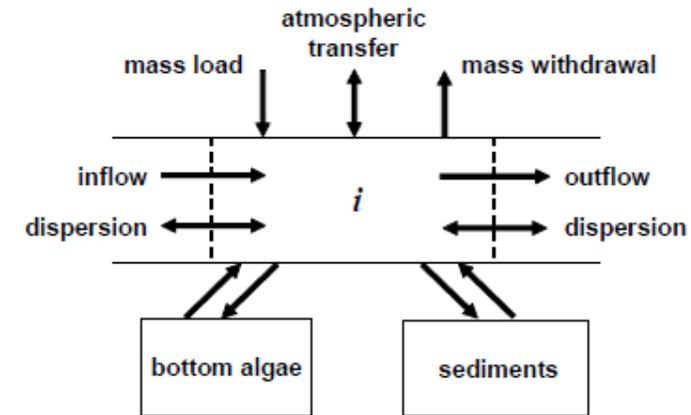


Modelización: discretización y equilibrio

- Discretización :

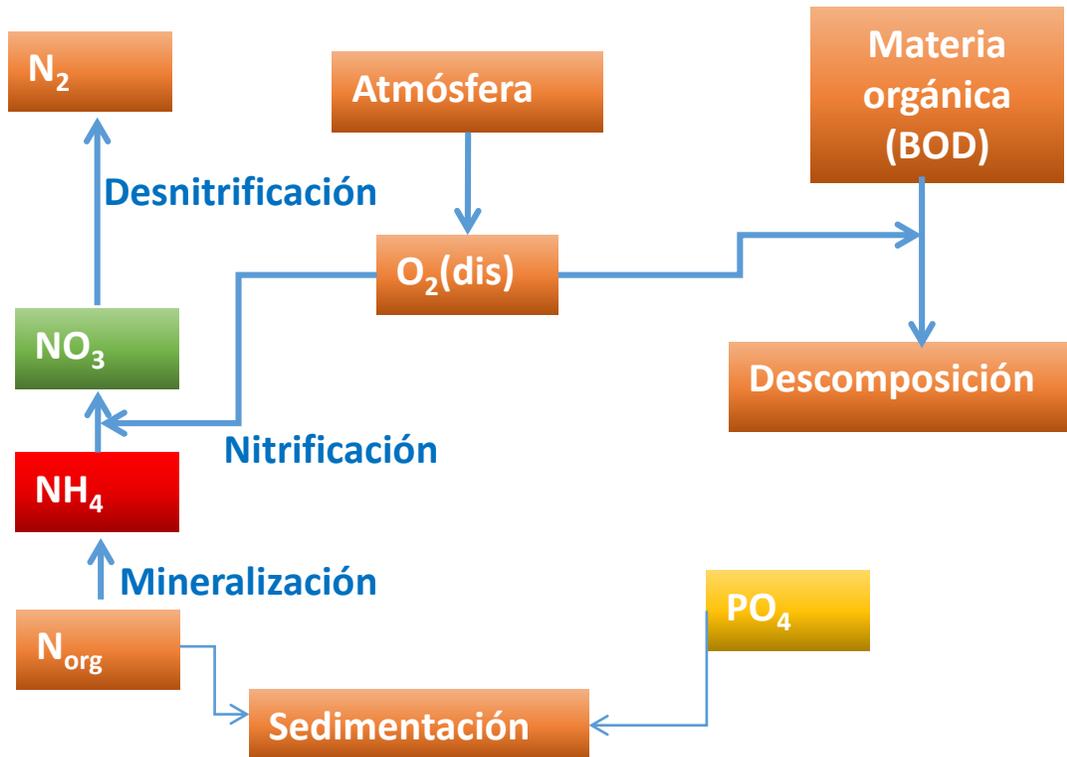


- Equilibrio :



$$0 = \frac{d}{dx} \left(E \frac{dC}{dx} \right) - \frac{d(uC)}{dx} + \frac{S_d + C_e q_e - C q_s + V \sum W_i}{V}$$

Reacciones químicas



Manual GESCAL (J. Paredes et al.)

