

Estrategia Tecnológica del Agua para el periodo 2020-2022

PLATAFORMA TECNOLÓGICA ESPAÑOLA DEL AGUA
(v 1.0)



Contenido

RESUMEN EJECUTIVO	4
INTRODUCCIÓN	8
CONTEXTO ACTUAL	12
ÁMBITO POLÍTICO	13
Escala internacional.....	13
Escala europea	14
Escala nacional	18
ÁMBITO NORMATIVO	20
Escala europea	20
Escala nacional	21
PROMOCIÓN DE LA I+D+I.....	23
Escala europea	23
Escala nacional	24
Herramientas y programas	29
Iniciativas y asociaciones de referencia.....	33
OBJETIVOS ESTRATÉGICOS EN EL SECTOR DEL AGUA	36
1. ACCIÓN POR EL CLIMA	39
2. AGUA 4.0 - TECNOLOGÍAS HABILITADORAS DIGITALES.....	46
3. NEXO AGUA-ENERGÍA-ALIMENTACION	53
4. ECONOMÍA CIRCULAR	64
5. SOLUCIONES INNOVADORAS BASADAS EN LA NATURALEZA	73
6. CIUDADES INTELIGENTES.....	79
7. GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS	87
8. AGUAS SUBTERRANEAS	99
CONCLUSIONES	103
BIBLIOGRAFÍA	106

"El agua es la fuerza motriz de toda la naturaleza"

1. Leonardo da Vinci –

RESUMEN EJECUTIVO.

En un escenario de continuo cambio y adaptación, como es el de la I+D+i, donde es imprescindible anticiparse a las tendencias del mañana para poder enfocar nuestros esfuerzos, posicionar nuestras organizaciones y ser capaces de liderar las innovaciones que transformarán nuestro futuro, desde la Plataforma Tecnológica Española del Agua (PTEA) queremos anticiparnos y establecer una estrategia conjunta como una propuesta para el sector, que esté alineada con las principales estrategias y planes en I+D+i nacionales y europeos, y que destaque las capacidades en I+D+i que tenemos como país a nivel internacional.

Este documento, que se ha denominado Estrategia Tecnológica del Agua para el período 2020-2022 (versión 1.0), llamada en adelante SRIA 1.0 y ha sido elaborado con carácter de hoja de ruta y documento de trabajo; un punto de partida desde el que comenzar a construir una Estrategia conjunta que esté validada por toda la PTEA y que esté alineada con los grandes retos que afronta la evolución del sector y con las políticas y estrategias a nivel global.

El objetivo principal de esta versión 1.0, es constituir un documento base para planificar de manera adecuada nuestra futura Estrategia a corto plazo. Para ello se han agrupado las líneas de acción, ya definidas en la previa Agenda Estratégica de Investigación 2016-2020 de la PTEA, con los principales retos u objetivos de desarrollo tecnológico e innovación ya identificados para los próximos años, tales como la transición hacia un modelo económico circular, la digitalización del sector o la mayor resiliencia ante los efectos producidos por el Cambio Climático, etc.

Este documento establece las bases y la metodología de trabajo propuesta para la reorganización y distribución de trabajo de los Grupos de Trabajo Técnicos de la PTEA, que constituyen el núcleo de mayor peso y alcance de esta entidad.

El documento expone, como punto de partida, un análisis del contexto actual en cuanto a políticas, estrategias, actores, retos y oportunidades; y cómo la tecnología y la I+D+i del sector del agua engranan en todas ellas.

Más tarde se analizan, de manera disociada, los principales objetivos estratégicos y la respuesta a los nuevos desafíos fruto de la modernidad y de la propia evolución.

De entre todos ellos, y en primer lugar, se ha destacado la acción por el clima: las



medidas integradas en los esquemas de planificación y gestión hídrica para minimizar el impacto de los eventos extremos relacionados con el vector agua. El calentamiento global ha incrementado el estrés hídrico y requerido la adaptación a nuevos escenarios, con una frecuencia de eventos extremos cada vez más incrementada. A los impactos que afectan al ciclo hidrológico, como es entendido de manera tradicional, cabe añadir los relacionados con la calidad del agua, las restricciones para su uso y reúso. A este respecto, es preciso hablar de los nuevos recursos (planes de sequía, cartografías de inundaciones, mapas de demanda temprana, modelado, etc.) y de las nuevas disposiciones legales, que deben regular las futuras acciones bajo premisas de sostenibilidad y mínimo impacto. Todo esto requiere un sustrato científico suficiente y la involucración de nuevos actores que tradicionalmente no estaban estrechamente relacionados con el sector del agua.

Posteriormente se analiza la gestión inteligente del recurso, las nuevas tecnologías disruptivas y las Tecnologías Habilitadoras Digitales (THD), HPC, *Cloud*, seguridad, semántica, interfaces, *IoT*, *eServices*, inteligencia artificial, etc., conducen hacia una gestión del agua más inteligente y sostenible.

La mayor optimización de las comunicaciones, conectividad, la progresiva digitalización del sector del agua y el tratamiento del *big data* avanza hacia nuevos enfoques predictivos y holísticos cada vez más exactos.



Más tarde se aborda el nexo agua-energía-alimentación o W-E-F nexus, analizando la creciente interdependencia de estos tres mundos, vinculados de manera imperativa por el crecimiento demográfico del planeta. Las cifras y datos expuestos refuerzan la consigna: *“El agua da soporte a la vez a la seguridad energética y a la seguridad alimentaria...”*.

El cuarto eje estratégico es la economía circular, concepto cada vez más extendido y amplio en los últimos años tanto en el ámbito científico, como en el empresarial como en las políticas públicas. A partir del marco europeo recogido en el Plan de acción de la UE para la economía circular, se analiza el rol de las Plataformas Tecnológicas Europeas y de Innovación en la transición hacia una Economía Circular, caminando hacia la mayor sostenibilidad de los ciclos de vida de los recursos naturales. Asimismo, España ya cuenta con una Estrategia Española de Economía Circular 2030, aprobada en junio de 2020, que sienta las bases para impulsar un nuevo modelo de producción y consumo en el que el valor de productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, en la que se reduzcan al mínimo la

generación de residuos y se aprovechen con el mayor alcance posible los que no se pueden evitar. En este contexto, se propone el cambio de paradigma necesario para afrontar la escasez de recursos, se ensalza la importancia del agua como elemento transversal garante del cambio requerido, y se aboga por la reutilización del agua y de la energía (incluyendo sus productos derivados tales como fangos, salmueras, etc.) en contextos legislativos facilitadores.

A continuación, se comenta, como otro de los objetivos estratégicos, las soluciones innovadoras basadas en la naturaleza: como la re-identificación del hombre con la naturaleza está permitiendo proporcionar beneficios ambientales, sociales y económicos al medio ambiente, así como aumentar su resiliencia. La implantación de los conceptos de crecimiento verde y economía verde que promueven el uso sostenible de los recursos naturales, y de la "infraestructura verde" o sistemas naturales o seminaturales que aportan beneficios equivalentes a la "infraestructura gris" buscando el equilibrio entre ambas.

El sexto eje se centra en ciudades inteligentes y sostenibles o *Water Smart Cities*, el camino para preparar las ciudades para una mayor resiliencia y para que la acogida del inevitable éxodo rural no conlleve un impacto tan severo como es tradicional en los suburbios, mediante modelos de gestión de las ciudades mejorados. Una vez más, la adecuada gestión del agua juega un papel central en el desarrollo urbano sostenible en las *Smart Cities*, contribuyendo a reducir los impactos de la "crisis del agua" e incluso aumentar la resiliencia en ciudades costeras ante el ascenso del nivel del mar global.

Un eje tan tradicional como importante es la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH), enfocado ahora a la gestión más sostenible, un marco institucional y legal adaptado a las nuevas circunstancias y un fuerte esfuerzo en desarrollos tecnológicos, involucrando a las Administraciones y a los agentes implicados, con especial atención en los usuarios finales como protagonistas principales de los sistemas autosuficientes. La gestión integral mejorada conlleva nuevos sistemas de monitoreo más sensibles, tanto de parámetros cuantitativos como cualitativos. El diseño e implantación de indicadores y marcadores para su interpretación avanzada, utilizando un lenguaje común para toda la sensorica empleada. El principio de recuperación de costes, como elemento indisoluble de la GIRH se analiza, incorporando opciones de valorización, así como el empleo de las *TICs* para la toma de decisiones. La amplitud de la línea de acción permite dar cabida a los grupos dedicados al ocio y salud, balneación, piscinas y cualquier otro agente de difícil inclusión en los desarrollos presentados.

Finalmente, las aguas subterráneas, aguas invisibles y escasamente consideradas en los esquemas de gestión de países húmedos, cobran un protagonismo muy especial. Dadas las actuales circunstancias de adaptación al cambio climático, estas han sido presentadas como un elemento disociado de la gestión integral. En su marco propio, se proponen acciones para el desarrollo de sistemas y tecnologías para su mejor aprovechamiento y monitoreo, acciones para prevenir la contaminación y salvaguardar la calidad en zonas críticas, acciones de recarga gestionada de acuíferos (antes llamada recarga artificial) como acción de altas capacidades para afrontar impactos derivados de los efectos adversos del cambio climático; así como posibilidades de almacenamiento de sustancias inertes en los acuíferos, como pueda ser gas o CO₂, sin olvidar las acciones contra la intrusión marina en acuíferos costeros.



Cada uno de estos objetivos estratégicos temáticos ha desembocado en unas líneas prioritarias, siempre con la visión realista, dinámica y pragmática que caracteriza a la PTEA.

Las líneas de acción de la nueva Agenda Estratégica de Investigación e innovación (SRIA 1.0) han sido propuestas en consonancia con la situación actual del sector, los principales desafíos detectados, indicadores de la aparición de palabras clave en la prensa digital y medios especializados, y muy especialmente, incorporando la información sobre las futuras previsiones que llegan de otros países, con especial atención a los europeos.

Como puede verse, hay numerosos elementos novedosos con respecto a la SRIA 0.5 previa, si bien algunos elementos no han sido resueltos todavía en el marco temporal precedente, y requieren proseguir la investigación-acción en los mismos.

Este documento ha sido elaborado por los técnicos de la Secretaría Técnica de la PTEA, con la supervisión y aprobación del órgano de gobierno de la PTEA (Junta Directiva).

INTRODUCCIÓN.

En este entorno cambiante en el que vivimos, fuertemente influido por las incertidumbres causadas por el Cambio Climático y las necesidades de adaptación y mitigación a este, resulta preciso transformar radicalmente los hábitos de trabajo, de entender nuestro entorno en la nueva era digital y de fomentar la necesidad de una mayor inversión en I+D+i, cuando menos.

El agua constituye un bien escaso y un recurso estratégico y prioritario para el desarrollo socioeconómico y para la preservación del medio ambiente. Todo esto, sumado a la transversalidad del recurso, hace que el sector del agua sea muy heterogéneo y complejo, con una alta dispersión de colectivos, instituciones, empresas y profesionales.

Por ello, surge la necesidad de vivificar el desarrollo global basado en la sostenibilidad del recurso más apoyado en la mayor fluidez de las comunicaciones y en las tecnologías emergentes.



Los Objetivos de Desarrollo Sostenible adoptados en 2015 suponen la participación multinivel en la sostenibilidad del agua potable, el saneamiento básico, calidad del agua, gestión de las aguas

residuales, estrategias para mitigar la escasez e incrementar la eficiencia del uso, sobre la gestión integrada de los recursos hídricos y sobre la protección y restauración de los ecosistemas. La salvaguarda de los recursos hídricos es, por tanto, vital para el planeta y para la sociedad.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



En Europa, el agua tiene una amplia gama de aplicaciones en la vida cotidiana y vigoriza la prosperidad económica, generando una facturación de unos 80.000 millones de euros al año¹. A la diversidad de usos hay que añadir su dimensión medioambiental, su condición de elemento protector de la biodiversidad, el amortiguamiento de los cambios microclimáticos, etc. Pero hay una serie de riesgos que amenazan al recurso y que han hecho que se imponga una estrategia colectiva para la protección de los recursos hídricos, que se ha convertido en una prioridad desde finales de los años setenta: las medidas políticas concertadas a nivel europeo mediante instrumentos y políticas legislativas comunitarias. La Directiva Marco del Agua (DMA, 2000/60 / CE) estableció un marco legal para proteger y restaurar el buen estado de las aguas en Europa y garantizar su uso sostenible a largo plazo. No obstante, existen otras muchas directivas que consideran el agua

¹ [Strategic Research and Innovation Agenda 2.0](#). Water JPI

como elemento central, como son la Directiva 80/68/CEE relativa a la protección de las aguas, la Directiva de agua potable (98/83/CE), la Directiva de aguas de baño (2006/7/CE), la Directiva de aguas residuales urbanas (91/271/CEE), la Directiva de nitratos (91/676/CEE) -estas dos últimas centradas en la contaminación del agua- la Directiva de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro

(2006/118/CE) y la Directiva de inundaciones (2007/60 /CE).

El Plan 2012 para salvaguardar los recursos hídricos de Europa² (COM (2012) 0673 final) podría considerarse actualmente el marco de referencia de la política del agua comunitaria.

Además, son varios miles de proyectos de investigación e innovación los que se han llevado a cabo para desarrollar productos, procesos, servicios y, en definitiva, soluciones tecnológicas para la protección de los recursos hídricos. A modo de ejemplo, el agua estaba identificada como una de las "focus areas" del primer Programa Estratégico Horizonte 2020, que propuso una serie de prioridades para la I+D+i en su programa de trabajo 2014-2015. Las distintas convocatorias del Programa Horizonte 2020 han tenido como objetivo aprovechar nuevas oportunidades de mercado y la salvaguarda de los recursos hídricos, a través de un nuevo enfoque basado en el desarrollo de nuevas herramientas, metodologías y tecnologías para la gestión hídrica.

² COM (2012) 0673 final

³ *Water Resources in Europe in the Context of Vulnerability: EEA 2012 State of Water Assessment*. EEA Report 11/2012.

A pesar de los esfuerzos dedicados, los recursos hídricos continúan bajo presión en muchas regiones y todavía permanecen desafíos importantes en materia de I+D+i. Según la *European Environment Agency* (EEA)³, es probable que esta presión aumente en los próximos años. En este contexto, el principal desafío para Europa es desarrollar soluciones que garanticen el suministro de agua para la prosperidad económica y la preservación de los ecosistemas.



Algunas de las presiones que Europa debe emprender para lograr este objetivo son:

- La competencia entre los diferentes usos del agua (agricultura, servicios públicos, energía, industria y protección del medio ambiente) ha hecho de este recurso un factor limitante. Por ejemplo, en toda la Unión Europea (UE), la agricultura representa aproximadamente una cuarta parte del agua utilizada. Si bien esta cifra alcanza el 80% en los países del sur de Europa⁴. Los recursos hídricos deben ser cuidadosamente asignados y utilizados en los diferentes sectores económicos.
- La Comunicación de 2007 de la Comisión Europea sobre la escasez de agua y las

⁴ *European Environment Agency (2012). Towards Efficient Use of Water Resources in Europe*. EEA Report 1/2012.

sequías⁵ declaró que el estrés hídrico ya afectaba al 30% de la población europea, principalmente a los países del sur, afección que se ha extendido hacia el norte en los últimos años. El cambio climático y la expansión urbana están aumentando la brecha entre el suministro y la demanda de agua, exacerbando la escasez de agua en áreas tradicionalmente inafectadas (se prevé que el número de cuencas fluviales que experimentan escasez de agua aumente hasta en un 50% para 2030).

- Más de la mitad de las masas de agua de Europa no alcanzaron los objetivos de la DMA 2015⁶, principalmente debido a la contaminación difusa



y al tratamiento inadecuado de las aguas residuales, problema que afecta profundamente al Estado español. Los fertilizantes, los microcontaminantes, los contaminantes emergentes y los patógenos ponen en peligro los servicios públicos de agua y la conservación de los ecosistemas. Además, los eventos extremos, como las inundaciones, pueden reducir la calidad del agua por lavado del suelo y acumulación de materia orgánica y finos.

- La disponibilidad de recursos hídricos en muchas áreas se ve afectada por la extracción excesiva de aguas subterráneas y las infraestructuras asociadas. El uso excesivo de agua subterránea para fines agrícolas limita su disponibilidad para otros

usos, lo que puede generar conflictos sociales y una distribución injusta de los recursos naturales entre los distintos sectores. La explotación intensiva del agua subterránea en zonas costeras es causa de intrusión marina.

- Las infraestructuras grises originan en ciertas ocasiones cambios hidromorfológicos, con consecuencias ecológicas adversas.

- A nivel tecnológico, aún se necesitan grandes avances para hacer frente a los nuevos desafíos, como la creciente preocupación por los microorganismos multirresistentes, la necesidad de recuperar y reutilizar los fertilizantes fosforosos y nitrogenados de las aguas residuales, la necesidad de reducir los aportes de energía en todos los procesos del agua, etc.

- Europa cuenta con una experiencia importante en gestión del agua y sigue siendo un líder industrial global en términos de provisión de servicios y desarrollo tecnológico⁷. Al considerar el desempeño de los sistemas de innovación en un contexto global, tres países presentan ventaja sobre la UE⁸: Corea del Sur en un 24%, Estados Unidos en un 22% y Japón en un 14%. La UE-27 mantiene una ventaja en términos de rendimiento sobre Australia, Brasil, Canadá, China, India, Rusia y Sudáfrica, sin embargo, esta ventaja está disminuyendo. Las políticas y los programas deben favorecer las

⁵ [European Commission \(2012\). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, "Report on the review of the European Water Scarcity and Droughts Policy. COM \(2012\) 0672 final.](#)

⁶ [European Environment Agency \(2018\). European Waters – Assessment of Status and Pressures 2018.](#)

⁷ [EU Water Alliance \(2014\). Main Priorities for Water under the Juncker Commission \(2014–2019\).](#)

⁸ [EU Water Alliance \(2014\). Main Priorities for Water under the Juncker Commission \(2014–2019\).](#)

condiciones apropiadas para la I+D+i en el sector agua por razones evidentes.

- En conclusión, mantener la disponibilidad de agua para diferentes usos se ha convertido en un desafío cada vez mayor para la sociedad europea y así debe reflejarse en la legislación comunitaria, además de estar integrada con las restantes políticas sectoriales. Por otro lado, adicionalmente a toda la experiencia en I+D+i adquirida también se plantea necesario desarrollar nuevas herramientas, metodologías y tecnologías para responder de manera más efectiva a los nuevos desafíos para el beneficio de la sociedad.

La Plataforma Tecnológica Española del Agua (PTEA), como *"red de cooperación público-privada para el fomento de la I+D+i en el sector del agua"*, conecta agentes científicos y tecnológicos, liderada por la industria y el sector empresarial. Persigue orientar su actividad a la consecución de los objetivos marcados en la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación, la Estrategia de Lisboa y el Espacio Europeo de Investigación. Así mismo pretende apoyar a las Administraciones para dar respuesta a los grandes retos que afectan al sector del agua en nuestro país.

Actualmente cuenta con 68 entidades asociadas y preserva una estrecha comunicación e intercambio de información con unas 450 organizaciones.

La PTEA tiene como misión la innovación y mejora constante de las tecnologías y procesos aplicables a la gestión sostenible del ciclo integral del agua, así como la mejora del empleo, competitividad e internacionalización del sector.

En definitiva, la PTEA mantiene el reto de promover actividades de I+D+i orientadas a mercado y a la generación de productos, procesos y servicios que tengan un impacto real en la sociedad. También busca favorecer la internacionalización de las empresas del sector del agua, ayudándolas a incrementar su competitividad y su posicionamiento en este escenario.

La Agenda Estratégica de Investigación 2016-2020 pretende ser modernizada a raíz de esta publicación, constituyendo un documento vivo adaptable a las necesidades reales del sector.

Finalmente, conviene remarcar que el periodo de actividad entrante estará marcado por el fortalecimiento de las relaciones de colaboración con otras Plataformas Tecnológicas y de Innovación, con implicación en tres grupos de trabajo (Economía Circular, Ciudades Inteligentes y Big Data e Inteligencia Artificial). También con instituciones públicas, tales como el Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico, el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Agencia Estatal de Investigación y el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, entre otros.

Sin más preámbulo ponemos en sus manos este documento de trabajo como herramienta de consenso y agrupación de intereses de un sector tan relevante para España como es el del *agua*, promoviendo un trabajo conjunto y alineado que ayude a posicionar los intereses nacionales en una posición competitiva más allá de nuestras fronteras.

Contamos con su amable retroalimentación a través de los canales de comunicación de la PTEA, destacando el correo electrónico:

secretariatecnica@plataformaagua.org.

CONTEXTO ACTUAL.

Este documento se ha denominado Estrategia Tecnológica del Agua para el período 2020-2022 (*versión 0.5*), y representa una primera definición de las nuevas líneas de acción de la Plataforma Tecnológica Española del Agua para el horizonte temporal más inminente, aglutinadas y redefinidas en una nueva Agenda Estratégica de Investigación e Innovación. La nueva agenda persigue una mayor “alineación estratégica de objetivos de desarrollo tecnológico e innovación” con los restantes programas e iniciativas que a escala internacional, europea y nacional están definiendo el ecosistema ciencia, tecnología e innovación más inminente.

En un escenario de continuo cambio y adaptación, como es el de la I+D+i, donde es imprescindible anticiparse a las tendencias del mañana para poder posicionar nuestras organizaciones y ser capaces de liderar las innovaciones que transformarán nuestro futuro, este documento pretende ser un punto de partida sobre el que comenzar a construir una estrategia común entre las entidades que forman parte de la PTEA. La estrategia sólo puede ser dinámica y evolucionar constantemente para adaptarse a las futuras realidades del sector del agua.

El contexto actual ha requerido esta acción, como respuesta al diseño del nuevo programa marco, Horizonte Europa, y la Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027.

Este apartado de contextualización recoge el trabajo de análisis de las principales Estrategias, Programas y/o Iniciativas de los grandes objetivos estratégicos (*Strategic Global Targets*), que van a marcar la evolución del sector en los próximos años. La hoja de ruta se ha definido disociando las principales estrategias y planes de referencia, las herramientas de las estrategias y programas y las iniciativas y asociaciones de referencia para la PTEA.

