



Junio 2026

HIDRA-RISK. Metodología para la planificación estratégica municipal frente al cambio climático: adaptación y reducción de los riesgos hídricos mediante SBN

Fase A: Analítica



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Participantes en el proyecto

María José Márquez Ballesteros. Profesora titular de universidad y coordinadora del proyecto. Universidad de Málaga.

Daniel Navas Carrillo. Profesor titular de universidad y coordinador del proyecto. Universidad de Málaga.

Pablo Rico Pinazo. Contratado FPU. Universidad de Málaga.

Elena Enciso Martínez. Contratado FPU. Universidad de Málaga.

Heechang Chae. Contratado FPU. Universidad de Málaga.

Alicia González Lagos. Beca OTRI de investigación. Universidad de Málaga.

Aida Pastora Vera. Beca OTRI de investigación. Universidad de Málaga.

Ainoa Bauzá Gallardo. Beca OTRI de investigación. Universidad de Málaga.

María Risoto Valencia. Beca OTRI de investigación. Universidad de Málaga.

Candelaria Fuhe Cañete Navas. Beca iniciación a la Investigación del Plan Propio Universidad de Málaga.

José Manuel Pérez Chachoui. Beca iniciación a la Investigación del Plan Propio Universidad de Málaga.

Raquel Paule. Directora General. Fundación Renovables.

Maribel Núñez. Gerente. Fundación Renovables.

Juan Fernando Martín. Responsable de ciudades sostenibles. Fundación Renovables.

Alejandro Tena. Responsable de Comunicación. Fundación Renovables.

Andrés Actis. Responsable de Comunicación. Fundación Renovables.

Alexandra Llave. Responsable de redes y eventos. Fundación Renovables.

Ismael Morales. Responsable de políticas climáticas. Fundación Renovables.

Hannah Fakir. Responsable de incidencia política. Fundación Renovables.

María Manzano. Responsable de combustibles y mercados. Fundación Renovables.

Gonzalo Gómez. Responsable de tecnologías renovables. Fundación Renovables.

Diego Ferraz. Responsable de cohesión territorial. Fundación Renovables.

Luisa Castillo. Responsable de movilidad y ciudades. Fundación Renovables.

Janire Sánchez. Responsable de educación y sensibilización. Fundación Renovables.

Teresa de la Fuente. Administración. Fundación Renovables.



Esta publicación está bajo licencia Creative Commons. Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual (CC BY-NC-SA). Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte de este siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia.

Fundación Renovables

(Declarada de utilidad pública)

Calle Santa Engracia 108, 5º Int. Izda.

28003. Madrid

www.fundacionrenovables.org

Este proyecto ha sido financiado por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico y será publicado en la web de la Fundación Renovables.



Índice

Marco conceptual y herramientas del documento	5
Abreviaturas.....	5
Definiciones.....	5
Introducción.....	10
Objetivo y alcance del documento	10
La dimensión de agua como apéndice del cambio climático y cambio de paradigma	11
Estado de la cuestión	12
Contexto y antecedentes.....	12
Estudio de efemérides de inundaciones y sequías en España	12
Metodología de investigación	17
Revisión de la literatura científica	17
Revisión sistemática de la literatura sobre soluciones basadas en la naturaleza en la planificación urbana frente a riesgos hídricos (sequías e inundaciones)	17
Revisión de literatura sobre metodologías GIS para el análisis multirriesgo	17
Fuentes y proceso de identificación	18
Fuentes y proceso de identificación del marco normativo-estratégico.....	18
Fuentes y proceso de identificación de buenas prácticas.....	18
Criterios de selección	19
Criterios de selección del marco normativo-estratégico	19
Criterios de selección de buenas prácticas	19
Sistematización y estructura de análisis	20
Sistematización y clasificación del marco normativo-estratégico.....	20
Sistematización y clasificación de buenas prácticas.....	22
Análisis, diagnóstico y resultados.....	25
Resultados del marco normativo-estratégico	25



Política de aguas	26
Planificación hidrológica	32
Riesgos Hídricos	36
Tratamiento de aguas	40
Futuro de la planificación hídrica.....	48
Participación pública	50
Resultados de buenas prácticas	51
Actuaciones puntuales como mecanismo de adaptación urbana al estrés hídrico	52
Modelos urbanos de gestión del estrés hídrico	56
Reclasificación y desclasificación del suelo como herramienta estructural de adaptación climática	67
Conclusiones de la fase analítica	71
Marco normativo-estratégico.....	71
Buenas prácticas	73
Índice de figuras	76
Bibliografía.....	78
Literatura científica.....	78
Efemérides	78
Marco normativo-estratégico	81
Normativa.....	81
Planes estratégicos	86
Buenas prácticas.....	89
Guía metodológica.....	97
Aplicación de la guía	98



Marco conceptual y herramientas del documento

**HIDRA-RISK. Metodología para la
planificación estratégica municipal
frente al cambio climático:
adaptación y reducción de los
riesgos hídricos mediante SBN**



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Marco conceptual y herramientas del documento

Abreviaturas

AAUU - Aglomeración Urbana

DANA - Depresión Aislada en Niveles Altos

DMA - Directiva europea Marco del Agua (2000/60/CE)

DPH - Dominio Público Hidráulico

ENRR - Estrategia Nacional de Restauración de Ríos

GIS - Sistema de Información Geográfica (Geographic Information Systems)

PAAS - Plan de Acción en materia de Aguas Subterráneas

PEM - Plan de EMergencia ante situaciones de sequía

PES - Planes Especiales de Sequía

PFRAU - Planes de Fomento de Reutilización del Agua asociados a usos Urbanos

PGRAR - Planes de Gestión del Riesgo del Agua Regenerada

PGRI - Planes de Gestión del Riesgo Inundación

PHN - Plan Hidrológico Nacional

PIGSS - Planes Integrales de Gestión del Sistema de Saneamiento

RAPA - Reglamento de la Administración Pública del Agua

RDPH - Reglamento del Dominio Público Hidráulico

RPH - Reglamento de la Planificación Hidrológica

SBN - Soluciones Basadas en la Naturaleza

SUDS - Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible

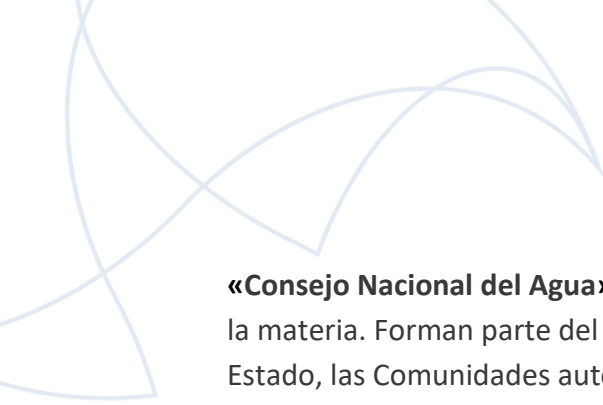
TRLA - Texto Refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio)

Definiciones

«**Año hidrológico**»: abarca un período de 12 meses comprendido entre el 1 de octubre y el 30 de septiembre del año siguiente. Esto se debe a las características climáticas de España. El período de octubre a septiembre del año siguiente contempla los momentos con mayor probabilidad de lluvias, las estaciones de otoño, invierno y primavera, hasta el momento en que las lluvias son muy reducidas y las demandas son máximas (finales de primavera y verano).

«**Caudal ecológico**»: caudal que contribuye a alcanzar el buen estado o buen potencial ecológico en los ríos o en las aguas de transición y mantiene, como mínimo, la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera.





«**Consejo Nacional del Agua**»: es el órgano superior de consulta y de participación en la materia. Forman parte del Consejo Nacional del Agua la Administración General del Estado, las Comunidades autónomas, los Entes locales a través de la asociación de ámbito estatal con mayor implantación, los Organismos de cuenca, las organizaciones profesionales y económicas más representativas de ámbito estatal relacionadas con los distintos usos del agua, las organizaciones sindicales y empresariales más representativas en el ámbito estatal y las entidades sin fines lucrativos de ámbito estatal cuyo objeto esté constituido por la defensa de intereses ambientales (España, 2001, art. 19).

«**Cuenca hidrográfica**»: la superficie de terreno cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y eventualmente lagos hacia el mar por una única desembocadura, estuario o delta. La cuenca hidrográfica como unidad de gestión del recurso se considera indivisible.

«**Cuenca hidrológica**»: mientras que en la cuenca hidrológica también se consideran las aguas subterráneas, la cuenca hidrográfica únicamente toma en cuenta las aguas superficiales.

«**Escasez coyuntural**»: falta de capacidad coyuntural de atender las demandas; indicadores basados principalmente en reservas embalsadas, pero también se utiliza según los casos nieve, niveles piezométricos, aportaciones, precipitaciones. Los escenarios son: normalidad, prealerta, alerta, emergencia.

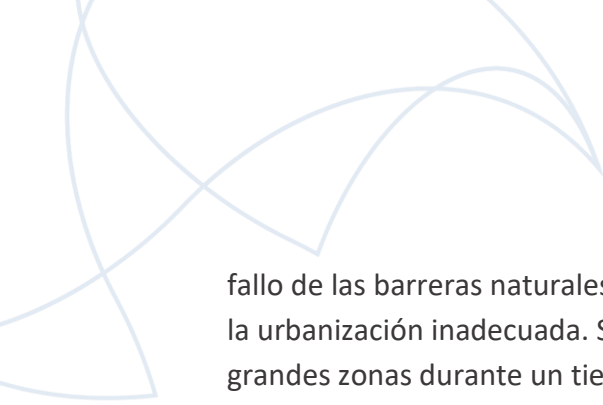
«**Demarcación hidrográfica**»: la zona terrestre y marina compuesta por una o varias cuencas hidrográficas vecinas y las aguas de transición, subterráneas y costeras asociadas a dichas cuencas.

«**Inundación repentina**»: aquella desencadenada por una lluvia intensa o la ruptura de una presa o dique, es especialmente destructiva porque la escorrentía suele incluir material sólido como partes de la infraestructura fallida, árboles, barro, etc.

«**Inundación pluvial**»: inundación por agua superficial o inundación por precipitación “in-situ”, ocurre cuando se supera la capacidad del drenaje urbano, pudiendo resurgir dicha agua en diferentes puntos de la ciudad.

«**Inundación fluvial**»: por desbordamiento de un río o cauce de agua, ocurre cuando se eleva excesivamente el caudal debido a causas naturales como precipitaciones prolongadas o intensas, la degradación ambiental, etc; o a razones evitables como el





fallo de las barreras naturales o artificiales, la modificación del cauce natural del río o la urbanización inadecuada. Suelen ser previsibles al tener un inicio lento, afectando a grandes zonas durante un tiempo prolongado.

«**Inundación costera**»: ya sea por mareas altas, marejadas extremas, tsunamis... Agraciada por el aumento del nivel del mar, fenómenos tectónicos, lluvias intensas, la subsidencia del terreno, etc; así como la pérdida de barreras naturales por la acción humana o los sistemas de drenaje deficientes.

«**Reserva hidrológica**»: Ríos, tramos de río, lagos, acuíferos, masas de agua o partes de masas de agua, declarados como tales dadas sus características especiales o su importancia hidrológica para su conservación en estado natural.

«**Sequía prolongada**»: sequía natural; indicadores basados en aportaciones (en algún caso precipitaciones) acumuladas a tres meses. Escenarios: sequía o no sequía.

«**Suelo urbano**»: Independientemente de la nomenclatura particular de cada comunidad, en esta guía suelo urbano se refiere a todo aquel suelo en el que exista un desarrollo urbano y por tanto pertenezca a una trama urbana mayor con todos (consolidado) o algunos (no consolidado) de los servicios urbanísticos necesarios (acceso rodado, abastecimiento, saneamiento, electricidad).

«**Suelo urbanizable**»: Independientemente de la nomenclatura particular de cada comunidad, en esta guía suelo urbanizable se refiere al futuro suelo urbano que aún no ha sido desarrollado, necesario para albergar el crecimiento de la ciudad. Este puede ser ordenado, sectorizado, no sectorizado, etc.

«**Suelo no urbanizable**»: Independientemente de la nomenclatura particular de cada comunidad, en esta guía suelo no urbanizable se refiere a aquel que no es susceptible de ser transformado en suelo urbano, por una variedad de razones.

«**Organismos de cuenca**»: son, con la denominación de Confederaciones Hidrográficas, Entidades de derecho público con personalidad jurídica propia y distinta de la del Estado, adscritas a efectos administrativos al Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo y con plena autonomía funcional (España, 1988, art. 24).

«**UTE**»: Unidad territorial de escasez (equivalente a las juntas de explotación, en algunos casos desagregadas en dos partes).





«**UTS**»: Unidad territorial de sequía (equivalente a las juntas de explotación).

«**Zona inundable**»: terreno que pueda resultar inundado por los niveles teóricos que puedan alcanzar las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de 500 años (España, 1986, art. 14).



Introducción

**HIDRA-RISK. Metodología para la
planificación estratégica municipal
frente al cambio climático:
adaptación y reducción de los
riesgos hídricos mediante SBN**



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Introducción

Objetivo y alcance del documento

El cambio climático constituye uno de los principales desafíos para la resiliencia urbana. Sus efectos, cada vez más intensos y frecuentes, se manifiestan de forma especialmente visible a través del ciclo del agua, situando a los municipios ante fenómenos extremos como sequías prolongadas y precipitaciones de alta intensidad.

En este contexto, el proyecto HIDRA-RISK tiene como objetivo el diseño de una guía metodológica estratégica que permita incorporar la variable hidrológica en la planificación municipal desde una perspectiva integral, operativa y replicable.

La investigación parte de una premisa clara: la reducción de la vulnerabilidad frente a los riesgos hídricos no puede abordarse únicamente desde enfoques sectoriales ni mediante la incorporación aislada de infraestructuras técnicas. Por el contrario, requiere integrar la dimensión hidrológica en el propio modelo de planificación territorial y urbana. Esto implica articular de forma sistémica la infraestructura azul y verde, la clasificación y regulación del suelo, los procesos de metabolismo urbano y los mecanismos de gobernanza local, de modo que el ciclo del agua deje de gestionarse de forma aislada y pase a constituir un criterio estructurante del desarrollo urbano.

El presente documento desarrolla los fundamentos conceptuales y analíticos que sustentan dicha metodología. Para ello, se ha llevado a cabo:

- Una revisión histórica de la evolución de la problemática hídrica en relación con el desarrollo urbano y territorial, identificando efemérides que evidencian la creciente exposición al riesgo.
- Una revisión sistemática de la literatura científica centrada en riesgos hídricos (sequía e inundaciones), soluciones basadas en la naturaleza (SBN) y metodologías de análisis multirriesgo basadas en sistemas de información geográfica (GIS).
- Un análisis multinivel del marco normativo y estratégico vigente.
- Una selección y evaluación comparada de experiencias urbanas relevantes en materia hídrica.

De este modo, la memoria configura la base analítica necesaria para avanzar hacia una planificación estratégica municipal capaz de incorporar la dimensión hidrológica como elemento estructurante del modelo territorial y urbano.



La dimensión de agua como apéndice del cambio climático y cambio de paradigma

Durante años, la gestión del agua se integró dentro de las políticas ambientales y, posteriormente, dentro de los marcos generales de adaptación al cambio climático. Se trataba de una dimensión relevante, pero en gran medida subsumida dentro de estrategias climáticas más amplias.

La intensificación y recurrencia de episodios de sequía e inundación en las últimas décadas, junto con la creciente presión sobre los recursos hídricos, han propiciado una evolución sustantiva en su consideración institucional y territorial.

La progresiva ampliación del marco normativo y estratégico en materia de aguas, tanto a escala europea como estatal y autonómica, refleja esta transformación: el agua deja de abordarse exclusivamente como componente ambiental o derivada del cambio climático, y pasa a configurarse como objeto específico de planificación, con instrumentos propios, estrategias diferenciadas y mecanismos de gestión cada vez más sofisticados.

Esta consolidación de la dimensión hídrica como un ámbito con entidad propia no supone su desvinculación del cambio climático, sino el reconocimiento de su papel estructural en la configuración del territorio. El ciclo del agua se ha convertido en uno de los principales sistemas en el que se materializan de forma directa los impactos climáticos y, simultáneamente, en uno de los campos donde se requiere una respuesta planificadora integrada.

En este nuevo marco, la cuestión hídrica adquiere centralidad en el debate territorial y urbano. Su incorporación en la planificación estratégica municipal trasciende el cumplimiento sectorial para situarse en el ámbito de las decisiones estructurales que condicionan el desarrollo de las ciudades, la protección territorial y la sostenibilidad a medio y largo plazo.

No obstante, esta evolución es relativamente reciente y su traducción efectiva en los instrumentos de planificación territorial y urbanística sigue siendo limitada. A pesar del avance en los marcos normativos y estratégicos, persiste un desfase entre el reconocimiento teórico de la dimensión hídrica como elemento estructurante y su incorporación real en la práctica planificadora. Este desfase evidencia la necesidad de desarrollar herramientas metodológicas que permitan integrar de forma operativa el ciclo del agua en la toma de decisiones urbanas, superando su tratamiento sectorial.



Estado de la cuestión

Contexto y antecedentes

En las últimas décadas se ha producido un notable desarrollo del marco normativo, estratégico y técnico en materia de gestión del agua y adaptación al cambio climático, tanto a escala europea como estatal y autonómica. Este avance ha impulsado la incorporación de enfoques como las soluciones basadas en la naturaleza (SBN), los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) o la planificación por cuencas hidrográficas.

Sin embargo, este desarrollo se ha producido principalmente en ámbitos sectoriales y técnicos, sin una integración efectiva en los instrumentos de planificación urbanística y territorial. Paralelamente, las transformaciones del modelo urbano, marcadas por la impermeabilización del suelo, la canalización de escorrentías y la desconexión de los sistemas naturales, han incrementado la vulnerabilidad frente a fenómenos extremos como inundaciones y sequías.

En este contexto, se identifica una brecha entre el conocimiento disponible y su aplicación en la práctica a escala municipal. Los municipios continúan careciendo, en muchos casos, de herramientas metodológicas que permitan integrar de forma operativa la dimensión hídrica en la toma de decisiones urbanas.

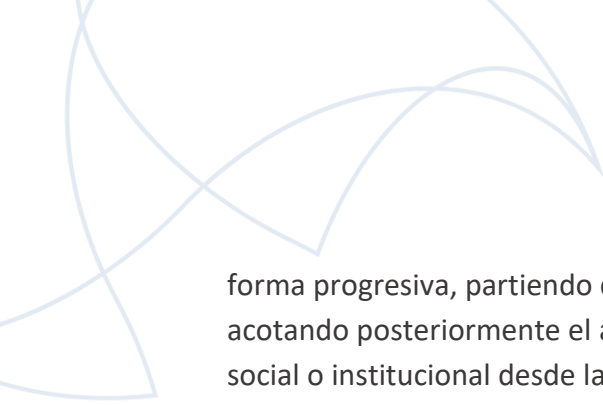
La presente investigación se sitúa en este marco, con el objetivo de contribuir al desarrollo de una metodología estratégica que permita incorporar el ciclo del agua como un elemento estructurante del modelo territorial y urbano.

Estudio de efemérides de inundaciones y sequías en España

La identificación de los eventos hidrológicos relevantes se ha realizado a partir de una revisión de distintas fuentes documentales, incluyendo literatura científica especializada, bases de datos institucionales, repositorios meteorológicos y registros históricos de eventos extremos. Entre estas fuentes destacan las bases de datos oficiales sobre inundaciones históricas, los repositorios meteorológicos de la Agencia Estatal de Meteorología y diversas investigaciones académicas centradas en el análisis geográfico y climático de estos fenómenos.

Asimismo, se ha complementado la información con la consulta de hemerotecas y documentación técnica relativa a episodios concretos, lo que ha permitido contrastar la información disponible y ampliar el conocimiento sobre las características y consecuencias de los eventos analizados. El proceso de identificación se desarrolla de





forma progresiva, partiendo de una búsqueda general de episodios relevantes y acotando posteriormente el análisis a aquellos eventos con mayor impacto territorial, social o institucional desde la segunda mitad del siglo XX hasta la DANA de octubre y noviembre de 2024. En concreto, los criterios de selección de casos han sido la intensidad y duración de los episodios tanto de inundaciones como de sequías, la magnitud de las consecuencias acaecidas y el nivel de daños personales, materiales y económicos, y, por último, la relevancia a nivel estatal-europeo y la cobertura mediática de estos eventos.

Una vez identificados los eventos más relevantes, se procede a su sistematización mediante la elaboración de una base de datos estructurada en la que se registran diferentes variables asociadas a cada episodio. Para cada efeméride se recoge información relativa a la fecha del evento, localización geográfica, cuenca hidrográfica afectada, causas meteorológicas, principales consecuencias y, cuando fue posible, las medidas adoptadas posteriormente por las administraciones públicas.

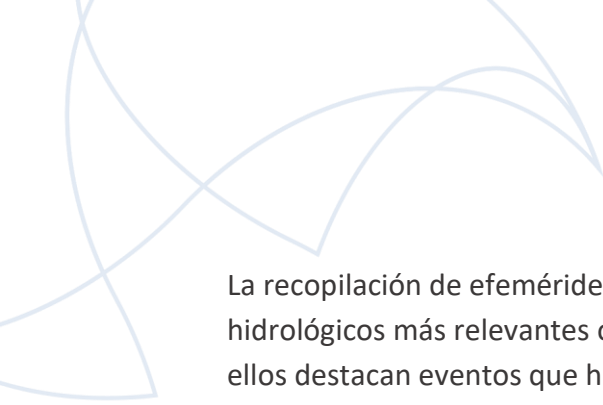
Este proceso de clasificación permite construir un catálogo ordenado de eventos hidrológicos extremos que facilita el análisis comparado de sus características, así como la identificación de patrones territoriales y climáticos asociados a las inundaciones y sequías en España.

El análisis de las efemérides de inundaciones y sequías constituye un punto de partida fundamental para comprender la evolución de la problemática hidrológica en el territorio español. A lo largo de las últimas décadas se han registrado numerosos episodios de inundaciones súbitas, avenidas extraordinarias y periodos prolongados de sequía que han tenido importantes repercusiones sociales, económicas y territoriales.

Estos eventos no pueden interpretarse únicamente como fenómenos meteorológicos aislados, sino como manifestaciones de la interacción entre procesos climáticos, características geográficas del territorio y transformaciones derivadas de la ocupación urbana. En este sentido, el estudio histórico de las efemérides permite identificar patrones recurrentes de riesgo, áreas especialmente vulnerables y momentos clave que han impulsado cambios en las políticas de gestión del agua y de prevención del riesgo hidrológico.

Desde esta perspectiva, la revisión histórica se plantea como un ejercicio de contextualización que permite situar la problemática actual dentro de una trayectoria más amplia, evidenciando la recurrencia de estos fenómenos y la necesidad de integrar la dimensión hidrológica en la planificación territorial y urbana.





La recopilación de efemérides realizada permite reconstruir algunos de los episodios hidrológicos más relevantes ocurridos en España desde mediados del siglo XX. Entre ellos destacan eventos que han quedado grabados en la memoria hidrológica del país, como la Gran Riada de Valencia, las riadas del Vallés, la pantanada de Tous de 1982 o episodios recientes asociados a DANAS de gran intensidad, que han evidenciado la capacidad destructiva de las precipitaciones extremas en determinados territorios.

La revisión del conjunto de eventos registrados revela además una marcada dimensión territorial del riesgo. Las inundaciones se concentran especialmente en el arco mediterráneo, donde las características climáticas y geomorfológicas favorecen precipitaciones torrenciales y avenidas rápidas. En este contexto destacan particularmente las demarcaciones hidrográficas del Segura, el Júcar y las cuencas mediterráneas andaluzas, que acumulan una elevada recurrencia de episodios significativos.

En contraste, el registro histórico muestra una menor presencia de eventos destacados en el tercio norte peninsular, particularmente en las cuencas del Duero, Cantábrico y Miño-Sil, donde el régimen pluviométrico y las dinámicas hidrológicas presentan características diferentes.

Junto a estos episodios de inundación, el registro incorpora también diversos periodos de sequía que han afectado de forma recurrente a la Península Ibérica en las últimas décadas, evidenciando que el riesgo hidrológico en España se manifiesta tanto en episodios extremos de exceso de agua como en fases prolongadas de escasez hídrica.

Este recorrido histórico pone de manifiesto que los eventos hidrológicos extremos no constituyen anomalías puntuales, sino una realidad recurrente que ha marcado de forma reiterada la relación entre agua, territorio y desarrollo urbano en España.

Con este análisis de eventos históricos se buscaba encontrar relaciones entre las características meteorológicas/climatológicas y geográficas de las diferentes efemérides que han sucedido en las últimas décadas, desde mediados del siglo XX. El Levante peninsular es la zona más propensa a eventos de inundaciones, destacando la demarcación hidrográfica del Segura, con hasta 9 episodios en este marco temporal. Seguidamente las demarcaciones del Júcar y del Sur (Cuencas Mediterráneas Andaluzas) con 7 y 6 episodios contabilizados respectivamente.

Por último, la demarcación de las Cuencas Internas Catalanas suma 3 episodios, en Islas Baleares 2, y la del Ebro 4. En menor medida, se han catalogado eventos en el



resto de demarcaciones (C. Int. País Vasco, Guadiana, Tajo, Islas Canarias). No se han encontrado eventos destacables de inundaciones en el resto de demarcaciones hidrográficas peninsulares, en el tercio norte peninsular (Duero, Cantábrico Oriental y Occidental, Miño-Sil y Galicia Costa). De cara a un futuro análisis más amplio, se considera interesante añadir otros eventos de inundaciones ocurridos en el mismo marco temporal fuera de España, en total se han analizado 4 inundaciones en Europa central y 1 en Sudeste Asiático, por sus graves consecuencias en daños personales, económicos y materiales, y la relevancia en sus medidas adoptadas posteriormente. En cuanto a las sequías, se han identificado 5 episodios graves de sequía, que han afectado tanto a la Península Ibérica como a Europa Central, entre los años hidrológicos de 1975-1976 y 2022-2023.