- Reacciones :

$$\sum W_i = +K_{Noa} \theta_{Knoa}^{T-20} N_o - \left(K_{Nai} \theta_{nai}^{T-20} \frac{O}{O + K_{nl/2}} \right) N_a$$

Reacciones del amonio

Resultados

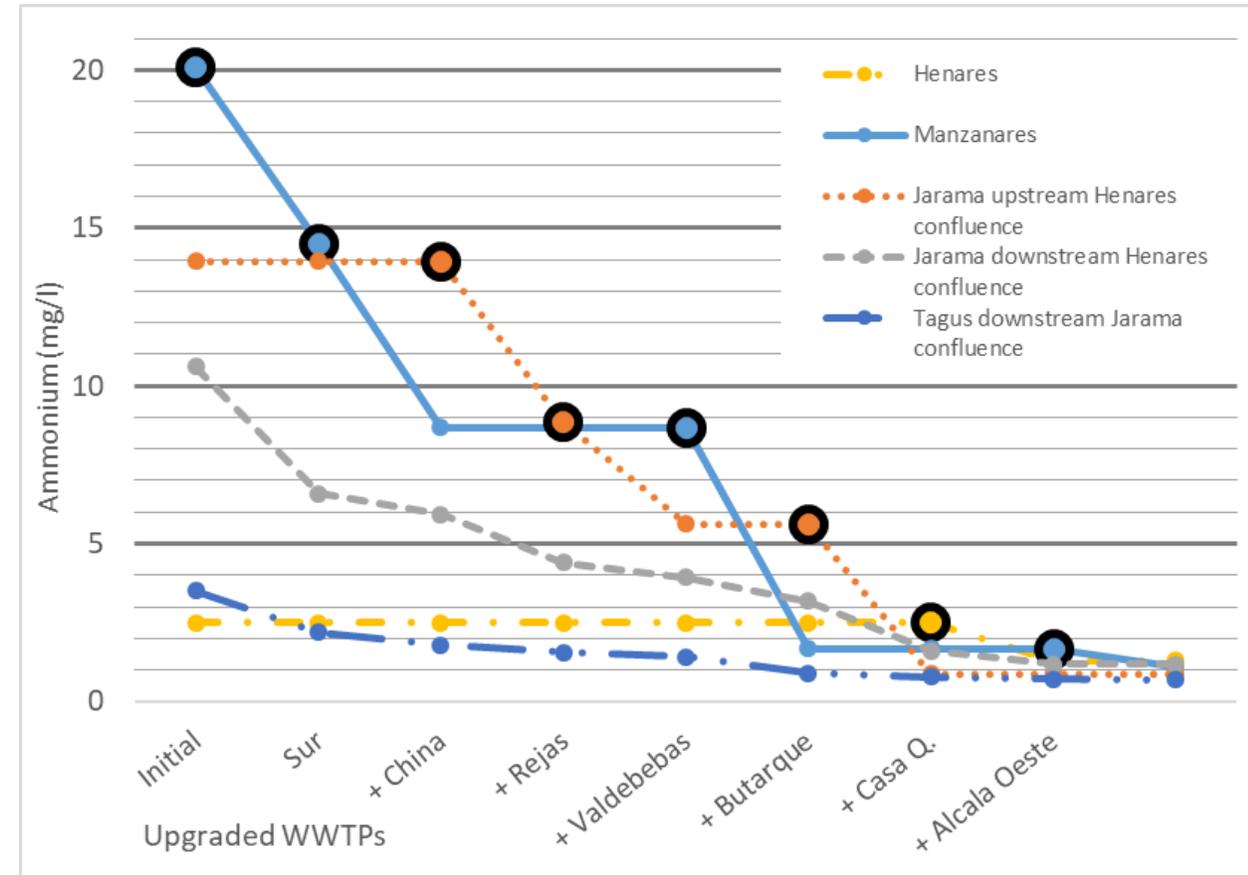
- Las **depuradoras urbanas** del Manzanares y el Jarama son la **principal fuente de contaminación** del Tajo entre Aranjuez y Toledo: más del 95% de derivados del nitrógeno y más del 80% de derivados del fósforo.
- Límites compatibles con el buen estado de las masas receptoras:

EDARs vertiendo a:	NH ₄ (mg/l)	NO ₃ (mg/l)	PO ₄ (mg/l)
Henares	4.00	60	0.65
Manzanares	0.65	30	0.55
Jarama aguas arriba del Henares	1.00	50	0.55
Jarama aguas abajo del Henares	8.00	60	1.00

- Con los niveles actuales de depuración, **ni siquiera dejando de transvasar** el agua de los embalses de cabecera se llegaría al buen estado ecológico de las aguas del Tajo.

Prioridades de actuación

- Se pueden usar los modelos de calidad de aguas para identificar las presiones que causan la no conformidad en las aguas receptoras.
- Se pueden cuantificar los cambios requeridos en estas presiones para definir las mejoras en infraestructuras y las inversiones relacionadas.
- Los estudios científicos también pueden apoyar la toma de decisiones en la definición de las prioridades de intervención.



INDICE

1. LEGISLACIÓN: AUTORIZACIONES DE VERTIDO Y OBJETIVOS MEDIOAMBIENTALES EN AGUAS SUPERFICIALES
2. PRIORIDADES DE ACTUACIÓN EN EL PROGRAMA DE MEDIDAS
3. CASO PRÁCTICO: EL ÁREA METROPOLITANA DE MADRID Y EL TAJO MEDIO
- 4. LOS COSTES DESPROPORCIONADOS EN LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA**

Exenciones por costes desproporcionados

Artículos 4.4 y 4.5 de la DMA, Arts. 36 y 37 del Reglamento de la Planificación Hidrológica (RD907/2007) :

Artículo 37. *Objetivos medioambientales menos rigurosos.*

1. Cuando existan masas de agua muy afectadas por la actividad humana o sus condiciones naturales hagan inviabile la consecución de los objetivos señalados o exijan un coste desproporcionado, se señalarán objetivos ambientales menos rigurosos en las condiciones que se establezcan en cada caso mediante los planes hidrológicos.

2. Entre dichas condiciones deberán incluirse, al menos, todas las siguientes: (...)

Exenciones por costes desproporcionados

Desarrollado en el Artículo 6.6 de la Instrucción de Planificación Hidrológica (Orden ARM/2656/2008)

6.6 ANÁLISIS DE COSTES DESPROPORCIONADOS

- a) Los costes son desproporcionados respecto a la capacidad de pago de los usuarios. En este caso se deberá comprobar que no existe la posibilidad de utilizar mecanismos de financiación alternativos

- b) Los costes son desproporcionados respecto a los beneficios derivados de alcanzar los objetivos medioambientales en las masas de agua. En la evaluación de estos beneficios se considerarán aspectos tales como la salud humana, la seguridad o el desarrollo sostenible.

Límites de concentraciones: objetivos de la masa de agua receptora

Transposición a la legislación española (valores límite de estado bueno/moderado):

Masa de agua	Valores en mg/l	BOD5	OD	Ntot	NH4	NO3	Ptot	PO4
Tajo entre Aranjuez y Toledo	Límite Bueno/Moderado RD817/2015 (RT-17)	-	5	-	1	25	-	0.4
Manzanares a su paso por Madrid	Límite Bueno/Moderado RD817/2015 (RT-15)	-	5	-	0.6	25	-	0.5
Manzanares a su paso por Madrid	Objetivos menos rigurosos RD1/2016 Apendice 8	10	-	-	10	25	1	-

Exenciones por costes desproporcionados

Documentos iniciales del tercer ciclo de planificación hidrológica (2021-2027) - MEMORIA

En el caso de las masas en que en el vigente Plan hidrológico se han establecido objetivos menos rigurosos, se ha realizado una estimación genérica del coste ambiental todavía no internalizado con las medidas ya previstas en el programa de medidas.