Estas se presentan a continuación en formato de “fichas técnicas” diseñadas con la intención de ganar expresividad y aumentar la facilidad comunicativa.



“El agua es crítica para el desarrollo sostenible, incluyendo la integridad del medio ambiente y el alivio de la pobreza y el hambre, y es indispensable para la salud y bienestar humanos.”

ÁMBITO POLÍTICO

Escala internacional



Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible
Organización de las Naciones Unidas



Ámbito político



Escala internacional



[Enlace web](#)

La Organización de las Naciones Unidas (ONU) aprobó en 2015 la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, una oportunidad para que los países y sus sociedades emprendan un nuevo camino con el que mejorar la vida de todos.

La Agenda cuenta con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que incluyen desde la eliminación de la pobreza hasta el combate al cambio climático, la educación, la igualdad de la mujer, la defensa del medio ambiente o el diseño de nuestras ciudades.

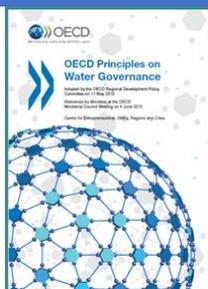
El sector del agua estaría alineado con los siguientes ODS:

Reto 6.- Agua limpia y saneamiento

Reto 12- Producción y consumo responsable

Reto 11- Ciudades y comunidades sostenibles

Reto 13- Acción por el clima.



Principios de Gobernanza del Agua
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE)



Ámbito político



Escala internacional



[Enlace web](#)

Los Principios de Gobernanza del Agua (OECD) proporcionan 12 principios que deben realizar los gobiernos para diseñar e implementar políticas efectivas, eficientes e inclusivas al agua. A día de hoy, han sido respaldados por más de 170 grupos interesados o gobiernos:

- OECD Países Miembros 35
- Países que no son miembros 1
- Grupos interesados 140

La implementación de los principios del OECD, son apoyados por [la Iniciativa de Gobernanza del Agua](#).

ÁMBITO POLÍTICO

Escala europea



World Health Organization

Health topic: Water

Organización Mundial de la Salud (OMS)



Ámbito político



Escala internacional



[Enlace web](#)

Desde la Organización Mundial de la Salud se trabaja globalmente para promocionar la salud, mantener un mundo sano y ayudar a los más vulnerables. Su objetivo es asegurar que todo el mundo tenga cobertura de salud universal, y mejorar su salud y bienestar.

El agua es uno de los *health topics* que defiende la OMS. Se considera un elemento esencial para la vida, de disponibilidad limitada y calidad bajo presión constante. Preservar la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua potable, la producción de alimentos y el uso recreativo del agua.



El Pacto Verde Europeo

La nueva hoja de ruta para dotar a la UE de una economía sostenible.



Ámbito político



Escala Europea



[Enlace web](#)

La Estrategia Europa 2020 planteaba como objeto garantizar la recuperación económica de la Unión Europea (UE) después de la crisis económica y financiera, para construir unas bases sólidas para el crecimiento y la creación de empleo. Con esta estrategia, la Unión Europea (UE) buscaba alcanzar un crecimiento inteligente, a través del desarrollo de los conocimientos y de la innovación, un crecimiento sostenible, basado en una economía más verde, más eficaz en la gestión de los recursos y más competitiva, y un crecimiento integrador, orientado a reforzar el empleo, la cohesión social y territorial.

Con estos antecedentes, en diciembre de 2019 la Comisión Europea presentó el [Pacto Verde Europeo \(European Green Deal\)](#), una nueva estrategia que busca transformar la Unión Europea en una sociedad equitativa y próspera, con una economía competitiva y eficiente en el uso de los recursos, sin emisiones netas de gases de efecto invernadero para 2050 y que aspira a proteger, mantener y mejorar su capital natural, así como la salud y el bienestar de los ciudadanos frente a los riesgos y efectos medioambientales.

El Pacto Verde Europeo establece una hoja de ruta con acciones para:

- impulsar un uso eficiente de los recursos mediante el paso a una economía limpia y circular
- restaurar la biodiversidad y reducir la contaminación.

Para este fin, la Unión Europea pretende movilizar más de un billón de euros en la próxima década, que se destinarán a la puesta en marcha de iniciativas alineadas con las siete líneas de acción que componen la Hoja de Ruta del Green Deal: Energía limpia, Industria Sostenible, Construir y renovar, movilidad sostenible, biodiversidad, del campo a la mesa, y eliminación de la contaminación.



Agenda de Agua Urbana 2030


Ámbito político


Escala Europea


[Enlace web](#)

Es una iniciativa de la Comisión Europea y los gobiernos locales para proteger los recursos hídricos en Europa. Los gobiernos locales tratan de proveer a los ciudadanos servicios relacionados con el agua, además de cuidar los sistemas de agua urbana. Estos gobiernos locales también son partes interesadas críticas en la implementación de las políticas de agua europea, las cuales buscan el buen estado de las aguas.

La iniciativa de la Agenda de Agua Urbana 2030 se empezó a desarrollar entre el 2016-2017 por [ICLEI](#) y [EUROCITIES](#). Se desplegará de forma que estimule el comité político y se realicen acciones para una gestión del agua de manera sostenible en todos los gobiernos locales.



Nuevo Plan de Acción Europeo para la Economía Circular (EU Green Deal)


Ámbito político


Escala Europea


[Enlace web](#)

La Comisión Europea ha adoptado en 2020 un nuevo Plan de acción para la economía circular, uno de los principales elementos del [Pacto Verde Europeo](#), que es el nuevo programa de Europa en favor del crecimiento sostenible. Con medidas a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos, el nuevo Plan de acción tiene por objeto adaptar nuestra economía a un futuro ecológico y reforzar nuestra competitividad, protegiendo al mismo tiempo el medio ambiente y confiriendo nuevos derechos a los consumidores. Sobre la base del trabajo realizado desde 2015, el nuevo Plan se centra en el diseño y la producción con vistas a una economía circular, con el objetivo de asegurar que los recursos utilizados se mantengan en la economía de la UE durante el mayor tiempo posible.





Water Europe

 Escala Europea
 [Enlace web](#)

La *Water Europe* tiene como objetivo mostrar las rutas hacia una mejor explotación y administración de nuestras fuentes de agua por parte de la sociedad y las empresas, mientras se desarrollan soluciones resistentes y sostenibles para nuestros principales desafíos mundiales en materia de agua. [La Agenda Estratégica de Innovación e Investigación \(AEII\)](#) describe cómo estos desafíos pueden convertirse en oportunidades para Europa, para desarrollar nuevas tecnologías, soluciones, modelos de negocio y de gobierno para la sociedad inteligente del agua del futuro. La visión imagina un futuro, donde el agua se evita la escasez y la contaminación de las aguas subterráneas y superficiales en Europa, se evitan los bucles de agua, energía y recursos cerrado en gran medida para realizar una economía circular, el sistema de agua es resistente a los eventos de cambio climático y El negocio europeo relacionado con el agua prospera como resultado de la investigación e innovación con visión de futuro. La VISIÓN se basa en 4 componentes clave (KC) de innovaciones, todas ellas contribuyen a aumentar y valorizar mejor la Valor del Agua, y definiendo conjuntamente el modelo a prueba de futuro de *Water Europe* para una sociedad inteligente y resistente al agua. Estos 4 componentes son el valor del agua, tecnologías, gobernanza e infraestructuras grises y verdes.



Climate-KIC

Climate-KIC



Escala Europea

[Enlace web](#)

EIT Climate-KIC es una comunidad europea de conocimiento e innovación que trabaja para lograr una sociedad próspera, inclusiva y resistente al clima, fundada en una economía circular de cero carbono. Para mantener el aumento de la temperatura mundial por debajo de 2°C es necesario un cambio sin precedentes: nuevas dinámicas sociales, formas de hacer negocios, flujos de capital, formulación de políticas, modelos económicos y nuevas formas de vida. Ninguna organización puede resolver el cambio climático por sí sola. Esta KIC tiene cuatro grandes áreas temáticas:

- Transiciones urbanas
- Sistemas de producción sostenible
- Métricas de decisión y finanzas
- Uso sostenible de la tierra (incluye el agua).



ÁMBITO POLÍTICO

Escala nacional



Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)

Ministerio para la Transición Ecológica



Ámbito político



Escala nacional



[Enlace web](#)

El Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC) define los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de penetración de energías renovables y de eficiencia energética. Determina las líneas de actuación y la senda que, según los modelos utilizados, es la más adecuada y eficiente, maximizando las oportunidades y beneficios para la economía, el empleo, la salud y el medio ambiente; minimizando los costes y respetando las necesidades de adecuación a los sectores más intensivos en CO₂. Es un documento programático que debe presentarse a la Comisión Europea para su evaluación y que será debatido con los distintos agentes en España en el corto plazo.

Las medidas del Plan relacionadas con el aprovechamiento de los recursos hídricos tendrán en consideración la protección de Dominio Público Hidráulico (DPH), así como el estado de las masas de agua. Concretamente, aquellas medidas que puedan afectar a los sistemas fluviales compatibilizarán la planificación del aprovechamiento sostenible de los recursos hídricos con la conservación de los ecosistemas acuáticos.



Estrategia española de Bioeconomía
 Horizonte 2030

Estrategia Española de Bioeconomía

Ministerio de Economía y Competitividad y
 Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente



Ámbito político



Escala nacional



[Enlace web](#)

La Estrategia Española de Bioeconomía tiene por objeto impulsar la actividad económica y mejorar la competitividad y sostenibilidad de los sectores productivos que están ligados al empleo de los recursos de base biológica, promoviendo la generación de conocimiento y su utilización para el desarrollo y aplicación de tecnologías derivadas, a través de la colaboración dentro del sistema de ciencia y tecnología y de las entidades españolas

públicas y privadas. Igualmente, se contempla el desarrollo competitivo de nuevos sectores industriales y de nuevas capacitaciones profesionales.

La estrategia incorpora como sectores objeto de atención al agroalimentario, al sector forestal y de derivados de la madera, al de los bioproductos industriales, así como al de la bioenergía obtenida de la biomasa o el de los servicios asociados a los entornos rurales. Todo ello, en el contexto de una actividad condicionada por la creciente limitación de la disponibilidad de agua y la necesidad de una gestión sostenible basada en la ciencia y la tecnología.

GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN

AGENDA 2030

Ámbito político

Escala nacional

[Enlace web](#)

Estrategia Española de Economía Circular 2030

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Ministerio de Ciencia e Innovación

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación

Ministerio de Industria, Comercio y Turismo

Ministerio de consumo

Ministerio de Derechos Sociales y Agenda 2030

La Estrategia Española de Economía Circular, España Circular 2030 sienta las bases para impulsar un nuevo modelo de producción y consumo en el que el valor de productos, materiales y recursos se mantengan en la economía durante el mayor tiempo posible, en la que se reduzcan al mínimo la generación de residuos y se aprovechen con el mayor alcance posible los que no se pueden evitar. La Estrategia contribuye así a los esfuerzos de España por lograr una economía sostenible, descarbonizada, eficiente en el uso de los recursos y competitiva.

La Estrategia Española de Economía Circular (EEEC) se alinea con los objetivos de los dos planes de acción de economía circular de la Unión Europea, "Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular" de 2015 y "Un nuevo Plan de Acción de Economía Circular para una Europa más limpia y competitiva" de 2020, además de con el Pacto Verde Europeo y la Agenda 2030 para el desarrollo sostenible.

En esta estrategia estará muy representado el sector del agua, dado que se cuenta con un eje de actuación y medidas concretas centrado en reutilización del agua.



ÁMBITO NORMATIVO

Escala europea



Directiva Marco del Agua

Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea



Ámbito normativo



Escala europea



[Enlace web](#)

La [Directiva 2000/60/CE \(enlace\)](#), conocida como la Directiva Marco del Agua (DMA), establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas y entró en vigor el 22 de diciembre del 2000. Esta ha representado un hito en la gestión de los recursos hídricos y sus ecosistemas relacionados.

Nació como respuesta a la necesidad de unificar las actuaciones en materia de gestión de agua en la Unión Europea. El objetivo de esta Directiva es proteger las aguas tanto en términos cualitativos como cuantitativos y garantizar así su sostenibilidad en la Comunidad Europea.

La DMA permite establecer unos objetivos medioambientales homogéneos entre los Estados Miembros para las masas de agua y avanzar juntos en su consecución, compartiendo experiencias.

Adicionalmente a la DMA existe otra normativa comunitaria sobre protección de las aguas:

- 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 ([enlace](#)).
- 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 ([enlace](#)).
- Directiva 2006/11/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2006, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la comunidad ([enlace](#)).
- Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE ([enlace](#)).
- Directiva 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano ([enlace](#)).
- Directiva 91/271/CE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas ([enlace](#)).
- Directiva 91/676/CE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura ([enlace](#)).

- Directiva 2008/105/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 16 de diciembre de 2008 relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas ([enlace](#)).

Otros documentos de referencia:

- Propuesta de REGLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO relativo a los requisitos mínimos para la reutilización del agua ([enlace](#)).

ÁMBITO NORMATIVO

Escala nacional

La trasposición de la Directiva 2000/60/CE en España se realizó mediante la Ley 62/2003, de 30 de diciembre, de medidas fiscales, administrativas y del orden social que incluye, en su artículo 129, la modificación del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por la que se incorpora al derecho español la Directiva 2000/60/CE, estableciendo un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas ([enlace](#)).

En lo que respecta al resto de normativa comunitaria, su trasposición a la legislación en España se ha recogido a continuación:

- Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, publicado en el BOE N° 171, de 15 de julio de 2010 ([enlace](#))
- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro, transpone al ordenamiento jurídico español la 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 ([enlace](#)). Real Decreto 1075/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica el anexo II del Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro ([enlace](#)).
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental ([enlace](#)).
- Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño ([enlace](#)).
- Real Decreto 902/2018, de 20 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, y las especificaciones de los métodos de análisis del Real Decreto 1798/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula la explotación y comercialización de aguas minerales naturales y aguas de manantial envasadas para consumo humano, y del Real Decreto 1799/2010, de 30 de diciembre, por el que se regula el proceso de elaboración y comercialización de aguas preparadas envasadas para el consumo humano ([enlace](#)).

- La Directiva 91/271/CEE, modificada por la Directiva 98/15/CE, define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas. Esta Directiva ha sido transpuesta a la normativa española por el R.D. Ley 11/1995 ([enlace](#)), el R.D. 509/1996 ([enlace](#)), que lo desarrolla, y el R.D. 2116/1998 que modifica el anterior. Por su parte, la Decisión de Ejecución de la Comisión 014/431/UE, de 26 de junio de 2014 establece los modelos de presentación de la información que los Estados miembros deben remitir a la Comisión Europea sobre los programas establecidos para el desarrollo y cumplimiento de la citada Directiva ([enlace](#)).
- Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias ([enlace](#)).



PROMOCIÓN DE LA I+D+I

Escala europea



EUR-Lex

**Iniciativa emblemática:
UNIÓN POR LA INNOVACIÓN**



Ámbito promoción I+D+i



Escala europea



[Enlace web](#)

En el marco de la [Estrategia Europa 2020](#), la Unión Europea (UE) elaboró su política de desarrollo e innovación “Unión por la innovación”. En concreto, el planteamiento seguido se centraba en la innovación dentro de aquellos ámbitos que representan los desafíos para la sociedad europea, tales como el cambio climático, la eficiencia energética, la seguridad alimentaria, la salud y el envejecimiento de la población, y una menor disponibilidad de recursos.

Los grandes avances en los que se planteaba trabajar son: formas de reducir drásticamente las emisiones de CO₂ y otras fuentes de contaminación; fuentes alternativas de energía y sustitutos de materias primas cada vez más escasas; reducción y reciclaje de residuos y supresión de los vertederos; mejoras en la calidad del abastecimiento de agua y un uso más eficiente de la misma, acelerar la innovación en el sector del agua, etc.

En este sentido, entre los objetivos que debían alcanzarse en 2020, estaba el de invertir el 3% del Producto Interior Bruto de la UE en materia de investigación y desarrollo.

Innovación abierta, ciencia abierta y apertura al mundo son los tres principales objetivos de las políticas de investigación e innovación de la UE a día de hoy. Los estableció el comisario Carlos Moedas en 2015.



PROMOCIÓN DE LA I+D+i

Escala nacional



Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación

Ministerio de Economía y Competitividad



Ámbito promoción I+D+i



Escala nacional



[Enlace web](#)

La [Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación](#) es el instrumento marco en el que quedan establecidos los objetivos generales a alcanzar durante el período 2013-2020 ligados al fomento y desarrollo de las actividades de I+D+i en España. Estos objetivos se alinean con los que marca la Unión Europea dentro del nuevo programa marco para la financiación de las actividades de I+D+i «Horizonte 2020» para el período 2014-2020, contribuyendo a incentivar la participación de los agentes del Sistema Español de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) en el espacio europeo.

El Plan Estatal es el principal instrumento de la Administración General del Estado para el desarrollo y consecución de los objetivos de la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020 y de la Estrategia Europa 2020, e incluye las ayudas estatales destinadas a la I+D+i, que se otorgan preferentemente a través de convocatorias en régimen de concurrencia competitiva.

El Plan Estatal trata temáticas como la acción sobre cambio climático y eficiencia en la utilización de recursos y materias primas, con especial atención en los aspectos ligados a los recursos hídricos, particularmente los sistemas de gestión integral del agua, las tecnologías orientadas a la eficiencia del regadío, la reducción de la contaminación hacia estos recursos, etc.

El Plan Estatal 2017-2020, al igual que el correspondiente al período 2013-2016, está integrado por cuatro programas estatales que corresponden a los objetivos generales establecidos en la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación 2013-2020:

- Promoción del talento y su empleabilidad
- Generación de conocimiento y fortalecimiento del sistema
- Liderazgo empresarial en I+D+i
- I+D+i orientada a los retos de la sociedad.

Próximamente se publicará la nueva Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación para el periodo 2021-2027.

Idiagua - Innovación e Investigación en el sector del agua. Líneas Estratégicas

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente

Ámbito promoción I+D+i

Escala nacional

[Enlace web](#)

El documento de líneas estratégicas [IdiAgua](#), trabajado en el marco del Sistema Español de Gestión del Agua con las principales asociaciones empresariales del sector, define los ámbitos de innovación e investigación en el ciclo del agua, así como las prioridades del sector y las necesidades para la gestión pública del agua.

La consulta realizada a diferentes plataformas tecnológicas, asociaciones empresariales y entidades relacionadas con el sector del agua de ámbito nacional, analizaba hasta 23 líneas de I+D+i dentro del ciclo integral del agua, englobadas dentro de cinco ámbitos de innovación, que hacían referencia y afectaban a la toma de datos, la ingeniería y las tecnologías necesarias para el análisis, la planificación de medidas, la ejecución de infraestructuras e instalaciones, así como procesos de operación, seguimiento y control que forman parte de la gestión del ciclo de utilización del agua.

Dentro del mismo documento, en el ámbito estrictamente nacional y según el ejercicio de clasificación realizado en el marco de las Estrategias de Especialización Inteligente (RIS3), las 4 líneas de investigación más importantes para las Comunidades Autónomas son las siguientes:

- Depuración de aguas residuales
- Gestión integral de los recursos hídricos
- TIC al servicio de la gestión del agua y su gobernanza
- Control remoto de consumos.

Agenda Estratégica de Investigación 2016-2020

Plataforma Tecnológica Española del Agua

Ámbito promoción I+D+i

Escala nacional

[Enlace web](#)

La [Agenda Estratégica de Investigación 2016-2020 de la PTEA](#) es un instrumento que sintetiza un conjunto de líneas estratégicas, las cuales permiten materializar y concretar la posición estratégica futura deseada de los socios de la PTEA, a partir de la posición actual de necesidades y capacidades que se han identificado como sector.

En otras palabras, es la reflexión sobre la potencialidad que el sector del agua, en materia de I+D+i, tiene en España; cuáles son los retos identificados y cuáles las capacidades de los diferentes organismos que constituyen la PTEA para poder afrontar esos retos – cuáles son nuestros puntos fuertes y diferenciadores frente a otros países o regiones-. El fin último de la Agenda Estratégica es el dar a conocer estas líneas estratégicas a la Administración Pública y a los diferentes órganos financiadores, para conseguir un posicionamiento más avanzado y para que estas líneas sean introducidas en los futuros planes y programas de trabajo multiescala y multietápicos. La Agenda Estratégica es un instrumento de trabajo periódico que se va actualizando cada cierto tiempo para recoger la y plasmar la evolución del sector. Por la tanto, la Agenda Estratégica de Investigación de la PTEA es un documento de consulta permanente, que tiene como propósito congrega a los equipos de trabajo, coordinar sus esfuerzos y aglutinar los intereses de todos los representados por la PTEA.

Los protagonistas inequívocos en la redacción de la agenda son los Grupos de Trabajo de la PTEA, los cuales fueron reestructurados en 2015.



Contribución de las Plataformas Tecnológicas Españolas en la transición hacia una Economía Circular

Grupo Interplataformas de Economía Circular


Ámbito promoción I+D+i


Escala nacional

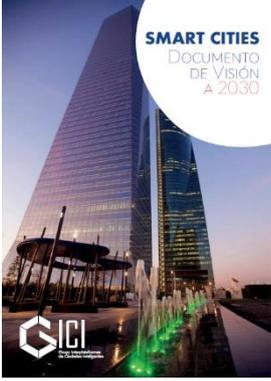

[Enlace web](#)

El [Grupo Interplataformas de Economía Circular \(GIEC\)](#) se constituyó en junio de 2014 por un grupo de seis Plataformas Tecnológicas y de Innovación Españolas, PLANETA (actualmente extinta), SusChem-España, *Food for Life*-Spain, PTEA, PLATEA y MANU-KET, que tienen entre sus prioridades promover el uso eficiente de recursos. El Grupo Promotor lo integran SusChem-España, *Food for Life*-Spain, PTEA, PLATEA y MANU-KET.

Este Grupo Interplataformas está dirigido a explotar el potencial de la innovación para promover la aplicación del concepto de economía circular en distintos sectores productivos estratégicos, contribuyendo así mismo a la implementación de las estrategias nacionales y europeas en este ámbito. GIEC se dedica a poner en marcha diversas actividades orientadas a dar a conocer el concepto de economía circular, instrumentos de financiación de la I+D+i en economía circular y a mostrar casos de éxito y facilitar la búsqueda de socios entre los agentes de distintos sectores y cadenas de valor.