Total de eventos por área geográfica	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cuencas Mediterráneas Andaluzas	1989	2004	2018	2019	2020	2024				
CH Segura	1973	1987	1989	2000	2003	2009	2012	2019	2020	
CH Júcar	1957	1982	1987	1989	1997	2020	2024			
CH Ebro	1996	2003	2015	2020						
Cuencas Internas Catalanas	1962	1971	2020							
Cuencas Internas País Vasco	1983									
CH Guadiana	1979	1997								
CH Tajo	2018									
Mallorca (Islas Baleares)	2018	2020								
Tenerife (Islas Canarias)	2002									
Europa Central	1997	2002	2013	2021						
Sudeste asiático (Bangladesh)	1991									

*Se incluye la Borrasca Gloria (2020) en las Confederaciones Hidrográficas de la costa mediterránea (Levante peninsular).

Figura 1. Recopilación de eventos por área geográfica.
Fuente: elaboración propia.



Metodología de investigación

**HIDRA-RISK. Metodología para la
planificación estratégica municipal
frente al cambio climático:
adaptación y reducción de los
riesgos hídricos mediante SBN**



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Metodología de investigación

Revisión de la literatura científica

Revisión sistemática de la literatura sobre soluciones basadas en la naturaleza en la planificación urbana frente a riesgos hídricos (sequías e inundaciones)

Con el objetivo de comprender el marco bibliográfico sobre soluciones basadas en la naturaleza (SBN) integradas en la planificación urbanística para afrontar riesgos de inundabilidad y sequía en entornos urbanos, se ha realizado una revisión sistemática sobre la literatura científica. Con ello se pretende identificar y cuantificar los estudios existentes que analizan ciudades expuestas a ambos riesgos hídricos desde la perspectiva de las SBN.

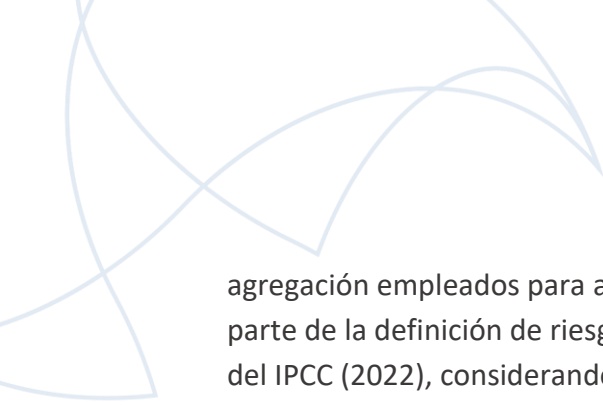
Para la recopilación de la literatura, se llevó a cabo una búsqueda en las bases de datos Scopus y Web of Science mediante palabras clave específicas. Posteriormente, los estudios fueron sometidos a un proceso de selección mediante distintas fases de cribado (título/resumen y texto completo). Para garantizar el máximo rigor, se establecieron criterios de inclusión y exclusión relacionados con el ámbito temático, el tipo de estudio y su relevancia para los objetivos de la investigación, aplicados de manera consistente a lo largo de todo el proceso. En la fase de cribado inicial, se emplearon modelos de lenguaje (LLM) para asistir en la selección de estudios, complementados con una revisión experta por parte del equipo investigador.

A partir de este proceso, los casos de estudio se han clasificado según el tipo de riesgo hídrico y las soluciones basadas en la naturaleza implementadas, y se han organizado por continentes con el fin de identificar patrones globales de investigación. Finalmente, los resultados permiten cuantificar el número de estudios de caso que abordan la sequía, la inundabilidad y las SBN, así como identificar aquellos situados específicamente en Europa. Por otro lado, permiten un análisis cualitativo de estos casos, facilitando la extracción de estrategias aplicables y su contraste con la literatura y los marcos normativos vigentes.

Revisión de literatura sobre metodologías GIS para el análisis multirriesgo

Con el objetivo de conocer el estado del arte en relación con las diferentes metodologías basadas en el uso de GIS (o SIG, sistemas de información geográfica) empleadas para el análisis multirriesgo de los efectos del cambio climático, se ha llevado a cabo una revisión sistemática de literatura científica. Se pretende con ello cuáles son las principales bases de datos utilizadas para el modelado de riesgos climáticos (indicadores, fuentes de información, etc.) así como los métodos de





agregación empleados para analizar la interacción entre diferentes riesgos. Para ello se parte de la definición de riesgo climático adoptada en el Sexto Informe de Evaluación del IPCC (2022), considerando el riesgo climático como resultado de la interacción dinámica entre peligros (asociados al cambio climático), exposición, y vulnerabilidad (estos últimos relacionados con los elementos en riesgo considerados, o EaRs, “elements at risk”). La revisión se centró en la búsqueda de artículos científicos en Scopus y Web of Science, los cuales fueron sometidos a un proceso de screening basado en criterios de inclusión/exclusión: artículos en inglés, con ámbito geográfico europeo, donde se analiza de forma exclusiva la interacción entre dos o más riesgos climáticos, y donde se presenta una metodología de análisis basado en GIS conjunta. Esta revisión ha permitido identificar publicaciones de gran valor para la investigación, producir una lista de bases de datos útiles para la descarga de información y la utilidad concreta de cada una de ellas, y llevar a cabo una taxonomía de los diferentes métodos de agregación empleados para combinar las diferentes variables.

Fuentes y proceso de identificación

Fuentes y proceso de identificación del marco normativo-estratégico

La identificación del marco normativo-estratégico relevante se ha realizado a partir de una revisión de distintas fuentes documentales, incluyendo fuentes institucionales en las dos escalas de aplicación, siendo éstas la escala europea y estatal, entre las que destacan: Eur-lex.europa.eu (Derecho de la Unión Europea), BOE (Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado) y MITECO (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico).

Fuentes y proceso de identificación de buenas prácticas

La identificación de casos se realizó a partir de una combinación de fuentes institucionales, técnicas y académicas, entre las que destacan: Climate-ADAPT (European Environment Agency), base de datos LIFE (European Commission), CORDIS (EU Research Results) para proyectos de carácter europeo y documentación del MITECO y de Confederaciones Hidrográficas, además de documentación institucional de las propias ciudades analizadas en el ámbito estatal

Se priorizaron experiencias con implementación real, evaluación documentada y relevancia reconocida en el ámbito técnico o académico, incorporando tanto contextos nacionales como internacionales con diversidad climática —áridos, semiáridos, templados húmedos y deltaicos— para abarcar distintos escenarios de estrés hídrico.



Criterios de selección

Criterios de selección del marco normativo-estratégico

En las plataformas mencionadas en el apartado anterior, la información se ha filtrado principalmente por temáticas relacionadas con la gestión del agua, los riesgos hídricos y la resiliencia hídrica, centrándose específicamente en fenómenos de inundación y sequía.

Si bien el proceso de investigación ha tenido en cuenta la evolución del marco normativo-estratégico, incorporando referencias previas al contexto actual, se han priorizado aquellas normativas y planes vigentes en la actualidad, con el objetivo de caracterizar el estado actual de la materia.

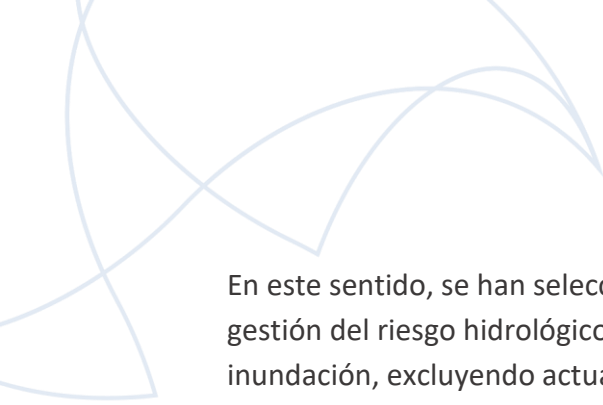
Dado que es objeto exclusivo de esta investigación la planificación urbana, se han descartado de esta base de datos documentos que aporten contenido de desertificación y regadío, entre otros, por dedicarse principalmente al ámbito agrícola. Se han priorizado las políticas y estrategias que tratan la materia del agua directamente, en contraposición a documentos que hablen del tema transversalmente, como son los de cambio climático, economía circular, biodiversidad, restauración ecológica, etc; que en esta etapa de la investigación son sólo mencionados, sin profundizar en ellos, hasta que se considere necesario. También se destacan prioritariamente los planes y leyes con iniciativa preventiva, suprimiendo la mayoría de estrategias de uso durante el evento climatológico o posterior al mismo, como es por ejemplo la normativa de protección civil.

Sí se incluyen por tanto todas las directivas, reglamentos, leyes, reales decretos, planes estratégicos, planes especiales y planes de gestión, entre otros, vigentes en la actualidad, que influyen e interfieren en la protección, control, mejora, regeneración y mantenimiento de todas las masas de agua que afectan al ámbito urbano, las infraestructuras y procesos que las gestionan, así como en la gestión de los riesgos hídricos estudiados, específicamente la sequía prolongada, la escasez coyuntural y las inundaciones.

Criterios de selección de buenas prácticas

El análisis se orienta a construir una base comparativa que permita identificar estrategias urbanas y territoriales replicables frente al estrés hídrico. La selección no pretende ser exhaustiva, sino significativa en términos estratégicos, priorizando aquellos casos que garanticen relevancia y capacidad de transferencia al ámbito municipal.





En este sentido, se han seleccionado experiencias con vinculación directa con la gestión del riesgo hidrológico, tanto los relacionados con la escasez como con la inundación, excluyendo actuaciones ambientales genéricas sin incidencia clara en la variable hídrica. Asimismo, se ha valorado su incidencia en el modelo urbano o territorial, dando preferencia a aquellas intervenciones que trascienden la escala puramente técnica e influyen en el planeamiento, la regulación del suelo o la configuración del espacio público.

Se ha exigido, además, la existencia de implementación real y documentación técnica suficiente que permita analizar los instrumentos utilizados, la escala de actuación y los resultados obtenidos. Del mismo modo, se ha considerado el potencial de transferencia al contexto municipal español, incorporando diversidad climática y territorial con el fin de contrastar distintos enfoques de adaptación en contextos comparables.

Durante la fase inicial de revisión se identificaron otras estrategias relevantes en el ámbito de la gestión del agua —como grandes infraestructuras de regulación hidráulica, trasvases intercuenas o sistemas intensivos como la desalación— que, si bien desempeñan un papel significativo a escala estatal o regional, no han sido incorporadas al análisis comparado. Estas soluciones responden a lógicas supramunicipales, implican elevados costes económicos y ambientales y dependen de decisiones institucionales ajenas al ámbito del planeamiento urbano.

En consecuencia, el estudio se centra en intervenciones capaces de incidir directamente en la organización del suelo, el diseño urbano y la gestión local del ciclo del agua, con el objetivo de identificar estrategias replicables en el ámbito municipal.

Sistematización y estructura de análisis

Sistematización y clasificación del marco normativo-estratégico

La información seleccionada a través de las bases y fuentes oficiales mencionadas, se dispone en una base de datos que sistematiza la documentación y que permite comparar y seleccionar los documentos relevantes y necesarios para la incorporación holística de la dimensión hídrica en la planificación. Dicha tabla tiene la siguiente estructura:



Bloque 01	Descripción de la información
01.1	Código de identificación XXEST-IN / XXEST-EU / XXEST-ES / XXEST-RE
01.2	Nivel de aplicación Internacional-IN / Europeo-EU / Estatal-ES / Regional-RE
01.3	Temática
01.4	Ámbito de aplicación Inundación / Sequía / Ambos
01.5	Nombre
01.6	Marco temporal
01.7	Objetivos generales
01.8	Objetivo/s específico/s
Bloque 02	Evaluación de la información
02.1	Relación con la temática Directa / Indirecta
02.2	Resultados y/o diagnóstico
02.3	Conclusiones
Bloque 03	Información adicional
03.1	Enlaces web Referencias bibliográficas
03.2	Comentarios adicionales

Una vez realizado este volcado de datos conjunto, tanto de normativas como de planes estratégicos, se añaden a la tabla campos diferentes según las necesidades del marco:

Bloque 03.1	Información adicional legislación
03.1.1	Última modificación
03.1.2	Fechas destacadas
Bloque 03.2	Información adicional planificación
03.2.1	Ciclos de planificación
03.2.2	Ley de referencia
03.2.3	Nivel del ciclo del agua urbano que abarca



Sistematización y clasificación de buenas prácticas

Los casos fueron analizados mediante una estructura homogénea que permite comparar de forma transversal su contexto territorial, el problema urbano-hídrico abordado, la estrategia adoptada y los instrumentos implementados.

Con el fin de garantizar coherencia y trazabilidad, se elaboró una matriz de sistematización en la que se recogieron parámetros comunes para todos los casos estudiados. Entre las variables consideradas se incluyeron: ámbito territorial, clasificación tipológica de la intervención, aplicabilidad, ciudad y zona climática, escala de actuación, periodo de ejecución, presupuesto y entidad financiadora, así como objetivos generales y específicos vinculados al proyecto, mecanismos de evaluación y referencias documentales.

Esta estructura permitió no solo ordenar la información, sino identificar patrones recurrentes, comparar enfoques entre contextos climáticos diversos y diferenciar intervenciones puntuales de modelos territoriales integrados. La matriz constituye, por tanto, el soporte técnico del análisis comparado desarrollado en esta fase.

Se sistematiza los datos en la siguiente tabla, que comparte estructura con la del marco normativo-estratégico:

Bloque 01	Descripción de la información
01.1	Código de identificación XXEST-IN / XXEST-EU / XXEST-ES / XXEST-RE
01.2	Nivel de aplicación Internacional-IN / Europeo-EU / Estatal-ES / Regional-RE
01.3	Temática
01.4	Ámbito de aplicación Inundación / Sequía / Ambos
01.5	Nombre
01.6	Marco temporal
01.7	Objetivos generales
01.8	Objetivo/s específico/s
Bloque 02	Evaluación de la información
02.1	Relación con la temática Directa / Indirecta
02.2	Resultados y/o diagnóstico



02.3	Conclusiones
Bloque 03	Información adicional
03.1	Enlaces web Referencias bibliográficas
03.2	Comentarios adicionales

A su vez, también se recogen una serie de campos específicos para recoger la información antes mencionada para este bloque:

Bloque 03.1	Información adicional buenas prácticas
03.1.1	Localización
03.1.2	Zona climática
03.1.3	Escala
03.2.4	Presupuesto
03.2.5	Entidad financiadora



Análisis, diagnóstico y resultados

HIDRA-RISK. Metodología para la planificación estratégica municipal frente al cambio climático: adaptación y reducción de los riesgos hídricos mediante SBN



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Análisis, diagnóstico y resultados

Este apartado recoge el análisis realizado sobre la problemática hídrica desde una perspectiva multiescalar, integrando la dimensión histórica, normativa, estratégica y las buenas prácticas registradas. A partir de este enfoque, se construye un diagnóstico que permite comprender tanto la evolución del riesgo como las respuestas desarrolladas en distintos contextos.

El apartado se estructura en dos bloques principales. En primer lugar, se analiza el marco normativo y estratégico vigente, atendiendo a su evolución, estructura y capacidad de respuesta. En segundo lugar, se examinan experiencias y modelos de actuación que ilustran distintas formas de integrar la variable hidrológica en la planificación urbana y territorial.

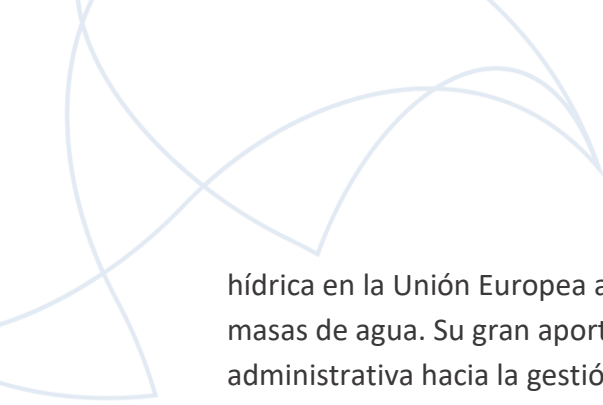
En conjunto, este análisis constituye la base para la definición posterior de la metodología que sirva para la incorporación del factor hídrico en la planificación estratégica integral en el ámbito municipal.

Resultados del marco normativo-estratégico

Para la presentación de los resultados del marco normativo-estratégico, se ha optado por una división temática en lugar de una estructura puramente cronológica. Esta decisión responde a la necesidad de reflejar la complejidad sistémica del ciclo del agua, donde las leyes y estrategias no operan como compartimentos estancos, sino como un engranaje interconectado que aborda realidades socioeconómicas y ambientales distintas. Al agrupar los resultados bajo los ejes de política de aguas como cimiento estratégico, riesgos hídricos (inundación y sequía) como respuesta operativa a la crisis climática, y tratamiento de aguas (residuales y reutilización) como motor de la economía circular, se logra proyectar un mapa coherente que culmina con el futuro de la planificación en los próximos años, permitiendo así que el lector comprenda la interconexión necesaria entre la voluntad política, la seguridad técnica y la sostenibilidad necesaria para garantizar la resiliencia hídrica en el largo plazo.

Asimismo, este análisis se ha fundamentado en una exploración exhaustiva que integra tanto el marco legislativo europeo como el ordenamiento jurídico estatal. Este enfoque multinivel permite trazar una línea de continuidad coherente entre la visión estratégica de las directivas de la Unión y su aterrizaje técnico y legal en España, asegurando que las conclusiones obtenidas reflejen fielmente la jerarquía normativa y





hídrica en la Unión Europea al introducir el concepto de “buen estado ecológico” de las masas de agua. Su gran aportación fue desplazar el foco desde la gestión administrativa hacia la gestión por cuencas hidrográficas, obligando a los Estados miembros a planificar el uso del agua respetando los límites biológicos y químicos de los ecosistemas fluviales y costeros.

La transposición y consolidación de estas directrices se materializa en el Texto Refundido de la Ley de Aguas (Real Decreto Legislativo 1/2001, en adelante TRLA), siendo la norma de mayor importancia a nivel estatal que gestiona el uso del agua. En ella se detallan las competencias de los Organismos de Cuenca (Confederaciones Hidrográficas), el régimen de concesiones, la planificación hidrológica y el sistema de infracciones. Es el documento que traduce los objetivos ambientales europeos en realidades administrativas y técnicas para el territorio español.

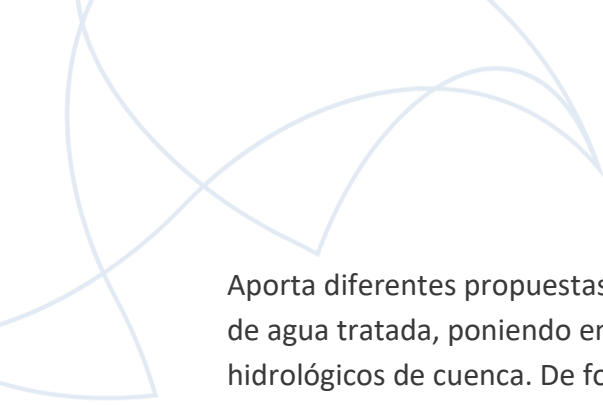
Bajo estos dos marcos se aplica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico (en adelante RDPH). En España, a diferencia de otros recursos, el agua es un bien de titularidad pública, lo que permite al Estado intervenir, regular y limitar los usos privados en favor del interés general, asegurando que cualquier actividad, ya sea riego, industria o abastecimiento, sea compatible con la preservación del recurso natural.

- **EUROPEO:** Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (texto consolidado).

La Directiva 2000/60/CE, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas, tiene como objetivo la protección de las aguas continentales, tanto superficiales como subterráneas, las aguas de transición y las aguas costeras; prevenir todo deterioro adicional y mejorar y proteger el estado de los ecosistemas acuáticos, promoviendo un uso sostenible del agua basado en el cuidado a largo plazo de los recursos hídricos disponibles, contribuyendo a paliar los efectos de las inundaciones y sequías.

Para cada demarcación hidrográfica situada en un único territorio, se elabora un plan hidrológico de cuenca, y para aquellas demarcaciones entre varios estados miembros, se realiza un único plan coordinado. Estos pueden complementarse mediante la elaboración de programas y planes hidrológicos relativos a subcuencas, sectores, cuestiones específicas o categorías de aguas.





Aporta diferentes propuestas de objetivos medioambientales, en función de la masa de agua tratada, poniendo en práctica las medidas que se especifican en los planes hidrológicos de cuenca. De forma generalizada, se promueve aplicar medidas para prevenir su deterioro, proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua, incluidas las zonas protegidas, y procurar reducir progresivamente la contaminación, con el objetivo de cumplir estos requisitos en 15 años como plazo máximo (2025).

Por cada demarcación hidrográfica se realiza un análisis de las características de la demarcación; un estudio de las repercusiones de la actividad humana en el estado de las aguas continentales, tanto superficiales como subterráneas y un análisis económico del agua. También se especifican, entre otros, todas las masas de agua utilizadas para la captación de agua destinada al consumo humano que proporcionen más de 10 m³ diarios o que abastezcan a más de cincuenta personas, incluidas las destinadas a este uso en un futuro.

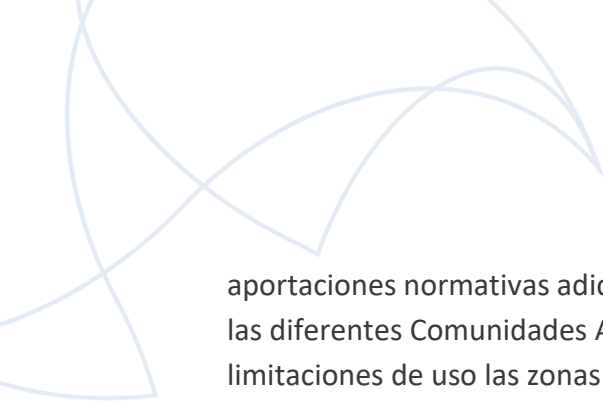
Se deben realizar programas de seguimiento específico en función del tipo de masa de agua y, posterior a los análisis, se establecen programas de medidas básicas, destacando aquellas como las necesarias para cumplir con la normativa comunitaria sobre protección de las aguas, medidas de control y para evitar la entrada de contaminantes. Las directrices para la clasificación y calidad de los tipos de masas de aguas superficiales y subterráneas, así como las regiones ecológicas, se encuentran en los anexos II y V.

- **ESTATAL:** Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.

La redacción del Real Decreto Legislativo 1/2001/, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, tiene como objetivo la regulación del Dominio Público Hidráulico, del uso del agua y del ejercicio de las competencias atribuidas al Estado en las materias relacionadas con dicho dominio en el marco de las competencias delimitadas en el artículo 149 de la Constitución (Texto refundido de la Ley de aguas, s.f); además de otros objetivos, como establecer normas básicas para la protección de las masas de agua, tanto continentales, como costeras y de transición, exceptuando las aguas minerales y termales, que se regulan por la Ley 22/1973, de Minas.

Desarrolla los bienes que integran el dominio público hidráulico del Estado, además de definir y contextualizar los cauces, riberas, márgenes, lagos, lagunas, embalses, acuíferos y terrenos inundables. De estos últimos, especifica que, a través de los datos trasladados por los Organismos de cuenca al Gobierno, en colaboración con las





aportaciones normativas adicionales que pueden ofrecer los Consejos de Gobierno de las diferentes Comunidades Autónomas, podrá establecer gracias a ellos las limitaciones de uso las zonas inundables que estime necesarias con el objetivo de garantizar la seguridad de las personas y bienes. Además, plantea los objetivos y medidas de protección del Dominio Público Hidráulico y de la calidad de las aguas, destacando, en relación con los objetivos de la investigación HIDRA-RISK, paliar los efectos de las inundaciones y sequías.

Desglosa los principios generales de la administración pública del agua, menciona y describe las labores, miembros y competencias del Consejo Nacional del Agua. Profundiza en la definición de las funciones de los organismos de cuenca, siendo creados cuando existan cuencas hidrográficas que excedan el ámbito territorial de una Comunidad Autónoma.

Desarrolla, con respecto a la planificación hidrológica, cuáles son sus objetivos y criterios, destacando que pretende conseguir garantizar el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas objeto de esta ley, entre otros. Además, ofrece los contenidos y las pautas para la elaboración y previsión de los planes hidrológicos de cuenca, transponiendo los requisitos de la Directiva 2000/60/CE, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Desglosa también los contenidos que debe tener el Plan Hidrológico Nacional.

De no poseer un orden de preferencia en el uso del agua que aporte el Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica correspondiente, la ley incluye un listado de dicho orden, siendo de mayor a menor preferencia, el abastecimiento a la población (incluyendo uso industrial de poco consumo de agua situados en los núcleos de población y conectadas a la red municipal), regadíos y usos agrarios, almacenamiento hidráulico de energía, usos industriales para producción de energía eléctrica, otros usos industriales no especificados en apartados anteriores, acuicultura, usos recreativos, navegación y transporte acuático y otros aprovechamientos.

Interviene en materia de reutilización de aguas, modificado por el Real Decreto-ley 4/2023, de medidas urgentes para paliar los efectos de la sequía agravados por el conflicto de Ucrania, y sirve de soporte legal para, posteriormente, redactar el Reglamento de reutilización del agua, aprobado por el Real Decreto 1085/2024, transponiendo las directrices europeas del Reglamento (UE) 2020/741 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua.



- **ESTATAL:** Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

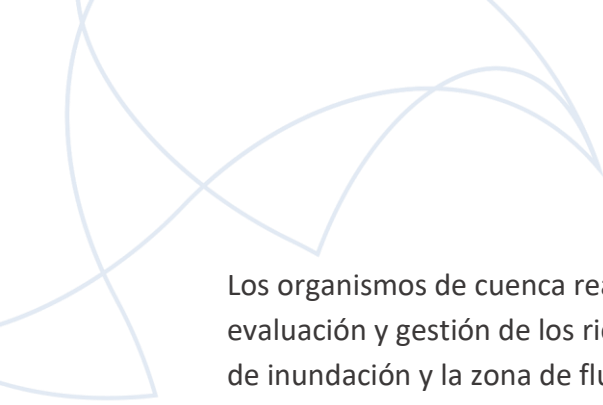
Este reglamento, aunque se redactó para desarrollar los aspectos que del dominio público hidráulico que se desarrollaban en la Ley 29/1985 de Aguas de 1985, actualmente derogada por el texto refundido de la Ley de Aguas de 2001, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2001, sigue vigente debido a su actualización para ser compatible con la nueva Ley de Aguas. Su objeto sigue siendo el mismo, que es desarrollar los títulos Preliminar I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de aguas del 2001, siendo fundamental cumplir con los objetivos fundamentales establecidos en el artículo 92 de la misma ley. Sufrió una importante modificación con el Real Decreto 665/2023 (la más reciente), en la que se simplificaron asuntos administrativos y la digitalización en su gestión, y que se actualizase el marco normativo a las nuevas presiones existentes sobre la gestión del DPH y, en particular, del agua para el consumo humano (Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, s.f.).