CAE Inversión (millones €)	Coste mantenimiento y operación (millones €)	COSTE AMBIENTAL (millones €)
28,73	84,02	112.75

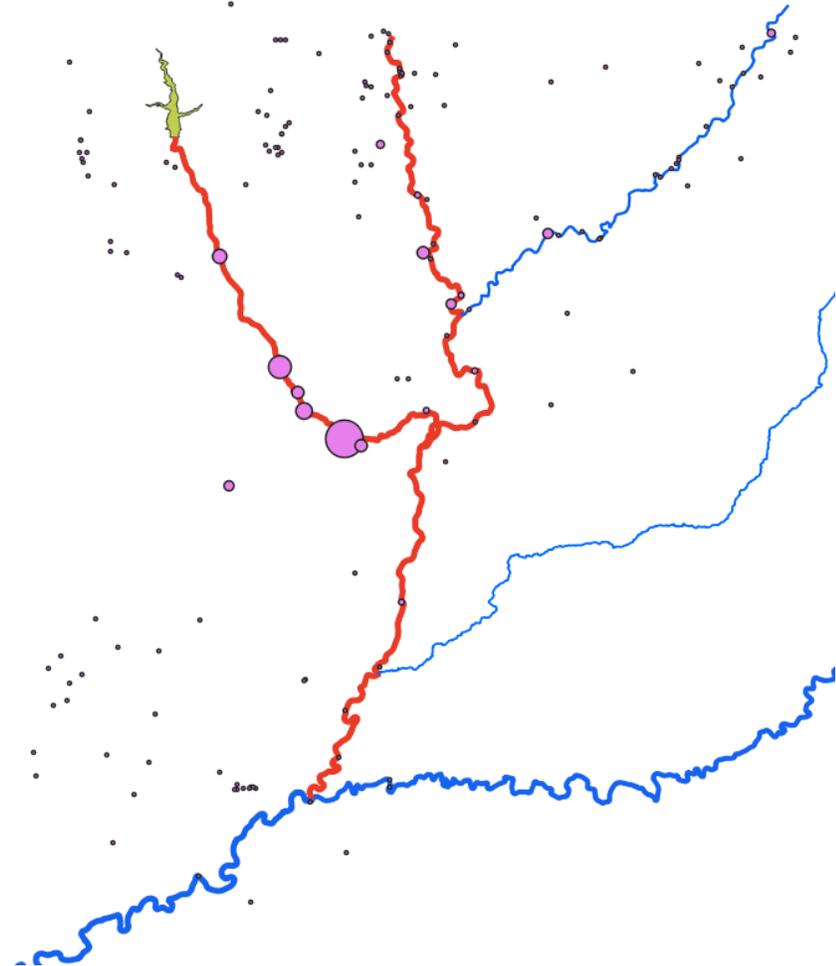
Estas cifras de costes ambientales no internalizados, en especial en el caso de las masas en que se establecen objetivos menos rigurosos en el plan vigente, deben ser objeto de un análisis más profundo y detallado cara a la elaboración del estudio de recuperación de costes a incluir en la propuesta de revisión del plan hidrológico.

Exenciones por costes desproporcionados

COSTE
112.75 M EUR / año

BENEFICIO
MEDIOAMBIENTAL

CAPACIDAD DE
PAGO



GRACIAS



	NH4			PO4		
Concentración (mg/l)	OM	OMR	MO	OM	OMR*	MO
Jarama de Vbebas a Henares	0.6	10	15	0.5	3.1	1.2
Jarama de Henares a E. Rey	0.6	8	8	0.5	3.1	1.1
Jarama de E. Rey a Tajuña	0.6	10	13	0.5	3.1	0.9
Jarama de Tajuña a Tajo	0.6	10	9	0.4	3.1	0.9
Manzanares por Madrid	0.6	10	25	0.5	3.1	1.0

OM: Objetivos Medioambientales, OMR: Objetivos Menos Rigurosos, MO: Media Observada