Dado que la economía circular se basa en el aprovechamiento de recursos y en la colaboración intersectorial se decidió a comienzo de 2016 ampliar la composición del grupo, estando actualmente conformado por un total de 25 Plataformas Tecnológicas y de Innovación Españolas, las cuales representan sectores estratégicos que apoyan la transición hacia este modelo.

El Plan de Acción del Grupo Interplataformas, establece unas acciones prioritarias en relación con los plásticos, los residuos de alimentos, las materias primas críticas, la construcción y los residuos de demolición, la biomasa y los bioproductos y el agua.



SMART CITIES
DOCUMENTO DE VISIÓN A 2030

Documento Visión 2030 GICI
Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes

-  **Ámbito promoción I+D+i**
-  **Escala nacional**
-  **[Enlace web](#)**

Este documento supuso el punto de partida para promover el desarrollo de un catálogo de soluciones para las ciudades inteligentes que permita mostrar las capacidades nacionales en el sector de las ciudades inteligentes.

Objetivo: agrupar y promocionar las soluciones y productos tecnológicos desarrollados a nivel nacional para el campo de las ciudades inteligentes.

Plataforma dinámica en la que poder visualizar y actualizar de forma ágil y sencilla las capacidades del tejido industrial y tecnológico nacional.

El sector del agua entiende como "ciudad inteligente" un ecosistema en el que es preciso mantener un equilibrio y unas condiciones de calidad, sostenibilidad y de integración, que favorezcan el desarrollo de la vida, garantizando la satisfacción de los ciudadanos.

Cada ficha (disponibles en www.gici.eu) está formada por 3 apartados en los que se solicita información sobre:

- Datos generales de la solución y entidad que la proporciona
- Datos específicos de la solución
- Métricas de evaluación de la solución.



White-paper Big Data e Inteligencia Artificial
Iniciativa Interplataformas sobre Big Data e Inteligencia Artificial

-  **Ámbito promoción I+D+i**
-  **Escala nacional**
-  **[Enlace web](#)**

En los últimos años el fenómeno conocido como Big Data e Inteligencia Artificial ha estado ganando la atención y el interés de las empresas e investigadores de todo el mundo. Tales desafíos se derivan de la propia idiosincrasia del Big Data y de sus principales propiedades, que se conocen como las 5Vs del Big Data: Volumen, Velocidad, Variedad, Veracidad y Valor.

La Iniciativa Interplataformas Big Data e Inteligencia Artificial, de la cual forma parte la Plataforma Tecnológica Española del Agua, y que está promovida y coordinada por la plataforma PLANETIC, es una iniciativa de varios sectores industriales españoles,

representados por sus respectivas plataformas tecnológicas, que surge para dar respuesta a una creciente demanda y a las expectativas generadas en torno a los datos y su tratamiento.

Este *whitepaper* pretende describir el estado actual del Big Data e Inteligencia Artificial en el panorama español, establecer el estado actual de la investigación, las infraestructuras, las tecnologías existentes y los espacios disponibles para identificar los puntos fuertes y los espacios de mejora. Estudia aspectos de diversos sectores, como el del agua y su digitalización, y la aplicación de tecnologías inteligentes para control y gestión de infraestructuras hídricas y servicios derivados con el objetivo de garantizar servicios públicos sostenibles y seguros en el futuro.

El documento recoge el trabajo de recopilación realizado hasta la fecha, y el análisis posterior, de cara a identificar prioridades de financiación y potenciar y difundir el valor existente.



PROMOCIÓN DE LA I+D+I

Herramientas y programas

Horizonte 2020



 Escala europea
 [Enlace web](#)

HORIZONTE 2020 (H2020) ha sido, hasta la fecha, el mayor programa de financiación en investigación e innovación a nivel europeo (2014-2020). Visto como un medio para impulsar el crecimiento económico y crear empleos, cuenta con el respaldo político de los principales líderes de Europa y miembros del Parlamento Europeo.

El objetivo es asegurar que Europa produzca ciencia del más alto nivel, elimine las barreras que frenan la innovación y facilite que los sectores público y privado puedan trabajar conjuntamente por la innovación.

En el marco de H2020, el sector del agua tiene amplia cabida dentro de los diferentes pilares. Si bien, las grandes temáticas donde el sector y la aplicación de sus avances tienen una relación directa son:

- Reto social 2: Seguridad alimentaria, agricultura y silvicultura sostenibles, investigación marina, marítima y de aguas interiores y bioeconomía.
- Reto social 5: Acción por el clima, medio ambiente, eficiencia de los recursos y materias primas.

Horizonte Europa



 Escala europea
 [Enlace web](#)

Horizonte Europa será el próximo Programa Marco de Investigación e Innovación de la UE para el periodo 2021-2027, propuesto por la Comisión Europea, que sucederá al actual Horizonte 2020.

Se prevé que Horizonte Europa será el programa de financiación de investigación e innovación más grande y con el mayor presupuesto de la historia. Horizonte Europa apoyará la internalización de las entidades de investigación: relaciones europeas con socios internacionales, así como con países fuera de la UE por parte del sector privado, fundaciones y otras partes interesadas. El objetivo del programa es mantener el nivel de la investigación en la UE y conseguir, con dicha investigación e innovación, mejorar la

competitividad de la industria europea a nivel global; sin olvidar, la búsqueda de soluciones y el bienestar de los ciudadanos.

Horizonte Europa mantiene la importancia del Agua y se abren muchas alternativas en las que encontrar financiación a proyectos; en particular, en el marco del Cluster 6 "Alimentación, bioeconomía, recursos naturales, agricultura y medio ambiente", entre otros clústeres. Además, entre los candidatos a constituirse como "*partnership*" europeo se encuentra "Water4All: *Water security for the planet*"; y una de las cinco áreas de las novedosas Misiones es "Salud de océanos, mares y aguas costeras y continentales".

Water JPI – SRIA 2.0



 Escala europea
 [Enlace web](#)

La iniciativa SRIA 2.0 (*Strategic Research & Innovation Agenda 2.0*) surgió como resultado del consenso y colaboración entre diferentes socios de la *Water JPI*. La misión del programa *Water JPI* es reforzar la colaboración y coordinación en I+D+i en agua entre Estados Miembros, con el fin de reforzar el liderazgo y competitividad de Europa en el sector hídrico.

SRIA 2.0 es la tercera versión existente, después de SRIA 0.5 y SRIA 1.0. Proporciona una visión integrada de las prioridades en I+D+i en el sector del agua a nivel global, europeo y regional.

Se impulsa con el objetivo de establecer las directrices e identificar posibles líneas de investigación futuras, al mismo tiempo de facilitar el acceso a estas líneas de investigación a accionistas, autoridades políticas, agencias regulatorias, investigadores y empresas de suministro de agua.

PRIMA



 Escala europea
 [Enlace web](#)

PRIMA (*Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area*) es el programa conjunto más ambicioso que se emprenderá en el marco de la cooperación euromediterránea. Lo forman Estados Miembros de la Unión Europea, países involucrados en la iniciativa *Horizon 2020* y países socios del Mediterráneo Sur.

El principal objetivo es construir capacidades de investigación e innovación y desarrollar conocimientos y soluciones innovadoras para sistemas agroalimentarios y de gestión y suministro integral del agua en la zona Mediterránea. Todo ello, con el fin de hacerlos más sostenibles social y medioambientalmente, más resistentes al clima y más económicos y eficientes. Otros temas de interés que se abarcan son la escasez de agua, seguridad

alimentaria, reutilización, cambio climático, economía circular, recarga gestionada de acuíferos (MAR), etc.

PPP SPIRE



Sustainable Process Industry through
Resource and Energy Efficiency



Escala europea



[Enlace web](#)

El *Sustainable Process Industry through Resource and Energy Efficiency (SPIRE)* es un *Public-Private Partnership (PPP)* creado para una industria de procesos sostenible a través del uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética. En la PPP SPIRE están presentes los sectores del cemento, cerámica, minerales, ingeniería, metales no ferrosos, acero, químico y agua.

SPIRE es una asociación contractual público-privada dedicada a la innovación en materia de recursos y eficiencia energética de los procesos industriales. Tiene por objeto la integración, demostración y validación de sistemas y tecnologías capaces de cumplir con los siguientes puntos clave relacionados con la eficiencia energética y de recursos.

Actualmente todas las asociaciones público-privadas están sufriendo una evolución y/o reestructuración para adaptarse al nuevo Programa Horizonte Europa. En el caso de *SPIRE*, la nueva propuesta se postulará previsiblemente como una de las nuevas asociaciones de co-programación (*co-programming partnerships*) bajo el título *Climate Neutral and Circular Industry, SPIRE-CCNI* (aún pendiente de confirmar).

La visión principal de *SPIRE-CCNI* estará relacionada con:

- Una amplia gama de áreas de intervención en:
 - o *cluster 4 'Digital, Industry and Space'*
 - o *cluster 5 'Climate, Energy and Mobility'*
- Algunas áreas de intervención del cluster 6 *'Food and Natural Resources'*
- Dos de las primeras Misiones del futuro Horizonte Europa:
 - o *Adaptation to Climate change*
 - o *Climate-Neutral & Smart Cities*



Bio-Based Industries Joint Undertaking (BBI JU) - SIRA (Strategic Innovation & Research Agenda)



Bio-based Industries Joint Undertaking (BBI JU) es una asociación contractual público-privada entre la UE y *Bio-based Industries Consortium*. Operando bajo *Horizon 2020*, está movido por su propia *SIRA (Strategic Innovation and Research Agenda)*.

Los proyectos e iniciativas de BBI ayudarán a construir una economía circular europea conjunta y hacer los sectores industriales más competitivos.

La orientación estratégica se centra en:

- Suministro de materia prima sostenible de origen biomásico
- Procesamiento de carácter innovador
- Productos innovadores de base bio para aplicaciones específicas
- Incorporación al mercado de aplicaciones y productos de base bio.

La BBI también está reorientando su esquema de cara a Horizonte Europa, siendo también candidata a uno de los nuevos "partnerships" como Circular bio-based Europe.

PPP Factories of the future



EFFRA es una asociación público-privada de la Unión europea centrada en la investigación de fabricación avanzada e innovación.

Con el objetivo de alcanzar una fabricación económica, social y medioambientalmente sostenible y la fabricación de productos del futuro, los principales temas de investigación que aborda son:

- Procesos de fabricación avanzados
- Sistemas de fabricaciones adaptables e inteligentes
- Fábricas digitales, virtuales y eficientes en recursos
- Empresas móviles y colaboradoras
- Fabricación centrada en las personas
- Fabricación centrada en los clientes.

PROMOCIÓN DE LA I+D+i

Iniciativas y Asociaciones de Referencia

European Innovation Partnership on Water



Escala europea



[Enlace web](#)

Las *European Innovation Partnership (EIPs)* tienen como objetivo acelerar las innovaciones que contribuyen a resolver los desafíos de la sociedad, mejorar la competitividad de Europa y contribuir a la creación de empleo y el crecimiento económico. Ayuda a reunir experiencia y recursos al aglutinar a actores públicos y privados a nivel de la UE, nacional y regional, combinando medidas de oferta y demanda, tales como la generación de mapas de tecnología de demanda temprana.

La *European Innovation Partnership on Water (EIP Water)* facilita el desarrollo de soluciones innovadoras para hacer frente a los principales desafíos europeos y mundiales del agua. Al mismo tiempo, apoya la creación de oportunidades de mercado para estas innovaciones, tanto dentro como fuera de Europa.

El objetivo de la *EIP Water* es eliminar las barreras mediante el avance y el aprovechamiento de las soluciones existentes. La *EIP Water* promueve y pone en marcha procesos de colaboración para el cambio y la innovación en el sector del agua en todo el sector público y privado, organizaciones no gubernamentales y el público en general.

Actualmente la *EIP Water* ha informado que dejará de existir a finales de 2020, si bien todo el esfuerzo de casi una década de andadura ha quedado accesible para el sector, que reconoce y agradece su intensa acción por la I+D+i del Agua a nivel europeo.

European Innovation Partnership (EIP) on Raw Materials



Escala europea



[Enlace web](#)

European Innovation Partnership (EIP) on Raw Materials es una plataforma de participación que reúne representantes de los sectores de industria, servicios públicos y ONGs para guiar a Estados Miembros, Comisión Europea y participantes privados en materia de soluciones innovadoras a los retos relacionados con materias primas.

El objetivo principal es ayudar a aumentar la contribución de la industria al PIB de la UE a alrededor del 20% para 2020.

Asociación Internacional de Hidrogeólogos



**International Association
of Hydrogeologists**
the World-wide Groundwater Organisation



Escala
internacional
[Enlace web](#)

La Asociación Internacional de Hidrogeólogos (IAH) es una organización científica y educativa para científicos, ingenieros, gerentes de agua y otras profesiones que trabajen en el campo de la planificación, gestión y protección del recurso "agua subterránea". Su misión es promover el uso racional y proteger los recursos de agua subterráneas. Fue fundada en 1956 y cuenta con más de 4.000 asociados en la actualidad.

La IAH tiene como objetivo ser una sociedad internacional líder para la ciencia y la práctica de la hidrogeología y ser una fuente de información reconocida mundialmente; además de ser un facilitador para la transferencia de conocimiento. Entre sus cometidos, generan concienciación de los problemas de las aguas subterráneas y trabajan con agencias nacionales e internacionales para promover el uso de este recurso, y asegurar su acceso como agua potable. Además, promueven la protección, conservación y mejora de los acuíferos.

Asociación Internacional de Ingeniería Hidro-Ambiental e Investigación (IAHR)



**International Association
for Hydro-Environment
Engineering and Research**

Hosted by
Spain Water and IWHR, China



Escala
internacional
[Enlace web](#)

La Asociación Internacional de Ingeniería Hidro-Ambiental e Investigación (IAHR), desde su creación en 1935, la Asociación Internacional de Ingeniería Hidro-Ambiental e Investigación (IAHR), organización internacional independiente de científicos, ingenieros y especialistas, trabaja en el ámbito de la ingeniería y las ciencias ambientales y del agua con el objetivo último de contribuir a la construcción de unas sociedades más sostenibles y resilientes.

La IAHR estimula y promueve la investigación y su aplicación compartiendo nuevos conocimientos en red, estableciendo estándares para la industria, promoviendo prácticas sostenibles y una mejor gestión del agua y apoyando el desarrollo y formación de jóvenes profesionales. Sus actividades cubren la totalidad del ciclo del agua, ofreciendo una visión holística del mismo, y abarcan temas tan diversos como la hidráulica marítima, la eco-hidráulica, la hidro-informática, la educación o el desarrollo profesional.

El trabajo en grupo en torno a una serie de áreas prioritarias, organizadas por comités técnicos, los congresos mundiales y regionales, los cursos de formación, la participación en programas internacionales de la UNESCO, GWP, ICSU y la OMM entre otros o la cooperación con otras organizaciones nacionales en el ámbito del agua, son algunas de las innovadoras formas en que la asociación contribuye al avance de la ciencia y la ingeniería con un enfoque sostenible.

The International Water Association



Escala
internacional
[Enlace web](#)

La *International Water Association (IWA)* es una plataforma abierta donde tanto la innovación como las adaptaciones a nuevas tecnologías pueden generar fricción. Es un lugar de difusión, evaluación comparativa y evidencia.

El agua apunta a cualquier aspecto de la existencia humana y medioambiental. Los problemas a los que el mundo se enfrenta ahora en temas de agua requieren una respuesta global. Los miembros de IWA que se pueden encontrar en 130 países, forman la mayor red internacional de profesionales en temas de agua que trabajan para su uso racional.

Trabajan para contribuir a la progresión de la gestión del agua globalmente, mediante innovación, soluciones y servicios orientados. La transformación no puede ocurrir de manera espontánea, sino que los problemas deben ser fomentados y debatidos entre la institución *IWA* y sus miembros.

Sus programas desarrollan la investigación y los proyectos centrados en soluciones del agua y su gestión. Organizan eventos a nivel mundial donde llevan la información, la tecnología y las prácticas más recientes en temas de agua. Trabajan para poder meter el agua como parte de la Agenda política global y para influenciar mejores prácticas de regulación y normativas, a través de los miembros globales de *IWA*.

International Water Resources Association



Escala
internacional
[Enlace web](#)

La *International Water Resources Association (IWRA)* es una red internacional de expertos multidisciplinares en recursos hídricos. Establecida en 1971, es una organización educativa, no gubernamental y sin fines de lucro. La asociación ofrece un foro global basado en el conocimiento para unir disciplinas y geografías conectando profesionales, estudiantes, individuos, corporaciones e instituciones que se preocupan por el uso sostenible de recursos hídricos del mundo. El objetivo de *IWRA* es mejorar y ampliar la comprensión de los recursos hídricos a través de la educación, la investigación y el intercambio de información. Esto se basa en la creencia central de que la sostenibilidad requiere cooperación interdisciplinaria e internacional.

IWRA busca mejorar continuamente la toma de decisiones sobre los recursos hídricos mediante el avance de la comprensión colectiva de los aspectos físicos, ecológicos, químicos, institucionales, sociales y económicos, principalmente a través de los congresos

mundiales del agua, publicaciones (*Water International*, newsletters, policy briefs, ediciones especiales), proyectos y grupos de trabajo (calidad de agua, manejo inteligente de los recursos hídricos, seguridad del agua, agua y cambio climático, etc.), webinaros y premios en varias categorías. Los miembros de esta asociación internacional abarcan una variedad de profesiones y disciplinas académicas, ya sea como compañías, instituciones o individuos, y están comprometidos con el desarrollo profesional y la creación de redes para mantener nuestros recursos hídricos, beneficiándose de accesos exclusivos a publicaciones, descuentos y material del congreso mundial del agua, listas de correo y directorio de miembros de *IWRA*, eventos especiales con miembros, *partners* y otros actores, disseminación de información en redes sociales, capítulos nacionales y regionales, grupos de trabajo, entre otros.



OBJETIVOS ESTRATÉGICOS EN EL SECTOR DEL AGUA.

PROPUESTA DE LÍNEAS PRIORITARIAS

Análisis y recopilación de líneas estratégicas, de acuerdo con el enfoque e impacto del sector y con las tecnologías del agua en el panorama estratégico

ACCIÓN POR EL CLIMA

AGUA 4.0 - TECNOLOGÍAS HABILITADORAS DIGITALES

NEXO AGUA-ENERGÍA-ALIMENTACIÓN

ECONOMÍA CIRCULAR

SOLUCIONES INNOVADORAS BASADAS EN LA NATURALEZA

CIUDADES INTELIGENTES

GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS

AGUAS SUBTERRÁNEAS





1. ACCIÓN POR EL CLIMA

1. ACCIÓN POR EL CLIMA

ACONTECIMIENTOS RELACIONADOS CON EVENTOS EXTREMOS

El deshielo de los casquetes polares y los glaciares, el aumento del nivel del mar, la sequía, las lluvias torrenciales... El agua; dulce y salada, su disponibilidad y capacidad de gestionarla; está directamente afectada por el calentamiento global, lo que a su vez implica un cambio en nuestra relación con ella.

El sector del agua es uno de los sectores más afectados por el cambio climático. Así lo muestran los registros de observaciones y las proyecciones climáticas, que aportan abundante evidencia de este hecho.

Hay muchos y variados efectos del cambio climático referidos al agua: sequías, inundaciones, tormentas, aumento del nivel del mar por efecto del deshielo, aumento del contenido de vapor de agua en la atmósfera, cambios en la humedad del suelo y en la escorrentía, etc. Todo ello, repercute gravemente en los ecosistemas y en la sociedad humana.

Si no se toman medidas al respecto, el impacto y la intensidad de estos sucesos será cada vez mayor con el tiempo. Así, durante el siglo XX, la precipitación ha aumentado en mayor medida en extensiones terrestres y en latitudes septentrionales altas, y ha disminuido entre los 10°S y los 30°N a partir de los años 70. En la mayoría de las áreas, la frecuencia de fenómenos de precipitación intensa (o la proporción total de lluvia descargada por lluvias intensas) ha aumentado.

En el sur de Europa se está produciendo un incremento del estrés hídrico, es decir, precipitación y escorrentía anual decreciente, acompañado de eventos extremos de precipitación cada vez más intensos y frecuentes en muchas regiones [IPCC, 2014]⁹, sumado a una alta incertidumbre en los resultados de los modelos climáticos.

Adicionalmente, la calidad del agua también se está viendo afectada por el cambio climático, principalmente por el aumento de la temperatura del agua, que determina una reducción de la concentración de oxígeno disuelto, así como por la reducción de la dilución de contaminantes durante las sequías. Igualmente, la calidad del agua se puede afectar por un aumento de sedimentos, nutrientes y contaminantes durante inundaciones.

Además, los impactos sobre el ciclo hidrológico no sólo dependen de la temperatura, sino también del tipo de suelo y del uso de la tierra. Estos tienen consecuencias ya observadas que afectan a sectores relevantes (producción agrícola y forestal, el suministro de agua, la producción hidroeléctrica, etc.). Esto llevará implícito que se generen dificultades en la actividad económica de importantes sectores estratégicos para nuestro país, como son



⁹ [Quinto Informe de Síntesis del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático \(IPCC por sus siglas en inglés\)](#)

turismo, producción agrícola y forestal, energía, suministro de agua e infraestructuras.

La evaluación de estos impactos y la formulación de estrategias de adaptación a los mismos deben, por tanto, ser consideradas un tema de investigación actual, así como la propuesta de soluciones y desarrollos tecnológicos que permitan conocer y aplicar medidas para la adaptación y mitigación al cambio climático.

La cantidad de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en el futuro dependerá del desarrollo de la sociedad, de sus hábitos de consumo, así como de la capacidad de investigación e innovación en nuevas tecnologías.



LÍNEAS PRIORITARIAS: mitigación frente a cambio climático y la adaptación al mismo

- Agregación de la investigación pública y las inversiones privadas en el desarrollo de la tecnología.
- Adaptación de nuevas regulaciones para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).
- Ingeniería de protección y restauración ambiental. Diseño y utilización de las tecnologías más apropiadas para prevenir, mejorar y restaurar aquellas zonas que puedan ser, o hayan sido, objeto de alteraciones físicas, químicas y biológicas.