Dispone que los bienes que integran el dominio público hidráulico son las aguas continentales, tanto superficiales como subterráneas, los cauces de las corrientes naturales, los lechos de los lagos y lagunas y los de los embalses en cauces públicos, los acuíferos y las aguas procedentes de la desalación de agua de mar. A su vez, especifica que son de dominio privado los cauces por lo que discurran (ocasionalmente) exclusivamente aguas pluviales que atraviesen fincas privadas, aunque ello no autoriza hacer en ellos labores u obrar que puedan variar el curso natural de sus aguas.

La zona de servidumbre para uso público servirá como protección del ecosistema fluvial y del dominio público hidráulico, entre otros. No se puede construir en estas zonas salvo que sea necesario para su conservación y restauración, salvo en casos muy justificados. Esta zona de servidumbre se puede modificar por razones topográficas, hidrográficas o por exigencias de las características de la concesión de un aprovechamiento hidráulico (artículo 8).

Las zonas inundables cumplen labores de retención o alivio de los flujos de agua y carga sólida transportada durante dichas crecidas o de resguardo contra la erosión. El conjunto de estudios de inundabilidad realizados configuran el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables.





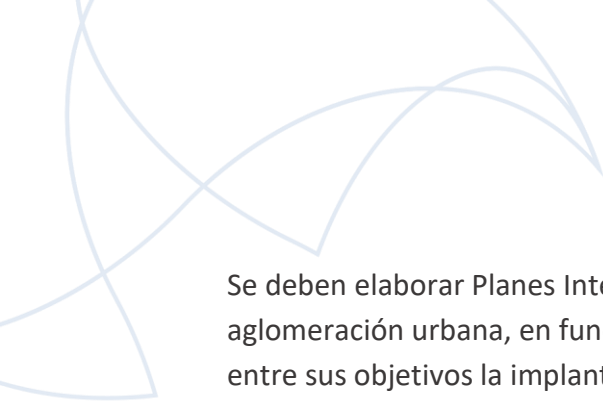
Los organismos de cuenca realizarán, conforme al Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de los riesgos de inundación, los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación y la zona de flujo preferente. Además, elaborarán un inventario de las obras hidráulicas longitudinales de protección frente a inundaciones de carácter estructural existentes en su cuenca, que se incluirá en el Plan de Gestión del Riesgo de Inundación establecido en el Real Decreto 903/2010.

Se establecen regímenes de caudales ecológicos con la finalidad de contribuir a la conservación o recuperación del medio natural y alcanzar el buen estado o buen potencial ecológico en las masas de agua y evitar su deterioro. No tienen carácter de uso, sino que se considera como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación, por lo que las disponibilidades hídricas obtenidas en estas condiciones pueden ser objeto de asignación y reserva en los planes hidrológicos de cuenca (artículo 49 ter).

No se permitirá la siembra de herbáceos en el ámbito del dominio público hidráulico, salvo en zonas ya alteradas siempre que sean compatibles con la conservación y mejora del estado de la masa de agua (artículo 74 bis). Los organismos de cuenca desarrollarán programas de conservación y mantenimiento de los cauces de dominio público hidráulico en el marco de la planificación hidrológica y la planificación frente al riesgo de inundación, priorizando aquellas actuaciones basadas en la naturaleza que puedan tener, por tanto, una mayor vida útil (artículo 126 quater). A su vez, también establece el régimen jurídico de las reservas hidrológicas, debiendo el ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente crear y actualizar un Catálogo Nacional de Reservas Hidrológicas, almacenando toda la información de las mismas, en especial la situación y los límites geográficos de cada una de las reservas que se definirán mediante un sistema de información geográfica (GIS).

El Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, las comunidades autónomas y el resto de administraciones competentes, elaborará la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, que establecerá el marco para que se implementen actuaciones para la restauración ambiental de las masas de agua y se promueva la adaptación al cambio climático de los ecosistemas asociados, coordinadamente con la planificación hidrológica y la de gestión de riesgos de inundación. Esta Estrategia se revisará y actualizará de forma coordinada con el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático previsto en el artículo 17 de la Ley 7/2021, de 20 de mayo, de Cambio Climático y Transición Energética (artículo 244 septies).





Se deben elaborar Planes Integrales de Gestión del Sistema de Saneamiento para cada aglomeración urbana, en función del número de habitantes equivalentes, incluyendo entre sus objetivos la implantación de SBN que fomenten la infiltración y la renaturalización de los entornos urbanos (artículo 259 quinquies).

- **ESTATAL:** Estrategia Nacional de Restauración de Ríos.

Siendo uno de sus principales objetivos restaurar y reconectar estructural y funcionalmente 3.000 km de ríos españoles, la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (ENRR) proporciona las herramientas, los criterios orientadores, los elementos de evaluación, el seguimiento y los recursos para que los distintos organismos de cuenca en el tema de la restauración natural de estas masas de agua.

Para un horizonte 2023-2030, según el RDPH, se priorizará aquellas actuaciones de restauración que garanticen la conexión longitudinal, transversal y vertical de los ríos, incluyendo la renaturalización de sus riberas, implantando siempre que sea posible SBN (ej las infraestructuras verdes tales como las medidas de retención natural de agua (NWRM, Natural Water Retention Measures). Deberán coordinarse en todo momento con los PHC y los PGRI.

Planificación hidrológica

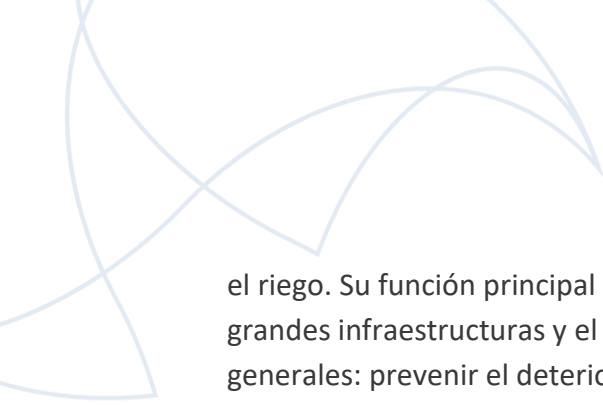
La planificación hidrológica en España se coordina mediante la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional (PHN), que asegura el equilibrio territorial y la coherencia del sistema hídrico estatal. Este marco se apoya en el Reglamento de la Administración Pública del Agua, encargado de regular las competencias de los organismos públicos que gestionan y protegen el recurso.

A nivel operativo, el Reglamento de la Planificación Hidrológica dicta las pautas para desarrollar los Planes Hidrológicos de Cuenca (PHC), adaptando la estrategia general a las necesidades de cada territorio. Este sistema se completa con los Planes de Acción en materia de aguas subterráneas, esenciales para garantizar la protección técnica y el uso sostenible de los acuíferos.

- **ESTATAL:** Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

El primer Plan Hidrológico Nacional (PHN) oficial de la democracia se publicó en 2001 con la redacción de la Ley 10/2001, modificada posteriormente en 2005, a través la Ley 11/2005, para cancelar el trasvase del Ebro y apostar por la desalinización masiva de la costa mediterránea, la reutilización de aguas residuales y la mejora de la eficiencia en





el riego. Su función principal es coordinar los Planes Hidrológicos de Cuenca, las grandes infraestructuras y el reparto territorial, estableciendo unos objetivos generales: prevenir el deterioro adicional y garantizar el buen estado del DPH, en especial de las de las masas de agua, y promover un uso sostenible de las mismas.

Ha sido importante la participación social iniciada con el desarrollo y aprobación de los Planes Hidrológicos de cuenca, la elaboración y discusión del Libro Blanco del Agua (documento de referencia estratégica y técnica especialmente importante entre los años 1998-2000), y en las deliberaciones del Consejo Nacional del Agua.

Ante la gestión de las sequías, se especifica que el Ministerio de Medio Ambiente, para las cuencas intercomunitarias, que pasan a ser gestionadas por el Estado, establecerá un sistema global de indicadores hidrológicos para servir de referencia para la declaración formal de situaciones de alerta y eventual de sequía, además de un Plan de Acción en materia de Aguas Subterráneas (PAAS), que permita el aprovechamiento sostenible de dichos recursos. Se establece como obligatorio que las poblaciones de igual o superior a 20.000 habitantes deben de disponer de un Plan de Emergencia ante situaciones de sequía (PEM).

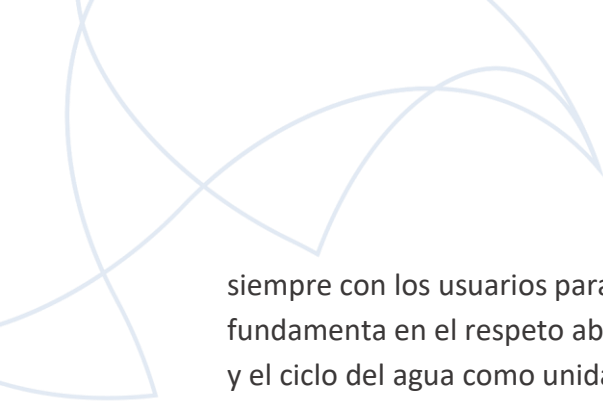
En el anexo II se elabora un listado inversiones en todo el territorio español de actividades, infraestructuras e iniciativas dirigidas para el aprovechamiento o gestión de las masas de agua y en el anexo III añade, por cuencas hidrográficas, un nuevo listado con actuaciones de interés general a realizar, especificando a continuación en el anexo IV las actuaciones prioritarias y urgentes en las cuencas mediterráneas.

- **ESTATAL:** Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas.

Originalmente, el Real Decreto 927/1988 unificaba la regulación de la Administración Pública del Agua y la Planificación Hidrológica. Sin embargo, esta estructura se dividió en 2007 con la aprobación del Real Decreto 907/2007, que pasó a regular de forma independiente la Planificación Hidrológica, separando así ambas competencias. Esta evolución culminó con el Real Decreto 665/2023, que modificó la norma original para renombrarla definitivamente como, únicamente, Reglamento de la Administración Pública del Agua.

Este reglamento tiene como principios la gestión del agua por parte del Estado regida por la eficiencia y la participación real, descentralizando las decisiones y contando





siempre con los usuarios para un uso responsable del recurso. Este modelo se fundamenta en el respeto absoluto a la naturaleza, tratando cada cuenca hidrográfica y el ciclo del agua como unidades indivisibles que no entienden de fronteras políticas. Todo ello bajo un compromiso de integración estratégica, donde el aprovechamiento del agua debe convivir obligatoriamente con la protección del medio ambiente, la restauración de los ecosistemas y la ordenación del territorio. Se crean dos nuevas entidades: el Observatorio de la gestión del agua en España y el Sello de gestión transparente del agua.

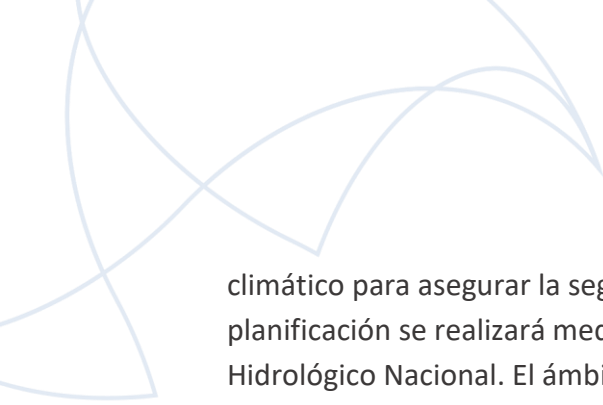
El Observatorio de la gestión del agua en España se crea como una plataforma disponible en el portal de internet del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico para proporcionar información sistemática sobre la gestión del agua en España con el fin de fomentar la transparencia en su gestión, siendo su principal funcionalidad la recopilación y divulgación de datos. Se crea y se regula el Sello de gestión transparente del agua, como un distintivo público que se concederá, a quienes cumplan con los objetivos de transparencia de la información y buena gestión del agua en el ámbito de sus competencias. Además, también se establece en este reglamento las funciones de los Organismos de cuenca, siendo las más fundamentales la elaboración, seguimiento y revisión de los PHC y la administración y control del DPH.

- **ESTATAL:** Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica.

Este Reglamento de la Planificación Hidrológica, aprobado por el Real Decreto 907/2007, actualiza el marco normativo español para alinearlo con la DMA y la TRLA, simplificando la actualización de los planes de cuenca y sustituyendo regulaciones obsoletas. Al centrarse exclusivamente en la planificación, ya que se separa del reglamento de la Administración Pública del agua (aprobado por el Real Decreto 927/1988), se garantiza la coherencia con los Reales Decretos de 2007 (Real Decreto 125/2007 y el Real Decreto 126/2007) que definen las demarcaciones territoriales y sus órganos de gobierno, asegurando un proceso de gestión hídrica más ágil, técnico y coordinado.

La planificación hidrológica tiene como objetivo principal garantizar el buen estado y la protección del recurso hídrico, armonizando la satisfacción de las demandas y el desarrollo socioeconómico con la preservación del medio ambiente bajo criterios de sostenibilidad y gestión integrada. A través de este reglamento, se busca prevenir el deterioro de los ecosistemas, reducir la contaminación y mitigar los efectos de inundaciones y sequías. Finalmente, el modelo integra la adaptación al cambio





climático para asegurar la seguridad hídrica de las personas y la biodiversidad. La planificación se realizará mediante los planes hidrológicos de cuenca y el Plan Hidrológico Nacional. El ámbito territorial de cada plan hidrológico de cuenca será coincidente con el de la demarcación hidrográfica correspondiente, coordinando con los planes de gestión de riesgos de inundación, regulados en el Real Decreto 903/2010, y los planes especiales de sequía, establecidos conforme al artículo 27 del Plan Hidrológico Nacional. Desarrolla los contenidos y funciones de los planes hidrológicos de cuenca y de los planes especiales de sequía, así como el contenido del Plan Hidrológico Nacional.

Se clasifican las aguas superficiales y las aguas subterráneas y se realiza un inventario de los recursos hídricos naturales, incluyendo, entre otros, la zonificación y esquematización de los recursos hídricos naturales en la demarcación hidrológica. Se incluye una tabla clasificando los usos contemplados del agua y una caracterización de su demanda. Además, con el inventario de impactos registrados sobre las masas de agua en cada demarcación, cada plan hidrológico identificará las masas de agua que se encuentran en riesgo de no alcanzar los objetivos medioambientales establecidos en el artículo 35, catalogándose en estado de riesgo.

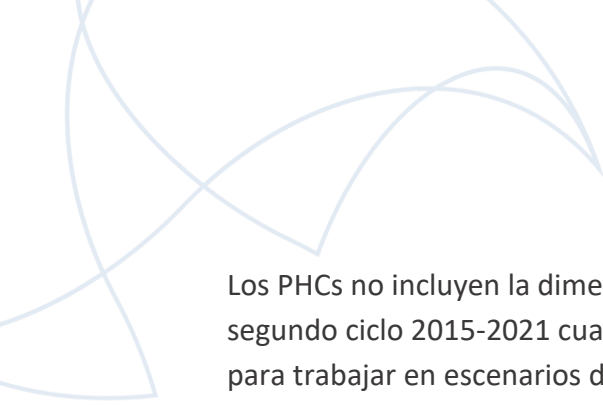
Para cada demarcación hidrográfica se establece un programa de medidas en el que se tienen en cuenta los resultados de los estudios realizados, estableciendo unas medidas básicas, como fomentar un uso eficiente y sostenible del agua o control sobre su extracción y almacenamiento, y medidas específicas, entre ellas, sobre protección del agua, recogidas en el anexo III.

- **ESTATAL (desarrollo específico):** Planes Hidrológicos de Cuenca.

Existen PHCs de cada demarcación hidrológica desde 1998, pero no es hasta 2009 que se actualizan para introducirlos en los ciclos de planificación del DMA. Acorde con el TRLA, estos documentos marcan las líneas de actuación a seguir para la correcta gestión de las masas de agua tanto superficiales como subterráneas y artificiales, con la misión de alcanzar los objetivos medioambientales, enfatizando la figura de los espacios naturales protegidos (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.a.)

Algunas de las decisiones que se toman son para: prevenir el deterioro y la contaminación de las masas de agua, regenerar aquellas que lo necesiten, medir y garantizar la disponibilidad de los recursos hídricos para atender a las diferentes demandas.





Los PHCs no incluyen la dimensión de cambio climático de forma significativa hasta el segundo ciclo 2015-2021 cuando se empiezan a aplicar los “coeficientes de reducción” para trabajar en escenarios de menor reserva de agua. Estos coeficientes se aumentaron tras la Ley 7/2021 de Cambio Climático en el ciclo actual 2022-2027.

- **ESTATAL** (*desarrollo específico*): Planes de Acción en materia de Aguas Subterráneas.

Dentro del marco climático de España, los acuíferos representan un pilar vital para el consumo humano y la continuidad de sectores estratégicos, especialmente el agrario. Su importancia radica en su resiliencia; al ser depósitos menos sensibles a la falta inmediata de lluvia, actúan como un seguro de suministro durante las fases de sequía.

Según el Plan Hidrológico Nacional y las Orientaciones Estratégicas sobre Agua y Cambio Climático, las 9 cuencas intercomunitarias deben redactar su propio PAAS a partir del 2023. Estos planes tendrán como objetivo general la mejora del conocimiento, gestión y gobernanza de las aguas subterráneas, para alcanzar el buen estado de las mismas con herramientas como los perímetros de protección y las reservas biológicas.

Las mayores amenazas de las aguas subterráneas, que se contemplarán en estos planes, son la contaminación (difusa o puntual) y la extracción intensiva.

Riesgos Hídricos

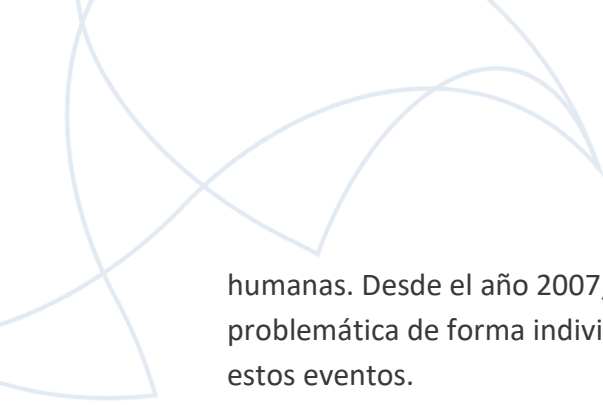
En el siglo XXI, la gestión de los riesgos hídricos se ha convertido en un eje central de las políticas de seguridad y sostenibilidad de cualquier Estado, teniendo esta problemática una constante presencia. Ya no se trata solo del suministro y abastecimiento de agua, sino de la gestión de la incertidumbre de un recurso que oscila peligrosamente entre la escasez y el exceso, debido a grandes sequías e inundaciones, respectivamente, provocadas por nuevas dinámicas del clima.

Para poder establecer una metodología a escala urbana, en la que puedan contemplarse este tipo de sucesos, se ha investigado de forma más específica cada uno de los riesgos por separado.

Riesgo de inundación:

Las inundaciones, desde la escala internacional, constituyen uno de los riesgos naturales causante de los mayores daños tanto materiales como en pérdida de vidas





humanas. Desde el año 2007, a nivel europeo se inició una directriz para focalizar la problemática de forma individual y gestionar, mejorar y prevenir las consecuencias de estos eventos.

- **EUROPEO:** Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.

Tras las más de 100 inundaciones graves sufridas en Europa entre los años 1998 y 2004 (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.), se redacta la Directiva 2007/60/CE, que pretende, entre otros objetivos, establecer un marco para la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, focalizándose en la reducción de las consecuencias negativas de las inundaciones en la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica. Además, pretende crear un sistema estructurado para analizar, mapear y gestionar la peligrosidad de las inundaciones a largo plazo y asegurar la coordinación internacional, para evitar que las medidas de defensa de un país no trasladen el riesgo de inundación a sus vecinos.

A partir de esta evaluación preliminar, se elaboran mapas de peligrosidad por inundaciones, que incluyen baja, media y alta probabilidad de inundación y evaluar en cada caso la extensión de la inundación y el nivel, la velocidad y el caudal del agua, y mapas de riesgo de inundación, que incluyen un número indicativo de habitantes, tipo de actividad económica, e instalaciones que pueden verse afectados. En zonas costeras, o donde procedan aguas subterráneas, se tiene solo en cuenta el número de habitantes perjudicados. La elaboración de estos mapas concluyó a finales de 2013, actualizándose, si fuera necesario, a finales de 2019 y, a continuación, cada seis años.

Sobre la base de estos mapas, se establecerán planes de gestión del riesgo de inundación para reducir las consecuencias adversas. Cuentan con aspectos pertinentes tales como los costes y beneficios, la extensión de la inundación y las vías de evacuación de inundaciones, así como las zonas con potencial de retención de las inundaciones, como las llanuras aluviales naturales, los objetivos medioambientales indicados en el artículo 4 de la Directiva 2000/60/CE, la gestión del suelo y del agua, la ordenación del territorio, el uso del suelo, la conservación de la naturaleza, la navegación e infraestructuras de puertos. Se centran en la prevención, protección y preparación, incluidos la previsión de inundaciones y los sistemas de alerta temprana. Se publicaron a finales de 2015, actualizándose, si fuera necesario, a finales de 2021 y, a continuación, cada seis años.



- **ESTATAL:** Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.

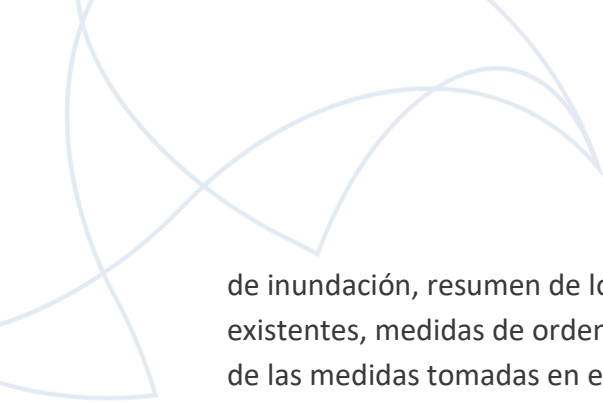
Esta directiva se traspuso al marco jurídico estatal español en 2010 a través del Real Decreto 903/2010, de evaluación y gestión de riesgos de inundación. En él se trasladan los objetivos mencionados anteriormente en la Directiva 2007/60/CE, regulando los procedimientos para realizar la evaluación preliminar del riesgo de inundación, los mapas de peligrosidad y riesgo y los planes de gestión de los riesgos de inundación en todo el territorio, como objeto de obtener un adecuado conocimiento y evaluación de los riesgos asociados a las inundaciones y lograr una coordinada actuación de todas las Administraciones Públicas y la sociedad para reducir las consecuencias negativas que pudieran provocar. El ámbito de aplicación incluye a las inundaciones ocasionadas por desbordamiento de ríos, torrentes de montaña y demás corrientes de agua continuas o intermitentes, así como las inundaciones causadas por el mar en las zonas costeras y las producidas por la acción conjunta de ríos y mar en las zonas de transición.

Se coordinan con los planes hidrológicos de cuenca (marco del artículo 42 del Real Decreto Legislativo 1/2001, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas), que incorporarán los criterios sobre estudios, actuaciones y obras para prevenir y evitar los daños debidos a inundaciones, avenidas y otros fenómenos hidráulicos a partir de lo establecido en los planes de gestión de riesgo de inundación. Se indica que los instrumentos de ordenación territorial y urbanística, los planes de protección civil existentes y los planes de desarrollo agrario deben de adaptarse al contenido de los mapas de peligrosidad y riesgo, y de los planes de gestión del riesgo de inundación y no podrán incluir determinaciones que no sean compatibles con su contenido.

- **ESTATAL (desarrollo específico):** Planes de Gestión del Riesgo de Inundación.

Profundizando en materia estratégica, las herramientas clave para llevar a cabo estas medidas son los PGRI o Planes de Gestión del Riesgo de Inundación para cada demarcación hidrológica. Su primer ciclo de planificación comenzó en 2016 (coincidiendo con el segundo ciclo de la DMA) y dentro del ciclo de agua urbano, afecta sobre todo a las masas de agua (para la captación) así como a los sistemas de canalización y protección de avenidas dentro y alrededor de las ciudades. Estos documentos pretenden coordinar a todas las administraciones públicas y a la sociedad para reducir las consecuencias negativas de las inundaciones, reduciendo la peligrosidad y vulnerabilidad antes del desastre, así como manteniendo el buen estado de las masas de agua. Los informes anuales incorporan mapas de peligrosidad y riesgo





de inundación, resumen de los criterios de los PHC y planes de protección civil existentes, medidas de ordenación territorial y urbanística, así como las conclusiones de las medidas tomadas en el ciclo anterior, entre otras cosas.

Algunas de estas medidas se llevan a cabo a través del nuevo Programa de Adaptación al Riesgo de Inundación, para aumentar la resiliencia de infraestructuras y construcciones concretas, mover los fondos necesarios y coordinarse con el Consorcio de Compensación de Seguros.

Actualmente nos encontramos en el segundo ciclo de planificación de PGRI (2022-2027), que incorpora las estrategias europeas sobre Infraestructura Verde (Soluciones Basadas en la Naturaleza, SBN, y medidas para la Retención Natural de Agua, NWRM) y la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (junto con el Programa de continuidad de sedimentos conforme a la Ley 7/2021), alineándose con las soluciones generales para el cambio climático.

Riesgo de sequía:

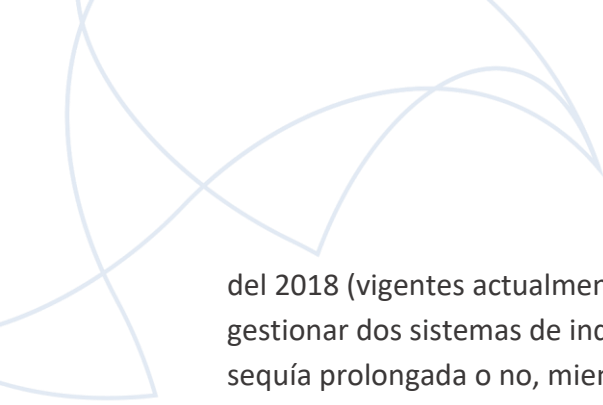
España es uno de los países de la unión europea con más problemas de sequía y escasez de agua, por lo que tiende a ser pionera en sus políticas al respecto. A pesar de que no hay, a día de hoy, una legislación concreta sobre este tema, si se gestionan el abastecimiento y la gestión del riesgo tanto en la Planificación Hidrológica (mencionada anteriormente), como en los planes de aguas regeneradas y de protección civil. A continuación, se describen las indicaciones generales que debe tener la planificación sobre sequía redactada por los organismos de cuenca afectados:

- **ESTATAL (desarrollo específico):** Planes Especiales de Sequía.

En cuanto a la planificación sobre la falta de agua, los primeros PES del 2007 se redactaron para anticiparse a estos periodos y complementar a las medidas exclusivamente reaccionarias de Protección Civil. Los objetivos principales de los PES son minimizar los impactos sociales y económicos de la falta de agua y garantizar el abastecimiento humano, aplicando los recortes de agua mencionados en el Plan Hidrológico. Para llevarlo a cabo se realizan acciones para gestionar los derechos del uso del agua, modificar los caudales ecológicos, activar los pozos estratégicos de sequía y coordinar los grandes sistemas de explotación de cada demarcación hidrográfica. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.c.).

Posteriormente la comisión europea pidió establecer claramente la definición y diferencia entre fenómeno natural y mala gestión del recurso, por lo que en los planes





del 2018 (vigentes actualmente) se definieron los términos “sequía” y “escasez” para gestionar dos sistemas de indicadores distintos. Los primeros miden en si hay una sequía prolongada o no, mientras que los de escasez coyuntural establecen umbrales (Prealerta, Alerta, Emergencia) en los que una ciudad debe empezar a bajar la presión del grifo o prohibir el riego de jardines y llenado de piscinas. Con estos indicadores se definen unidades territoriales a efectos de sequía prolongada (UTS) o escasez (UTE o UD por unidad de demanda).

Todos los ayuntamientos de más de 20.000 habitantes están obligados a tener su propio Plan de Emergencia ante la Sequía (PEM), que activan los sistemas de reducción de la demanda y el refuerzo de las disponibilidades en estado de emergencia, sólo en los usos y ámbitos que abarque.

Tratamiento de aguas

El tratamiento de aguas en la actualidad constituye el nexo estratégico entre la depuración de aguas residuales urbanas y la producción de aguas regeneradas, transformando un efluente potencialmente contaminante en un recurso de alto valor para la economía circular. Bajo el amparo de marcos legales como el Reglamento (UE) 2020/741, para los requisitos mínimos de la reutilización del agua, y el Real Decreto 1085/2024, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, este proceso trasciende la mera protección ambiental para garantizar la seguridad hídrica y la resiliencia climática, permitiendo que, tras un riguroso tratamiento ulterior y una gestión del riesgo proactiva, el agua recupere calidades específicas aptas para satisfacer nuevas demandas agrícolas, urbanas e industriales en un contexto de escasez global.

Aguas residuales urbanas

En la actualidad, las aguas residuales urbanas han dejado de ser consideradas exclusivamente un efluente contaminante para ser reconocidas como una fuente de recursos. Su correcta gestión, entre otros beneficios, permite la recuperación de agua mediante tratamientos de regeneración avanzados que habilitan nuevos usos. Por tanto, el estudio de las aguas residuales es hoy el punto de partida indispensable para cualquier estrategia de economía circular hídrica. No existe una gestión sostenible del agua sin una infraestructura de tratamiento robusta que garantice que el agua, devuelta a la naturaleza o reutilizada en la sociedad, cumpla con los más altos estándares de calidad, seguridad y respeto ambiental.

Desde 1991 está regulado en Europa, con la Directiva 91/271/CEE, con la correspondiente actualización y desarrollo en 2024 mediante la Directiva (UE)



2024/3019 y desde 1995 en España, con el Real Decreto-ley 11/1995 y con el desarrollo del mismo a través del Real Decreto-ley 509/1996.

- **EUROPEO:** Consolidated text: Directiva del Consejo de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE).

Procede de la Resolución de 28 de junio de 1988 sobre la protección del Mar del Norte y de otras aguas de la Comunidad, en la que el Consejo solicitó a la Comisión que presentara propuestas con las medidas necesarias a nivel comunitario para el tratamiento de las aguas residuales urbanas teniendo en cuenta varias consideraciones, destacando entre ellas que la contaminación debida a un tratamiento insuficiente de las aguas residuales de un Estado miembro repercute a menudo en las de otros Estados miembros y que es importante garantizar la información al público, mediante la publicación de informes periódicos, sobre la evacuación de aguas residuales urbanas y lodos.

La Directiva 91/271/CEE tiene por objeto la recogida, el tratamiento y el vertido de las aguas residuales urbanas y el tratamiento y vertido de las aguas residuales procedentes de determinados sectores industriales, además de proteger al medio ambiente de los efectos negativos de los vertidos de dichas aguas residuales.

Deben velar por que todas las aglomeraciones urbanas, de más de 15.000 h-e (habitantes equivalentes) para el año 2000 y de entre 2.000 y 15.000 h-e para el año 2005, dispongan de sistemas colectores para las aguas residuales urbanas. En caso de que se trate de aguas residuales urbanas vertidas en aguas receptoras que se consideren «zonas sensibles», los Estados miembros velarán por que se instalen sistemas colectores, a más tardar, el 31 de diciembre de 1998 en las aglomeraciones con más de 10.000 h-e.

Cuando no se justifique la instalación de un sistema colector, bien por no suponer ventaja alguna para el medio ambiente o bien porque su instalación implique un coste excesivo, se utilizarán sistemas individuales u otros sistemas adecuados que consigan un nivel igual de protección medioambiental.

Las instalaciones de tratamiento de aguas residuales se diseñarán o modificarán de manera que se puedan obtener muestras representativas de las aguas residuales que lleguen y del efluente tratado antes de efectuar el vertido en las aguas receptoras. En la medida de lo posible, los puntos de evacuación de las aguas residuales urbanas se elegirán de forma que se reduzcan al mínimo los efectos sobre las aguas receptoras.



- **EUROPEO:** Consolidated text: Directiva (UE) 2024/3019 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de noviembre de 2024, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (versión refundida) (Texto pertinente a efectos del EEE).

El texto refundido de la Directiva (UE) 2024/3019 amplía considerablemente el objeto de su antecesora, la Directiva 91/271/CEE y se refiere a cuestiones de enfoque ambiental y climático propias de la actualidad, como la reducción de emisiones o el enfoque “One Health”, enfoque integral y unificador cuyo objetivo es equilibrar y optimizar la salud de las personas, los animales y los ecosistemas. Así mismo, menciona tanto la intención de transparencia del sector de aguas residuales urbanas como la necesidad de vigilancia periódica de las mismas.

Se reduce el umbral de h-e para la instalación de colectores de aguas residuales urbanas. En la Directiva 91/271/CEE se considera sólo obligatorio en las aglomeraciones de hasta 2.000 h-e, con un plazo máximo de 2005 y en la Directiva (UE) 2024/3019, se considera de obligado cumplimiento en aglomeraciones de un mínimo de 1.000 h-e, con plazo máximo de hasta 2035, existiendo excepciones de superar dicho plazo en determinados casos específicos. Además, la nueva directiva hace alusión al sistema de colectores urbanos con redes separativas, que antes no se incluía.

Los Estados miembros promoverán sistemáticamente la reutilización de las aguas residuales tratadas procedentes de todas las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas, cuando proceda, sobre todo en zonas bajo estrés hídrico y para todos los fines oportunos. Se evaluará la posibilidad de reutilización de las aguas residuales tratadas de tal forma que se tengan en cuenta los planes hidrológicos de cuenca establecidos con arreglo a la Directiva 2000/60/CE. Cuando las aguas residuales tratadas se reutilicen para el riego agrícola, deberán cumplir los requisitos del Reglamento (UE) 2020/741.

En un plazo máximo de finales de 2027, los Estados miembros determinarán y evaluarán los riesgos causados por los vertidos de aguas residuales urbanas para el medio ambiente y la salud humana, teniendo en cuenta las fluctuaciones estacionales y los fenómenos extremos, y, como mínimo, los riesgos relacionados con la calidad de las masas de agua utilizadas para la extracción de agua destinada al consumo humano, la calidad de las aguas de baño, la calidad de las masas de agua en las que se lleven a cabo actividades de acuicultura, el estado de las masas de agua subterráneas



receptoras, el estado medioambiental de las aguas marinas y el estado de las masas de agua superficiales receptoras.

A más tardar el 31 de diciembre de 2033 y el 31 de diciembre de 2040, la Comisión llevará a cabo una evaluación de la presente Directiva y cada 5 años se presentará un informe sobre la ejecución de los contenidos. Esta Directiva deroga en 2027 la Directiva 91/271/CEE, a excepción de algunos apartados, que seguirán siendo de aplicación desde 2028 hasta 2053.

- **ESTATAL:** Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

El Real Decreto-ley 11/1995, tiene por objeto complementar el régimen jurídico establecido en el título V de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, y en el título III de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas, con el fin de proteger la calidad de las aguas continentales y marítimas de los efectos negativos de los vertidos de las aguas residuales urbanas. A pesar de que la Ley de Aguas del 85 quedó derogada por el actual Real Decreto Legislativo 1/2001, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, esta normativa, en cuanto a normas aplicables al tratamiento de aguas residuales, sigue vigente.


Las aglomeraciones urbanas deberán contar con sistemas colectores de aguas residuales urbanas en unos plazos máximos en función del número de h-e, siendo en aquellas de más de 15.000 h-e en 2001, en aquellas de entre 2.000 y 15.000 habitantes en 2006 y en aquellas de más de 10.000 h-e y viertan en una zona sensible en 1999, definida por la Directiva 91/271/CEE.

Las Comunidades Autónomas deben elaborar planes o programas que deberá notificar a la Administración General del Estado antes del 31 de diciembre de 1996 para aplicar lo establecido en este Real Decreto-ley.

- **ESTATAL:** Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.

El Real Decreto 509/1996 completa la incorporación de la citada Directiva, desarrollando lo dispuesto en el Real Decreto-ley, para lo cual fija los requisitos técnicos que deberán cumplir los sistemas colectores y las instalaciones de





tratamiento de las aguas residuales, los requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones secundarias o de aquellos que vayan a realizarse en zonas sensibles y regula el tratamiento previo de los vertidos de las aguas residuales industriales cuando éstos se realicen a sistemas colectores o a instalaciones de depuración de aguas residuales urbanas.

Asimismo, se determinan los criterios que deberán tomarse en consideración para la declaración de las «zonas sensibles» y «zonas menos sensibles», que corresponderá efectuar bien a la Administración General del Estado o a las Comunidades Autónomas.

Por último, se establece que las Administraciones públicas, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán efectuar el seguimiento y los controles precisos para garantizar el cumplimiento de las obligaciones contempladas tanto en el Real Decreto-ley 11/1995, como en este Real Decreto y se fijan los métodos de referencia para el seguimiento y evaluación de los resultados de dichos controles.

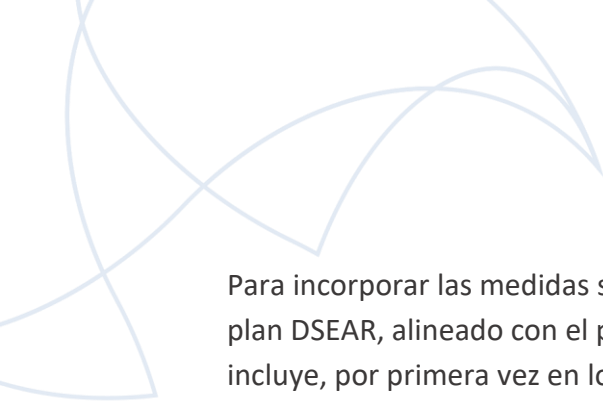
- **ESTATAL (desarrollo específico):** Planes Integrados de gestión de Aguas Residuales Urbanas

Según la Directiva (UE) 2024/3019, todas las aglomeraciones urbanas de entre 10.000 y 100.000 h-e deben redactar, antes del 2034, su propio plan para evitar que los vertidos por escorrentía que llegan a las masas de aguas presenten contaminantes. Entre las posibles medidas propuestas, debe darse prioridad, siempre que sea posible, a SBN como infraestructuras verdes y azules (zanjas filtrantes, humedales artificiales, estanques de almacenamiento, SUDS), para minimizar la contaminación de los vertidos por desbordamientos del sistema de saneamiento en episodios de lluvia y limitar las superficies impermeables.

En España se llaman Planes Integrales de Gestión del Sistema de Saneamiento (PIGSS), y están en proceso de redacción. Se encargan de conocer, evaluar y planificar la recogida, transporte, tratamiento y vertido de las aguas residuales. Entre sus contenidos mínimos se incluyen: un análisis de la situación actual del área de drenaje de la AAUU, objetivos de reducción de la contaminación y la recomendación de reutilizar las aguas tratadas cuando proceda.

- **ESTATAL:** Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización de agua.





Para incorporar las medidas según la Ley 7/2021 de cambio climático se aprueba el plan DSEAR, alineado con el periodo de planificación hidrológica 2022-2027, que incluye, por primera vez en los planes de saneamiento, términos de transición energética como la eficiencia y el ahorro, además de medidas específicas de regeneración y reutilización de las aguas residuales para cumplir con los objetivos ambientales de las masas de agua. Este plan cubre los huecos de los Planes Hidrológicos de Cuenca y los Planes de Gestión del Riesgo del Agua Regenerada y gestiona la financiación para la creación de nuevas obras hidráulicas y de digitalización de las infraestructuras (PERTE).

Estos objetivos solo se aplican a grandes aglomeraciones urbanas (a partir de 15.000 h-e), excluyendo los núcleos pequeños y diseminados. También quedan fuera de este plan medidas de ahorro de agua para el abastecimiento humano. Se menciona de manera específica la intención de potenciar las Soluciones Basadas en la Naturaleza (de drenaje sostenible) en dos de sus 7 objetivos.

Reutilización de aguas


En un escenario de crisis climática global, donde la demanda de recursos hídricos supera con frecuencia la capacidad de renovación de las fuentes convencionales, la reutilización del agua ha dejado de ser una opción técnica para convertirse en una necesidad estratégica. Tradicionalmente, el ciclo urbano del agua concluía con el vertido de las aguas depuradas a los cauces naturales o al mar; hoy, ese modelo lineal está siendo sustituido por un enfoque circular donde el agua residual es tratada como una materia prima de alto valor. La reutilización consiste en someter las aguas residuales urbanas a procesos de tratamiento adicionales que permitan alcanzar una calidad adecuada para usos específicos.

Desde 2020, en Europa, y 2024, en España, contamos en un reglamento de reutilización de aguas que nos guía en la materia:

- **EUROPEO:** Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua (Texto pertinente a efectos del EEE).

Debido al cambio climático y a la presión de los recursos hídricos en cuanto a su escasez y deterioro de su calidad, surgió Reglamento (UE) 2020/741, relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua, con el objetivo de garantizar la utilización segura de las aguas regeneradas en el contexto de una gestión integrada del agua, enfocado principalmente al riego agrícola. A mediados de 2028 se realizará una





revisión del reglamento para valorar la repercusión de la reutilización del agua en el medio ambiente y en la salud humana y animal.

El ámbito de aplicación de este reglamento se limita al uso exclusivo de aguas regeneradas obtenidas de aguas residuales que se hayan recogido en sistemas colectores, se hayan tratado en estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas de conformidad con la Directiva 91/271/CEE y hayan recibido un tratamiento ulterior, bien en una estación depuradora de aguas residuales urbanas, bien en una estación regeneradora de aguas.

Se elaboran planes de gestión del riesgo del agua regenerada. Estos planes establecerán todos los requisitos con el fin de mitigar los riesgos, cuántos requisitos adicionales se necesitan tras el punto de cumplimiento para garantizar que el sistema de reutilización del agua es seguro y determinarán los agentes peligrosos, medidas preventivas apropiadas y/o posibles medidas correctivas y barreras adicionales para el sistema de reutilización del agua.

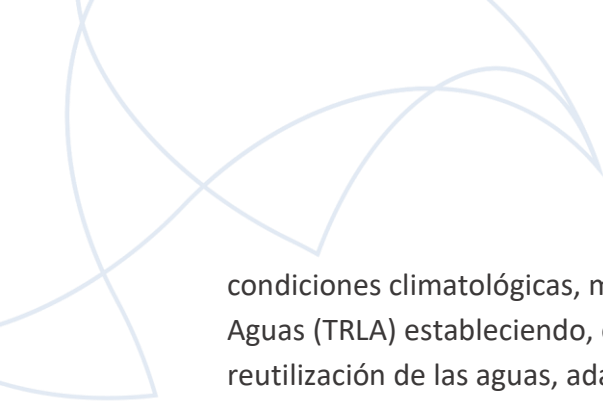
Los Estados miembros, en los que se utilicen las aguas regeneradas para riego, deben elaborar y publicar un conjunto de datos con información sobre los resultados de la comprobación del cumplimiento antes de mediados de 2026 y anualmente en caso de algún caso de que haya sucedido lo contrario.

- **ESTATAL:** Real Decreto 1085/2024, de 22 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de reutilización del agua y se modifican diversos reales decretos que regulan la gestión del agua.

Completando el reglamento europeo, se redacta el Real Decreto 1085/2024, de 22 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de reutilización del agua, cuyo objetivo es desarrollar el régimen jurídico de la reutilización del agua establecido en el capítulo III del título V del texto refundido de la Ley de Aguas, con la finalidad de garantizar que las aguas regeneradas sean seguras para los usos establecidos, promover la economía circular, apoyar la adaptación al cambio climático y contribuir a la satisfacción sostenible de las demandas de agua, a la consecución de los objetivos medioambientales y de protección del dominio público hidráulico (DPH) al hacer frente a la escasez de agua y a las presiones de los recursos hídricos.

El Real Decreto-ley 4/2023, de 11 de mayo, por el que se adoptan medidas urgentes en materia agraria y de aguas en respuesta a la sequía y al agravamiento de las condiciones del sector primario derivado del conflicto bélico en Ucrania y de las





condiciones climatológicas, modifica el capítulo III del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA) estableciendo, entre otros aspectos, el nuevo marco legal de la reutilización de las aguas, adaptando el régimen jurídico español de la reutilización de aguas al reglamento europeo y estableciendo el marco adecuado para impulsar, en este contexto de escasez, la obtención de dichos recursos alternativos.


Las aguas regeneradas podrán utilizarse para actividades específicas del uso agrícola, industrial, urbano y otros usos que comparten una categoría no definida. Estas se dividen en cinco grandes grupos de clases de calidad de agua regenerada en función de la concentración de E.Coli, siendo estos grupos A+, A, B, C, y D. Entre las actividades que pueden emplear aguas regeneradas para uso urbano se incluyen riego de jardines privados y descarga de aparatos sanitarios, para el grupo A+, estanques y caudales circulantes ornamentales accesibles al público, para el grupo A, baldeo de calles, riego de zonas verdes urbanas (parques y similares), sistemas contra incendios y lavado industrial de vehículos, para el grupo B, y estanques y caudales circulantes ornamentales no accesibles al público, para el grupo C (tabla I-1. del anexo I de este reglamento). En la categoría de otros usos, para el grupo B, incluye actividades en las que se permiten el uso de agua regenerada el riego de campos de golf u otros campos deportivos (tabla I-5. del anexo I de este reglamento).

Está prohibido usar la reutilización de aguas para usos como el consumo humano directo, salvo situaciones de declaración de catástrofe, de conformidad con la Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil, para determinados usos del ámbito de la empresa alimentaria, para uso en instalaciones hospitalarias y otras instalaciones médicas, para el cultivo de moluscos filtradores en acuicultura o para el uso recreativo como agua de baño en instalaciones artificiales.

En los supuestos en los que se aplique la reutilización de aguas para usos no contemplados, las condiciones de calidad se adaptarán al uso más semejante de los descritos en el anexo I de este reglamento. Si el agua regenerada está destinada a varios usos, las condiciones de calidad que se aplicarán serán las más exigentes.

Con el fin de garantizar que las aguas regeneradas se usan y gestionan de forma segura, las partes responsables del sistema de reutilización elaborarán un Plan de gestión del riesgo del agua regenerada, mediante el que se coordinará el conjunto de funciones de cada parte en el sistema de reutilización de aguas. Este plan definirá el sistema de reutilización e identificará los riesgos asociados a las funciones relacionadas con la producción, suministro y uso de las aguas regeneradas, los elementos clave para





la gestión de tales riesgos y las medidas y actuaciones necesarias para mantenerlo en niveles aceptables para la salud humana, el medio ambiente y la sanidad animal.

De acuerdo con lo dispuesto en el artículo 109 quinquies.1 del TRLA, los organismos de cuenca, en el marco de la planificación hidrológica, determinarán las masas de agua o sistemas de explotación en los que se considere necesario incentivar la reutilización del agua. Las Administraciones Públicas deberán impulsar la reutilización del agua como un medio para promover la economía circular, reforzar la adaptación al cambio climático, reducir la presión debida a la captación y vertido, y hacer frente a la sequía.

- **ESTATAL (desarrollo específico):** Planes de fomento de reutilización del agua asociados a usos urbanos.

Los PFRAU deben ser redactados por AAUU de más de 50.000 h-e (y de menos h-e de manera simplificada) alineándose con los objetivos generales de sostenibilidad, eficiencia y protección ambiental. Sirven de herramienta para identificar oportunidades y metas claras, así como para definir las inversiones necesarias para la mejora y/o implantación de sistemas de tratamientos de agua residual urbana y estaciones de agua regenerada, así como sus redes de distribución. También incluirán la evaluación de los recursos hídricos disponibles y demandas asociadas, previsiones futuras, afecciones sobre las masas de agua y sobre los caudales ecológicos, así como los riesgos derivados de los impactos del cambio climático como la contaminación.

Obligan a la sustitución progresiva del empleo de aguas de consumo humano para el baldeo de calles, en estanques y caudales ornamentales o el riego de grandes zonas verdes urbanas, por la utilización de agua regenerada o de otras fuentes de suministro. Todo ello en función de los requisitos que se detallen para cada ámbito territorial en la planificación hidrológica. Deben coordinarse con el PIGSS y los PEM, así como con los Planes de Gestión del Riesgo del Agua Regenerada (PGRAR), que tienen el fin de garantizar que las aguas regeneradas se usan y gestionan de forma segura, prohibiendo en todo caso el consumo humano y animal.

Futuro de la planificación hídrica

En años recientes se han publicado nuevas estrategias sobre la gestión del agua, endureciendo las medidas anteriores, para alcanzar los objetivos medioambientales con horizonte 2030. Las cuales aún no han entrado completamente en vigor o han tenido efectos poco pronunciados (por estar en medio del ciclo de planificación de planes según la TRLA), pero que supondrán algunos cambios en el esquema normativo-



estratégico descrito en el presente documento en los próximos años. Se mencionarán a continuación por orden cronológico:

- **ESTATAL:** Orientaciones Estratégicas sobre Agua y Cambio Climático.

Tras terminarse las acciones a corto plazo del PIMA adapta-Agua, y con la llegada de la nueva legislación sobre cambio climático, se publican en 2022 unas orientaciones estratégicas sobre agua y cambio climático, como documento holístico y transversal a toda la gestión del agua en España, para asegurar la sostenibilidad y la calidad del recurso. (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, s.f.e.).

Este documento tiene una función jerárquica, es decir, define los objetivos generales y las líneas de acción que se llevan a cabo a través de los instrumentos de gestión explicados anteriormente. Específicamente:

- Planes especiales de sequía
- Planes de gestión del riesgo de inundación
- Estrategia de restauración de ríos
- Plan de recuperación de humedales
- Plan de acción de aguas subterráneas
- Planes de depuración y reutilización.

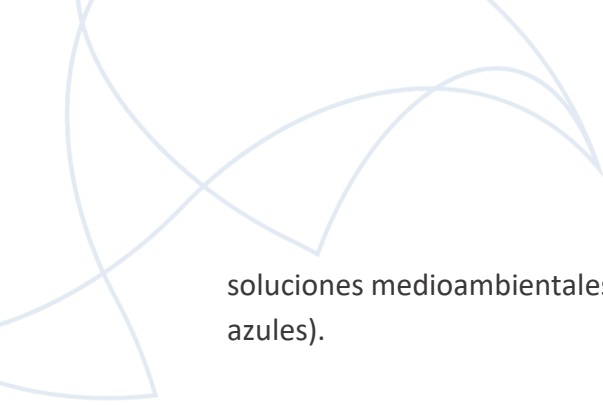
Con respecto a toda la planificación anterior, estas orientaciones cambian la prioridad claramente de “conseguir más agua”, a “adaptarse a tener mucha menos”, estableciendo coeficientes de reducción concretos y potenciando soluciones de bajo coste (SBN, por ejemplo, SUDS).

- **EUROPEO:** Estrategia Europea de Resiliencia Hídrica.

Tras la publicación del Reglamento (UE) 2024/1991 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de junio de 2024, relativo a la restauración de la naturaleza y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2022/869, además del informe de AEMA sobre el estado del agua en Europa 2024, se han reconsiderado las estrategias europeas sobre el tratamiento del agua en el actual escenario de cambio climático.

La Estrategia Europea de Resiliencia Hídrica, con horizonte 2025-2030, describe el agua no solo como recurso natural sino como una importante fuente económica, priorizando las medidas de digitalización del sistema y del fomento de nuevas tecnologías (como los gemelos digitales o la inteligencia artificial), además de





soluciones medioambientales (como las ciudades esponja o los corredores verdes y azules).

Otras de las acciones “emblemáticas” del documento se centran en los riesgos hídricos (enfocar la directiva sobre inundaciones en la calidad y cantidad de las aguas, desarrollar indicadores para la escasez) y notablemente en redactar un Plan Europeo de Adaptación al Cambio Climático para 2026.

Al reforzar la legislación y la planificación estratégica en estos temas se prevé un aumento considerable de las medidas mencionadas en el territorio europeo, para que se tengan más en cuenta las previsiones climáticas y se mantenga la seguridad del suministro de agua segura a precio asequible.