- Probar y monitorear la contribución de soluciones basadas en la naturaleza para reducir los riesgos e impactos negativos (efectos en cascada) en la economía, la sociedad y el medio ambiente.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i (suelo, vegetación, desertificación y su restauración)
- Consorcios.
- Líneas prioritarias.
- Desarrollo de estándares y metodologías para optimizar la gestión del agua.
- Generación de fuentes de agua alternativas.
- Desarrollo de sistemas de drenaje sostenibles (SUDS), integrados en entornos urbanos, a partir de restos cerámicos. Funcionalizar estos sistemas SUDS que aparte de eliminar escorrentías pueden garantizar una recarga de agua al acuífero sostenible evitando contaminaciones.
- Sistemas avanzados *GIS WEB* de ayuda a la toma de decisiones orientados al análisis de escenarios, empleando diversas técnicas (modelizado clásico, *IoT*, IA, Visión y otros)

LÍNEAS PRIORITARIAS: infraestructuras resilientes y adaptadas al cambio climático, con mayor eficiencia en el uso del agua

- Planes basados en modelos que incluyan prevención, mitigación o acciones correctivas, frente a efectos del Cambio Climático.
- Diseño de nuevas infraestructuras mejoradas e innovación en las ya existentes, para mejorar las condiciones de servicio, la durabilidad de los materiales y, en consecuencia, la vida útil de la obra civil.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcios.
- Mejora de la gestión forestal e infraestructuras hidráulicas.
- Regeneración hídrica de humedales.
- Desarrollo de sistemas de drenaje sostenibles (SUDS), integrados en entornos urbanos, a partir de restos cerámicos. Funcionalizar estos sistemas SUDS que aparte de eliminar escorrentías pueden garantizar una recarga de agua al acuífero sostenible evitando contaminaciones.
- Implementación de soluciones de análisis o mantenimiento predictivo que mejoran el desempeño, durabilidad y servicio de los equipamientos y las infraestructuras existente, evitando fallos de las infraestructuras, reducen costes de O&M, mejoran ineficiencias y mejoran vida útil.
- Evaluación de tecnologías de mitigación del cambio climático.

LÍNEAS PRIORITARIAS: sistemas de alerta temprana

- Base de datos (series, mapas, ...) institucional unificada y libre, *crowdsourcing*
- Mapeo de zonas europeas en riesgo de inundación, de vulnerabilidad, evaluación de riesgos y evaluación de impactos como activos para soluciones y construcciones de ingeniería de protección, estructuras de gobierno, etc.

- Desarrollar procedimientos y herramientas para implementar metodologías de evaluación de riesgo e impacto para cubrir tanto impactos medioambientales como sanitarios en sistemas de reutilización de agua y en la cadena agroalimentaria.
- Reducir la incertidumbre en la toma de decisiones. Las predicciones de agua en el corto (sistemas de advertencia de inundación), medio (situaciones de sequía) y largo plazo (cambios en el clima y el uso de la tierra) llevan asociado un grado significativo de incertidumbre. Esta incertidumbre proviene de diferentes fuentes, pero principalmente de los pronósticos de precipitación a corto y mediano plazo y de los escenarios de clima y uso de la tierra a largo plazo.
 - Mejora de tecnologías para la estimación de la incertidumbre y la correspondiente predicción de agua, evitando la clásica agrupación de igualdad de probabilidad de las diferentes incertidumbres.
 - Incorporar adecuadamente estas incertidumbres en una Gestión Integrada del Recurso Hídrico, con el fin de diseñar planes hidrológicos más robustos.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcios.
- Asistencia Técnica a la Dirección general del Agua. MITECO
- Desarrollo de soluciones que empleen tanto sistemas IoT como analítica Big data, pudiendo analizar variables, así como cambios drásticos.
- Sistemas de alerta temprana enfocados al control y monitorización de los recursos hídricos, así como para prevenir eventos relacionados con la climatología (grandes avenidas o sequías)
- Optimización del acceso a la información por parte de los equipos responsables y mejora del proceso de toma de decisión ante eventos.
- Sistemas avanzados *GIS WEB* de ayuda a la toma de decisiones orientados al análisis de escenarios, empleando diversas técnicas (modelizado clásico, *IoT*, IA, Visión y otros)

LÍNEAS PRIORITARIAS: evaluar los efectos del cambio climático en las reservas de agua

- Actualización de la Directiva del Marco de Referencia del agua y de la Directiva de aguas subterráneas, a partir de análisis estadísticos de datos europeos y nacionales, modelos de cambio climático precisos, mayor divulgación de sus resultados y agregación en modelos acoplados que vinculen los hidro(geo)lógicos con los de cambio climático.
- Nuevas políticas de agua mejor adaptadas al Cambio Climático, pronóstico / escenario, escenarios previsibles y medidas para aumentar la seguridad hídrica de manera preventiva ante dichos contextos.
- Mejorar el conocimiento de los volúmenes de agua disponibles por cuencas, para hacer una gestión integral de los recursos disponibles, teniendo en cuenta todo volumen de aguas disponible por sistemas de explotación, desde aguas residuales, pluviales, desaladas, etc.

Actuaciones específicas propuestas:

- Consorcios y consorcios con ayuntamientos / diputaciones para asegurar el abastecimiento a los ciudadanos.
- Evaluación de los recursos hídricos por encargo de la Dirección General del Agua. MITECO.
- Optimización del uso del agua tanto a nivel industrial como a nivel provincial, identificando por completo los consumos de agua y su disponibilidad.
- Desarrollo de herramientas de modelización y optimización de cuencas, simulación de escenarios para planificación y mejora de abastecimiento de recursos hídricos.
- Desarrollo de herramientas de optimización basadas en modelos matemáticos para identificar y maximizar los procesos operacionales y la explotación de los embalses a corto y largo plazo.
- Sistemas focalizados en la Calidad de Agua: eutrofización, detección indirecta. Y detección basada en nano sensores.

LÍNEAS PRIORITARIAS: gestión de los efectos de los fenómenos extremos hidro-climáticos

- Gestión de los efectos de los fenómenos extremos hidro-climáticos. Los cuerpos de agua y los ecosistemas asociados se ven amenazados por una variedad de factores de presión que incluyen la contaminación, la extracción de agua y los cambios hidro morfológicos. Además, es altamente probable que el cambio climático global aumente la presión sobre los cuerpos de agua y los ecosistemas asociados a través de la mayor incidencia de eventos extremos hidro-climáticos (sequías e inundaciones).
- Generar nuevas fuentes de agua alternativas para combatir la escasez de agua en zonas con estrés, que garantice su desarrollo económico y social.
- Técnicas mejoradas y empleo de Tecnologías Habilitadoras Digitales (THD) para predicción de patrones espaciales y temporales asociados con eventos extremos.
- Mejor comprensión de las causas de la sequía / escasez, con objeto de prever los eventos de sequía y de escasez de agua y desarrollo de medidas de adaptación.
- Desarrollar herramientas innovadoras (nuevas o mejoradas) para la adaptación a eventos hidro-climáticos extremos, especialmente inundaciones.
- Mejorar la gestión del agua para mitigar los efectos nocivos de los eventos extremos (fenómenos meteorológicos extremos, calidad del agua deteriorada).
- Gestión integral e inteligente de los recursos y de su estado a escala de cuenca hidrológica. Mejora de sistemas avanzados para una mejor gestión de los embalses en situación de avenida; diseño de un sistema global de indicadores hidrológicos para la detección temprana y adaptación a fenómenos hidrológicos extremos, etc.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i y Proyectos de IDi por encargo de la AGE con especial atención en la reutilización y la desalación.
- Consolidación de consorcios y grupos especializados.

- Sistemas avanzados *GIS WEB* de ayuda a la toma de decisiones orientados al análisis de escenarios, empleando diversas técnicas (modelizado clásico, *IoT*, IA, Visión y otros)

LÍNEAS PRIORITARIAS: mejora de redes de seguimiento de los recursos hídricos para diversos escenarios de cambio climático

- Mayor desarrollo de estudios que interrelacionen *Earth System Models* (ESMs) con *Climate Change Models*.
- Enfoque multi-actor que involucre a las ciencias naturales y sociales, y co-produzca sus resultados con los usuarios finales de la información climática.
- Evolución del mercado, incluida la productividad, la competitividad y el empleo.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i y Proyectos de IDi por encargo de la AGE con especial atención en la reutilización y la desalación.
- Consorcios.
- Soluciones para la gestión inteligente de cuencas hidrográficas que aúnen sistemas de mapeado satelital con modelos hidráulicos avanzados, basados en Machine Learning. Empleo de los datos meteorológicos como input, filtrar y parametrizar información de diversas fuentes (bases de datos oficiales, sensores de la cuenca) para transformarlos en prognosis de tendencias que puedan ser aplicadas a la mejora y optimización de la operación.
- Sistemas avanzados *GIS WEB* de ayuda a la toma de decisiones orientados al análisis de escenarios, empleando diversas técnicas (modelizado clásico, *IoT*, IA, Visión y otros).





2. AGUA 4.0 – TECNOLOGÍAS HABILITADORAS DIGITALES

2. AGUA 4.0 - TECNOLOGÍAS HABILITADORAS DIGITALES

TICs, BIG DATA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL

El sector del agua está en continua búsqueda de la máxima adaptación y la eficiencia para la gestión de un recurso limitado, que requiere de garantías en su cantidad y calidad, así como la máxima optimización en la gestión del agua disponible. Más aún en un contexto de cambio climático, en el cual nos enfrentamos a unas condiciones todavía más complejas y cambiantes. En este contexto, la era digital en la que nos encontramos ofrece una oportunidad para la gestión inteligente del recurso.

Esta nueva era digital gira en torno a las nuevas tecnologías y lleva asociados cambios profundos y transformaciones, no solo en la sociedad, sino también en las industrias. En el marco del sector del agua se trata, por tanto, de aprovechar las oportunidades de la digitalización en sentido amplio y en todos los niveles de gestión de la industria, enfocado principalmente en ganar eficiencia.

En el caso del agua, la implantación tecnológica digital en la llamada *industria 4.0* incluye el desarrollo de nuevos procesos, nuevas comunicaciones, nuevas conexiones y, en definitiva, nuevos retos y desafíos. El control y la gestión de las infraestructuras y los servicios del agua deben alinearse ya con las nuevas tecnologías disruptivas, como oportunidad para reducir el consumo de energía, mitigar las pérdidas innecesarias de agua y optimizar la gestión avanzada de activos, es decir, lograr una gestión del agua más inteligente y sostenible.

Estamos hablando de Tecnologías Habilitadoras Digitales (THD), entre las que se encuentra la monitorización y digitalización de procesos, el *Internet of Things (IoT)* y las futuras redes de comunicación 5G, *Big Data* y las tecnologías para el tratamiento de datos masivos y bases de datos distribuidas (*blockchain*), la supercomputación (HPC), la ciberseguridad, la computación difusa y en la nube, la robótica, la inteligencia artificial, la realidad virtual y aumentada, la biometría y la identidad digital, la micro/nano electrónica, etc.; en definitiva, de transformación digital.

La transformación digital está apoyada en la conectividad de los elementos físicos con el mundo digital, la optimización de las comunicaciones y el acceso a los servicios, la disponibilidad de manera escalable y a bajo coste en la nube de los datos y, por último, el análisis de la información.

La digitalización del sector del agua conducirá hacia una mejora de la productividad, una mayor resiliencia y un aumento de la sostenibilidad, redundando todo esto en una mayor competitividad de las actividades en las que el agua, tanto en volumen como en oportunidad, es factor clave e insustituible.

Todo esto abre un nuevo mundo de posibilidades y valores, en los que los servicios que gestiona el agua pasan de un enfoque tradicional en su toma de decisiones a enfoques predictivos y holísticos con mayor criterio y capacidad de actuar. La verdadera transformación digital consiste en conseguir la mejor información de manera que se puedan tomar las mejores decisiones posibles.

Analizando de forma general la aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs) a las redes hídricas, la reutilización de tecnologías ya existentes y que en origen no estaban concebidas para estas aplicaciones ha sido históricamente una de las prácticas más extendidas.

Desde un punto estrictamente tecnológico, actualmente no existe homogeneidad en el nivel de desarrollo e implantación de tecnologías TIC, combinándose niveles elevados con otros muy incipientes, dependiendo tanto del segmento (abastecimiento, aguas subterráneas, saneamiento, riego, etc.) como de las herramientas, infraestructuras y tecnologías TIC. En este sentido, destacan: las infraestructuras de comunicación, tecnologías de movilidad, software de comunicación, teledetección, computación y almacenamiento de datos, servicios, control, gestión, aplicaciones web, redes de control y seguridad.

Asimismo, se requieren modelos y sistemas de gestión integral del suministro de agua para riego a nivel de cuenca, desarrollados a través de nuevos estándares y sistemas interoperables de telecontrol de regadíos, para mejorar la información, la integración de la demanda y la toma de decisiones en la gestión del agua de riego.

Se considera que determinadas tecnologías TIC están llamadas a desempeñar un papel destacado en ámbitos tales como:

- Gestión integral de los recursos hídricos.
- Marco legal e institucional.
- Desarrollo tecnológico de utilidad para el sector del agua en España.

Consciente de todo esto, la Plataforma Tecnológica Española del Agua (PTEA) está adherida a la *iniciativa Big Data e Inteligencia Artificial* promovida por PLANETIC. Es una iniciativa nacional multisectorial que surge para dar respuesta a una creciente demanda y expectativas en este dominio. Se trata de un entorno que implica grandes retos tecnológicos y legales, junto con la necesidad del establecimiento de equipos multidisciplinares en cooperación para cubrir el amplio rango de tecnologías aplicables (HPC, *Cloud*, seguridad, semántica, interfaces, *IoT*, *eServices*, etc.), transversal a diversos sectores (energía, alimentación, industria, salud, etc.).

Dentro del marco europeo que promueve la creación de un mercado único de datos y de la estrategia europea de Inteligencia Artificial, se trata, en definitiva, de posicionar a España al mismo nivel de la iniciativa europea, descubriendo y dando soluciones a las oportunidades de negocio existentes en torno al *Big Data* y la Inteligencia Artificial.

LÍNEAS PRIORITARIAS: explotar el valor de los datos para el sector del agua y fomentar una mayor transparencia de la información

- Impulso del mercado de materias primas secundarias, dando valor añadido a los subproductos generados en los diferentes tratamientos.

Actuaciones específicas propuestas:

- Empleo de nanosensores para facilitar la toma de medidas en campo para parámetros que habitualmente se evalúan en laboratorio.
- Difusión mediante servicios web de información de la capacidad de suministro y la disponibilidad de agua potable para fomentar la participación de la ciudadanía.

LÍNEAS PRIORITARIAS: sistemas multidisciplinares en la ordenación de los recursos hídricos de forma integrada, combinando diferentes tipos de datos y tecnologías digitales, incluida la tecnología móvil, la nube, inteligencia artificial, sensores, programas informáticos de código abierto, etc.

- Sistemas Comunicaciones - Intercambio de datos y redes automáticas de información y comunicación. Nuevas aplicaciones para el intercambio de datos, redes de información de cantidad (SAIH, ROEA, ERHIN, SIRS) y de calidad (SAICA), redes de comunicación interoperabilidad terrestres y satelitales, económicas y robustas.

Actuaciones específicas propuestas:

- Gestión eutrofización a nivel de cuenca con el despliegue de una red de estaciones de medida multiparamétricas y la integración de fuentes de información externas para la aplicación de técnicas de simulación predictivas. La herramienta final, basada en una plataforma web, permite ordenar y asignar prioridades y usos por zonas considerando las presiones e impactos existentes.
- Soluciones para intercambio de datos, alerta temprana e interoperabilidad de sistemas de comunicación, adaptándose a la casuística del mundo del agua.
- Desarrollo de sistemas de comunicaciones y recolección de datos en protocolos abiertos y/o estándar, así como sistemas "middleware" basados en modelos de datos estándar para interoperabilidad semántica de la información.

LÍNEAS PRIORITARIAS: sistemas de optimización, predicción y diagnóstico.

- Sistemas de apoyo a la decisión (*DSS – Decision Support System*).
- Métodos y sistemas de decisión, operación y control de procesos en infraestructuras e instalaciones del ciclo de utilización.

Actuaciones específicas propuestas:

- Aplicación al ciclo del agua: Interoperabilidad entre distintos sistemas de telecontrol y gestión de regadíos. Desarrollo de un estándar que facilite dicha interoperabilidad y permita la gestión y control de regadíos más eficaz y por tanto que facilita la toma de decisiones en la explotación de estos.
- Redacción de una norma ISO internacional: ISO 21622.
- Experiencias piloto para demostrar el funcionamiento del estándar orientado a IoT.
- Interoperabilidad.
- *Herramienta WEB GIS e IoT* para la gestión patrimonial de los activos de infraestructuras de abastecimiento y saneamiento y su explotación mediante: inteligencia de localización (se georreferencian los datos, lo que permite analizarlos considerando su posición) y un núcleo de monitorización, que centraliza toda la información conectada (desde dispositivos presentes en la red hasta fuentes de información externas).
- Conexión bidireccional con herramientas de modelizado de la US EPA (EPANET y SWMM) para la confección de simulaciones de funcionamiento de la red que, una vez hechas, se pueden cargar al sistema de nuevo para poner en valor esta información y hacerla disponible para todos los usuarios de la herramienta.

- Sistemas de apoyo a la toma de decisión, proporcionando una visión holística de todos los eventos relacionados con los sistemas hídricos, así como la interoperabilidad con redes de comunicación.
- Implementación de modelos de predicción (machine-learning) y explotación de datos (*Big-Data*) para obtener valor de los datos y convertirlos en información útil para el soporte de las decisiones, así como inteligencia artificial y algoritmos de optimización.

LÍNEAS PRIORITARIAS: microsistemas, micro / nanosensores

- *Smart sensors* - Captación de datos (medidores y contadores de agua, toma de datos por control remoto de consumos y detección de fugas, sensores in situ, sensores espaciales y drones, sistemas de muestreo, datos socioeconómicos).

Actuaciones específicas propuestas:

- Captación de los telecontadores y gestión del dato captado, proporcionando una visión completa e integrada de la red de sonorización de las empresas de agua, permitiendo también realizar prognosis y gestión de los acontecimientos.
- Sistemas acústicos y de fibra óptica instalada en el interior de las tuberías de agua (elemento pasivo), que permiten mediante la luz que recorre las fibras identificar geográficamente los diferentes eventos y peligros que pueden afectar a la red de aguas. Adicionalmente la capa de Machine Learning permite que el sistema aprenda e identifique con exactitud los tipos de eventos
- *Drivers* de comunicación con sensores y medidores para extraer datos en tiempo real.

LÍNEAS PRIORITARIAS: herramientas de modelización y visualización

- TICs al servicio de la gestión del agua y su gobernanza (técnicas de teledetección).
- Sistemas de análisis de la información para planificación y gestión. Sistemas de información geográfica (SIG) y otros sistemas para planificación y gestión de los recursos naturales en tiempo real, aplicaciones de tratamiento de datos, *Open Data* y *Big Data*, nuevas metodologías de análisis batimétrico y sedimentológico de embalses.

Actuaciones específicas propuestas:

- Empleo de técnicas de teledetección y drones para el cálculo de las necesidades hídricas de los cultivos en aras de optimizar el empleo del agua y conseguir mayor eficiencia y un ahorro hídrico.
- Uso eficiente del agua mediante el empleo de nuevos indicadores (índices SAVI) para el cálculo de las necesidades hídricas por teledetección.
- Plataforma *WEB GIS* que ofrece el uso de Sistemas de Información Geográfica para las tareas de gestión patrimonial, lo que proporciona una manera más sencilla de actualizar y mantener esta información y sirve de base para la generación de archivos de entrada para softwares como EPANET o SWMM.
- Sistema de GIS para redes de agua, tanto abastecimiento como saneamiento, así como el gestor de mantenimiento y el sistema de gestión de incidencias. Todos

estos elementos conjuntamente permiten un análisis de la red así como su planificación y gestión.

- Integración de herramientas SIG con monitorización, datos y analíticas *Big-Data* para el soporte a la toma de decisiones y planificación y gestión de los recursos.

LÍNEAS PRIORITARIAS: planes de gestión e integración de datos, siguiendo política de datos abiertos

- Servicios Web. La información y difusión pública del conocimiento y mejora de la participación pública y de la gobernanza requiere hoy en día el desarrollo de nuevas aplicaciones Web destinadas al correspondiente Portal público de administración electrónica del agua.

Actuaciones específicas propuestas:

- Plataforma multiusuario de modo que centralice los datos en un único punto, desde el que se ofrecen a diferentes roles de usuario según sus permisos. RI a la ciudadanía, que puede colaborar mediante este sistema de información y acceder a los datos básicos sobre el servicio que recibe.
- Acceso a servicios web y publicación de servicios web para utilización de la información en plataformas *Open Data*.

LÍNEAS PRIORITARIAS: evaluación y vigilancia en tiempo real de la calidad y la cantidad de agua

- Operación y control de los servicios del agua (mantenimiento y explotación).
- Monitorización de las fuentes de agua existentes.
- Sistemas de monitoreo (*big data* y *small data*) para relacionar la contaminación del agua y / o el aire con la salud humana.

Actuaciones específicas propuestas:

- Aplicación al ciclo del agua: Interoperabilidad entre distintos sistemas de telecontrol y gestión de regadíos. Desarrollo de un estándar que facilite dicha interoperabilidad y permita la gestión y control de regadíos más eficaz y por tanto que facilita la toma de decisiones en la explotación de estos.
- Redacción de una norma ISO internacional: ISO 21622 y extrapolación de la norma a UNE.
- Experiencias piloto para demostrar el funcionamiento del estándar orientado a IoT.
- Interoperabilidad.
- Aplicación web que optimice el máximo partido a los Sistemas de Información Geográfica mediante el uso de herramientas típicas de un GMAO (Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador). De esta forma, las tareas se aplican directamente escogiendo los elementos de la red involucrados. Aporta trazabilidad al encontrarse conectado a un gestor de incidencias que permite vincular las tareas de mantenimiento correctivas necesarias para subsanar las anomalías reportadas.
- Optimización de las cuadrillas de trabajo en campo, permitiendo gestionar sus rutas, centralizando los datos, etc.
- Soluciones para sistemas de monitoreo mediante vehículos no tripulados (drones) que permite la operativa en lugares más complejos, así como la toma de datos de calidad (agua o aire) y su posterior analítica.