Participación pública

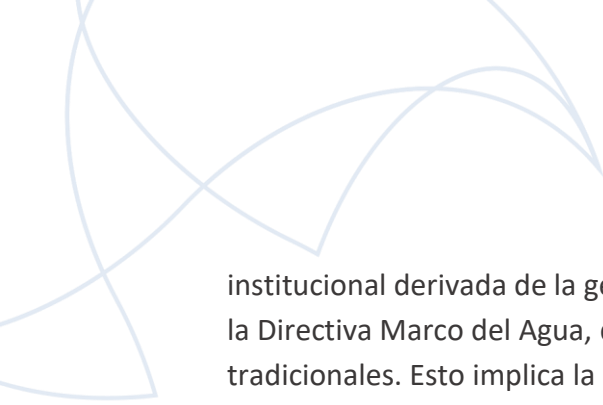
La participación pública en la gestión del agua en España se establece como una obligación normativa a partir de la Directiva Marco del Agua, que introduce la necesidad de implicar a la ciudadanía en los procesos de planificación hidrológica en su artículo 14, dónde plantea que la gestión del agua debe incorporar no sólo criterios técnicos, sino también una dimensión social, reconociendo la importancia de la participación en la toma de decisiones.

Para ello el MITECO canaliza esta participación a través de distintos procesos abiertos publicados en su portal web. Sin embargo, cuando se analizan estos procesos en detalle, se observa que no existe un sistema único ni homogéneo, sino una suma de procedimientos muy distintos entre sí, tanto en plazos como en formatos y niveles de participación.

Por un lado, los procesos vinculados a la planificación hidrológica, donde destacan los planes de cuenca, siguen una estructura más definida, con periodos de consulta pública amplios (generalmente de hasta seis meses), en línea con las exigencias europeas. Por otro lado, otros procedimientos, como los asociados a evaluaciones ambientales o a la elaboración de normativa, presentan plazos mucho más reducidos, que en ocasiones se limitan a treinta días. Esta variabilidad no responde a una estrategia de participación, sino a la superposición de distintos marcos administrativos que regulan cada instrumento de forma independiente.

Como consecuencia, la participación pública en materia de aguas se configura como un sistema fragmentado, en el que la experiencia del ciudadano depende del procedimiento concreto al que accede. A esta fragmentación se suma la complejidad





institucional derivada de la gestión por cuencas hidrográficas, impulsada también por la Directiva Marco del Agua, que no coincide con los límites administrativos tradicionales. Esto implica la coexistencia de múltiples niveles de decisión —europeo, estatal, demarcaciones hidrográficas y comunidades autónomas— que dificulta tanto la coordinación como la comprensión del sistema por parte de la ciudadanía.

Además, el acceso efectivo a estos procesos se ve limitado por dos factores clave. En primer lugar, la complejidad técnica de los documentos sometidos a consulta, que suelen presentar un alto grado de especialización y dificultan su interpretación. En segundo lugar, la ausencia de una estructura clara y unificada de acceso a la información, lo que obliga a navegar entre distintos portales y formatos sin una lógica común.

Desde el punto de vista del tipo de participación, la mayoría de los procesos se sitúan en niveles básicos, centrados en la información y la consulta, es decir, la posibilidad de conocer los documentos y presentar alegaciones, sin alcanzar formas de participación activa que impliquen una colaboración real en la definición de las decisiones. A esto se añade una limitada trazabilidad de las aportaciones realizadas, ya que no siempre resulta claro cómo se incorporan las alegaciones o qué impacto tienen en los documentos finales.

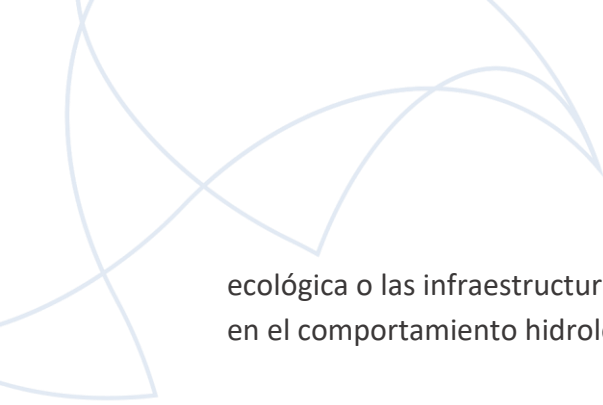
En la práctica, esto se traduce en una participación fundamentalmente reactiva, en la que la ciudadanía interviene cuando los documentos ya están avanzados, con escaso margen para influir en la configuración inicial de las estrategias. De este modo, la participación pública, aunque formalmente garantizada, funciona en muchos casos como un trámite administrativo más que como una herramienta efectiva de gobernanza.

Resultados de buenas prácticas

El análisis de los casos seleccionados permite identificar un conjunto de intervenciones que, aunque se desarrollan en contextos territoriales diversos, comparten una idea común: incorporan la variable hidrológica como elemento estructurante del espacio urbano. No se trata únicamente de respuestas ante situaciones de emergencia, sino de actuaciones que transforman la forma en que la ciudad se relaciona con el agua. Para ordenar esta diversidad de respuestas, el análisis se estructura en tres niveles de intervención.

En primer lugar, se identifican actuaciones puntuales o buenas prácticas urbanas, que operan sobre ámbitos concretos, como el espacio público, el drenaje, la restauración





ecológica o las infraestructuras locales, permitiendo con ellas intervenir directamente en el comportamiento hidrológico del tejido urbano.

En segundo lugar, se analizan modelos urbanos integrados, en los que la gestión del agua deja de ser una cuestión sectorial y pasa a formar parte del propio modelo de ciudad, influyendo en el crecimiento, la densidad o la organización del territorio.

Por último, se incorpora un tercer nivel centrado en las herramientas de planeamiento urbanístico, especialmente la reclasificación y desclasificación del suelo como instrumento de adaptación. En este caso, el foco se sitúa en la organización del territorio y en la reducción preventiva del riesgo.

Esta triple aproximación estructurada en actuaciones puntuales, modelos urbanos y herramientas de planeamiento, permite abordar el estrés hídrico desde distintas escalas y entenderlo como un condicionante estructural del modelo urbano.

Actuaciones puntuales como mecanismo de adaptación urbana al estrés hídrico

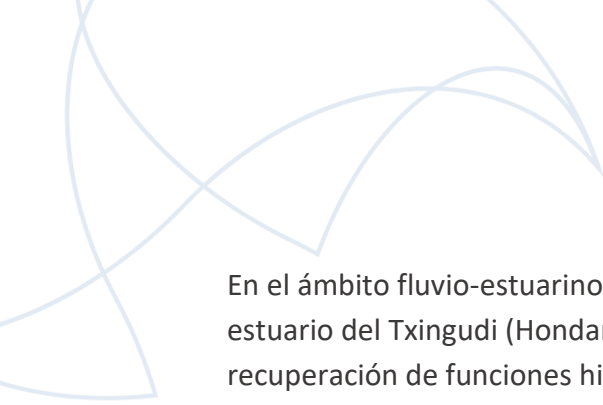
Las actuaciones puntuales constituyen el primer nivel de intervención identificado en el análisis. Se trata de intervenciones localizadas que actúan sobre ámbitos concretos del tejido urbano que permiten modificar directamente el comportamiento hidrológico de la ciudad.

Aunque no redefinen por sí mismas el modelo territorial, presentan un alto potencial de implementación y replicabilidad a escala municipal. A partir del análisis comparado, estas actuaciones se agrupan en tres enfoques: renaturalización, soluciones tecnológicas e integración del ciclo del agua en el diseño urbano.

Renaturalización y restauración ecológica como estrategia de adaptación

Las actuaciones basadas en la renaturalización parten de un diagnóstico compartido: la urbanización intensiva ha reducido la capacidad natural del territorio para infiltrar, almacenar y laminar el agua. La canalización rígida de ríos, la ocupación de zonas inundables y la impermeabilización masiva del suelo han transformado procesos hidrológicos dinámicos en sistemas frágiles y dependientes de infraestructuras grises. Frente a esta situación, las estrategias de renaturalización proponen recuperar funciones ecológicas del territorio como mecanismo de reducción del riesgo.





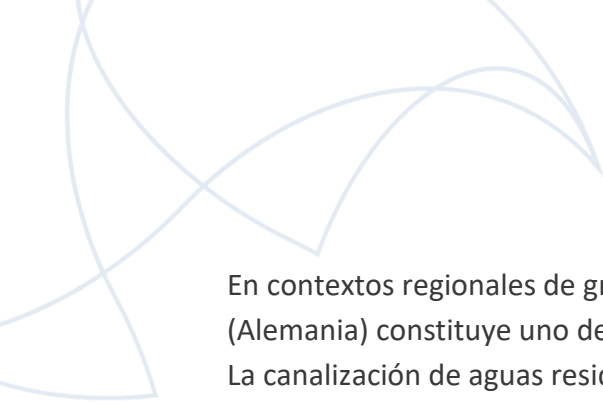
En el ámbito fluvio-estuarino, la restauración de las marismas de Jaizubia, en el estuario del Txingudi (Hondarribia, País Vasco), constituye un ejemplo significativo de recuperación de funciones hidrológicas y ecológicas en un humedal de alto valor ambiental integrado en la Red Natura 2000. La eliminación de estructuras artificiales, la erradicación de especies invasoras y la restitución de la dinámica mareal natural permiten reforzar la capacidad del sistema para laminar avenidas y adaptarse a episodios extremos en un contexto de cambio climático. La intervención, financiada mediante fondos Next Generation EU, muestra cómo la restauración de humedales puede actuar como infraestructura natural de regulación hídrica en entornos costeros.

En una escala municipal, el proyecto desarrollado en Bakio (País Vasco) incorpora la creación de llanuras de laminación, marisma y bosque inundable en el tramo final del río Estepona. Frente a soluciones tradicionales de encauzamiento rígido, la estrategia apuesta por permitir la inundación controlada del territorio, reduciendo los picos de caudal durante episodios extremos y mejorando simultáneamente la calidad ecológica del sistema fluvial. La exhaustiva documentación técnica y ambiental disponible convierte este caso en una referencia replicable para municipios de pequeña y mediana escala.

A escala metropolitana, la renaturalización del río Isar en Múnich representa un ejemplo consolidado de restauración fluvial integrada en el entorno urbano. La ampliación del cauce, la sustitución de muros y canalizaciones por taludes naturales e islas de grava, y la creación de espacios públicos accesibles demuestran que es posible compatibilizar protección frente a inundaciones, recuperación ecológica y mejora paisajística. La intervención evidencia que la restitución de dinámicas fluviales naturales puede incrementar la resiliencia sin recurrir exclusivamente a infraestructuras duras.

En contextos metropolitanos de alta densidad, la recuperación del río Cheonggyecheon en Seúl (Corea del Sur) constituye un ejemplo paradigmático de renaturalización fluvial como estrategia de reducción del riesgo. Entre 2003 y 2005 se demolió una autopista elevada que cubría el cauce histórico, restaurando aproximadamente 5,8 km de tramo urbano mediante la creación de un parque lineal y el rediseño hidráulico del sistema. La intervención permitió gestionar los episodios de crecida asociados al régimen monzónico, captar aguas pluviales urbanas y mejorar la infiltración, reduciendo el riesgo de inundación en el centro de la ciudad. Más allá de la dimensión paisajística, el proyecto demuestra que incluso en entornos altamente artificializados es posible sustituir infraestructuras grises por sistemas fluviales abiertos que combinan regulación hidráulica, recuperación ecológica y reactivación urbana.





En contextos regionales de gran escala, la transformación del valle del Emscher (Alemania) constituye uno de los mayores procesos de reconversión fluvial en Europa. La canalización de aguas residuales a sistemas subterráneos, la renaturalización del río y la creación de corredores verdes y zonas de retención han permitido transformar un antiguo paisaje industrial en una infraestructura verde-azul resiliente. El proyecto combina reducción del riesgo de inundación, mejora ecológica y adaptación frente a olas de calor en un territorio densamente urbanizado.


En el ámbito costero mediterráneo, la restauración de los sistemas dunares de l'Albufera de Valencia evidencia el papel de las soluciones basadas en la naturaleza frente a la erosión e inundación marina. La eliminación de elementos artificiales y la recuperación geomorfológica del sistema dunar han permitido restaurar procesos naturales de acumulación de arena y aumentar la estabilidad del litoral frente a temporales y subida del nivel del mar. Aunque no concebido exclusivamente como actuación contra inundaciones, el proyecto actúa como infraestructura verde costera de regulación hídrica.

De forma similar, la zona de inundación controlada de Kruikeke-Bazel-Rupelmonde (Bélgica) muestra cómo antiguos polders agrícolas pueden reconvertirse en grandes áreas de almacenamiento temporal de agua (aproximadamente 600 hectáreas), funcionando como “esponja” territorial que reduce los picos de crecida y restaura simultáneamente hábitats estuarinos. La estrategia combina seguridad hídrica y conservación ambiental, demostrando la eficacia de soluciones basadas en la naturaleza a escala regional.

En el ámbito costero metropolitano, el proyecto “Living Breakwaters” en Staten Island (Nueva York) introduce una infraestructura verde-azul marina compuesta por arrecifes artificiales y estructuras disipadoras de oleaje que amortiguan la energía de las tormentas, reducen la erosión y restauran hábitats marinos. Concebido tras el huracán Sandy, el proyecto ilustra cómo la recuperación de procesos naturales puede integrarse en estrategias de resiliencia frente a eventos extremos, combinando protección costera, restauración ecológica y participación comunitaria.

Finalmente, aunque con un enfoque mixto entre naturaleza y tecnología, el proyecto LIFE ViVaCCAdapt en el Valle de Vipava (Eslovenia) integra barreras vegetales, mejora del suelo y sistemas inteligentes de apoyo a la decisión para el riego. Este caso demuestra que la adaptación frente a la sequía puede articularse a escala regional mediante la combinación de soluciones basadas en la naturaleza y herramientas





digitales, reforzando la sostenibilidad del sistema agrícola y la gestión eficiente del recurso.

En conjunto, estas experiencias evidencian que la renaturalización no opera como intervención aislada, sino como parte de estrategias territoriales que recuperan funciones hidrológicas suprimidas por la urbanización previa.

Infraestructura y tecnología hídrica como garantía estructural

Si las estrategias de renaturalización parten de la recuperación de procesos naturales, las intervenciones basadas en infraestructura y tecnología hídrica responden a contextos en los que la presión sobre el recurso obliga a asegurar el abastecimiento o el control hidráulico mediante sistemas diseñados. Aquí el objetivo no es devolver espacio al agua, sino gestionarla como recurso y como riesgo mediante soluciones técnicas de almacenamiento, infiltración, reutilización o protección.


En escenarios de lluvias intensas, la innovación se orienta a integrar infraestructura hidráulica en el propio tejido urbano. El *Rotterdam Water Square (Bentemplein)* constituye un referente: una plaza pública que funciona en seco como espacio recreativo y que, durante episodios extremos, actúa como tanque superficial capaz de almacenar grandes volúmenes de agua, reduciendo la presión sobre la red de drenaje. La clave del modelo reside en convertir la infraestructura en espacio urbano útil, evitando soluciones enterradas de alto coste y baja visibilidad.

En el contexto español, el *Parque Inundable La Marjal (Alicante)* integra almacenamiento temporal de agua, regulación hidráulica y reutilización posterior en un único espacio verde. Su capacidad para retener grandes volúmenes en episodios torrenciales y derivarlos posteriormente de forma controlada demuestra la viabilidad de infraestructuras multifuncionales en entornos urbanos consolidados.

A escala de parque o barrio, el *Parque Joan Reventós (Barcelona)* incorpora zanjas de infiltración, pavimentos permeables y depresiones vegetadas que gestionan la escorrentía en origen, integrando el drenaje sostenible en el diseño paisajístico. De forma similar, la implantación de SUDS en el entorno del Estadio Metropolitano (Madrid) muestra que la infiltración y laminación pueden aplicarse en desarrollos de gran escala, reduciendo significativamente la escorrentía vertida al sistema de saneamiento.

En contextos de sequía, las soluciones tecnológicas adoptan otras formas. El proyecto *LIFE NIEBLAS (Gran Canaria)* introduce captadores pasivos de niebla como fuente





complementaria de agua sin consumo energético, destinada a apoyar procesos de restauración y mejorar la resiliencia ecosistémica en territorios áridos. Aunque no estrictamente urbano, evidencia el potencial de tecnologías de bajo impacto en ámbitos periurbanos.

Por último, la adaptación mediante infraestructura puede orientarse a proteger equipamientos críticos. El caso del *Hospital Central de Førde (Noruega)* incorpora barreras perimetrales y sistemas de bombeo para garantizar la continuidad operativa durante crecidas, mostrando un enfoque centrado en la seguridad funcional de infraestructuras esenciales.

En conjunto, estas experiencias evidencian que la infraestructura hídrica puede constituir una garantía estructural frente al estrés hídrico, siempre que se integre en una estrategia territorial más amplia. Sin planificación del crecimiento y gestión de la demanda, la tecnología tiende a actuar como respuesta reactiva; integrada en el planeamiento, puede convertirse en pieza clave de resiliencia municipal.

Integración del ciclo del agua en el diseño urbano y el espacio público

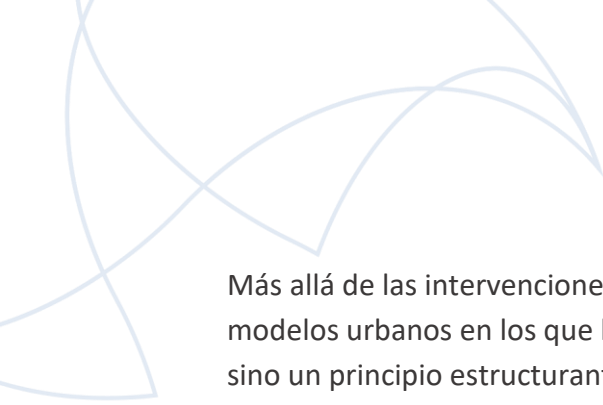
Una parte significativa de las experiencias analizadas integra la gestión del agua en el propio diseño del espacio urbano. En estos casos, el ciclo hídrico deja de situarse exclusivamente en redes subterráneas para incorporarse de forma visible y funcional en parques, plazas y equipamientos. El análisis comparado muestra que estas actuaciones operan principalmente a escala municipal o de barrio, mediante soluciones de drenaje sostenible, infiltración en origen o almacenamiento temporal. Se trata de intervenciones de coste moderado y elevada replicabilidad en tejidos consolidados.

Su aportación principal es la multifuncionalidad: el espacio público asume simultáneamente funciones sociales e hidráulicas, reduciendo la presión sobre la red de saneamiento y mejorando el comportamiento urbano frente a lluvias intensas sin requerir grandes infraestructuras, estas soluciones no sustituyen a intervenciones de mayor escala cuando resultan necesarias, pero permiten distribuir la gestión del agua en múltiples puntos del tejido urbano, reforzando la resiliencia municipal.

Mientras estas prácticas actúan sobre ámbitos concretos, existen ciudades que han integrado la gestión del agua en su modelo territorial de forma sistémica. El siguiente apartado aborda estos modelos urbanos integrados.

Modelos urbanos de gestión del estrés hídrico





Más allá de las intervenciones puntuales, el análisis comparado revela la existencia de modelos urbanos en los que la gestión del agua no constituye una actuación sectorial, sino un principio estructurante del planeamiento y del desarrollo territorial. En estos casos, el estrés hídrico actúa como condicionante permanente del modelo urbano, influyendo en decisiones relativas al crecimiento, la densidad, la regulación del suelo y la inversión en infraestructuras. A partir del estudio realizado, pueden distinguirse cuatro grandes enfoques territoriales.

Modelos centrados en la garantía estructural del abastecimiento

En este enfoque, el estrés hídrico se aborda principalmente desde la seguridad de suministro. El objetivo no es modificar la forma urbana ni reducir de manera prioritaria la demanda, sino garantizar que el sistema disponga de recursos suficientes para sostener su funcionamiento.

La estrategia se articula mediante diversificación de fuentes, reutilización avanzada o desalación a gran escala. La infraestructura hidráulica adquiere carácter estructural y precede, en muchos casos, al planeamiento. El límite físico del recurso no se elimina, pero se desplaza mediante tecnología, inversión y reorganización institucional.

Estos modelos permiten sostener densidad urbana, actividad económica y crecimiento en contextos de escasez, aunque introducen nuevas dependencias —energéticas, financieras o institucionales— que condicionan su viabilidad a largo plazo.


- **SINGAPUR:** Autosuficiencia hídrica estratégica

Singapur construye un modelo urbano basado en la ampliación tecnológica de su capacidad hídrica. En un territorio sin recursos propios suficientes y con alta densidad urbana, el Estado decide no aceptar el límite físico como condicionante estructural del crecimiento, sino redefinirlo mediante infraestructura.

Desde los años 90, la estrategia se organiza en torno a cuatro fuentes integradas (“Four National Taps”): captación pluvial intensiva, reutilización avanzada (NEWater, operativa desde 2003), desalación (desde 2005) e importación. Estas fuentes no actúan de forma coyuntural, sino como sistema coordinado que permite modular oferta según demanda.

El elemento clave no es la tecnología en sí, sino la centralización institucional del ciclo completo bajo la Public Utilities Board (PUB). La planificación urbana, la política tarifaria, la inversión en I+D y la gestión del drenaje forman parte de una misma





arquitectura administrativa. El agua no es sectorial: es infraestructura estratégica de Estado.

Territorialmente, este modelo permite sostener una ciudad altamente densa y económicamente intensiva sin depender de hinterland hídrico propio. La tecnología amplía artificialmente la capacidad de carga del territorio. El límite ambiental no desaparece, pero se desplaza al ámbito energético y financiero.

Singapur no gestiona la escasez: la reconfigura.

Condiciones de replicabilidad: El modelo es replicable en términos de gobernanza integrada y planificación estratégica a largo plazo, pero difícilmente transferible en su totalidad a escala municipal. Requiere alta capacidad institucional, estabilidad normativa, inversión sostenida y acceso a energía a precios asumibles. En contextos de pequeña y mediana escala, los aprendizajes transferibles no son tanto la desalación masiva o la reutilización potable a gran escala, sino la integración del ciclo completo bajo una única estrategia territorial y la anticipación institucional del riesgo hídrico como variable estructural del planeamiento.

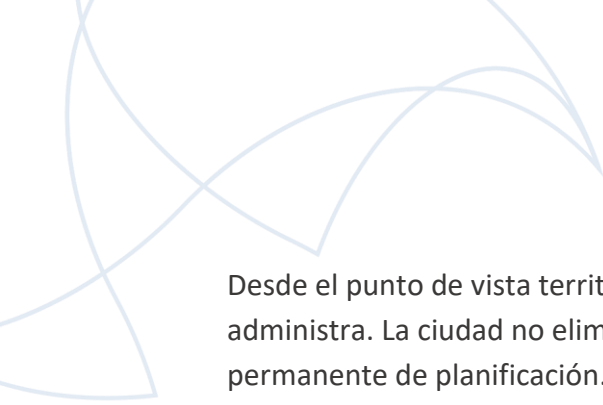
- **WINDHOEK:** Reutilización potable directa en contexto de límite extremo

A diferencia de Singapur, que amplía artificialmente su capacidad hídrica, Windhoek construye su modelo urbano bajo la aceptación explícita del límite físico. Situada en un entorno semiárido sin fuentes superficiales permanentes suficientes, la ciudad asume desde 1968 que su viabilidad depende del cierre casi completo del ciclo urbano del agua.

La implantación de reutilización potable directa en la planta de Goreangab —operativa desde finales de los años 60 y modernizada en sucesivas fases— integra agua regenerada directamente en la red de abastecimiento sin almacenamiento intermedio en sistemas naturales. No se trata de una medida de emergencia, sino de un componente estructural del sistema urbano durante más de cinco décadas.

El modelo no busca ampliar la capacidad territorial mediante nuevas fuentes, sino maximizar el aprovechamiento del recurso existente. La infraestructura técnica se combina con control riguroso de calidad, monitorización continua y gestión estricta de la demanda. El crecimiento urbano se produce dentro de los límites que el sistema puede sostener.





Desde el punto de vista territorial, la tecnología no desplaza el límite ambiental: lo administra. La ciudad no elimina la escasez, sino que la incorpora como condición permanente de planificación.

Windhoek no reconfigura el límite; lo gestiona con precisión.

Condiciones de replicabilidad: El modelo es replicable en contextos de escasez severa donde la alternativa es la inviabilidad del crecimiento urbano. Requiere marco sanitario sólido, capacidad técnica y legitimidad institucional sostenida en el tiempo. A escala municipal, la enseñanza principal no es únicamente la reutilización potable directa, sino la incorporación del límite hídrico como parámetro estructural del planeamiento. Sin aceptación política y social del carácter estructural de la escasez, el modelo pierde coherencia.

- **TORREVIEJA:** Desalación como infraestructura territorial

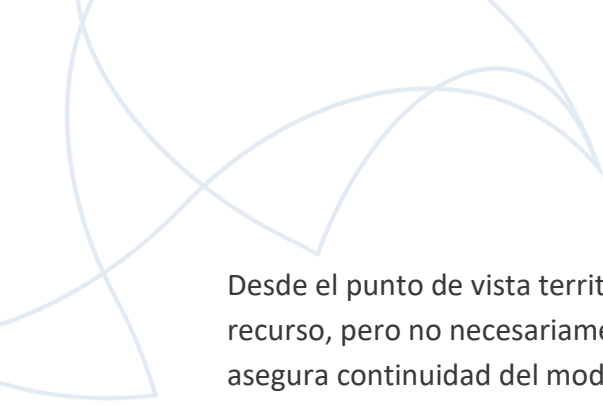
Torre Vieja representa un modelo distinto a los anteriores. No se trata de ampliar estratégicamente la capacidad del territorio como en Singapur, ni de operar bajo aceptación explícita del límite como en Windhoek. Aquí la desalación actúa como infraestructura de soporte destinada a mantener operativo un sistema territorial ya intensivo.

La planta desaladora de Torre Vieja, impulsada en el marco del Programa A.G.U.A. (2004) y progresivamente operativa desde la década de 2010, se configura como una de las mayores infraestructuras de desalación de Europa. Su función principal es garantizar el abastecimiento urbano y agrícola en un territorio caracterizado por déficit hídrico estructural, elevada presión turística y fuerte especialización productiva.

La infraestructura no redefine el modelo urbano, sino que lo estabiliza frente a la variabilidad climática y a la reducción de aportaciones externas. Permite sostener la actividad económica incluso en escenarios de sequía prolongada, reduciendo la dependencia directa del Tránsito Tajo-Segura.

Sin embargo, esta garantía técnica introduce una nueva dependencia estructural: la energética. El límite hídrico se desplaza hacia el ámbito del coste de producción y del sistema eléctrico. El modelo no elimina la vulnerabilidad, sino que la transforma.





Desde el punto de vista territorial, la desalación amplía la disponibilidad efectiva del recurso, pero no necesariamente modifica la lógica de crecimiento. La infraestructura asegura continuidad del modelo existente más que su revisión.

Torre Vieja no gestiona el límite ni lo integra en el planeamiento: lo externaliza hacia la tecnología y la energía.

Condiciones de replicabilidad: La replicabilidad de este modelo depende de capacidad financiera, respaldo estatal o supramunicipal y acceso estable a energía. Es difícilmente asumible por municipios pequeños sin apoyo institucional superior. La principal lección transferible no es la desalación masiva, sino la necesidad de evaluar sus implicaciones energéticas y económicas antes de considerarla una solución estructural. Sin integración con políticas de eficiencia y regulación del crecimiento, la infraestructura puede reforzar dinámicas intensivas en lugar de corregirlas.

- **MURCIA:** Reutilización y economía circular del agua

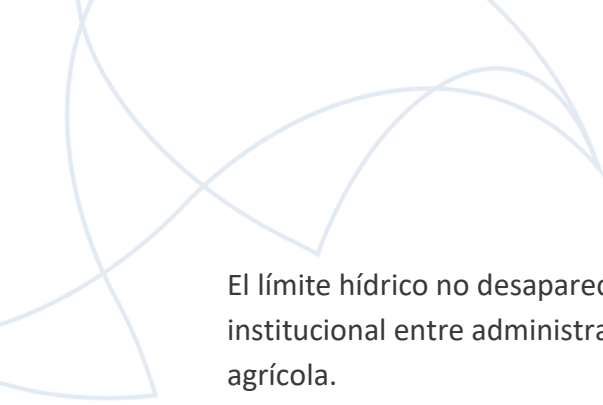
El modelo murciano se basa en la reutilización sistemática de aguas residuales urbanas depuradas para uso agrícola, configurando uno de los sistemas más intensivos de Europa. Más del 95 % del agua depurada en la Región de Murcia se somete a tratamiento terciario y se destina principalmente a riego, a través de redes separadas gestionadas en coordinación con comunidades de regantes.

El sistema se apoya en una red extensa de estaciones depuradoras (EDAR) que incorporan procesos avanzados de filtración y desinfección, garantizando calidad apta para riego agrícola según normativa europea. El agua no se devuelve simplemente al cauce, sino que se integra directamente en el sistema productivo regional, reduciendo la extracción de recursos convencionales.

Este mecanismo permite desacoplar parcialmente el consumo agrícola del abastecimiento de agua potable y amortiguar el impacto de la sequía en un territorio con déficit estructural. La reutilización no actúa como complemento marginal, sino como componente estable del balance hídrico regional.

Desde el punto de vista territorial, el modelo articula ciudad y campo a través del ciclo del agua: el agua urbana residual se convierte en recurso agrícola estratégico. No amplía radicalmente la capacidad hídrica del territorio, pero sí aumenta su eficiencia sistémica y reduce presión sobre trasvases y acuíferos.





El límite hídrico no desaparece, pero se gestiona mediante optimización y coordinación institucional entre administración autonómica, entidades de saneamiento y sector agrícola.

Murcia no desplaza el límite; reorganiza el sistema dentro de él.

Condiciones de replicabilidad: La replicabilidad del modelo depende de tres condiciones estructurales: red de depuración avanzada, estructura agrícola organizada capaz de absorber el recurso regenerado y marco normativo que garantice control sanitario y trazabilidad. En territorios sin demanda agrícola significativa, la reutilización puede limitarse a usos urbanos no potables (riego de parques, limpieza viaria), pero difícilmente alcanzará el impacto estructural observado en Murcia. La principal lección transferible es la integración planificada entre ciclo urbano y sistema productivo, no únicamente la tecnología de depuración.

Modelos de integración urbana del ciclo del agua

En estos modelos, el agua no se gestiona únicamente mediante grandes infraestructuras centralizadas, sino que se integra en la morfología urbana, el espacio público y el planeamiento. El objetivo no es ampliar la oferta hídrica, sino modificar el comportamiento hidrológico de la ciudad, reduciendo escorrentía, aumentando infiltración y adaptando el tejido urbano a eventos extremos.

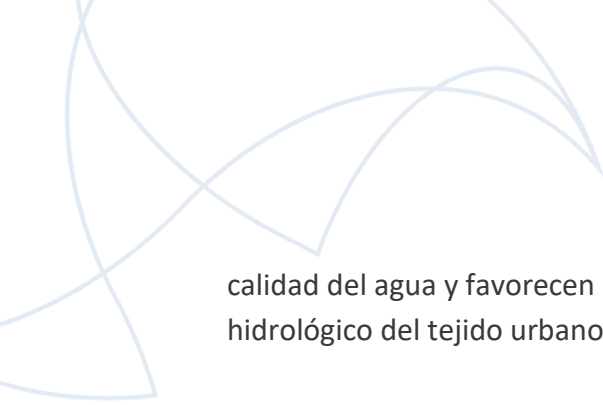
- **MELBOURNE:** Water Sensitive Urban Design (WSUD)

Melbourne constituye uno de los ejemplos más completos de integración del ciclo del agua en la planificación urbana contemporánea. La *Millennium Drought* (1997–2009) no fue únicamente un episodio de escasez, sino un punto de inflexión estructural: los niveles de embalses metropolitanos descendieron por debajo del 30 %, obligando a revisar de forma profunda la relación entre ciudad y recurso.

La respuesta no se limitó a incorporar una planta desaladora (Wonthaggi, 2012), concebida como infraestructura de garantía estratégica, sino que desencadenó una reforma normativa y cultural de mayor alcance. El enfoque *Water Sensitive Urban Design* (WSUD) pasó de ser práctica técnica a convertirse en criterio obligatorio en nuevas urbanizaciones y proyectos de regeneración.

Los desarrollos residenciales incorporan sistemas de bioretención, humedales artificiales, pavimentos permeables y redes descentralizadas que gestionan el agua pluvial en origen. Estos sistemas no solo reducen la escorrentía, sino que mejoran la





calidad del agua y favorecen la infiltración, modificando el comportamiento hidrológico del tejido urbano.

Paralelamente, la sequía generó restricciones severas sobre el uso doméstico del agua, incluyendo limitaciones al riego de jardines y la reducción progresiva del césped ornamental en espacios públicos y privados. La ciudad asumió que la adaptación no podía descansar exclusivamente en infraestructura, sino también en transformación cultural del paisaje urbano.

La gobernanza metropolitana —articulada entre Melbourne Water, el Estado de Victoria y los municipios— permitió integrar planificación territorial, regulación urbanística y gestión del ciclo integral bajo una estrategia común. El agua dejó de ser un sistema enterrado y sectorial para convertirse en variable explícita de diseño urbano.

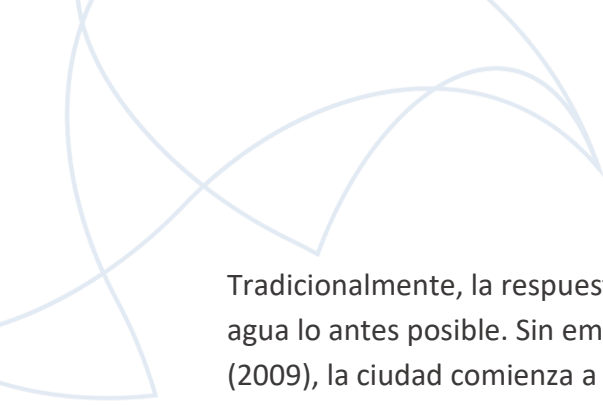
Territorialmente, Melbourne no busca ampliar indefinidamente su capacidad de carga, sino reducir vulnerabilidad estructural mediante combinación de garantía centralizada y adaptación distribuida. La infraestructura tecnológica y la transformación morfológica del espacio público operan en paralelo. Melbourne no desplaza el límite hídrico: reconfigura la ciudad para operar dentro de él con mayor resiliencia.

Condiciones de replicabilidad: El elemento transferible no es únicamente el catálogo de soluciones WSUD, sino la integración normativa del ciclo del agua en el planeamiento y en los estándares de urbanización. La experiencia demuestra que la adaptación urbana requiere coherencia entre infraestructura mayorista, regulación del diseño urbano y transformación cultural del consumo. Su replicabilidad es elevada en contextos municipales que dispongan de capacidad para modificar ordenanzas, exigir estándares hidrológicos en nuevas promociones y coordinar gobernanza a escala supramunicipal. La desalación, en cambio, responde a una escala metropolitana y no constituye el componente más replicable del modelo.

- **ROTTERDAM:** Resiliencia deltaica y estrategia multirriesgo

Rotterdam se sitúa en la desembocadura del Rin y el Mosa, en un territorio donde amplias zonas urbanas se encuentran por debajo del nivel del mar. Esto significa que la ciudad no solo gestiona lluvias intensas, sino que depende de un sistema permanente de diques, bombeos y control hidráulico para existir físicamente.





Tradicionalmente, la respuesta neerlandesa fue defensiva: elevar diques y evacuar el agua lo antes posible. Sin embargo, a partir de la estrategia *Rotterdam Climate Proof* (2009), la ciudad comienza a introducir una lógica complementaria: además de protegerse, adapta su tejido urbano para almacenar agua dentro de la propia ciudad.

Aquí aparecen intervenciones como la plaza Benthemplein (2013), que funciona como espacio público en condiciones normales y como depósito temporal durante lluvias intensas. Lo relevante no es la plaza en sí, sino el cambio de criterio: el espacio urbano empieza a diseñarse para asumir parte de la gestión hidráulica. La estrategia urbana se despliega en varias escalas:

A escala nacional, el sistema de diques y el *Delta Programme* garantizan la seguridad estructural frente al mar. A escala municipal, se integran soluciones de almacenamiento temporal en parques, plazas y aparcamientos. En cuanto a la edificación, se promueve la incorporación de infraestructuras verdes como cubiertas vegetales, entre otras.

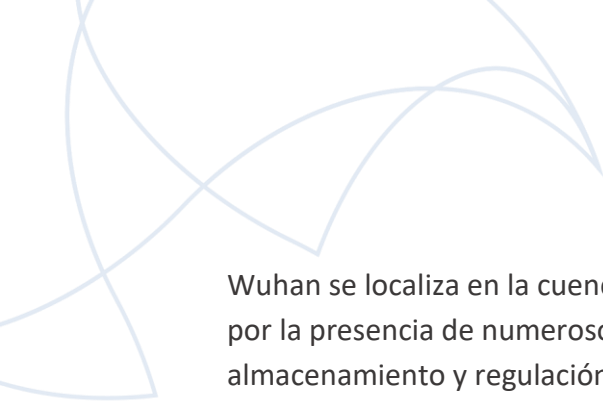
En los últimos años, especialmente durante los veranos de 2018 y 2022, Países Bajos registró periodos prolongados de sequía. En ciudades como Rotterdam, donde el suelo contiene capas de turba y materiales blandos, la bajada prolongada del nivel de agua subterránea provoca compactación del terreno. Esto genera pequeños asentamientos diferenciales que afectan a infraestructuras, cimentaciones y pavimentos. Esto introduce una complejidad adicional: no basta con evacuar agua rápidamente; también es necesario retenerla y gestionar su variabilidad.

Rotterdam no elimina el riesgo hídrico. Lo asume como condición permanente y distribuye su gestión entre escalas, combinando defensa estructural y adaptación urbana.

Condiciones de replicabilidad: Lo específico de Rotterdam es su condición geográfica extrema y su sistema nacional de diques. Lo transferible, en cambio, es el criterio: diseñar el espacio público para que cumpla también función hidráulica y no relegar el agua exclusivamente a infraestructuras enterradas. Para municipios de menor escala, la enseñanza no es construir grandes defensas, sino integrar almacenamiento temporal y gestión del riesgo en el planeamiento ordinario.

- **WUHAN:** ciudad esponja como política urbana estructural





Wuhan se localiza en la cuenca media del río Yangtsé y se caracteriza históricamente por la presencia de numerosos lagos urbanos que cumplían función de almacenamiento y regulación natural. El crecimiento acelerado de las últimas décadas redujo estas superficies y aumentó la impermeabilización del suelo, alterando el régimen hidrológico del territorio.

Tras los episodios de inundación urbana de 2016, el gobierno central chino incorporó a Wuhan como ciudad piloto del programa nacional *Sponge City*. El concepto de “ciudad esponja” no define una técnica concreta, sino un criterio de planificación: la ciudad debe ser capaz de infiltrar, retener y almacenar una parte significativa de la precipitación antes de derivarla al sistema de drenaje.

En términos operativos, el modelo implica:

1. Recuperación y conexión de lagos urbanos como sistemas de almacenamiento.
2. Incremento de superficies permeables en calles y espacios públicos.
3. Introducción de áreas deprimidas capaces de inundarse temporalmente.
4. Exigencia normativa de gestión de escorrentía en nuevos desarrollos.

El objetivo no es ampliar la capacidad de evacuación, sino reducir el volumen y la velocidad de escorrentía generada por la propia urbanización. La intervención se centra en el comportamiento físico del suelo urbano, no en la producción de nuevos recursos hídricos ni en la garantía de abastecimiento.

A diferencia de los modelos del bloque anterior, la ciudad esponja actúa sobre la forma urbana. No desplaza el límite hídrico mediante infraestructura centralizada; intenta corregir los efectos de la impermeabilización masiva mediante modificación del tejido construido.

Condiciones de replicabilidad: El principio es replicable en contextos municipales: incorporar criterios obligatorios de infiltración y retención en planeamiento y estándares de urbanización. La escala y velocidad de implementación observadas en Wuhan responden, sin embargo, a un marco estatal centralizado difícilmente extrapolable a sistemas descentralizados.



Modelo basado en la regulación de la demanda y aceptación de límites

Este enfoque parte de una premisa distinta a los anteriores: el límite hídrico no se amplía mediante infraestructura ni se gestiona exclusivamente a través del diseño urbano, sino que se asume y se regula directamente.

La adaptación se articula a través de instrumentos normativos que reducen el consumo y condicionan el modelo urbano al recurso disponible. La conservación deja de ser recomendación ambiental y pasa a funcionar como estructura reguladora del sistema territorial.

- **LAS VEGAS:** Conservación como infraestructura normativa

Las Vegas se desarrolla en pleno desierto de Mojave, con precipitaciones mínimas y dependencia casi exclusiva del lago Mead. Durante décadas, el modelo urbano incorporó grandes superficies de césped ornamental, campos de golf y jardines de alto consumo hídrico, replicando paisajes ajenos a su condición climática.

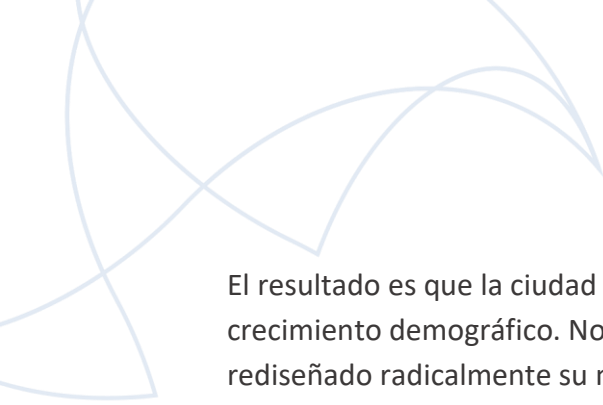
La caída sostenida del nivel del lago Mead a partir de los años 2000 obligó a asumir que el límite hídrico no podía compensarse indefinidamente mediante nuevas captaciones. Aunque se construyó un tercer túnel de toma profunda en 2015 para garantizar extracción en niveles críticos, la estrategia estructural fue distinta: actuar sobre la demanda y, por tanto, sobre el paisaje urbano.

El programa de sustitución de césped ornamental transformó progresivamente la imagen de barrios, medianas viarias y áreas comerciales. El césped dejó de ser elemento estándar del diseño urbano y fue sustituido por vegetación adaptada al clima árido. Esta decisión no fue estética, sino normativa: se incentivó económicamente la retirada de césped y, posteriormente, se prohibió el césped no funcional en determinados usos.

Desde el punto de vista urbano, esto implica que el modelo de espacio exterior cambia. El agua deja de sostener una imagen artificial de ciudad verde y pasa a condicionar directamente el diseño del espacio libre.

Además, el sistema distingue entre consumo interior y exterior. El agua usada en interiores es tratada y devuelta al lago Mead, lo que permite recuperar parte de la asignación regional dentro del sistema del río Colorado. En cambio, el agua destinada a riego exterior se pierde por evaporación y no retorna al sistema. Por ello, la regulación se centra especialmente en los usos exteriores.





El resultado es que la ciudad ha conseguido reducir el consumo total de agua pese al crecimiento demográfico. No porque haya producido más recurso, ni porque haya rediseñado radicalmente su morfología urbana, sino porque ha limitado el tipo de paisaje y de consumo que el modelo urbano puede sostener.

Las Vegas no amplía su capacidad hídrica ni transforma su estructura urbana desde la infiltración. Ajusta el modelo de ciudad al recurso disponible mediante regulación directa del consumo y del diseño exterior.

Condiciones de replicabilidad: Este modelo es replicable en tanto que depende principalmente de instrumentos normativos y fiscales. Sin embargo, exige aceptar que el paisaje urbano no es neutro: el tipo de espacio libre permitido está condicionado por la disponibilidad de agua. La enseñanza para el planeamiento municipal no es únicamente ahorrar agua, sino asumir que el límite hídrico puede redefinir estándares de diseño urbano.

Modelo preventivo basado en planeamiento e infraestructura verde

Si los modelos anteriores responden al estrés hídrico mediante ampliación de oferta (4.1), integración técnica del ciclo del agua en el tejido urbano (4.2) o regulación de la demanda (4.3), este enfoque introduce una lógica distinta: actuar antes de que el problema se materialice.

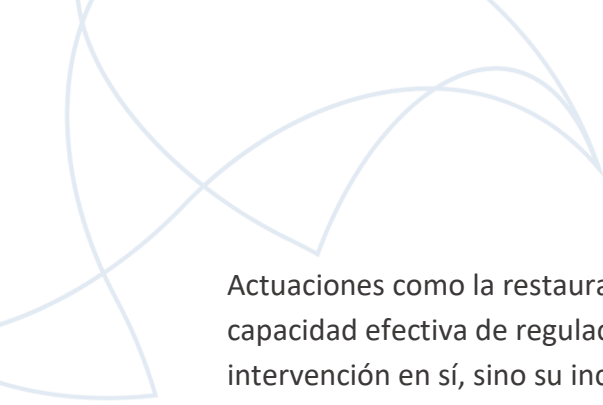
La variable hídrica no se aborda mediante infraestructuras específicas ni mediante restricciones de consumo, sino incorporándose como criterio estructural en la clasificación del suelo y en la delimitación del crecimiento urbano. La adaptación se produce en la ordenación del territorio.

La infraestructura verde adquiere aquí una función territorial permanente: preservar superficies con capacidad de infiltración y regulación natural reduce la exposición futura al riesgo sin necesidad de dispositivos correctores adicionales.

- **VITORIA-GASTEIZ:** infraestructura verde y reclasificación preventiva

Vitoria-Gasteiz constituye un ejemplo consolidado de integración entre planeamiento urbanístico e infraestructura verde. Desde los años noventa, el municipio desarrolla el Anillo Verde como un sistema territorial continuo que rodea el núcleo urbano, incorporando suelos restaurados, humedales recuperados y corredores ecológicos a la estructura general de la ciudad.





Actuaciones como la restauración de Salburua han permitido recuperar humedales con capacidad efectiva de regulación hídrica. Sin embargo, lo relevante no es la intervención en sí, sino su incorporación al planeamiento como parte de la estructura territorial. Estos espacios dejan de ser reservas de crecimiento y pasan a desempeñar una función ecológica e hidráulica permanente.

El Anillo Verde se consolida, así como sistema general, reforzando la protección del suelo no urbanizable y delimitando el crecimiento urbano. La ciudad crece, pero lo hace dentro de un marco que preserva ámbitos capaces de absorber parte de la variabilidad climática. El riesgo no desaparece, pero se reduce al disminuir la exposición del territorio.

Desde esta perspectiva, Vitoria-Gasteiz no responde a una lógica reactiva frente a episodios extremos, sino a una estrategia preventiva basada en la ordenación del suelo. La adaptación no se produce mediante intervención posterior, sino a través de decisiones estructurales que condicionan el modelo urbano.

Este caso pone de manifiesto que la adaptación al estrés hídrico no depende únicamente de soluciones técnicas o actuaciones puntuales, sino de la forma en que el planeamiento define el crecimiento, el límite y la organización del territorio. En este sentido, la clasificación del suelo adquiere un papel central, al determinar qué espacios se preservan como soporte funcional del sistema y cuáles se incorporan al proceso urbanizador.

Desde esta lógica, la reclasificación y desclasificación del suelo emergen como herramientas clave de adaptación, al permitir proteger o recuperar ámbitos con capacidad de regulación hidrológica y reducir la exposición futura al riesgo.

Condiciones de replicabilidad: El modelo es transferible a escala municipal, especialmente en contextos con capacidad de revisar el planeamiento. Su valor no reside en la escala del Anillo Verde, sino en la integración de la infraestructura verde como elemento estructural. La clave de su replicabilidad está en incorporar esta lógica al planeamiento: identificar y proteger suelos con función ecológica e hidrológica y condicionar el crecimiento urbano en consecuencia. Su implementación requiere voluntad institucional y capacidad técnica, más que soluciones tecnológicas específicas.

Reclasificación y desclasificación del suelo como herramienta estructural de adaptación climática



Fundamento conceptual: planeamiento, riesgo y función social del suelo

El planeamiento urbanístico define la forma y el límite de la ciudad al determinar qué suelos pueden transformarse y cuáles permanecen fuera del proceso urbanizador. Esta decisión establece la relación física entre el sistema urbano y el territorio que lo soporta, condicionando directamente su comportamiento hídrico.

La urbanización implica la sustitución de suelos permeables por superficies impermeables y redes de drenaje artificial, reduciendo la capacidad del territorio para infiltrar, retener y regular el agua. A medida que el crecimiento urbano ocupa estos suelos, el ciclo hidrológico deja de operar sobre el territorio y pasa a depender de infraestructuras técnicas. El estrés hídrico no es, por tanto, únicamente una condición climática, sino una consecuencia del modelo urbano construido.

Desde esta perspectiva, la clasificación del suelo no solo organiza el crecimiento, sino que determina qué superficies continúan funcionando como soporte activo del ciclo del agua. La preservación de estos ámbitos permite mantener mecanismos de regulación pasiva, mientras que su transformación introduce nuevas dependencias técnicas y aumenta la exposición al riesgo.

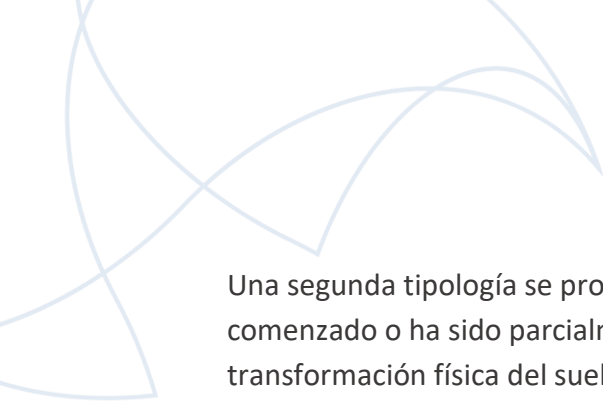
La revisión de la clasificación del suelo —mediante su reclasificación o desclasificación— permite redefinir el límite urbano y recuperar o preservar espacios con capacidad funcional. Se trata de una intervención estructural sobre la forma urbana, que actúa sobre la relación entre ciudad y territorio antes de que el riesgo se materialice.

Tipologías identificadas

El análisis realizado permite identificar distintas formas de intervención sobre la clasificación del suelo como mecanismo de ajuste del modelo urbano frente al estrés hídrico. Estas actuaciones operan directamente sobre el límite de la ciudad, redefiniendo qué ámbitos permanecen disponibles para la transformación y cuáles se preservan como soporte funcional del territorio.

Una primera tipología corresponde a la desclasificación preventiva de suelos urbanizables que no han llegado a transformarse. En estos casos, el planeamiento redefine el límite urbano antes de que el proceso urbanizador se consolide, evitando la ocupación de ámbitos con función ecológica e hidrológica activa.





Una segunda tipología se produce en suelos donde el proceso urbanizador ha comenzado o ha sido parcialmente ejecutado. La intervención implica revertir la transformación física del suelo y recuperar su capacidad funcional, integrándose nuevamente en el sistema territorial.

Finalmente, se identifican actuaciones que operan a escala estructural, ajustando el planeamiento heredado y reduciendo la extensión prevista de crecimiento urbano. Estas intervenciones no responden a una actuación puntual, sino a una revisión del modelo territorial, redefiniendo de forma estable la relación entre ciudad y territorio.

En conjunto, estas tipologías muestran que la desclasificación del suelo no constituye únicamente una corrección administrativa, sino una herramienta de proyecto urbano capaz de modificar la forma, el límite y el funcionamiento del sistema urbano frente al estrés hídrico.

Casos analizados

- **CONIL DE LA FRONTERA:** Desclasificación preventiva en contexto litoral

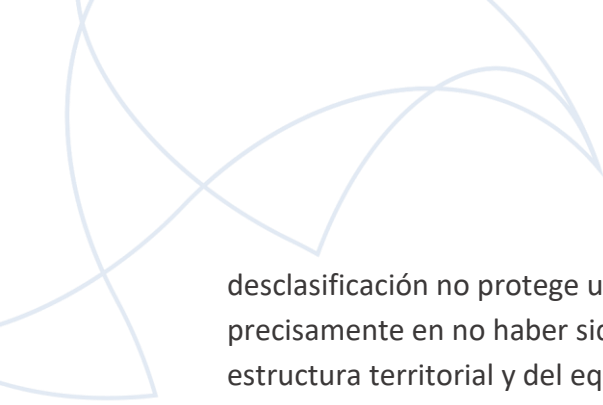
Durante décadas, el planeamiento de Conil de la Frontera había señalado como futura expansión urbana los suelos situados en el entorno del Río Roche y la Cala del Aceite. Más de 1,45 millones de metros cuadrados de litoral quedaron incorporados al crecimiento previsto, no porque hubieran perdido su función natural, sino porque el planeamiento los había anticipado como ciudad.