- Aplicación al recurso del agua de algoritmos para la operación y control de los recursos energéticos desarrollados, de manera que se utilicen los recursos de manera más eficiente y sostenible.
- Aplicación al recurso del agua de herramientas de balanceo de carga en base a monitorización de recursos energéticos y relaciones con aspectos climáticos se han implementado y se podrían trasladar al contexto del agua.

LÍNEAS PRIORITARIAS: nuevos modelos de simulación y en particular una mayor integración de los modelos hidrológicos, económicos y ambientales

- Seguridad. Nuevos protocolos, medidas y aplicaciones de gestión para el tratamiento de la subpresión, reparación de equipos hidromecánicos e infraestructuras hidráulicas en servicio, sellado de filtraciones, etc.

LÍNEAS PRIORITARIAS: nuevos modelos de simulación y en particular una mayor integración de los modelos hidrológicos, económicos y ambientales

- Aplicaciones para la gestión del dominio público hidráulico (DPH) y otros servicios. El uso de las TIC permite la administración electrónica del agua, con la simplificación administrativa y la disminución de cargas que ello conlleva para los ciudadanos.
- Sistemas de monitoreo (*Big Data y Small Data*) para relacionar la contaminación del agua y/o el aire con la salud humana.

Actuaciones específicas propuestas:

- Plataforma GIS conectada a fuentes de información y proveedores de datos (como por ejemplo AEMET) para relacionar la contaminación del agua y/o el aire con la salud humana.

LÍNEAS PRIORITARIAS: promover iniciativas europeas en materia de Big Data que incluyen el sector del agua entre sus prioridades de acción

- Sistemas de monitoreo (Big Data y Small Data) para relacionar la contaminación del agua y/o el aire y sus efectos sobre la ecotoxicología medioambiental.
- Participación pública, intercambio de información para la gestión y mejora de la gobernanza aplicando principios de gobernanza participativa y multinivel.



A high-speed photograph capturing a dynamic splash of clear water over fresh vegetables. The water is frozen in time, showing intricate patterns of droplets and streams. The vegetables, including bright red tomatoes, green cucumber slices, and fresh green parsley, are partially submerged and glistening with water. The background is a soft, out-of-focus light blue.

3. NEXO AGUA-ENERGÍA- ALIMENTACION

3. NEXO AGUA-ENERGÍA-ALIMENTACION

WEF nexus

Los hiperconectados mundos del agua, de la energía y de la alimentación son cada vez más interdependientes y los impactos dentro un sector afectan a los otros. En un planeta bajo la presión del cambio climático y de las crecientes demandas de una población cada vez mayor, comprender y tener en cuenta estas interdependencias es vital para alcanzar a largo plazo las metas económicas, medioambientales y sociales.¹⁰

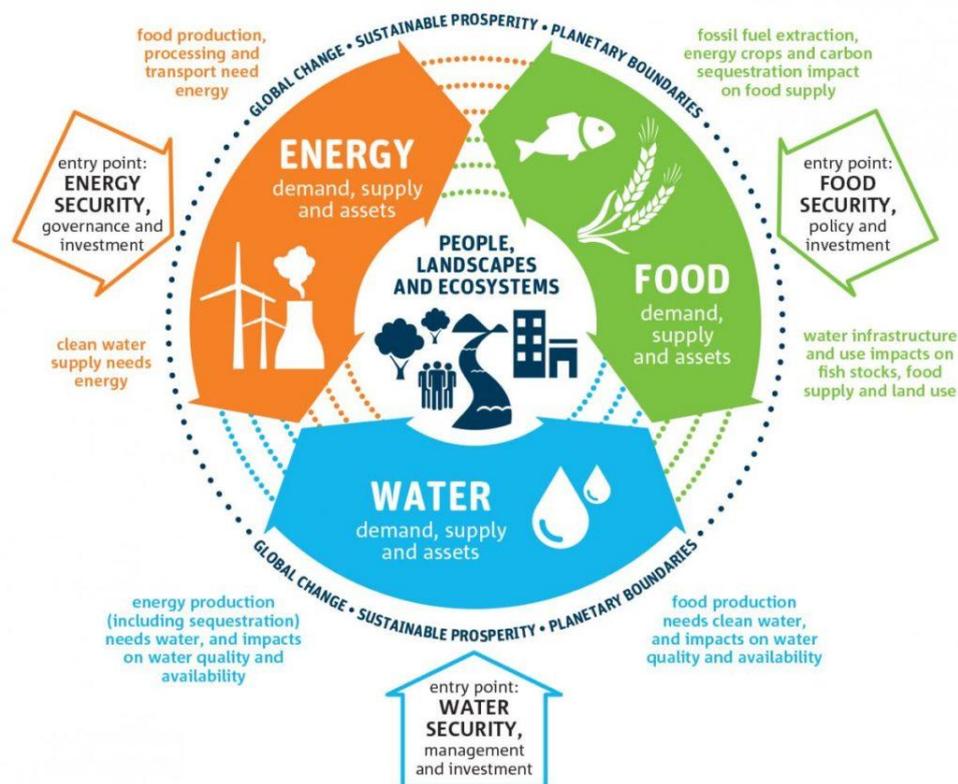


Ilustración 1.- WEF Nexus. Fuente: res4med.org.

El nexo Agua-Energía-Alimento (*WEF nexus*, por sus siglas en inglés) es fundamental para el desarrollo sostenible. La demanda de los tres está aumentando, impulsada por el aumento de la población mundial, la rápida urbanización, las dietas cambiantes y el crecimiento económico. La agricultura es el mayor consumidor de los recursos de agua dulce del mundo, y más de una cuarta parte de la energía utilizada a nivel mundial se gasta en la producción y el suministro de alimentos.

Para el año 2050, se producirá en el mundo un incremento del 80% en las necesidades energéticas, un 55% en las de agua y 60% de aumento en la demanda de alimentos¹¹. El 70% de la extracción mundial del agua es para la agricultura, o sea para la producción de alimentos (FAO, 2011a)¹² y la cadena de producción y suministro de alimentos precisa alrededor de 30% del total de la energía consumida (FAO, 2011b). Se espera que las actuales situaciones de desequilibrios y de déficits en las necesidades energéticas y de agua se van

¹⁰ [El Nexo entre el agua, la energía y la alimentación en América Latina y el Caribe \(2017\)](#)

¹¹ [Renewable energy in the Water-Energy-Food Nexus IRENA, 2015](#)

¹² [El futuro de la alimentación y la agricultura. FAO, 2017](#)

a exacerbar en el futuro (AIE, 2010). Así, la producción de alimentos deberá incrementarse en 60% para poder alimentar a la población mundial en el año 2050. El consumo de la energía habrá aumentado hasta en 50% a más tardar en el año 2035, y llegado el año 2050, el total mundial de extracción de agua para riego se habrá incrementado en un 10%.

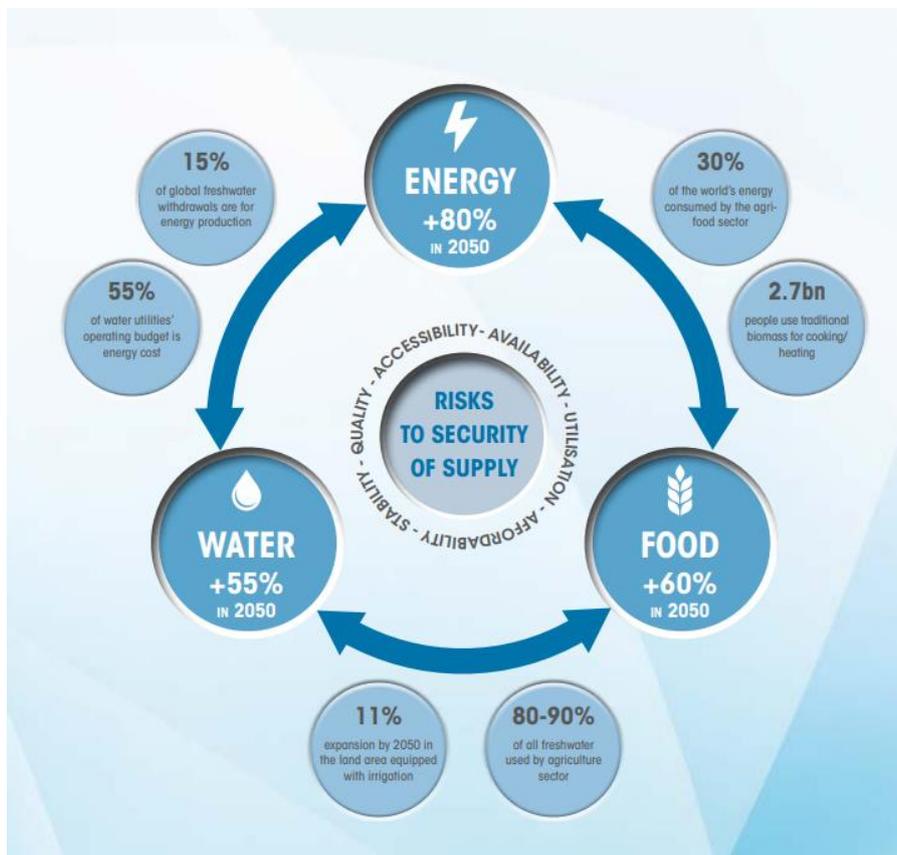


Ilustración 2.- Incremento estimado de la demanda de agua, energía y alimentos para 2050. Fuente: IRENA, 2015.

Los vínculos inextricables entre estos dominios críticos requieren un enfoque adecuadamente integrado para garantizar la seguridad hídrica y alimentaria, una agricultura sostenible y una producción de energía garantista en todo el mundo.

El reconocimiento del *WEF nexus* refleja los progresos de la ciencia y de la tecnología que han hecho posible realizar proyecciones globales a medio y largo plazo. Mediante estas proyecciones se observan los incrementos de consumo (o demandas) de agua, energía y alimentación que, por su cuantía, plantean la necesidad de formular políticas mediante las que se puedan alcanzar dichas metas o, al contrario, disminuirlas por medio de un uso más eficiente de los recursos.

Desde el punto de vista práctico, esta preocupación se refleja en entidades como Naciones Unidas (UNECE, 2018)¹³ que dispone de un Programa de Trabajo para dar respuesta a los retos en la gestión de agua a nivel cuenca a nivel transfronterizo en el que se incorpora la dimensión NEXUS en un contexto marcado por el cambio climático; además, extiende el marco NEXUS más allá de la energía, el agua y la alimentación a la preservación de la biodiversidad. Este enfoque está también incluido en el actual programa de trabajo de reto 5 de H2020 así como de la iniciativa PRIMA. En ambas, el contexto climático, la dimensión territorial y la escala a nivel de "cuenca" terminan de contextualizar la visión NEXUS,

¹³ UNECE. (2019). *Water Convention Programme of Work 2019-2021. UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE*

definiendo así un marco de operaciones con una enorme colección de retos de investigación e innovación tecnológica, económica y social a abordar.

Es importante señalar que, en la mayor parte de la literatura, los tres elementos del nexo Agua-Energía-Alimento no se sitúan en un plano de completa igualdad. Desde el comienzo de la construcción teórica del *WEF nexus*, emerge un elemento clave del triple orden conceptual y fuertemente interrelacionado: “El agua da soporte a la vez a la seguridad energética y a la seguridad alimentaria. El agua es también vulnerable al cambio climático y a la degradación ambiental. Por consiguiente, el agua es el primer punto de entrada para la aplicación del enfoque del Nexo” (Bellfield, 2015)¹⁴.

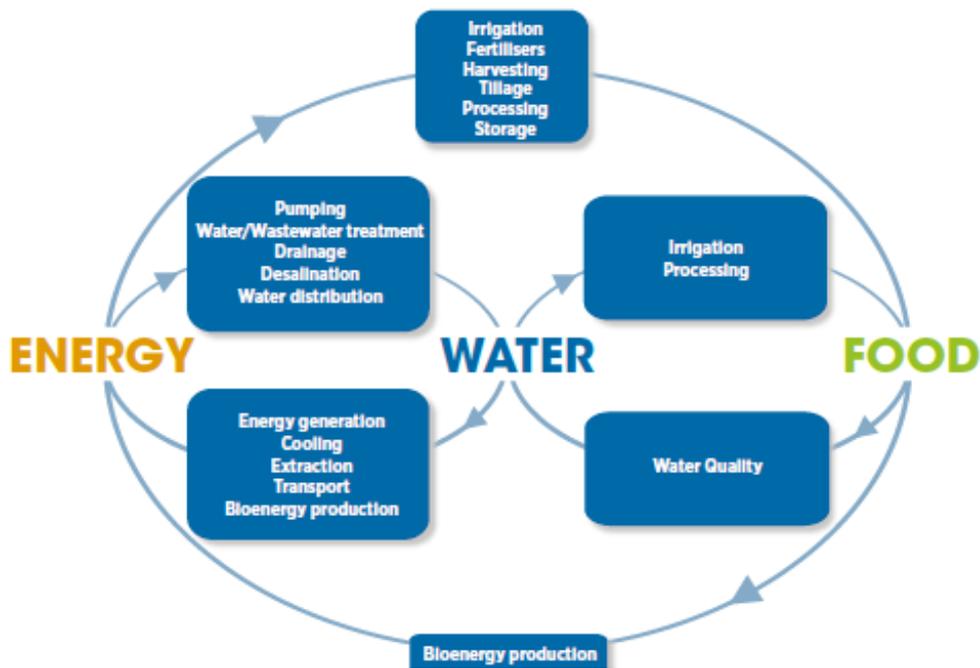


Ilustración 3.- Ilustración esquemática de varios elementos del nexo agua-energía-alimento. Fuente: IRENA, 2015.

El papel central del agua en las consideraciones sobre el WEF nexo se basa en el reconocimiento de que el agua “al contrario de la energía... no tiene sustitutos o alternativas”, por lo que el agua está en el “corazón” de las cuestiones sociales, económicas y políticas “con la agricultura, energía, ciudades, comercio, finanzas, seguridad nacional y los medios de vida humanos” (Miralles-Wilhelm, 2014)¹⁵.

En los últimos 10 años se ha implantado un nuevo modelo de gestión de los recursos hídricos en la agricultura. Se ha cambiado el énfasis desde medidas dirigidas a incrementar las fuentes convencionales de agua disponibles, hacia nuevos modelos de gestión eficiente y sostenible del agua encaminados a optimizar la demanda y el uso del agua por parte de los cultivos.

Se piensa que las principales líneas de desarrollo en cuanto a incrementar las fuentes de agua disponibles para la agricultura, se centrarán en el estudio a medio y largo plazo de los efectos del uso de aguas no convencionales para el riego de los cultivos.

¹⁴ [The water-energy-food nexus in Latin America and the Caribbean](#). Bellfield, 2015

¹⁵ [Hydro-BID: Un Sistema Integrado para la Simulación de Impactos del Cambio Climático sobre los Recursos Hídricos](#).

Miralles-Wilhelm, 2014

En relación con la gestión de la demanda, se considera importante realizar avances tecnológicos para armonizar el riego en parcela dentro de comunidades de regantes, de forma que los avances sobre eficiencia en el uso del agua de la planta, ya obtenidos en los programas de investigación, puedan transferirse a los usuarios y ser puestos en marcha en la agricultura profesional. Por otra parte, es importante cuantificar la respuesta de los cultivos al régimen de riego y obtener funciones de producción y modelos que puedan acoplarse a sistemas de riego de precisión mediante sensores de medida del estado hídrico del suelo y de la planta.

Por otro lado, la mejora de los sistemas de gestión de las zonas de riego requiere modelos de gestión del agua en comunidades de regantes, incluyendo bases de datos especializadas, sistemas de información geográfica, integración con los sistemas de telecontrol y con las redes de estaciones agro-meteorológicas, comunicación con los regantes en tiempo real, sistemas de programación automática del riego colectivo y redes de control de la contaminación difusa, de la calidad de los retornos de riego y de las masas de agua asociadas a los regadíos.



LÍNEAS PRIORITARIAS: gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales

- Identificar, desarrollar y probar enfoques y soluciones innovadoras y de beneficio múltiple que puedan ofrecer un mejor estado del agua, seguridad alimentaria y energética sostenible, mejorar el bienestar humano y resolver conflictos entre los usuarios ascendentes y descendentes y diferentes sectores. Incluye todos los usos del agua en la escala de cuenca fluvial, incluidos los límites transfronterizos.

- Cambios de comportamiento de los ciudadanos y las PYMEs para reducir la energía para el agua potable y las demandas de tratamiento de aguas residuales.
- Eficiencia energética.
- Mejora de la eficiencia del uso del agua para un sector de bioeconomía sostenible.
- Desarrollar sistemas de producción sostenibles.
- Eficiencia hídrica - Biotecnología al servicio de la mejora en la eficiencia del uso del agua.
- Fomento de la hidroelectricidad e impulsar la repotenciación de centrales y uso de centrales reversibles.
- Aprovechamiento máximo de los recursos energéticos renovables y sus combinaciones.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i, específicamente paneles solares flotantes en embalses; elementos flotantes y estructuras exentas para disminuir la tasa de evaporación, tecnología de centrales reversibles; almacenamiento de energía en el agua.
- Mejora de la eficiencia del uso del agua, empleo de nuevos indicadores (índices SAVI) para el cálculo de las necesidades hídricas por teledetección.
- Fomentar un aprovechamiento máximo de los recursos hídricos disponibles y una eficiencia energética óptima, a través de productos tecnológicos, así como también charlas, webinarios, etc. sobre la materia.
- Estudiar nuevas líneas de negocio emprendiendo con proyectos de I+D en tendencias detectadas en el sector. Colaborando con otras entidades públicas o privada.
- Integración de tecnologías avanzadas de oxidación (basadas o no en energía solar) para mejorar la calidad del agua y asegurar su reutilización segura en el sector agrícola.
- Proyectos de I+D+i relacionados con la gestión de regadíos y la mejora de su eficiencia hídrica y energética. Empleo de técnicas de teledetección y drones para el cálculo de necesidades hídricas (índices NVDI y fórmula de Calera).
- Desarrollo de protocolos de mejora de la eficiencia energética en instalaciones de regadío.
- Diagnóstico energético en redes y recomendaciones de medidas de ahorro energético.
- Sistemas Urbanos de drenaje sostenible (SUDS) para el control de la calidad y cantidad de las aguas de escorrentía urbana. Reducción de tratamiento de estas aguas en E.D.A.R.
- Humedal artificial de flujo sub-superficial (HAFSS) para la depuración de aguas a través de *Nature Based Solutions (NBS)*.
- Introducción de energías renovables basadas en sistemas de generación minihidráulica en el ciclo urbano del agua. Planta piloto demostrativa basada en Bft (bomba funcionando como turbina) con almacenamiento en batería
- Desarrollo y aplicación de estrategias de riego deficitario controlado, riego de precisión y riego óptimo para mejorar la eficiencia del uso del agua en la agricultura. Mejora de su eficiencia.
- Desarrollo de algunos elementos biotecnológicos para mejorar los procesos de fertilización (uso de micorrizas y bacterias).

- Estudios de eco fisiología dirigidos a seleccionar genotipos vegetales adaptados a zonas áridas o semiáridas, con alta eficiencia en el uso del agua en condiciones de sequía o salinidad.
- Sistemas de ayuda a la toma de decisión con el fin de optimizar el uso de agroquímicos y, mejorar la calidad de los productos y facilitar la gestión integral del ciclo de cultivo trabajando sobre diferentes procesos como el estado sanitario, el riego o la fertilización.
- Desarrollo de modelos hidráulicos y algoritmos de optimización que permiten el ahorro de agua, energía y fertilizantes tanto en redes hidráulicas a presión como en riego en parcela.
- Empleo de energías renovables para bombeo de agua. Concretamente energía solar fotovoltaica.
- Modelos de explotación y protocolos de diagnóstico para la mejora de la eficiencia hídrico-energética.
- Modelos de optimización del consumo energético en estaciones de bombeo para riego.
- Optimizar la utilización del riego por goteo enterrado para ciertos cultivos, tales como el arroz.

LÍNEAS PRIORITARIAS: sistemas de producción alimentaria más eficiente, modernización de sistemas de riego

- Ingeniería del riego (programadores, filtros, bombas, goteros, etc.).
 - Riego y fertirrigación. Sensores de humedad del suelo y para las plantas.
 - Modernización de regadíos. Implantar tecnologías que mejoren la eficiencia de transporte, distribución y aplicación del agua a los cultivos y faciliten las prácticas de operación y medición del agua de riego. Nuevos sistemas de telecontrol y teledeteción (información remota de los volúmenes utilizados).
 - El riego enterrado y localizado, así como la distribución focalizada de fertilizantes a las raíces de las plantas junto al agua de riego (fertirrigación), minimizando la contaminación difusa y gastos innecesarios.
- Ingeniería de precisión para el uso eficiente del agua (regadíos eco-eficientes).
- Estrategias de manejo del riego a nivel de parcela.
- Aprovechamiento agrícola de recursos hídricos alternativos.
- Promover la reutilización del agua en la agricultura de regadío y la silvicultura.

Actuaciones específicas propuestas:

- Estrategias de manejo del riego para mejorar su eficiencia de uso con estrategias de manejo del riego, incluyendo estrategias de riego deficitario controlado, la programación del riego en base a sensores en suelo, en planta y de clima.
- Modelos agrohidrológicos donde se integre la predicción climática y la teledetección.
- Sistemas de retención de agua a la vez que se mejora la calidad de estas para su posterior reutilización.
- Investigación en aplicación de diferentes tecnologías (fomentando el uso de fuentes de energía renovables como la solar) al tratamiento de aguas residuales de cara a la

eliminación de contaminantes de preocupación emergente, patógenos, bacterias y genes resistentes a antibióticos, para su reutilización en riego de cultivos.

- Microirrigación y tratamiento de agua diseñados para un uso eficiente de los recursos hídricos. Soluciones técnicas y comerciales orientadas a conseguir el máximo rendimiento con recursos mínimos, o incluso condiciones de trabajo extremas.
- Proyectos de I+D+i relacionados con la gestión de regadíos y el empleo de aguas regeneradas en los riegos agrícolas. Mejora de la gestión del uso del agua mediante el empleo de técnicas de teledetección y drones para el cálculo más preciso de las necesidades hídricas (índices NVDI y fórmula de Calera)
- Mejora de la eficiencia el uso del agua, empleo de nuevos indicadores (índices SAVI) para el cálculo de las necesidades hídricas por teledetección.
- Estudio del empleo de agua regenerada en los regadíos de las Islas Baleares y su influencia sobre las aguas almacenadas en las balsas de riego, el suelo, los cultivos y los acuíferos.
- Estudio de nuevas posibilidades del uso del agua, que son demandadas por la sociedad o que a nivel de TRL han llegado a un punto con sentido comercial.
- Sistemas de producción alimentaria más eficiente y la modernización de los sistemas de riego. Colaboraciones con el sector empresarial en el desarrollo de elementos de ingeniería del riego (nuevos goteros, nuevos materiales, mejora de programadores y filtros, etc.)
- Desarrollo de ingeniería del riego de precisión (uso y optimización de sensores en suelo, planta y atmósfera; con especial interés en sensores de planta como medidores de flujo de savia, dendrometría del tallo o toma de imágenes remotas por medio del uso de drones)
- Desarrollo de estrategias de manejo del riego fundamentalmente a nivel de parcela (uso de sensores para conocer las necesidades hídricas de un cultivo).
- Búsqueda y uso agronómico de recursos hídricos alternativos como son las aguas tratadas de origen urbano.
- Automatización de canales de riego. Se estudia cómo la automatización puede mejorar de la gestión del agua en los canales de riego de una Comunidad de Regantes.
- Modelación de la distribución de agua y nitratos en el suelo en riego. Se desarrollan y aplican diversos códigos que permiten simular el movimiento de agua y nitratos en el suelo, con el fin de mejorar el diseño, el manejo y la eficiencia en riego por goteo y por superficie.

LÍNEAS PRIORITARIAS: evaluaciones más precisas de las futuras demandas de agua, energía, alimentos y otras infraestructuras, teniendo en cuenta las necesidades del ecosistema

- Proporcionar recursos hídricos de buena calidad en apoyo de la bioeconomía europea.
- Diseño de redes de control que faciliten las mediciones y las auditorías energéticas.
- Desarrollo de sistemas orientados al impacto de los usos de agua, nexus y en la biodiversidad del medio, en un contexto marcado por el cambio climático con Normalización de datos.
- Modelizado *bottom-up* para gestión sostenible del agua bajo paradigma nexus a nivel municipal y mancomunado, complementado con sistemas *top-down* de análisis NEXUS multinivel.

Actuaciones específicas propuestas:

- Tratamiento de agua para su reutilización en el ámbito de la agricultura y en la industria, cumpliendo los requisitos mínimos de calidad utilizando aguas residuales, aguas reprocessadas, aguamarina, etc.
- Aplicación de tecnologías de tratamiento sostenibles para proporcionar fuentes alternativas y seguras de agua de buena calidad.
- *Nature Based Solutions (NBS)* para tratamiento natural del agua, a través del HAFSS, se permite de manera sostenible reducir la carga contaminante del agua residual doméstica para usarse como agua de riego y, a través de los SUDs, la reducción de la escorrentía superficial, el aprovechamiento de esta agua para riego y la mejora de la calidad de agua procedente del arrastre de contaminantes como pretratamiento antes de la EDAR.
- Modelos dinámicos de evaluación integrada que permiten evaluar el comportamiento y las interrelaciones entre sectores para contribuir al desarrollo de políticas sostenibles, así como mejorar la toma de decisiones promoviendo una economía más sostenible en el uso de los recursos y adaptada a los impactos del cambio climático.
- Desarrollo de un estándar y redacción de una norma ISO internacional: ISO21622, que permita la interoperabilidad entre distintos sistemas de telecontrol y gestión de regadíos. La interoperabilidad permite que la gestión de los regadíos sea más eficaz y, por tanto, puede facilitar las mediciones y las auditorías energéticas.
- Implementación del estándar en distintas zonas regables y continuidad del proceso de normalización de la norma ISO21622. Extrapolación a la norma UNE.
- Experiencias piloto para demostrar el funcionamiento del estándar, orientado al IoT.
- Desarrollo de una metodología acoplada, estandarizada y basada en TIC inteligentes destinada a recopilar y mostrar las buenas prácticas existentes, casos de estudio y experiencia sobre NEXUS en todo el mundo.

LÍNEAS PRIORITARIAS: mejorar el intercambio de conocimientos y mejores prácticas

- Detección de áreas críticas, adaptación de estilo de vida (patrones de consumo) y transición socio-técnica.
- Mitigar el impacto de obtener energía del suelo y el mar.
- Reducir la contaminación del suelo y el agua.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i específicas para soluciones a problemas actuales o que están por venir (cambio climático, adaptación a entornos con escasez hídrica, etc.)
- Soluciones basadas en la naturaleza útiles tanto a pequeña como a gran escala, para que cualquier usuario concienciado con el medio ambiente pueda utilizarlo, además de beneficio económico con el ahorro de agua. A nivel ciudad, ayudará a la toma de decisiones a la hora de planificación urbana de los espacios comunes. Estas soluciones hacen el entorno más resiliente al cambio climático y promueve concienciación en el uso sostenible del agua.
- Estudios de efectos del uso de agua regenerada en agricultura, especialmente los problemas de contaminación del agua y del suelo por salinidad, por nitratos y también tenemos una línea importante de desarrollo relacionada con la presencia de contaminantes emergentes en aguas regeneradas y sus efectos sobre la planta y la acumulación en suelo.

- Proyectos de I+D+i para reducir el uso de fertilizantes nitrogenados en la agricultura.
- Desarrollo de nuevos índices basados en teledetección que permitan identificar las parcelas deficientes en nitrógeno y estimar la producción de biomasa o de cosecha de los cultivos.

LÍNEAS PRIORITARIAS: reducir la fragmentación institucional al mismo tiempo que se aumenta la colaboración entre los sectores del agua, la energía y los alimentos, así como la participación inclusiva de múltiples interesados

- Modelos de manejo y gestión del agua a nivel de distrito de riego y cuenca.
- Implementación de sistemas y prácticas de uso eficiente del agua para los mercados europeos y extranjeros.
- Diseñar medidas que respalden las políticas de uso del agua y de la tierra.
- Sistemas de modelado, ayuda a la toma de decisión para el análisis de conflicto NEXUS y sus interrelaciones a distintas escalas territoriales y competencias de conflicto: provincia, región, país. Igualmente, de políticas públicas, y su impacto a corto, medio y largo plazo en las dimensiones Nexus.

Actuaciones específicas propuestas:

- Desarrollos para gestionar el uso de aguas regeneradas a nivel de comunidades de regantes.
- Plataforma *GIS WEB* con un enfoque intersectorial que guíe el análisis del conflicto NEXUS y el proceso de formulación de políticas.
- Diseño de herramientas de programación del riego tanto desde el punto de vista hidráulico como agronómico.
- Modelos dinámicos de evaluación integrada que permiten evaluar el comportamiento y las interrelaciones entre sectores para contribuir al desarrollo de políticas sostenibles, así como mejorar la toma de decisiones promoviendo una economía más sostenible en el uso de los recursos y adaptada a los impactos del cambio climático.
- Participación con asociaciones de regantes y relacionadas con el agua, confederaciones hidrográficas, comunidad es de usuarios, etc., aportando conocimiento del sector para conseguir una mejor distribución del agua en zonas donde hay escasez, una conciliación entre los usuarios del agua y los organismos de cuenca y la formulación de propuestas de valor de cara a una mejor gestión de recursos.
- Desarrollo de un estándar que permita la interoperabilidad entre distintos sistemas de telecontrol y gestión de regadíos. La interoperabilidad permite que la gestión de los regadíos sea más eficaz y, por tanto, puede facilitar las mediciones y las auditorías energéticas. Proyectos con financiación propia y subvencionados.
- Se ha trabajado en la interoperabilidad entre distintos sistemas de telecontrol y gestión de regadíos, que ha dado como resultado la definición de un estándar de interoperabilidad y la redacción de una norma ISO internacional: ISO 21622.
- Implementación del estándar en distintas zonas regables y continuidad del proceso de normalización de la norma ISO21622. Extrapolación a la norma UNE.
- Experiencias piloto para demostrar el funcionamiento del estándar, orientado al *IoT*.
- Proyectos de I+D+i sobre "interoperabilidad".
- Tecnologías para ser incorporadas dentro de la planificación urbana e industrial para el manejo sostenible del agua y aprovechamiento de recursos hídricos.

- Modelación de la distribución de agua y nitratos en el suelo en riego. Desarrollo y aplicación de diversos códigos que permiten simular el movimiento de agua y nitratos en el suelo, con el fin de mejorar el diseño, el manejo y la eficiencia en riego por goteo y por superficie.
- Economía y gestión del agua de riego. Por una parte, complementa los resultados técnicos de las otras líneas de investigación del equipo, a partir del análisis económico y por otra evalúa el uso de herramientas económicas como sistema para optimizar el consumo de agua en el regadío (mercados de agua y sistemas de control tarifario).
- Nexo agua-energía en el riego mediante proyectos demostrativos y dispuestos a aplicar tecnologías modernas para reducir el consumo de electricidad en la extracción y distribución de agua a lo largo de las redes de riego.





4. ECONOMÍA CIRCULAR

4. ECONOMÍA CIRCULAR

RECICLAJE Y TRATAMIENTO

Una economía circular se define como aquella en la que *el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y en la que se reduzca al mínimo la generación de residuos*, minimizando la necesidad de nuevos insumos de materiales y energía, al tiempo que se reducen las presiones ambientales relacionadas con la extracción de recursos, las emisiones y los residuos.

El concepto economía circular se ha extendido ampliamente en los últimos años, tanto en el ámbito científico como en el empresarial y en el de las políticas públicas, dando lugar a diversas aproximaciones o percepciones del mismo.

Según se recoge en el nuevo Plan de Acción de la UE para la economía circular¹⁶:

“La Economía Circular contribuirá de manera decisiva a lograr la neutralidad climática en 2050 y a disociar el crecimiento económico de la explotación de los recursos, garantizando al mismo la competitividad de la UE”.

En este contexto, la PTEA forma parte del *CORE group* del Grupo Interplataformas sobre Economía Circular (GIEC), con el objetivo de promover la implementación de las estrategias europeas y españolas en materia economía circular a través de la dinamización de acciones de investigación e innovación. Se prevé la puesta en marcha de proyectos en colaboración en el marco de programas nacionales e internacionales de investigación e innovación. En el marco de este grupo de trabajo se ha

desarrollado la herramienta 'Conectando para una Economía Circular', cuyo objetivo es promover la identificación de socios potenciales para la puesta en marcha de proyectos de investigación e innovación en el ámbito de la Economía Circular en línea, con iniciativas y convocatorias nacionales e internacionales ya existentes.

Tal y como se recoge en el documento “Contribución de las Plataformas Tecnológicas y de Innovación Españolas en la transición hacia una Economía Circular” elaborado por el GIEC, la economía circular persigue que los recursos naturales sean manejados de manera eficiente y sostenible a lo largo de sus ciclos de vida¹⁷.

Los principales beneficios de la economía circular (EEA, 2016) estarían relacionados con el aseguramiento en el abastecimiento de materias primas, reduciendo la dependencia de las importaciones, al tiempo que se reducen costes y se impulsan nuevas oportunidades de negocio¹⁸, a la mejora en la sostenibilidad ambiental de la economía, así como a la creación de empleo.

Con todo lo dicho, la economía circular se plantea como nuevo paradigma para afrontar la escasez de recursos.

La economía circular es, por tanto, un medio para superar los desafíos globales, además de una guía para abordar un cambio de mentalidad necesario para cumplir con el auténtico desarrollo sostenible. El papel del agua es clave como elemento transversal en todos los sectores. En el sector del agua, el concepto de economía circular se

¹⁶ [Nuevo Plan de Acción Europeo de Economía Circular \(Green Deal\)](#), marzo de 2020.

¹⁷ Agencia Europea del Medio Ambiente (EEA, por sus siglas en inglés), 2016.

¹⁸ <http://ec.europa.eu/growth/industry/sustainability/circular-economy/>

materializa en reducir el impacto que supone el consumo de materias primas, agua y energía, aunque su forma más manifiesta es en el marco de la reutilización.

Para alcanzar una economía circular, tan importante resulta la gobernanza y el diálogo social como el potenciar nuevas tecnologías que fomenten el concepto de "residuos a recursos".

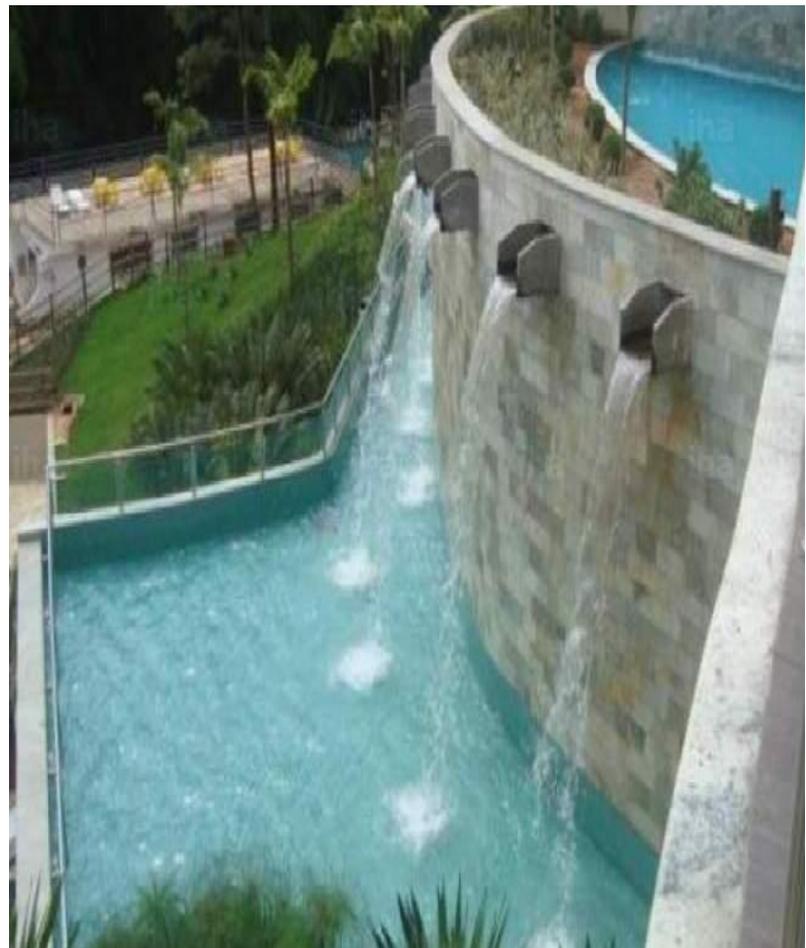
La *PTEA*, como agente dinamizador para el desarrollo de la I+D+i en el sector del agua, contribuye a la economía circular fomentando las siguientes líneas de acción en el marco de sus grupos de trabajo:

- Reutilización del agua, diseñando tratamientos que permitan su empleo en el ámbito agrícola, en recarga de acuíferos, así como otros avances que alcancen aplicaciones urbanas, industriales, recreativas o medioambientales, lo que contribuye a la reducción en el consumo del recurso natural.
- Eficiencia energética en tratamientos de agua, desarrollando nuevos procesos, diseñando nuevos modelos de gestión del agua basados en tratamientos y sistemas de reutilización descentralizados, investigación en tecnologías basadas en la naturaleza, o el empleo de TICs al servicio de la gestión del agua, que favorecen un menor consumo energético.
- Impulso del mercado de materias primas secundarias, dando valor añadido a los subproductos generados en los diferentes tratamientos, como uso de salmueras para la obtención de productos químicos, reciclado de nutrientes o empleo de lodos en la fabricación de nuevos productos de construcción, entre otros.

Líneas prioritarias:

A nivel global:

- Cerrar el ciclo de energía y materiales dentro de la cadena de valor del agua, aprovechando el contenido de nutrientes y energía en las aguas residuales industriales y urbanas, mediante el desarrollo de nuevas tecnologías y procedimientos basados en la recuperación de agua, nutrientes y energía.
- Obtención de recursos de métodos de agua recuperada (agua potable, energía de los procesos de transformación exotérmica, minerales revalorizados, sales, nutrientes, etc. para ser reutilizados en el sector primario).



- Desarrollo de modelos para la transición a la economía circular y sus implicaciones para el sector del agua en Europa e identificación de los factores que podrían estimular u obstaculizar esta transición. Se requiere trabajar en el desarrollo de nuevos modelos de negocio y explotación de las aguas regeneradas, en fomento de la reutilización. Entre las acciones más inmediatas cabe citar el desarrollo nuevos modelos y establecer calidades y precios de fuentes de agua alternativas según su uso.
- Estrategias para la aceptación pública y las implicaciones sociales en la transición a la economía circular.

Para ahondar en unas líneas prioritarias tentativas, el ámbito en el que se ha centralizado el concepto ha sido el de los tratamientos del agua en todas las fases de su aprovechamiento, con el fin de garantizar la calidad adecuada en cada fase y para cada uso, de conseguir la máxima eficiencia en la gestión de todos los recursos empleados y de reducir al mínimo los impactos ambientales.

Potabilización y aguas de proceso:

Mejora en los sistemas de pretratamiento hacia procesos con menor contenido de reactivos químicos, electrofloculación, tecnologías de reducción de microcontaminantes, microplásticos y contaminantes emergentes, sistemas de tratamiento, aditivos, materiales y biocidas que sean lo más inocuos posible para los consumidores, desinfección, luz ultravioleta, nuevos procesos de remineralización, incremento de la seguridad en las instalaciones de producción, almacenamiento y distribución de agua potable, sustitución de tratamientos convencionales físico-

químicos por sistemas de tratamiento biológico, etc.



Depuración de aguas residuales. Nuevos desarrollos de ingeniería:

Sistemas convencionales y avanzados de eliminación de nutrientes, reducción, tratamiento/valorización y disposición final de fangos, eficiencia energética y optimización de procesos, recuperación energética, contaminantes emergentes, tratamiento de aguas industriales, recuperación de subproductos, reducción de impactos medioambientales relativos, entre otros, a olores, ruidos y tecnologías compactas, depuración en pequeñas poblaciones y núcleos aislados, sistemas de saneamiento con separación de aguas negras, grises y pluviales, nuevos procesos y tratamientos de depuración.

Reutilización de aguas regeneradas:

El agua regenerada empieza a ser considerada como un recurso adicional para los usuarios, administradores y planificadores. Éstas pueden tener un uso urbano, agrícola, industrial, recreativo y ambiental, sin embargo, este último aún no se ha considerado completamente. Los usos urbano, agrícola e industrial son en los que la investigación está más

reforzada. Actualmente la normativa no establece unos criterios claros para su uso ambiental para la restauración de ecosistemas.

Calidad del agua producto y requisitos de los usos, sistemas avanzados de filtración, aplicación de membranas, desinfección, nuevas tecnologías de regeneración, saneamiento y reutilización descentralizados, con separación de aguas grises, negras y pluviales.



Tecnologías para agua industrial y uso hidrotermal:

Depuración descentralizada, nuevos desarrollos para procesos de ampliación y construcción de EDAR, infiltración de aguas pluviales, alcantarillado y tanques de tormenta, mejora en la detección de organismos patógenos, tratamiento con algas, bioelectrogénesis.

Sedimentos de embalses y cauces, y fangos de EDAR:

Reducir la producción de fangos en la depuración y mejorar sus características, sistemas de deshidratación y secado, valorización de nutrientes y materia orgánica en fangos de depuradora, digestión anaeróbica y otros procesos de tratamiento, reducción y utilización de fangos de EDAR.

Eficiencia hídrica y energética:

Sistemas de recuperación de energía y generación energética durante determinadas fases del proceso de depuración.

Desalación y control, vertido y gestión de salmueras:

Innovación en los equipos electromecánicos de la línea de alta presión de las desaladoras, optimización de elementos filtrantes, diseño de pretratamientos más eficientes, mejora de procesos de desalación, nuevas tecnologías de desalación, mejora de la calidad de aguas desaladas para la agricultura, tecnologías de valorización de salmueras, etc.



LÍNEAS PRIORITARIAS: gestión Integrada de energía y nutrientes

- Cerrar el ciclo de energía y materiales dentro de la cadena de valor del agua, aprovechando el contenido de nutrientes y energía en las aguas residuales.
- Impulso del mercado de materias primas secundarias, dando valor añadido a los subproductos generados en los diferentes tratamientos.

Actuaciones específicas propuestas:

- Estudios de nuevas líneas de negocio emprendiendo con proyectos de I+D en tendencias detectadas en el sector. Colaborando con otras entidades públicas o privadas.
- Proyectos de investigación relacionados con el nexo agua-energía-nutrientes.
- Combinación de tecnologías innovadoras para la reutilización de agua.
- Proyectos a nivel autonómico, nacional y europeos para la recuperación de nutrientes de aguas residuales y el tratamiento sostenible de aguas contaminadas. Valorización de los compuestos de nitrógeno, fósforo y potasio como fertilizantes orgánicos y en la bioconversión del dióxido de carbono del biogás de EDARs por medio de sistemas bioelectroquímicos.

- Línea de investigación en recuperación de recursos y energía del agua residual mediante tratamientos basados en microalgas y digestión anaerobia.

LÍNEAS PRIORITARIAS: evaluación medios naturales de eliminación de nutrientes

- Investigación en tecnologías basadas en la naturaleza.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de investigación sobre humedales artificiales.
- Tecnologías basadas en micro y macroalgas.
- Estrategias de integración de consorcios microalga-bacteria en plantas de tratamiento de aguas residuales urbanas de pequeño tamaño.
- Demostración y evaluación de soluciones de tratamiento y reutilización de aguas grises en entornos urbanos.
- Desarrollo de tratamientos terciarios.
- Líneas de investigación en sistemas de tratamiento de aguas residuales basados en microalgas y tratamiento de aguas residuales y fangos mediante humedales construidos.