La aprobación definitiva de la revisión del planeamiento, publicada en el BOJA nº 16 de 2026, revierte esta previsión y reclasifica estos suelos como no urbanizables de especial protección. Esta decisión elimina de forma definitiva su transformación y reconoce su papel como parte activa del sistema territorial que estructura el municipio.

La relevancia de esta actuación reside en lo que implica desde el punto de vista urbano. El planeamiento deja de proyectar la ciudad sobre un espacio que sigue funcionando como territorio. Estos suelos conservan su capacidad de infiltrar, absorber y regular el agua en un entorno directamente vinculado al sistema litoral, reduciendo la presión sobre infraestructuras técnicas y manteniendo mecanismos naturales de regulación hídrica.

Este caso demuestra que el crecimiento urbano no es inevitable. El límite de la ciudad puede redefinirse cuando entra en conflicto con el funcionamiento del territorio. La





desclasificación no protege un espacio residual, sino que reconoce que su valor reside precisamente en no haber sido transformado, integrándose como parte esencial de la estructura territorial y del equilibrio hídrico del municipio.

- **GUADALQUITÓN (SAN ROQUE):** Tensiones entre expectativa urbanística y protección ambiental

El sector de Guadalquitón, en el municipio de San Roque, constituye uno de los últimos tramos continuos de litoral no urbanizado del Campo de Gibraltar. Con más de 200 hectáreas que integran alcornocal, sistema dunar y frente costero, este ámbito mantiene una continuidad ecológica directa entre el interior y el mar, conservando una funcionalidad territorial que ha desaparecido en gran parte del litoral andaluz.

Pese a estas características, el planeamiento municipal vigente desde 1987 clasifica estos suelos como urbanizables, incorporándolos a la reserva de crecimiento prevista para el municipio. Sin embargo, el desarrollo urbanístico nunca llegó a ejecutarse, lo que ha permitido que el ámbito conserve su estado natural y su capacidad de regulación ecológica e hídrica.

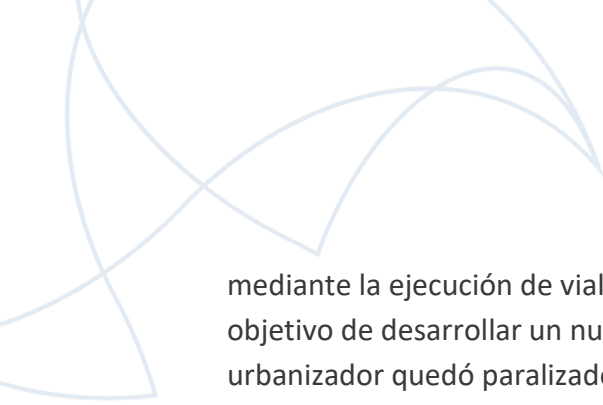
Cuando se intentó activar su desarrollo mediante la tramitación del planeamiento parcial, los estudios ambientales realizados sobre el ámbito pusieron de manifiesto el elevado valor ecológico del enclave y las dificultades de compatibilizar su urbanización con la conservación de sus condiciones naturales. Estos informes evidenciaron que el suelo seguía funcionando como parte activa del sistema territorial, manteniendo procesos ecológicos e hidrológicos que se verían alterados por su transformación urbana.

Este caso pone de manifiesto el desfase que puede existir entre el planeamiento y la realidad del territorio. Aunque el suelo fue clasificado como urbanizable, nunca llegó a transformarse y ha conservado su funcionalidad ecológica e hídrica. Guadalquitón evidencia así la importancia de revisar las previsiones de crecimiento cuando afectan a espacios que siguen desempeñando un papel esencial en el funcionamiento natural del litoral.

- **LA PLETERA (TORROELLA DE MONTGRÍ):** Desurbanización y restauración ecológica

El ámbito de La Pletera, situado en primera línea de costa en Torroella de Montgrí, fue clasificado como suelo urbanizable durante los años 80, iniciando su transformación





mediante la ejecución de viales, parcelaciones e infraestructuras básicas con el objetivo de desarrollar un nuevo sector residencial turístico. Sin embargo, el proceso urbanizador quedó paralizado antes de su consolidación, lo que permitió que el espacio conservara gran parte de su estructura ecológica original.

El ámbito forma parte de un sistema litoral compuesto por dunas y lagunas temporales, cuya configuración natural permite filtrar, almacenar y regular el agua de forma dinámica. El reconocimiento posterior de su valor ambiental y su integración en la Red Natura 2000 llevaron al Ayuntamiento a revisar el planeamiento y desclasificar el suelo, eliminando su condición urbanizable y priorizando su función ecológica frente a su desarrollo urbano.

Este cambio normativo fue acompañado por una intervención física de desurbanización, ejecutada a través del proyecto LIFE Pletera (2014–2018), que incluyó la eliminación de viales y la restauración de la topografía original. Como resultado, el ámbito recuperó su funcionamiento hidrológico natural, permitiendo la reaparición de lagunas temporales y reforzando su capacidad de regulación frente a inundaciones y dinámicas costeras.

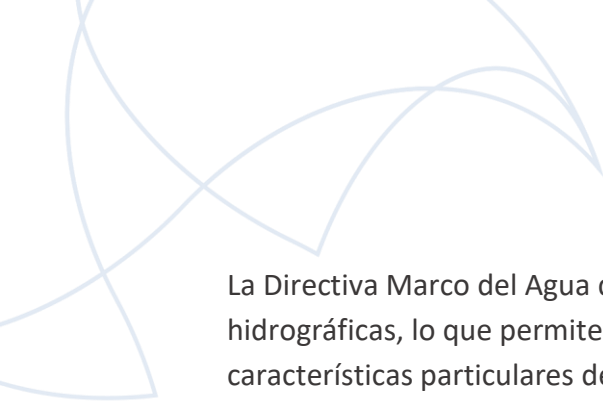
La Pletera demuestra que la reversión de procesos urbanizadores incompletos puede constituir una herramienta eficaz de adaptación territorial. La recuperación del funcionamiento natural del suelo permite reforzar la resiliencia hídrica del territorio y reintroducir el agua como elemento estructurante del sistema territorial, en lugar de tratarla como una variable a controlar mediante infraestructuras artificiales.

Conclusiones de la fase analítica

Marco normativo-estratégico

A pesar de la obligatoriedad de la transparencia y el acceso público a la información, el marco normativo y la planificación en materia de agua se caracteriza por la elevada interdependencia entre los distintos niveles de gobierno (europeo, estatal y autonómico), así como con las propias áreas físicas de gestión de los recursos hídricos (cuencas, confederaciones), que, para mayor dificultad de los procesos, no coinciden con las áreas administrativa de gobierno (municipal y autonómico). Esta complejidad inherente —tanto del propio fenómeno como de la producción normativa y estratégica que lo regula— se ve agravada por la dispersión, la densidad técnica de los documentos y la estructura de los portales institucionales, lo que dificulta considerablemente reunir y comprender de forma integrada toda la información necesaria para una adecuada gestión de los recursos hídricos en el ámbito urbano.





La Directiva Marco del Agua del 2000 aporta como novedad la gestión por cuencas hidrográficas, lo que permite una mayor integración de las políticas con las características particulares de cada masa de agua pero que, al no coincidir con los bordes administrativos de las comunidades autónomas, puede llegar a generar conflictos de interés y, por lo tanto, retrasos en medidas ecológicas necesarias.

El DPH (a través de la ENRR, sobre todo a partir de 2021), promueve e impone las SBN (en el artículo 126 quater) mediante programas de conservación y mantenimiento de los cauces, en contraposición a versiones anteriores que solo las proponen. La mayoría de leyes y planes actuales mencionan las SBN, pero pocas los definen o dan algún ejemplo (se destaca los PIGSS y los ENRR).

En la planificación más antigua se encuentra un alto énfasis en el uso de desalinizadoras para salvar los huecos en la demanda. A partir de la nueva directiva de Cambio Climático se ve el impulso de las aguas regeneradas derivadas de colectores urbanos, cambiando su estatus de desecho a recurso hídrico. A pesar de este avance, su uso está muy restringido, prohibiendo el consumo humano y animal debido a los posibles riesgos asociados.


En cuanto al riesgo de inundación, la Directiva 2007/60/CE convierte la gestión del agua en una herramienta de diplomacia y cooperación técnica entre Estados y comunidades autónomas. El éxito del sistema reside en su metodología secuencial, que garantiza que las decisiones se tomen basadas en datos y no en suposiciones. La gran apuesta por la digitalización de los sistemas ha resultado en una toma de datos más fiable, que permiten generar indicadores para la detección temprana y la correcta actuación en episodios de riesgo como las inundaciones, las sequías o la escasez.

A pesar de esto los mapas de peligrosidad aún carecen de datos importantes sobre la repercusión de estos fenómenos, como la permeabilidad del suelo para detectar zonas vulnerables a inundación por excesiva pluviometría.

Con respecto al riesgo sequía, aún no existe normativa específica, como ocurre en la gestión de los riesgos de inundación, que no estén dentro de otras, como cambio climático o gestión del recurso hídrico, siendo estos el RPH y el PHN. Esto se traduce en una planificación principalmente reactiva y menos precisa, en lugar de preventiva.

En cuanto a reutilización de aguas, la consolidación de este marco normativo europeo, con el Reglamento (UE) 2020/471, y estatal, con el Real Decreto 1085/2024, marca el inicio de una economía circular donde el agua regenerada se posiciona como un





recurso estratégico frente a la crisis climática. A través de la estandarización de criterios técnicos rigurosos, la obligatoriedad de los Planes de Gestión del Riesgo y el impulso de planes de fomento específicos, la legislación garantiza una transición segura que no solo alivia la presión sobre los ecosistemas naturales y acuíferos, sino que dota de resiliencia a sectores críticos como el agrícola, el industrial y el urbano, transformando un antiguo residuo en una materia prima de alto valor para un futuro de escasez.

En cuanto a la regeneración de aguas, mientras que la Unión Europea solo fomenta su uso para el riego agrícola, en España se amplía favorablemente esta restricción a otros usos diferentes al consumo, como el baldeo de calles o el riego de zonas públicas.

Los nuevos planes proyectan una imagen de futuro en la que no basta con la simple satisfacción de la demanda, en la que se deberá de respetar el ciclo natural del agua priorizando la calidad del recurso y su protección, apostando por generar soluciones resilientes.

Buenas prácticas

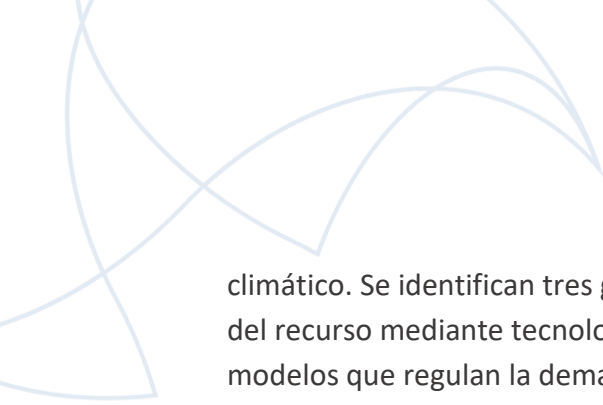
El análisis realizado pone de manifiesto que la gestión del agua en el ámbito urbano no puede abordarse únicamente desde soluciones sectoriales o infraestructurales, sino que constituye un condicionante estructural del propio modelo urbano. Las experiencias analizadas evidencian que la relación entre ciudad y ciclo hidrológico depende fundamentalmente de decisiones de planificación, diseño y gestión que operan a distintas escalas.

Las actuaciones puntuales demuestran una alta capacidad de implementación y replicabilidad a escala municipal, permitiendo mejorar el comportamiento hidrológico del tejido urbano mediante soluciones localizadas. Sin embargo, su alcance es limitado si no se integran en estrategias más amplias, ya que actúan principalmente sobre los efectos del problema y no sobre sus causas estructurales.

Las SBN destacan por su capacidad para recuperar funciones hidrológicas del territorio, mientras que las infraestructuras tecnológicas permiten garantizar el control y el abastecimiento en contextos de mayor presión. La integración del ciclo del agua en el espacio público introduce además un enfoque multifuncional que combina eficiencia hidráulica y calidad urbana.

Los modelos urbanos analizados evidencian que no existe una única respuesta al estrés hídrico, sino distintas estrategias en función del contexto territorial, institucional y





climático. Se identifican tres grandes enfoques: modelos que amplían la disponibilidad del recurso mediante tecnología, modelos que integran el agua en la forma urbana y modelos que regulan la demanda y asumen el límite hídrico. Cada uno de ellos implica diferentes grados de dependencia técnica, energética o normativa. En este sentido, la principal diferencia entre modelos no radica en las soluciones aplicadas, sino en cómo se posicionan frente al límite hídrico: si lo desplazan, lo optimizan o lo asumen como condicionante estructural del desarrollo urbano.

El análisis confirma que el instrumento con mayor capacidad transformadora en la adaptación al estrés hídrico es el planeamiento urbanístico. La clasificación del suelo determina la relación entre ciudad y territorio, condicionando la capacidad de infiltración, almacenamiento y regulación del agua. Las estrategias basadas en la reclasificación y desclasificación del suelo permiten actuar de forma preventiva, reduciendo la exposición al riesgo antes de que este se materialice. Frente a enfoques reactivos, estas herramientas introducen una lógica estructural de adaptación, al incorporar la variable hidrológica en la definición del límite urbano.

En conjunto, las experiencias analizadas evidencian un cambio de paradigma en la gestión urbana del agua. El agua deja de ser un elemento a evacuar o a suministrar para convertirse en un factor estructurante del modelo territorial. La adaptación al cambio climático no puede limitarse a incorporar nuevas infraestructuras, sino que requiere redefinir la forma en que se planifica, se diseña y se gestiona la ciudad, integrando el ciclo del agua como criterio central en la toma de decisiones, y considerando la optimización del recurso, mediante el ahorro y la regeneración.



Índice de figuras

**HIDRA-RISK. Metodología para la
planificación estratégica municipal
frente al cambio climático:
adaptación y reducción de los
riesgos hídricos mediante SBN**



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**



Índice de figuras

Figura 1. Recopilación de eventos por área geográfica.	15
Figura 2. Marco normativo-estratégico destacado.	26

Bibliografía

HIDRA-RISK. Metodología para la planificación estratégica municipal frente al cambio climático: adaptación y reducción de los riesgos hídricos mediante SBN



**FUNDACIÓN
RENOVABLES**

Bibliografía

Literatura científica

IPCC (2022). Annex II: Glossary. En *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability* (pp. 2897–2930). Cambridge University Press.
<https://doi.org/10.1017/9781009325844.029>

Efemérides

Agencia Estatal de Meteorología. (s. f.). *Efemérides y sucesos meteorológicos*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/efemerides_suceso

Agencia Estatal de Meteorología (AEMET). *Repositorio ARCIMIS de AEMET*.
<https://repositorio.aemet.es/>

Agencia Estatal de Meteorología. (s. f.). *Resúmenes climatológicos*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de https://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes

Aiguats del 20 de setembre de 1971. (2026, 8 de abril). En Wikipedia.
https://ca.wikipedia.org/wiki/Aiguats_del_20_de_setembre_de_1971

Álvarez Rodríguez, J. (2004). Regionalización y caracterización de sequías en Europa. *Revista Digital Del Cedex*, (137), 143.
https://www.researchgate.net/publication/266217650_Regionalizacion_y_Caracterizacion_de_Sequias_en_Europa

Arranz Lozano, M. (2008). *El riesgo de inundaciones y la vulnerabilidad en áreas urbanas. Análisis de casos en España*. *Estudios Geográficos*, 69(265), 385–416.
<https://doi.org/10.3989/estgeogr.0417>

Associació Catalana de Municipis. (s. f.). *Pla Especial de Sequera (PES) i plans d'emergència municipals*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://acm.cat/temes-destacats/pla-especial-sequera-pes-i-plans-emergencia-municipals/>

Blöschl, G., Nester, T., Komma, J., Parajka, J., and Perdigão, R. A. P. (2013). *The June 2013 flood in the Upper Danube Basin, and comparisons with the 2002, 1954 and 1899*



floods. Hydrology and Earth System Sciences, 17, 5197–5212,
<https://doi.org/10.5194/hess-17-5197-2013>

Capel Molina, J. J. (1974). *Génesis de las inundaciones de octubre de 1973 en el sureste de la Península Ibérica*. Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada, (4), 149-166. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2195195>

Castejón Porcel, G., & Romero Díaz, M. A. (2014). *Inundaciones en la Región de Murcia en los inicios del siglo XXI*. Biblio 3W, Revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales, 19(1102). <https://raco.cat/index.php/Biblio3w/article/view/284618/372525>

Confederación Hidrográfica del Ebro. (s. f.). *Gestión de riesgos de inundación (3er ciclo, fase I)*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.chebro.es/es/web/guest/gestion-riesgos-inundacion-3-ciclo-fase-i>

Confederación Hidrográfica del Ebro. (s. f.). *Índices mensuales*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.chebro.es/web/guest/indices-mensuales>

Consorcio de Compensación de Seguros. *Estadística de Riesgos Extraordinarios (Serie 1971-2024)*. https://www.conorseguros.es/documents/d/guest/estadistica_ree_2023

Crecuda controlada a l'Ebre: els desembassaments multipliquen per quatre el cabal del riu. (s. f.). *Diari de Tarragona*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.diaridetarragona.com/ebre/252319/crecuda-controlada-l-ebre-els-desembassaments-multipliquen-per-quatre-cabal-riu.html>

Destinan 7 millones por los daños de las inundaciones de octubre de 2018 en Tarragona. (2019, 5 de noviembre). *La Vanguardia*. <https://www.lavanguardia.com/local/tarragona/20191105/471411775028/destinan-7-millones-d-anos-inundaciones-octubre-2018-tarragona.html>

El 112 rep més de 600 trucades per les pluges i inundacions a les Terres de l'Ebre. (s. f.). *Aguaita.cat*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.aguaita.cat/societat/el-112-rep-mes-de-600-trucades-per-les-pluges-i-inundacions-a-les-terres-de-lebre.html>

Fenske, C., Westphal, H., Bachor, A., Breitenbach, E., Buchholz, W., Jülich, W.-D., y Hensel, P. (2001). *The consequences of the Odra flood (summer 1997) for the Odra*



lagoon and the beaches of Usedom: what can be expected under extreme conditions? International Journal of Hygiene and Environmental Health, 203,(5–6).

<https://doi.org/10.1078/1438-4639-00051>

Gómez Cantero, J., Granda Maestre, R., y Prieto Arellano, F. (2020). *Las inundaciones en España: un problema que sube de nivel*. Boletín IEEE, (19), 425-454.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7625262>

Gran riada de Valencia. (2026, 8 de abril). En Wikipedia.

https://es.wikipedia.org/wiki/Gran_riada_de_Valencia

La tempesta impacta amb duresa a les Terres de l'Ebre: Protecció Civil demana el confinament de tota la població d'Alcanar i rescaten a una noia de 19 anys del cotxe a Santa Bàrbara. (2023, 4 de septiembre). *Ebre Digital*.

<https://ebredigital.cat/2023/09/04/la-tempesta-impacta-amb-duresa-a-les-terres-de-ebre-proteccio-civil-demana-el-confinament-de-tota-la-poblacio-dalcanar-i-rescaten-a-una-noia-de-19-anys-del-cotxe-a-santa-barbara-videos/>

Más de 1.000 llamadas al 112: el temporal deja estragos y llega a Tortosa. (s. f.). *Diari de Tarragona*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de

<https://www.diaridetarragona.com/ebre/242244/1-000-llamadas-112-temporal-deja-estragos-llega-tortosa.html>

Mateu-Bellés, J. F., y Camarasa-Belmonte, A. M. (2000). *Las inundaciones en España en los últimos veinte años: una perspectiva geográfica*. Serie Geográfica, (9), 11-15.

<https://roderic.uv.es/rest/api/core/bitstreams/1cfb1252-f496-468e-9096-02cf1024b408/content>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Protección Civil. *Base de datos del Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH)*.

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/cnih.html>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s. f.). *Seguimiento de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI)*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/planes-gestion-riesgos-inundacion/seguimiento-pgri.html>



Observatori de l'Ebre. (s. f.). *Efemérides*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.obsebre.es/es/?view=article&id=35:efemerides&catid=18>

Olcina Cantos, J. (1999). *Síntesis de los riesgos climáticos que afectan al espacio europeo*. Investigaciones Geográficas, (22), 69-78. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=111707>

Olcina Cantos, J. (2012). De los mapas de zonas afectadas a las cartografías de riesgo de inundación en España. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 32(1), 91-131. https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2012.v32.n1.39310

Olcina-Cantos, J., & Díez-Herrero, A. (2025). Inundaciones en España: el papel de la planificación territorial. *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 57(223). <https://doi.org/10.37230/CyTET.2025.223.1>

Preocupación en el Delta del Ebro: un nuevo temporal vuelve a engullir las playas. (2020, 26 de enero). *Diari Més*. https://www.diarimes.com/es/ebre/260120/preocupacion-delta-ebro-nuevo-temporal-vuelve-engullir-playas_205635.html

Riadas del Vallés. (2026, 8 de abril). En Wikipedia. https://es.wikipedia.org/wiki/Riadas_del_Vallés

Un any després del Gloria, s'accelera l'agonia del delta de l'Ebre. (2021, 20 de enero). *Diari Més*. https://www.diarimes.com/es/ebre/210120/un-any-despres-del-gloria-accelera-agonia-del-delta-ebre_95484.html

United Nations office for Disaster Risk Reduction (UNDRR). *Base de datos Desinventar Sendai*. <https://www.desinventar.net/DesInventar/index.jsp>

Marco normativo-estratégico

Normativa

Cercador d'Informació i Documentació Oficials (CIDO) (s.f.c). *Pla director del servei municipal d'abastament d'aigua*. https://cido.diba.cat/normativa_local/11793153/pla-director-del-servei-municipal-dabastament-daigua-ajuntament-de-sant-jaume-deneveja Recuperado el 9 de abril de 2026.



Consolidated text: Directiva del Consejo de 21 de mayo de 1991 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (91/271/CEE). *Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)*, L 135, de 30 de mayo de 1991. <http://data.europa.eu/eli/dir/1991/271/2014-01-01>

Decreto Legislativo 3/2003, de 4 de noviembre, por el que se aprueba el Texto refundido de la legislación en materia de aguas de Cataluña. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 4015, de 21 de noviembre de 2003. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOGC-f-2003-90016>

DECRET 130/2003, de 13 de maig, pel qual s'aprova el Reglament dels serveis públics de sanejament. *Portal Jurídic de Catalunya*, 3894, de 29 de mayo de 2003. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2003/05/13/130>

Decreto-ley 4/2018, de 17 de julio, por el que se asume la gestión directa del servicio de abastecimiento de agua a poblaciones por medio de las instalaciones de la red de abastecimiento Ter-Llobregat de titularidad de la Generalitat y se crea el Ente de Abastecimiento de Agua Ter-Llobregat. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 7667, de 19 de julio de 2018. <https://www.boe.es/eli/es-ct/dl/2018/07/17/4/con>

Decreto-ley 1/2023, de 28 de febrero, por el que se establecen medidas extraordinarias y urgentes para hacer frente a la situación de sequía excepcional en el ámbito del distrito de cuenca fluvial de Catalunya. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 100, de 27 de abril de 2023. <https://www.boe.es/eli/es-ct/dl/2023/02/28/1>

Decreto-ley 4/2024, de 16 de abril, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los efectos de la sequía en el ámbito del distrito de cuenca fluvial de Cataluña. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 151, de 22 de junio de 2024. <https://www.boe.es/eli/es-ct/dl/2024/04/16/4>

Decreto-ley 7/2024, de 2 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes en materias de financiación de los sistemas públicos de saneamiento y regeneración de aguas residuales, y de servicios sociales. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 198, de 16 de agosto de 2024. <https://www.boe.es/eli/es-ct/dl/2024/07/02/7>

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2000 por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política



de aguas (texto consolidado). *Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)*, L 327, de 22 de diciembre de 2000. <http://data.europa.eu/eli/dir/2000/60/2014-11-20>

Directiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro. *Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)*, L 372, de 27 de diciembre de 2006. <http://data.europa.eu/eli/dir/2006/118/oj>

Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación. *Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)*, L 288, de 6 de noviembre de 2007. <http://data.europa.eu/eli/dir/2007/60/oj>

Directiva (UE) 2024/3019 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27 de noviembre de 2024 sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas, (versión refundida) (Texto pertinente a efectos del EEE). *Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)*, L 3019, de 12 de diciembre de 2024. <http://data.europa.eu/eli/dir/2024/3019/2024-12-12>

España. (1986). Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico. *Boletín Oficial del Estado*, de 30 de abril.

España. (1988). Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 209, de 31 de agosto.

España. (2001). Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 176, de 24 de julio

Ley 22/1973, de 21 de julio, de Minas. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 176, de 24 de julio de 1973. <https://www.boe.es/eli/es/l/1973/07/21/22/con>

Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 161, de 06 de julio de 2001. <https://www.boe.es/eli/es/l/2001/07/05/10/con>

Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 149, de 23 de junio de 2005. <https://www.boe.es/eli/es/l/2005/06/22/11>



Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 121, de 21 de mayo de 2021.

<https://www.boe.es/eli/es/l/2021/05/20/7/con>

Ley 9/2023, de 19 de mayo, de medidas extraordinarias y urgentes para afrontar la situación de sequía excepcional en Cataluña. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 134, de 6 de junio de 2023. <https://www.boe.es/eli/es-ct/l/2023/05/19/9>

Ministerio para La Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). *El proceso de planificación hidrológica*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/planificacion-hidrologica/nuevo-proceso-planificacion.html> Recuperado el 9 de abril de 2026.

Ministerio para La Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). *Participación pública en el marco de la Directiva Marco del Agua*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/participacion_publica.html Recuperado el 9 de abril de 2026.

Ministerio para La Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). *Participación pública en materia de agua*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/participacion-publica.html> Recuperado el 9 de abril de 2026.

Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 103, de 30 de abril de 1986. <https://www.boe.es/eli/es/rd/1986/04/11/849/con>

Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 209, de 31 de agosto de 1988. <https://www.boe.es/eli/es/rd/1988/07/29/927/con>

Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 77, de 29 de marzo de 1996. <https://www.boe.es/eli/es/rd/1996/03/15/509/con>



Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 162, de 7 de julio de 2007. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2007/07/06/907/con>

Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 171, de 15 de julio de 2010. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2010/07/09/903/con>

Real Decreto 665/2023, de 18 de julio, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por Real Decreto 849/1986, de 11 de abril; el Reglamento de la Administración Pública del Agua, aprobado por Real Decreto 927/1988, de 29 de julio; y el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 208, de 31 de agosto de 2023. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2023/07/18/665/con>

Real Decreto 1085/2024, de 22 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de reutilización del agua y se modifican diversos reales decretos que regulan la gestión del agua. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 256, de 23 de octubre de 2024. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2024/10/22/1085/con>

Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 312, de 30 de diciembre de 1995. <https://www.boe.es/eli/es/rdl/1995/12/28/11/con>

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 176, de 24 de julio de 2001. <https://www.boe.es/eli/es/rdlg/2001/07/20/1/con>

Real Decreto-ley 4/2023, de 11 de mayo, por el que se adoptan medidas urgentes en materia agraria y de aguas en respuesta a la sequía y al agravamiento de las condiciones del sector primario derivado del conflicto bélico en Ucrania y de las condiciones climatológicas, así como de promoción del uso del transporte público colectivo terrestre por parte de los jóvenes y prevención de riesgos laborales en episodios de elevadas temperaturas. *Boletín Oficial del Estado (BOE)*, 113, de 12 de mayo de 2023. <https://www.boe.es/eli/es/rdl/2023/05/11/4/con>



Reglament regulador del servei d'abastament d'aigua potable del municipi. *Butlletí Oficial de la Província de Tarragona*, 117, 22 de mayo de 2009.

https://dibaaps.diba.cat/vnis/temp/CIDO_bopt_2009_05_20090522_BOPT_20090522_020_021.pdf

Reglament del Servei Municipal d'Abastament d'Aigua de Deltebre, Ayuntamiento de Deltebre, Tarragona, s.n., 2012.

<https://deltebre.cat/wordpress/wp-content/uploads/2023/01/Reglament-Servei-Aigua.pdf>

Reglamento (UE) 2024/1991 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de junio de 2024, relativo a la restauración de la naturaleza y por el que se modifica el Reglamento (UE) 2022/869 (Texto pertinente a efectos del EEE). *Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)*, Serie L, de 29 de julio de 2024. <http://data.europa.eu/eli/reg/2024/1991/oj>

Reglamento (UE) 2020/741 del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de mayo de 2020 relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua (Texto pertinente a efectos del EEE). *Diario Oficial de la Unión Europea (DOUE)*, L 177, de 5 de junio de 2020. <http://data.europa.eu/eli/reg/2020/741/oj>

Planes estratégicos

Agencia Catalana del Agua (s.f.c.). *Plan de gestión del distrito de cuenca fluvial de Cataluña y su Programa de medidas*. Recuperado el 9 de junio de 2026.

<https://aca.gencat.cat/es/plans-i-programes/pla-de-gestio/index.html>

Ajuntament de Deltebre (s.f.c.). *Pla de Govern 2023-2027*. Recuperado el 9 de junio de 2026. <https://deltebre.cat/pla-de-govern-2023-2027/#>

Comisión Europea. (2025). Comunicación de la Comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al Comité Económico y Social Europeo y al Comité de las Regiones: Estrategia Europea de Resiliencia Hídrica (COM(2025) 280 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:52025DC0280>

Confederación Hidrográfica Ebro (s.f.c.). *Gestión de riesgos de inundación*. Recuperado el 9 de junio de 2026. <https://chebro.es/plan-de-gestion-de-riesgos-de-inundacion-segundo-ciclo>

Confederación Hidrográfica Ebro (s.f.c.). *Plan de Sequía 2018*. Recuperado el 9 de junio de 2026. <https://www.chebro.es/web/guest/plan-de-sequia-2018>



Confederación Hidrográfica Ebro (s.f.c.). *Plan de sequía 2025*. Recuperado el 9 de junio de 2026. <https://www.chebro.es/web/guest/plan-de-sequia-2025>

Confederación Hidrográfica Ebro (s.f.c.). *Plan Hidrológico 2022-2027*. Recuperado el 9 de junio de 2026. <https://www.chebro.es/es/web/guest/plan-hidrologico-2022-2027>

Confederación Hidrográfica del Ebro O.A. (2023). *Plan Especial de vigilancia del Dominio Público Hidráulico en situación de sequía*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.chebro.es/documents/20121/1129865/Plan+especial+de+vigilancia+del+DPH+en+situación+de+sequía.pdf>

Confederación Hidrográfica del Ebro (2024). *Inventario de aglomeraciones urbanas cuyos titulares de las autorizaciones de vertido deben elaborar los planes integrales de gestión del sistema de saneamiento*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. https://www.chebro.es/documents/20121/1929909/INVENTARIO+AGLOMERACIONES+URBANAS+SOMETIDAS+A+ELABORACIÓN+PIGSS_INF+PUBLICA.pdf

Dirección General del Agua. (2017). *Aspectos a destacar de los nuevos Planes Especiales de Sequía en elaboración*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/aspectos-a-destacar-nuevos-pes_tcm30-436654.pdf

Dirección General del Agua. (2023). *Estrategia Nacional de Restauración de Ríos 2023 - 2030*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacional-restauracion-rios/pdfs/ENRR-2022-2030.pdf>

Dirección General del Agua. (2023). *Plan de Acción de Aguas Subterráneas 2023 - 2030*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. <https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/planificacion-hidrologica/paas-plan-de-acci%C3%B3n-de-aguas-subterr%C3%A1neas/PAAS.pdf#page=8.10>

Dirección General del Agua. (2021). *Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización (Plan DSEAR)*. Ministerio para la Transición Ecológica y



el Reto Demográfico.

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/plan_dsear_final_tcm30-529674.pdf

Dirección General del Agua. (2022). *Orientaciones Estratégicas sobre Agua y Cambio Climático*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/sistema-espaniol-gestion-agua/estrategia/eate_tcm30-543050.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2025). *Guía de Recomendaciones para la Elaboración de Planes de Fomento de Reutilización del Agua Asociados a Usos Urbanos*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

<https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/reutilizacion-aguas-depuradas/Guia%20Planes%20Fomento%20Usos%20Urbanos.pdf>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2025). *Recomendaciones para la Elaboración de Planes Integrales de Gestión del Sistema de Saneamiento*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/vdss/PIGSS_2025.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2022). *Resumen ejecutivo de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación de Segundo Ciclo (2022-2027) en las Cuencas Intercomunitarias*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/nota-contenido-pgris-segundo-ciclo-sgpagr-cambios_tcm30-528533.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (s.f.a.). *Planes Hidrológicos*. Recuperado el 8 de abril de 2026

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/planificacion-hidrologica/marco-del-agua/planeshidrologicos.html>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (s.f.b.). *Directiva 2007/60 de evaluación y gestión de los riesgos de inundación*. Recuperado el 8 de abril de 2026

https://www.miteco.gob.es/es/agua/legislacion/gri_egr_inundacion.html



Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (s.f.c.). *Planes Especiales de Sequía de los Organismos de cuenca*. Recuperado el 8 de abril de 2026.

https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/planificacion-gestion-sequias/observatorio_nacional_sequia_3_1_planes_especiales_sequia.html

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (s.f.d.). *Modelo Plan de gestión del riesgo del agua regenerada para uso urbano*. Recuperado el 8 de abril de 2026.

<https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/reutilizacion-aguas-depuradas/plan-gesti%C3%B3n-del-riesgo-del-agua-regenerada/PGRARusourbanoweb.pdf>

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (s.f.e.). *Orientaciones estratégicas de agua y cambio climático*. Recuperado el 8 de abril de 2026.

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/sistema-espaniol-gestion-agua/estrategia.html>

Buenas prácticas

100 Resilient Cities. (2015). *Rotterdam exchange: Water management & multi-benefit solutions*.

https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/metadata/guidances/rotterdam-exchange-water-management-and-multi-benefit-solutions/100resilientcities_rotterdam_2015_exchangehandbook.pdf

ACCIONA. (s.f.). *IDAM Torrevieja*. <https://www.acciona.com/es/proyectos/idam-torrevieja>

ACUAMED. (s.f.). *Desalination plant to ensure irrigation – Tajo-Segura transfer (Torrevieja)*.

<https://www.acuamed.es/en/action/desalination-plant-ensure-irrigation-tajo-segura-transfer>

African Water Facility. (2023). *Integrated Urban Water Management Master Plan for the City of Windhoek*.

<https://www.africanwaterfacility.org/sites/default/files/2023-12/Integrated%20Urban%20Water%20Management%20Master%20Plan%20for%20City%20of%20Windhoek%20in%20Namibia.pdf>

European Environment Agency. (s.f.). *A flood and heat proof green Emscher valley, Germany*.

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/a-flood-and-heat-proof-green-emscher-valley-germany>



European Environment Agency. (s.f.). *Adapting to the impacts of climate change in the Vipava Valley*.

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/metadata/projects/adapting-to-the-impacts-of-climate-change-in-the-vipava-valley-2>

European Environment Agency. (s.f.). *Demonstrating urban climate adaptation and resilience in inner city Rotterdam*.

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/metadata/projects/demonstrating-urban-climate-adaptation-and-resilience-in-inner-city-rotterdam>

European Environment Agency. (s.f.). *Implementation of the Vitoria-Gasteiz Green Urban Infrastructure Strategy*.

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/implementation-of-the-vitoria-gasteiz-green-urban-infrastructure-strategy>

European Environment Agency. (s.f.). *Isar Plan (2013): Water management plan and restoration of the Isar River in Munich (Germany)*.

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/es/metadata/case-studies/isar-plan-2013-water-management-plan-and-restoration-of-the-isar-river-munich-germany>

European Environment Agency. (s.f.). *Kruibeke-Bazel-Rupelmonde (Belgium): A controlled flood area for flood safety and nature protection*.

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/kruibeke-bazel-rupelmonde-belgium-a-controlled-flood-area-for-flood-safety-and-nature-protection>

European Environment Agency. (s.f.). *New Fårde Hospital: Measures for flood protection*.

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/new-forde-hospital-measures-for-flood-protection>

European Environment Agency. (s.f.). *The economics of managing heavy rains and stormwater in Copenhagen (2013): The Cloudburst Management Plan*.

<https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/case-studies/the-economics-of-managing-heavy-rains-and-stormwater-in-copenhagen-2013-the-cloudburst-management-plan>

Aguas de Alicante. (s.f.). *Parque urbano inundable La Marjal*.

<https://www.aguasdealicante.es/parque-la-marjal>



Aguas Residuales Info. (s.f.). *La reutilización de agua en Australia: Historia y situación actual*. <https://www.aguasresiduales.info/revista/noticias/la-reutilizacion-de-agua-en-australia-historia-sit-nwQSQ>

Alliance4Water. (s.f.). *Secured urban water supply for the City of Windhoek, Namibia*. <https://www.alliance4water.org/wr4er-cases/secured-urban-water-supply-for-the-city-of-windhoek-namibia>

Ayuntamiento de Barcelona. (s.f.). *Parc de Joan Reventós*. <https://bcnsostenible.cat/es/web/punt/parc-de-joan-reventos>

Ayuntamiento de Barcelona. (s.f.). *Parc de Joan Reventós*. <https://www.barcelona.cat/es/que-pots-fer-a-bcn/parcs-i-jardins/parc-de-joan-reventos-99400214912>

Ayuntamiento de Conil de la Frontera. (s.f.). *El Ayuntamiento de Conil da luz verde a la protección de casi 1.500.000 metros cuadrados de suelo en los entornos de río Roche y del puerto pesquero*. <https://www.conildelafrontera.es/noticias/601-el-ayuntamiento-de-conil-da-luz-verde-a-la-proteccion-de-casi-1-500-000-metros-cuadrados-de-suelo-en-los-entornos-de-rio-roche-y-del-puerto-pesquero>

Ayuntamiento de San Roque. (s.f.). *Informe ambiental estratégico del Plan Parcial del sector 01-GL Guadalquitón*. https://www.sanroque.es/sites/default/files//files_documentacion/2018/01/E-9622%20REMITE%20INFORME%20AMBIENTAL%20ESTRAT%C3%89GICO%20DEL%20PLAN%20PARCIAL%20DEL%20SECTOR%2001-GL.pdf

Ayuntamiento de Torroella de Montgrí. (s.f.). *Proyecto LIFE Pletera*. <https://www.torroella-estartit.cat/ca/life-pletera.html>

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (s.f.). *Anillo Verde de Vitoria-Gasteiz*. https://www.vitoria-gasteiz.org/wb021/was/contenidoAction.do?idioma=es&uid=u_1e8934a8_12e47a4954c_7ffd

Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (s.f.). *El Anillo Verde Interior*. <https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/24/89/82489.pdf>



Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz. (s.f.). *Ordenación del suelo no urbanizable*.
<https://www.vitoria-gasteiz.org/docs/wb021/contenidosEstaticos/adjuntos/es/71/62/67162.pdf>

BASE Adaptation. (s.f.). *Implementation of the Copenhagen “Cloudburst” Strategy (Copenhagen, Denmark)*.
<https://base-adaptation.eu/implementation-copenhagen-cloudburst-strategy-copenhagen-denmark>

BiblioAsia. (s.f.). *Four National Taps Singapore water strategy*.
<https://biblioasia.nlb.gov.sg/vol-14/issue-1/apr-jun-2018/four-taps-sg-water/>

C40 Cities. (s.f.). *C40 Cities launch Water Safe Cities Accelerator*.
<https://www.c40.org/news/c40-cities-launch-water-safe-cities-accelerator/>

C40 Cities. (s.f.). *Wuhan: Waterlogging prevented by sponge infrastructure*.
<https://www.c40.org/es/case-studies/cities100-wuhan-waterlogging-prevented-by-sponge-infrastructure/>

Cadena SER. (s.f.). *Sequía, agua desalada y gestión hídrica en el sureste español*.
<https://cadenaser.com>

Centro de Estudios Ambientales. (s.f.). *Anillo Verde y humedales de Salburua*.
<https://cea.vitoria-gasteiz.org>

Citego. (s.f.). *Las ciudades esponja de China: Lecciones aprendidas*.
https://www.citego.org/bdf_fiche-document-3658_es.html

Comisión Europea. (s.f.). *Adapting to the impacts of climate change in the Vipava Valley (LIFE15 CCA/SI/000070)*.
<https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE15-CCA-SI-000070/adapting-to-the-impacts-of-climate-change-in-the-vipava-valley>

Comisión Europea. (s.f.). *Model of restoration of dunes habitats in ‘L’Albufera de Valencia’ (LIFE00 NAT/E/007339)*.
<https://webgate.ec.europa.eu/life/publicWebsite/project/LIFE00-NAT-E-007339/model-of-restoration-of-dunes-habitats-in-lalbufera-de-valencia>



Confederación Hidrográfica del Segura. (s.f.). *Gestión del agua en la cuenca del Segura*.
<https://www.chsegura.es>

De Urbanisten. (s.f.). *Water square Benthemplein*.
<https://www.urbanisten.nl/work/benthemplein>

Diputación Foral de Gipuzkoa. (s.f.). *Comienzan los trabajos de restauración ecológica en Jaizubia, marismas de Txingudi*.
<https://www.gipuzkoa.eus/es/-/jaitzubian-lehengoratzte-ekologikoko-lanak-egiten-hasi-da-gipuzkoako-foru-aldundia-txingudiko-paduretan>

EMUASA. (s.f.). *Reutilización de aguas depuradas*.
<https://www.emuasa.es/en/reutilizacion>

Environmental Protection Agency. (s.f.). *Summary of Singapore's water reuse guideline*. <https://www.epa.gov/waterreuse/summary-singapores-water-reuse-guideline-or-regulation-industry>

ESAMUR. (s.f.). *Entidad de Saneamiento y Depuración de la Región de Murcia*.
<https://www.esamur.com>

Euronews. (s.f.). *Rotterdam, la barrera holandesa contra el aumento del nivel del mar*.
<https://es.euronews.com/video/2019/10/14/roterdam-la-barrera-holandesa-contra-el-aumento-del-nivel-del-mar>

Fundación Aquae. (s.f.). *Parque inundable La Marjal*.
<https://www.fundacionaquae.org/parque-inundable-la-marjal/>

GFDRR. (s.f.). *Water sector in Singapore*.
https://www.gfdr.org/sites/default/files/D3_CaseStudy14_PwC_WB_Water_Sector_in_Singapore_20160709.original.1531383095.pdf

Global Water Partnership. (s.f.). *Spain – Segura River returned to its health*.
https://www.gwp.org/en/learn/KNOWLEDGE_RESOURCES/Case_Studies/Europe/Spain-Segura-River-returned-to-its-health_478/

Gobierno de los Países Bajos. (2025). *Delta Programme 2026*.
<https://english.deltaprogramma.nl/documents/2025/09/11/dp2026-outlines>



Gobierno Vasco. (s.f.). *Memoria del proyecto de restauración de humedales interiores*.
https://www.euskadi.eus/contenidos/documentacion/humedales_interior/es_def/adjuntos/MEMORIA.pdf

Graf Iberica. (s.f.). *SUDS de infiltración en el Parque Olímpico de Madrid*.
<https://www.graf.info/es-es/actualidad/referencias-de-obra/suds-infiltracion-parque-olimpico-de-madrid.html>

GFDRR. (s.f.). *Water sector in Singapore*.
https://www.gfdr.org/sites/default/files/D3_CaseStudy14_PwC_WB_Water_Sector_in_Singapore_20160709.original.1531383095.pdf

iAgua. (s.f.). *Australia se anticipa a los retos climáticos*.
<https://www.iagua.es/noticias/icex-espana-exportacion-e-inversiones/australia-se-anticipa-retos-climaticos-cuando>

iAgua. (s.f.). *Desalación, sequía y gestión del agua en el sureste español*.
<https://www.iagua.es>

iAgua. (s.f.). *Namibia y agua regenerada para consumo humano*.
<https://www.iagua.es/blogs/xavi-duran-ramirez/namibia-y-agua-regenerada-consumo-humano>

iAgua. (s.f.). *Singapur y el objetivo de autosuficiencia hídrica 2060*.
<https://www.iagua.es/noticias/icex-espana-exportacion-e-inversiones/singapur-busca-autosuficiencia-hidrica-total-2060>

IBM. (s.f.). *Melbourne Water Envizi ESG Suite – Case Study*.
<https://www.ibm.com/es-es/case-studies/melbourne-water-envizi>

International Water Association. (s.f.). *Singapore water management*.
<https://www.iwa-network.org/our-work/singapore>

ISEGA. (s.f.). *Lo destacado de Ozwater 2024 en Australia*.
<https://isega.es/noticias/lo-destacado-de-ozwater-2024-en-australia/>

Junta de Andalucía. (2026). *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA)*, nº 16, 2026.
<https://www.juntadeandalucia.es/boja/2026/16/62>



Junta de Andalucía. (2019). *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA)*, nº 35, 2019. <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2019/35/29.html>

Junta de Andalucía. (2022). *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía (BOJA)*, nº 55, 2022. <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2022/55/88>

Junta de Castilla y León. (s.f.). *Desclasificación de suelo urbanizable*. <https://vivienda.jcyl.es/web/es/urbanismo-ordenacion-territorio/desclasificacion-suelo-urbanizable.html>

LIFE NIEBLAS Project. (s.f.). *El proyecto LIFE NIEBLAS*. <https://lifenieblas.com/es/el-proyecto>

LIFE VIVACCADAPT Project. (s.f.). *Adapting to the impacts of climate change in the Vipava Valley*. <https://life-vivaccadapt.si/sl/>

Melbourne Water. (s.f.). *Raingardens and stormwater management options*. <https://www.melbournewater.com.au/building-and-works/stormwater-management/options-treating-stormwater/raingardens>

Melbourne Water. (s.f.). *Water Outlook*. <https://www.melbournewater.com.au/about/what-we-do/publications/water-outlook>

Melbourne Water. (s.f.). *Water Sensitive Urban Design (WSUD) Guidelines*. <https://www.melbournewater.com.au>

Ministerio para la Transición Ecológica. (s.f.). *Desalación y planificación hídrica*. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/desalacion/>

Murcia Plaza. (s.f.). *La Región de Murcia presenta un modelo con un 96 % de reutilización de aguas depuradas en Europa*. <https://murciaplaza.com/murciaplaza/region/la-region-de-murcia-presenta-un-modelo-con-un-96-de-reutilizacion-de-aguas-depuradas-en-europa>

NetworkNature. (s.f.). *Wuhan Sponge City Programme: Achieving harmony among people, water and city*. <https://networknature.eu/networknature/article/wuhan-sponge-city-programme-achieving-harmony-among-people-water-and-city>



New York State Homes and Community Renewal. (s.f.). *Living Breakwaters Project*.
<https://hcr.ny.gov/living-breakwaters-project-home>

Nundo. (s.f.). *Desclasificando suelo urbanizable*.
<https://www.nundo.org/blog/desclasificando-suelo-urbanizable>

ONU-Hábitat. (s.f.). *De la autopista al espacio público*.
<https://onu-habitat.org/index.php/de-la-autopista-al-espacio-publico>

Public Utilities Board. (s.f.). *NEWater*.
<https://www.pub.gov.sg/Public/WaterLoop/OurWaterStory/NEWater>

J. Radcliffe. (2020). *Water reuse and recycling in Australia: History, context and policy challenges*. ScienceDirect.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666445320300064>

Región de Murcia. (s.f.). *Murcia enseña a Europa cómo gestionar y reutilizar el agua*.
<https://murciaregioneuropea.carm.es/-/murcia-ensena-a-los-europeos-como-gestionar-y-reutilizar-el-agua>

Revista Ciudad y Territorio Estudios Territoriales. (s.f.). *Estrategias de transición ecosocial desde la arquitectura y el urbanismo*.
<https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/97763/76176>

Sacyr Agua. (s.f.). *Desaladora de Torrevieja*.
<https://sacyragua.com/en/-/desaladora-torrevieja>

SCAPE Landscape Architecture. (s.f.). *Living Breakwaters*.
<https://www.scapestudio.com/projects/living-breakwaters/>

Smart Water Magazine. (s.f.). *Desalination: Impacts, costs and challenges*.
<https://smartwatermagazine.com>

Southern Nevada Water Authority. (s.f.). *Water Resource Plan for Southern Nevada*.
<https://www.snwa.com/water-resources/water-resource-plan/index.html>

TYPSA. (s.f.). *Torrevieja desalination plant*.
<https://www.tyrsa.com/en/projects/torrevieja-desalination-plant/>



UN-Water. (2023). *SDG 6 Country Acceleration Case Study: Singapore*.
https://www.unwater.org/sites/default/files/2023-11/sdg6-case-study-singapore_eng.pdf

UN-IGRAC. (s.f.). *Drought in the Netherlands and its impact on groundwater resources*.
<https://www.un-igrac.org/es/latest/stories/drought-in-the-netherlands-and-its-impact-on-groundwater-resources/>

URA – Agencia Vasca del Agua. (s.f.). *Proyecto de obras de protección contra inundaciones y mejora ambiental del río Estepona en Bakio, mediante creación de llanuras de laminación en los ámbitos de Bakea y Solozarre*.
<https://www.uragentzia.euskadi.eus/proyecto-de-obras-de-proteccion-contrainundaciones-y-mejora-ambiental-del-rio-estepona-en-bakio-mediante-creacion-de-llanuras-de-laminacion-en-los-ambitos-de-bakea-y-solozarre/webura00-contents/es/>

Wikipedia. (s.f.). *Green Belt of Vitoria-Gasteiz*.
https://en.wikipedia.org/wiki/Green_Belt_of_Vitoria-Gasteiz

Wikipedia. (s.f.). *Guadalquitón*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Guadalquit%C3%B3n>

Wikipedia. (s.f.). *Lake Mead*. https://en.wikipedia.org/wiki/Lake_Mead

Wikipedia. (s.f.). *Southern Nevada Water Authority*.
https://en.wikipedia.org/wiki/Southern_Nevada_Water_Authority

Wikipedia. (s.f.). *Water supply and sanitation in Singapore*.
https://en.wikipedia.org/wiki/Water_supply_and_sanitation_in_Singapore

Guía metodológica

Consortio de Compensación de Seguros y Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. (2017). *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones*.
https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/adaptaci%C3%B3n/guias-adaptacion/guia_inundaciones_completa_22jun_tcm30-526164.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica. (2019). *Guía de adaptación al riesgo de inundación: Sistemas urbanos de drenaje sostenible*.



https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/adaptaci%C3%B3n/guias-adaptacion/guia-adaptacion-riesgo-inundacion-sistemas-urbano-drenaje-sostenible_tcm30-503726.pdf

World Bank. (2025). *Handbook for livable and resilient cities: Integrating hazard and risk information into urban planning*.

<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/d7ee1212-42ed-4d8a-9ffa-225152ee65df>

Aplicación de la guía

Aguaita.cat. (s. f.). *Aguaita.cat*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.aguaita.cat/>

Aigües de Tortosa. (s. f.). *Inici*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.aiguesdetortosa.cat/Clients/Inici/>

Ajuntament de Deltebre. (s. f.). *Ajuntament de Deltebre*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://deltebre.cat/>

Ajuntament de Sant Jaume d'Enveja. (s. f.). *Ajuntament de Sant Jaume d'Enveja*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.santjaume.cat/>

Ajuntament de Tortosa. (s. f.). *Ajuntament de Tortosa*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www2.tortosa.cat/>


ConSORCI de Polítiques Ambientals de les Terres de l'Ebre. (s. f.). *ConSORCI de Polítiques Ambientals de les Terres de l'Ebre*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.copate.cat/es>

ConSORCIO de Aguas de Tarragona. (s. f.). *CCAAIT – web del CCAAIT*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.ccaait.com/es/>

Femturisme.cat. (s. f.). *femturisme.cat | Agenda, fires, festes i rutes per descobrir Catalunya i Andorra*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://femturisme.cat/>

Generalitat de Catalunya. (s. f.). *Mapa urbanístic de Catalunya*. Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://dtes.gencat.cat/muc-visor/AppJava/home.do>





Instituto de Estadística de Cataluña. (s. f.). *Instituto de Estadística de Cataluña*.
Recuperado el 9 de junio de 2026, de <https://www.idescat.cat/?lang=es>



FUNDACIÓN
RENOVABLES

Santa Engracia, 108. 5º Interior. Izda.
28003 Madrid

www.fundacionrenovables.org