LÍNEAS PRIORITARIAS: implantación de soluciones que permitan la recuperar energía y nutrientes en las EDAR y ERAR

- Obtención de recursos de métodos de agua recuperada

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de investigación sobre humedales artificiales.
- Recuperación de nutrientes de aguas residuales. Valorización de los compuestos de nitrógeno, fósforo y potasio de aguas residuales urbanas y de deyecciones ganaderas como fertilizantes orgánicos.
- Línea de investigación en recuperación de recursos y energía del agua residual mediante tratamientos basados en microalgas y digestión anaerobia.

LÍNEAS PRIORITARIAS: mejora de sistemas de tratamientos de lodos para su reutilización, entre ellos, los provenientes de las aquar residuales urbanas

- Impulso del mercado de materias primas secundarias, dando valor añadido a los subproductos generados en los diferentes

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i sobre pirolisis de lodos y proyectos de digestión anaerobia de lodos deshidratados.
- Investigación en un nuevo tratamiento de lodos más sostenible basado en el ácido nítrico para conseguir un aumento de la producción de biogás durante el tratamiento anaerobio de los mismos
- Proyectos de investigación en la bioconversión del dióxido de carbono del biogás de EDARs por medio de sistemas bioelectroquímicos.
- Nuevo concepto de biorrefinería a partir de lodos de depuradora para la producción de biogás, bioplásticos y biofertilizantes.

- Codigestión anaerobia mancomunada de fangos y purines combinada con ozonización y cavitación.
- Recuperación de metales pesados presentes de los lodos de depuradoras urbanas, sobre todo las ubicadas en zonas industriales con presencia de procesos industriales que generan aguas con alto/medio contenido en metales en disolución Y obtención de materias primas de alto valor añadido (óxidos metálicos) valorizables en multitud de aplicaciones industriales (caucho, cosmética incluso para el tratamiento fotocatalítico de contaminantes emergentes en aguas residuales.

LÍNEAS PRIORITARIAS: proyectos de modernización en el que se sustituyan aguas superficiales o subterráneas

- Reutilización del agua, diseñando tratamientos que permitan su empleo en el ámbito agrícola, en recarga de acuíferos, así como otros avances que alcancen aplicaciones urbanas, industriales, recreativas o medioambientales.

Actuaciones específicas propuestas:

- Colaboración en proyectos con otros socios de diferente perfil.
- Líneas de investigación sobre tratamientos terciarios optimizados (fotosintéticos etc.).
- Conocimiento experto en tecnologías de tratamientos terciarios incluyendo de todo tipo de membrana (MF, UF, NF, RO, FO y membranas recicladas, oxidación (ozono, procesos oxidación avanzada), filtros (arena, carbono, con/sin actividad biológica), desinfección (HOCl, NH₂Cl, UV...) y tratamientos integrados (p.ej. MBR) así como configurar trenes de tratamiento.
- Conocimiento experto en gestión de calidad de agua: microcontaminantes orgánicos incluyendo todo tipo de subproductos de desinfección, riesgos microbiológicos y química general de agua (conductividad, nutrientes, estabilidad biológica etc.).
- Investigación en nuevas tecnologías basadas en diferentes sistemas de oxidación avanzada, p.ej. oxidación avanzada utilizando luz a longitud 185nm, uso de nuevos oxidantes como UV254nm con HOCl o persulfato.
- Desarrollo de sistema de ayuda a la decisión para generar recomendaciones para tren de tratamiento, sistema de monitorización etc.-
- Tratamiento sostenible de aguas contaminadas utilizando tecnología basada en la electrobioremediación.
- Tratamiento del agua basado en tecnología de membranas con fines para la reutilización: sistemas integrados basados en tecnología de membranas combinando biorreactores de membrana (MBR) con ósmosis inversa/nanofiltración y ósmosis directa, preferentemente empleando energías renovables y diseñando membranas reutilizables que permitan abaratar costes.
- Reciclaje de membranas y aplicación de estas membranas recicladas.
- Desarrollo de procesos de tratamiento terciario basados en la naturaleza.
- Combinación de tecnologías innovadoras para la reutilización de agua.

- Modelo de Economía Circular para asegurar la circularidad de las aguas regeneradas desde EDAR a entornos industriales.

LÍNEAS PRIORITARIAS: fomento de trabajos de investigación para establecer los criterios mínimos de calidad exigibles a las aguas reutilizadas desde el punto de vista sanitario y medioambiental junto con su divulgación por aguas regeneradas tratamientos

- Desarrollo de modelos para la transición a la economía circular y sus implicaciones para el sector del agua en Europa.
- Empleo de TICs al servicio de la gestión del agua, que favorecen un menor consumo energético.

Actuaciones específicas propuestas:

- Proyectos con desarrollo digital (EDAR Virtual, Gemelo digital, *business intelligence* mantenimiento predictivo, etc.).
- Evaluación de materia orgánica y contaminación con microcontaminantes y subproductos de desinfección basado en métodos analíticos novedosos utilizando espectrometría de masa de resolución alta (Evaluación "*non target*" y *fingerprint* complementario a estrategias estándar de monitorización de calidad de agua).

LÍNEAS PRIORITARIAS: reutilización de agua para irrigación o fines industriales

- Eficiencia energética en tratamientos de agua, desarrollando nuevos procesos, diseñando nuevos modelos de gestión del agua basados en tratamientos y sistemas de reutilización.

Actuaciones específicas propuestas:

- Colaboración en proyectos con otros socios de diferente perfil.
- Líneas de investigación sobre tratamientos terciarios optimizados (fotosintéticos etc.
- Modelo de Economía Circular para asegurar la circularidad de las aguas regeneradas desde EDAR a entornos industriales.
- Investigación en nuevas tecnologías basadas en diferentes sistemas de oxidación avanzada, e.g. oxidación avanzada utilizando luz a longitud 185 nm, uso de nuevos oxidantes como UV 254 nm con HOCl o persulfato.
- Desarrollo de la línea de investigación de reducción de la obturación y del consumo de energía en instalaciones de riego por goteo utilizando aguas regeneradas
- Tratamientos de afino para adaptar la calidad del agua y su reutilización en aplicaciones industriales mediante tecnologías de membranas.
- Línea de investigación y colaboración con entidades públicas en sistemas de reutilización basados en sistemas mixtos (tecnologías convencionales y naturales).



5. SOLUCIONES INNOVADORAS
BASADAS EN LA NATURALEZA



5. SOLUCIONES INNOVADORAS BASADAS EN LA NATURALEZA

Ante un escenario a nivel mundial en el que se están enfrentando una amplia gama de desafíos, como la urbanización insostenible y los problemas relacionados con la salud humana, la degradación y la pérdida de capital natural, unida a la de los servicios que los ecosistemas proporcionan (aire limpio, agua y suelo), el cambio climático y un aumento alarmante de los riesgos de desastres naturales, existe un creciente reconocimiento y concienciación de que la naturaleza puede ayudar a proporcionar soluciones viables que utilicen y desplieguen las propiedades de los ecosistemas naturales y los servicios que estos brindan, "diseñada" de manera inteligente. Estas *soluciones basadas en la naturaleza*, NBS por sus siglas en inglés (*Nature Based Solutions*), brindan alternativas sostenibles, rentables, multifuncionales y flexibles para varios objetivos. Trabajar con la naturaleza, en lugar de luchar contra ella, puede allanar el camino hacia una economía más eficiente en recursos, más competitiva y ecológica. También puede ayudar a crear empleo y crecimiento económico, a través de la fabricación y entrega de nuevos productos y servicios, que mejoren el capital natural en lugar de agotarlo.

En este contexto, se definen las NBS para los desafíos de la sociedad como soluciones inspiradas y respaldadas por la naturaleza, que son rentables, a la vez que proporcionan beneficios ambientales, sociales y económicos y ayudan a desarrollar la resiliencia¹⁹.

La naturaleza juega un papel único y fundamental a la hora de regular las diferentes funciones del ciclo del agua, en el que puede actuar como regulador, limpiador y/o proveedor de agua. El mantener los ecosistemas saludables se traduce directamente en una mejor seguridad hídrica para todos.

Atendiendo a lo que se establece en el Informe de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos en el mundo (*WWDR*)²⁰ del año 2018, las soluciones basadas en la naturaleza para el agua son fundamentales para alcanzar con los objetivos de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, porque además generan beneficios sociales, económicos y ambientales. Estas incluyen además el bienestar humano y medios de subsistencia, seguridad alimentaria y energética, crecimiento económico sostenible, trabajos decentes, rehabilitación y mantenimiento de los ecosistemas y de la biodiversidad.

Las NBS para el agua hacen referencia a las oportunidades para aprovechar los procesos naturales que regulan diferentes elementos del ciclo del agua. Esto no representa

¹⁹ [Nature-Based Solutions, EC](#)

²⁰ [2018 UN World Water Development Report, Nature-based Solutions for Water](#)

meramente una “buena idea”, que, por supuesto lo es, sino un paso esencial para garantizar la sostenibilidad a largo plazo de los recursos hídricos y de los múltiples beneficios que brinda el agua, que van desde la seguridad alimentaria y energética hasta la salud humana y el desarrollo socioeconómico sostenible.



Ilustración 4.- NBS. Fuente: Comisión Europea.

Las *NBS* resultan especialmente prometedoras en cuanto a progresos en la producción sostenible de alimentos, la mejora de los asentamientos urbanos, el acceso al suministro de agua potable y al saneamiento y la reducción del riesgo de desastres relacionados con el agua. También pueden ayudar a responder a los impactos del cambio climático sobre los recursos hídricos.

Por otro lado, las *NBS* apoyan una economía circular, restauradora y regeneradora por diseño, y fomentan una mayor productividad de los recursos para reducir su desperdicio y evitar la contaminación, incluso a través de la reutilización y el reciclaje de los mismos. Las *NBS* también respaldan los conceptos de “crecimiento verde” o “economía verde”, que promueven el uso sostenible de los recursos naturales y el aprovechamiento de los procesos naturales para sustentar las economías.

La aplicación de algunas de estas soluciones permite crear lo que se denomina “infraestructura verde”: sistemas naturales o seminaturales que nos aportan beneficios equivalentes o similares a los de la “infraestructura gris”, de carácter convencional y construida por el hombre. A pesar de los recientes avances en la adopción de las *NBS*, la gestión de los recursos hídricos sigue dependiendo en gran medida de la infraestructura “gris”. La finalidad no trata necesariamente de reemplazar la infraestructura gris por infraestructura verde, sino de identificar el equilibrio más apropiado, rentable y sostenible

entre la infraestructura gris y las *NBS*, teniendo en cuenta los múltiples objetivos y beneficios.

Aprovechar al máximo el potencial de la naturaleza para contribuir al logro de los tres objetivos principales de la gestión hídrica: aumentar la disponibilidad de los recursos hídricos, mejorar su calidad y reducir los riesgos relacionados con el agua. Esto requerirá crear un ambiente propicio para el cambio, lo que precisa marcos legales y regulatorios adecuados, mecanismos de financiamiento apropiados y aceptación social.

LÍNEAS PRIORITARIAS: infraestructuras verdes

- Soluciones innovadoras basadas en la naturaleza para mejorar la calidad del agua y reducir las emisiones de carbono.
- Lograr un equilibrio entre la explotación de los recursos naturales para el desarrollo socioeconómico y la conservación de los servicios ecosistémicos (aceptando que el uso prioritario del agua es el abastecimiento urbano).
- Integración de los servicios ecosistémicos en la gestión de los recursos hídricos.
- Soluciones eco tecnológicas integradas para la remediación y mitigación de cuerpos de agua degradados y ecosistemas acuáticos, en aras de su regeneración hídrica.

Actuaciones específicas propuestas:

- Operación a escala real de EDARs de pequeño tamaño basadas en humedales artificiales Estudios específicos de comportamiento hidráulico y composición microbiológica.
- Investigación para reutilizar el agua gris o residual y recuperar nutrientes del agua para plantas comestibles con soluciones basadas en la naturaleza (humedales artificiales hidropónicos, paredes verdes y similares) considerando también los servicios ecosistémicos.
- Desarrollo de sistemas de soporte a la decisión que faciliten la selección, implementación y evaluación de soluciones innovadoras basadas en la naturaleza.
- Demostración y evaluación de soluciones basadas en la naturaleza para tratar aguas grises en entornos urbanos.
- Desarrollo de procesos de tratamiento terciario basados en la naturaleza.
- Línea de investigación sobre tecnologías basadas en la naturaleza para tratamiento de diferentes tipos de aguas residuales y biorremediación y recuperación de ecosistemas.

LÍNEAS PRIORITARIAS: sistemas urbanos de drenaje sostenible

- Fomento de los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS).
- Desarrollo del concepto Room for the River.
- Integración de los servicios ecosistémicos en la gestión de los recursos hídricos

LÍNEAS PRIORITARIAS: enfrentar las presiones provenientes de la agricultura y como protección frente a inundaciones, el desarrollo de franjas de protección, que proporcionan continuidad biológica entre los ríos y sus orillas

- Restauración de la continuidad morfológica y conectividad hidráulica.
- Gestión de los riesgos causados por las especies (exóticas) invasoras.

Actuaciones específicas propuestas:

- Diseño y desarrollo de nuevas técnicas de construcción

LÍNEAS PRIORITARIAS: plataforma multiactor que fomente dialogo, interacciones, intercambio de conocimiento e información, colaboración entre los distintos interesados y promover la utilización de NBS

- Desarrollar herramientas, metodologías, enfoques, tecnologías y directrices de relevancia para el diseño, desarrollo e implementación de soluciones mejoradas de tratamiento natural y pasivo.
- Desarrollar modelos innovadores de gobernanza y finanzas para la gestión a largo plazo de las NBS.
- Adaptar e integrar nuestros sistemas de gestión, planificación y gobernanza del agua /ecosistema con mejores datos e información ambiental.
- Enfoques integrados: desarrollo y aplicación de ingeniería ecológica y eco hidrología como elementos indisociables de los NBSs.

Actuaciones específicas propuestas:

- Desarrollo de una plataforma de interacción e intercambio de conocimiento para soluciones basadas en la naturaleza para la producción local de alimentos y procurando la recuperación de agua y recursos (<http://toolbox.edicitnet.com>).
- Desarrollo de una nueva línea de investigación que estudia los aspectos socio cognitivos asociados a la gestión del agua.

LÍNEAS PRIORITARIAS: Desarrollar sistemas para profesionales con prácticas y protocolos de diseño de NBS de última generación y estándares.

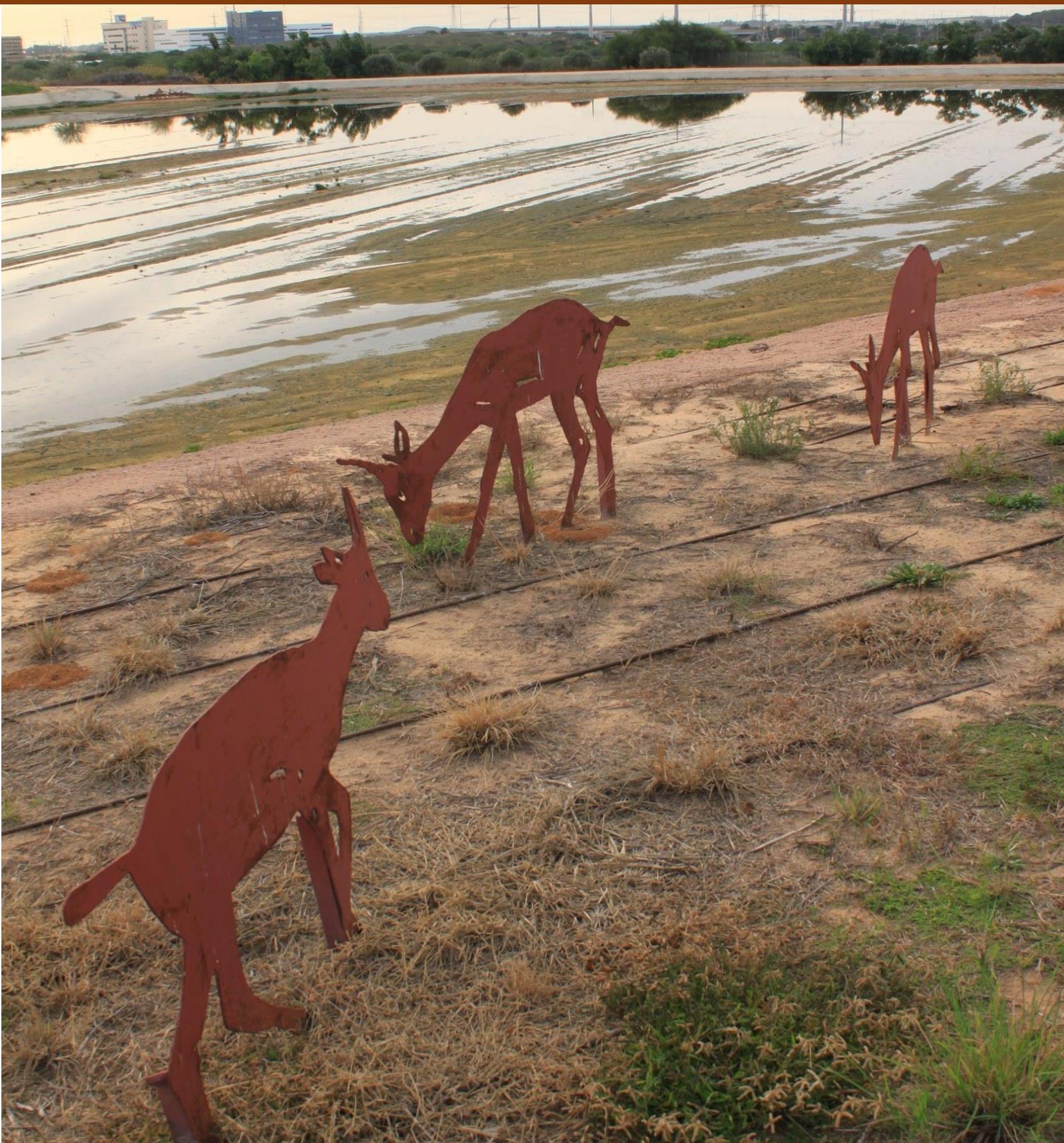
- Desarrollar las pautas de diseño para NBS basadas en monitoreo y modelado.
- Establecer múltiples relaciones presión-impacto-respuesta en ecosistemas acuáticos, ribereños y dependientes del agua subterránea.
- Diseño de nuevos sensores para detección de parámetros físico-químicos y biológicos.
- Mejor comprensión y gestión de los flujos ecológicos. Regulación sectorial específica.
- Desarrollar herramientas, metodologías, enfoques, tecnologías y directrices de relevancia para el diseño, desarrollo e implementación de soluciones mejoradas de tratamiento natural y pasivo para la seguridad del agua, la calidad ecológica y el higiene ecológico.
- Caminar hacia la clave del desarrollo sostenible, que es lograr un equilibrio entre la explotación de los recursos naturales para el desarrollo socioeconómico y la

conservación de los servicios ecosistémicos, todos ellos fundamentales para el bienestar humano y los medios de vida.

- Adaptar e integrar nuestros sistemas de gestión, planificación y gobernanza del agua / ecosistema con mejores datos e información ambiental.
- Soluciones eco-tecnológicas integradas para la remediación y mitigación de cuerpos de agua degradados y ecosistemas acuáticos en aras de su regeneración hídrica.
- Enfoques integrados: desarrollo y aplicación de ingeniería ecológica y eco-hidrología. Soluciones basadas en la naturaleza e infraestructura verde.
- Diseño de nuevos sensores para detección de parámetros físico-químicos y biológicos, que respondan a los distintos usos del agua en un contexto de reutilización intensiva.
- Metodologías para la cuantificación y objetivación de la sostenibilidad de las soluciones propuestas que faciliten, además, su comparación y *benchmarking*.



6. CIUDADES INTELIGENTES Y SOSTENIBLES



6. CIUDADES INTELIGENTES

Water Smart Cities

El mundo se está urbanizando. Europa es uno de los continentes más urbanizados del mundo. Más de dos tercios de la población europea vive en zonas urbanas y esta proporción sigue creciendo. Actualmente, más del 70% de la población de Europa vive en ciudades, se espera que aumente a más del 80% a mediados de siglo. Esto se traduce en 36 millones de nuevos ciudadanos urbanos, más de 6 mil millones de personas, que necesitarán vivienda, empleo y atención para el 2050. Las ciudades de todo el mundo enfrentan muchos desafíos, como la congestión del tráfico, el suministro inadecuado de energía, la falta de servicios básicos, las viviendas informales, la gestión deficiente de los peligros naturales, la delincuencia, la degradación ambiental, la gobernanza deficiente, la pobreza urbana, la economía informal y el desarrollo no planificado (WEF, 2016)²¹. Esta "urbanización" del mundo, sumada al cambio climático, tendrá un gran impacto en las ciudades.



La densificación de la ciudad es tanto una oportunidad para el crecimiento económico como una amenaza para la habitabilidad. El crecimiento urbano ejercerá una gran presión sobre la disponibilidad de agua, alimentos y energía. El cambio climático pondrá más presión sobre las ciudades, al aumentar el riesgo de inundaciones, sequías y otros eventos meteorológicos extremos. El sentido de urgencia para la mitigación y adaptación al clima está creciendo.

Ante un escenario donde el entorno urbano debe tener presente en su día a día la eficiencia, el desarrollo sostenible y la gestión de los recursos, resulta inevitable plantearse una evolución en los modelos de gestión de las ciudades. "Smart City" es un concepto que ha de ser entendido como el aprovisionamiento de servicios que mejoren la calidad de vida de los ciudadanos y, en referencia al sector del agua, el primer hito a lograr en base al mismo es asegurar la calidad del agua de todo ciudadano en todo momento.

²¹ [The Global Risks Report 2016, World Economic Forum.](#)

El agua juega un papel central en el desarrollo urbano sostenible. Las ciudades de todo el mundo enfrentan grandes desafíos con el agua²², tales como:

- El Informe de Riesgo Global del Foro Económico Mundial identificó las crisis del agua (sequías e inundaciones, el aumento del nivel del mar y la contaminación) como el riesgo con el mayor impacto global esperado en las próximas décadas.
- Los eventos de inundación ocurren con mayor frecuencia en toda Europa y causan daños importantes en las zonas urbanas. La frecuencia e intensidad de los eventos de lluvia aumentarán en el futuro.
- Además del riesgo de inundación, la escasez de agua es una preocupación creciente. Un estudio global reciente muestra que 1 de cada 4 ciudades ya está sufriendo estrés hídrico y el cambio climático y la urbanización aumentarán el riesgo de escasez de agua en las cuencas de los ríos periurbanos (McDonald et al., 2014).
- Los recursos son limitados, mientras que al mismo tiempo la demanda de estos recursos aumenta debido al mayor número de personas que viven en áreas urbanas. Las fuentes de agua, energía y materiales deben utilizarse de manera más eficiente y, cuando sea posible, reciclarse y reutilizarse. El agua es esencial para la vida, y por lo tanto, nuestro recurso máspreciado.
- Estos desafíos requieren un enfoque sistémico y una transición en la planificación urbana y la gestión del agua en zonas urbanas. Tenemos que repensar la forma en que tratamos el agua en nuestras ciudades para crear ciudades verdes, resilientes y circulares, que se puedan denominar auténticas *"Water Smart Cities"*.

El enfoque de *Water Smart City* integra la planificación urbana y la gestión del agua para aumentar la resiliencia climática, además del generar valor para los ciudadanos:

- Se necesita una transición para (re)diseñar ciudades a partir de ciudades drenadas (agotadas) hacia *Water Smart Cities* para ser capaces de restaurar la capacidad de drenaje natural de las ciudades y cerrar el ciclo urbano del agua. Cada gota de agua en nuestras ciudades tiene un valor. Una *Water Smart City* trata el agua como un recurso en lugar de como un inconveniente. La colaboración entre empresas, autoridades públicas, investigadores y ciudadanos desempeña un papel único para garantizar una transición rápida.
- Las combinaciones inteligentes de soluciones técnicas, de ingeniería civil y basadas en la naturaleza para la adaptación al clima y la transición al enfoque de *Water Smart City* crearán grandes oportunidades de negocio e innovación.

El concepto incluye la integración de aguas pluviales, aguas subterráneas, gestión de aguas residuales y suministro de agua para hacer frente a los desafíos sociales relacionados con el cambio climático, la eficiencia de los recursos y la transición energética, para minimizar la degradación ambiental y mejorar el atractivo estético y recreativo. Este enfoque desarrolla estrategias integradoras para la sostenibilidad ecológica, económica, social y cultural.

²² [Towards Water Smart Cities, 2017 \(Climate KIC\).](#)

El desarrollo y uso de tecnologías de monitorización y control tanto en el suministro como en la distribución y el consumo del agua, el tener la capacidad de proporcionar información de consumo a los usuarios, la posibilidad de prevención de inundaciones gracias a una información más eficaz y más precisa que permitan obtener información en tiempo real, así como el devolver el agua a la naturaleza en las mejores condiciones una vez que la ciudad la ha utilizado, se marcan como puntos de partida hacia el logro de una gestión eficiente del agua en las ciudades.

Para la obtención con éxito de una red de agua inteligente se deben englobar a todos los actores y elementos de la cadena de valor.

La Plataforma Tecnológica Española del Agua forma parte del Grupo Interplataformas para la discusión y acuerdo de un marco común en España en el área de las *Smart Cities* desde el ámbito de la I+D.

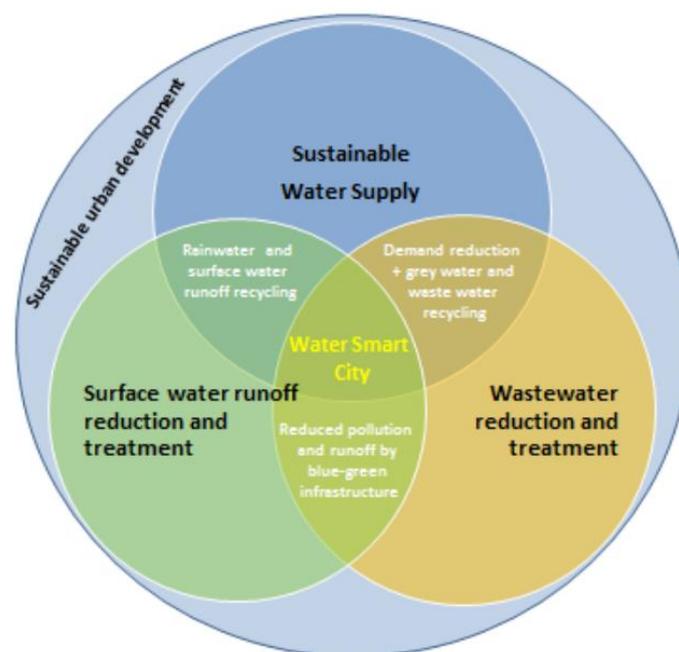


Ilustración 5.- *Water Smart City*: integrando el desarrollo urbano sostenible y la gestión del agua urbana. Fuente: *Towards Water Smart Cities*, 2017 (Climate-KIC).

El Grupo de trabajo Interplataformas de Ciudades Inteligentes (GICI) tiene su origen en la razón de ser de las Plataformas Tecnológicas: promover la colaboración público-privada que incentive la I+D+i tecnológica en diferentes sectores. En las plataformas se dan cita los máximos representantes de la administración, las empresas de producción de bienes de equipo y servicios, los centros tecnológicos y las universidades, para acordar una visión sobre cómo debería ser el futuro de los campos o sectores en los que trabaja la plataforma (sector eléctrico, agua, sector ferroviario, etc.) y establecer una serie de acciones que permitan avanzar hacia esa visión.



El Grupo de trabajo Interplataformas de Ciudades Inteligentes fue fundado en 2012, a iniciativa del Ministerio de Economía y Competitividad, como respuesta a la necesidad en el campo de las Ciudades Inteligentes (*Smart Cities*). El grupo de trabajo lo conforman 21 plataformas relacionadas con las ciudades inteligentes, estando coordinado por *FutuRed*, tiene establecidos los siguientes objetivos:

- Confeccionar una visión y agenda estratégica específica que permita el correcto desarrollo de la ciudad del futuro, incluyendo los contenidos de forma transversal de las plataformas con especial incidencia en las tecnologías empleadas en las ciudades.
- Coordinar, en la medida que se requiera, la participación en foros nacionales e internacionales sobre *Smart Cities*.
- Asesorar al Ministerio de Economía y Competitividad en las necesidades que requiera en materia de ciudades inteligentes.
- Potenciar el papel y la presencia española en el ámbito internacional, especialmente en Europa.

En 2015 el Grupo publicó su documento de posicionamiento: "*Smart Cities. Documento de Visión a 2030.*

LÍNEAS PRIORITARIAS: acceso general y equitativo al agua potables a un precio asequible

- Nuevos materiales para tuberías y recubrimientos.
- Sistemas de optimización de las redes de distribución.

Actuaciones específicas propuestas:

- Desarrollo de nuevos sistemas de ayuda a la decisión (DSS) para optimizar y gestionar las redes de distribución, a 4 niveles, calidad, cantidad, continuidad y costes.
- Promocionar la visualización por la sociedad de la tecnología y dar mayor visibilidad a los nuevos desarrollos en el sector
- Plataforma *WEB GIS* con conexión bidireccional a EPANET y conectividad con dispositivos instalados en la infraestructura para su calibración. Facilita la generación de modelos para evaluar el desempeño de los sistemas de distribución y evaluar nuevos escenarios que permitan optimizar su funcionamiento.
- Sistemas acústicos y de fibra óptica instalada en el interior de las tuberías de agua (elemento pasivo), que permiten mediante la luz que recorre las fibras identificar

geográficamente los diferentes eventos y peligros que pueden afectar a la red de aguas. Adicionalmente la capa de *Machine Learning* permite que el sistema aprenda e identifique con exactitud los tipos de eventos.

LÍNEAS PRIORITARIAS: acceso a servicios de saneamientos e higiene adecuados y equitativos para todos, prestando especial atención al ámbito rural

- Gestión eficiente del agua en edificación.

LÍNEAS PRIORITARIAS: programas de saneamiento, de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización

- Redes separativas de captación, saneamiento y drenaje.
- Proceso de desalación.

Actuaciones específicas propuestas:

- Investigación en optimización de los biorreactores de membrana para EDARs urbanas.
- Desarrollo de un nuevo sistema de recuperación y reciclaje de membranas de desalinización para el tratamiento del agua.

LÍNEAS PRIORITARIAS: reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades

- Control remoto de consumos.
- Enfoque de planificación urbana/visión como medida de adaptación.
- La ciudad debe considerarse como un ecosistema autosuficiente (emisiones cero, agua limpia, fugas de agua cero y extinción de especies nativas cero en el dominio urbano).

Actuaciones específicas propuestas:

- Plataforma *WEB GIS* con conectividad IoT para recibir las lecturas de consumos de manera remota. Funcionalidades para la estimación del impacto de proyectos de desarrollo urbano sobre las capacidades de la infraestructura actual.
- Captación de los telecontadores como la gestión del dato captado, proporcionando una visión completa e integrada de la red de sonorización de las empresas de agua, permitiendo también realizar prognosis y gestión de los acontecimientos
- Aprovechamiento para el agua de la automatización de sistemas y herramientas de planificación urbana enfocadas al ámbito energético y movilidad de una ciudad sostenible, desarrolladas en el marco *Smart City* de manera que los "*urbanplanners*" dispongan de información útil sobre la que realizar la planificación sostenible. Para ello, cálculos de KPIs y analíticas *Big-Data* han proporcionan el soporte en los pilares anteriormente mencionados.

LÍNEAS PRIORITARIAS: lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales

- Almacenamiento y suministro innovadores en zonas áridas.
- Sistemas avanzados de desinfección.
- Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS): "Ecologización" de las "infraestructuras grises" como uno de los temas de tendencia más relevantes en la construcción sostenible.
- Trinomio "Agua-energía-planificación urbana" para la sostenibilidad a largo plazo.
- Modernización y mejora de las instalaciones del ciclo del agua urbana.
 - En potabilización, se requieren nuevos sistemas dotados de controles biológicos, químicos y físicos del agua de consumo.
 - En el proceso de desalación es importante disponer con arreglo a los protocolos y medidas establecidas en el Plan de Vigilancia Ambiental, de métodos de operación y procesos automáticos que reduzcan los costes y aseguren un mantenimiento avanzado de la maquinaria y su vida útil.
 - En saneamiento y depuración, es preciso avanzar en el desarrollo de procesos basados en TIC, robótica, cámaras ópticas, etc. destinadas a la optimización de las tareas de limpieza y de conservación, preventiva y correctiva de las infraestructuras (tuberías, colectores, pozos de registro). De igual modo es preciso innovar en cuanto a sistemas de instrumentación de niveles, caudales, velocidades y sensores de calidad, destinados al control más tecnificado y cercano de estos sistemas de drenaje urbano y recogida de aguas residuales.
 - En regeneración y reutilización, avanzar en todas las técnicas de modelización de procesos, control industrial, telemando, telecontrol, vigilancia mediante sensores de calidad online, etc. para asegurar la adecuada operación de estos sistemas y, asimismo, en técnicas de mantenimiento programado, preventivo y predictivo de las instalaciones electromecánicas para asegurar la vida útil de estos activos.

Actuaciones específicas propuestas:

- Plataforma *WEB GIS* con conexión con el software de modelado SWMM que permite el estudio de técnicas de drenaje urbano sostenible y su aplicación en puntos de infraestructuras existentes. Análisis individualizado del consumo de energía en estaciones de bombeo para incorporar datos sobre volúmenes bombeados y demandas energéticas.

LÍNEAS PRIORITARIAS: lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida

- En potabilización, se requieren nuevos sistemas dotados de controles biológicos, químicos y físicos del agua de consumo.

Actuaciones específicas propuestas:

- Investigación sobre nuevos procesos físico-químicos para optimizar la potabilización del agua, así como el desarrollo de sistemas de ayuda a la decisión para potabilizadoras.
- Optimización y tratamiento del agua potable, y monitorización de la operación en tiempo real para gestionar las ETAP mediante señales de alerta temprana.

LÍNEAS PRIORITARIAS: acumulación local de agua en depósitos subterráneos mitigará el efecto de “isla de calor”

- Almacenamiento y suministros innovadores en zonas áridas.

LÍNEAS PRIORITARIAS: diseño y aplicación de sistemas urbanos de tratamientos naturales de aguas para su integración en el ciclo urbano del agua, el paisaje urbano y el sistema de recepción de agua, a fin de mejorar la circularidad y la sostenibilidad del sistema

- Modernización y mejora de las instalaciones del ciclo de agua urbana.
- En saneamiento y depuración, es preciso avanzar en el desarrollo de procesos basados en TIC, robótica, cámaras ópticas, etc. destinadas a la optimización de las tareas de limpieza y conservación.

LÍNEAS PRIORITARIAS: reducir los costos de depuración de aguas contaminadas

- Sistemas avanzados de desinfección.
- Regeneración y reutilización, avanzar en todas las técnicas de modelización de procesos, control industrial, telemando, telecontrol, vigilancia mediante sensores de calidad *online*, etc.

Actuaciones específicas propuestas:

- Desinfección electroquímica usando electrodos comerciales que generan cloro in situ, y también esponjas de grafeno desarrolladas en ICRA, que son el primer material de ánodo que no genera cloro y por lo tanto no se forman productos clorados que pueden aumentar la toxicidad de agua.
- Desarrollo de sistemas de ayuda a la decisión para el diseño de estaciones depuradoras de aguas residuales.
- Nuevos sistemas sostenibles de tratamiento de aguas basados en la electro-biorremediación. Además, esta tecnología posibilita la producción in situ de hipoclorito para una pre-desinfección.
- Aplicación de la tecnología de fotocátalisis solar como tratamiento terciario avanzado y utilización de materias primas secundarias (óxidos metálicos valorizados) como agente fotocatalítico.
- Conocimiento experto en uso de sensores para el control de procesos para validación y verificación de calidad de agua en procesos unitarios aplicado en la regeneración de agua.
- Optimización energética de procesos en las EDAR mediante análisis de la eficiencia de los equipos electromecánicos asociados a los procesos de la depuración: aireadores de los digestores, líneas de impulsión, etc.

7. GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS



7. GESTIÓN INTEGRADA DE CUENCAS

Los gestores del agua se enfrentan a una serie de problemas y desafíos relacionados con la asignación del agua: oferta que disminuye frente a demanda creciente, cambios demográficos, episodios climáticos cambiantes y extremos, etc. Todo esto lleva a que el tradicional enfoque fragmentado no resulte suficiente, y pone de manifiesto la necesidad de llevar a cabo un enfoque holístico y plenamente integrado para la gestión del agua.

La Gestión Integrada de Recursos Hídricos (GIRH) fue definida por el Comité Técnico de la Asociación Mundial para el Agua (*Global Water Partnership, GWP*) como "*un proceso que promueve la gestión y desarrollo coordinado del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas*" (*GWP 2000*).

El sistema buscado de GIRH debe integrar varios ámbitos de actuación:

- Gestión sostenible de los recursos hídricos: requiere alcanzar el buen estado de las masas de agua de acuerdo con la Directiva Marco europea, garantizar el suministro de recursos para el abastecimiento urbano y las actividades económicas, minimizar el impacto de sequías e inundaciones, optimizar la gestión del binomio de recursos agua/energía y gestionar eficientemente los procedimientos administrativos requeridos por los objetivos anteriores.
- Marco institucional y legal: en aras a conseguir una coordinación efectiva en la toma de decisiones por las Administraciones, lograr una real recuperación de los costes de los servicios del agua y alcanzar una importante participación pública.
- Desarrollos tecnológicos: aportar información debidamente actualizada, ordenar la participación de las Administraciones y de los agentes implicados, integrar otros desarrollos tecnológicos en el sector del agua (administración electrónica, predicción de sequías e inundaciones, simulación) y perfeccionamiento a lo largo del tiempo, cuando menos.

Adicionalmente, el Plan de Acción para la digitalización del sector de agua desarrollado en el marco de la iniciativa *ict4water* (*ict4water.eu*, 2018)²³ define un itinerario para la digitalización del sector en el horizonte temporal 2018-2030 aplicable a todo el ciclo del agua en sus distintos marcos competenciales. Este plan se centra en necesidades que abarcan la normalización de información, descentralización digital de sistemas, soluciones de ayuda a la decisión, despliegue de pilotos demostrativos y, además, capacitación.

En la próxima década el reto principal es seguir garantizando la disponibilidad de los recursos hídricos a todos los sectores para el desarrollo sostenible, en un escenario de crecimiento sustentable de la demanda, de la contaminación (contaminantes emergentes, etc.) y sistemas amenazados por los impactos del cambio climático. Por tanto, es necesario alcanzar: un esquema integrado y eficiente de gestión avanzada de las aguas como fuentes de recursos (incluyendo captación, almacenamiento y distribución) respetuosos con el medioambiente, garantistas y que permitan el adecuado control de los recursos hídricos en cantidad y calidad; apoyado en unos marcos normativo e institucional mejorados.

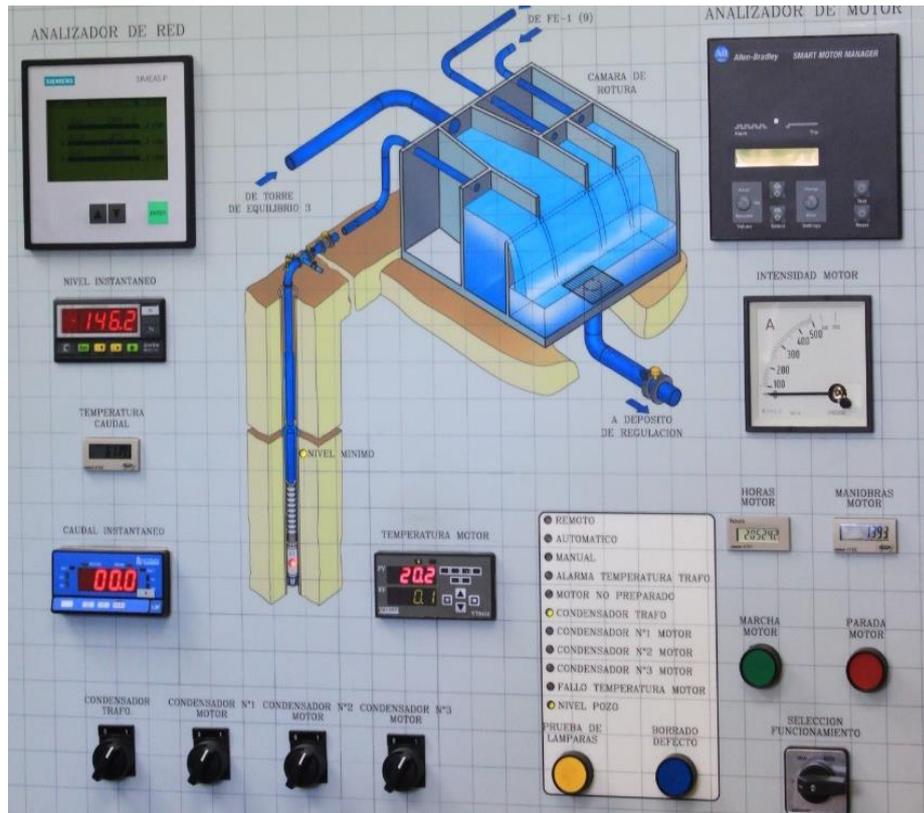
²³ Digital Single Market for Water Services Action Plan.

Para una óptima gestión de los recursos hídricos de forma óptima se deben integrar las masas de aguas superficiales, subterráneas, los usos del suelo, los recursos disponibles, así como la integración de los servicios de los ecosistemas, como indica su propia definición. Este sistema GIRH debe contar con varios ámbitos de actuación. Su fundamento está en el documento de "Líneas estratégicas de innovación e investigación en el sector del agua" (diciembre de 2015) de MAGRAMA, como desafíos de la política del agua en España, y cabe destacar:

- Satisfacer eficientemente las demandas de agua para garantizar el desarrollo sectorial y regional, creación de empleo y bienestar social.
- Alcanzar y mantener un buen estado de las masas de aguas y los ecosistemas asociados.
- Mejorar la gestión de las sequías e inundaciones (fenómenos extremos).
- Adaptación al cambio climático (y mecanismos de mitigación cuando sea posible).
- Aumentar la eficiencia en la gestión del agua de forma integrada y mejorar las gobernanzas (multinivel).
- Eliminar la complejidad institucional y tecnológica para un sistema GIRH.
- Ayudar a definir las herramientas financieras y económicas necesarias para el mantenimiento de las infraestructuras del ciclo del agua.

Las líneas en desarrollo estarán orientadas a:

- Avanzar en la gestión integrada de cuencas y el uso conjunto de aguas superficiales y subterráneas.
- Desarrollar aplicaciones de herramientas avanzadas de modelización y gestión de recursos hídricos a escala de cuenca.
- Analizar impactos de las oscilaciones del clima y cambios de usos del suelo en el ciclo hidrológico.
- La preservación de los ecosistemas fluviales, litorales y asociados a zonas húmedas.
- La gestión transfronteriza para los recursos compartidos.



LÍNEAS PRIORITARIAS: resolución de fugas de las redes de distribución de agua, nuevos protocolos de reparación de infraestructuras

- Nuevos protocolos, medidas y aplicaciones de gestión para el tratamiento de la subpresión, reparación de equipos hidromecánicos e infraestructuras hidráulicas en servicio, sellado de filtraciones, desarrollo de servicios de mantenimiento de gran escala, etc.
- Minimizar los riesgos asociados con las infraestructuras del agua y los peligros naturales.
- Adaptación de infraestructuras y embalses antiguos al cambio climático, cálculo de nuevos caudales de diseño, aumento de la capacidad de aliviadero, sonorización para la detección temprana de fallos, diseños reversibles en embalses con producción hidroeléctrica.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcios.
- Revisión periódica de redes y desarrollos para riego.
- Estudio de nuevos materiales que mejoren la durabilidad de las conducciones y reduzcan las fugas.
- Implementación de soluciones modulares para la gestión de activos y equipamiento de agua, incluyendo equipos electromecánicos (bombas, válvulas, etc.). mejora de rendimiento, mantenimiento predictivo y mejora de la vida útil del activo con la aplicación de tecnologías de Machine Learning y Big Data.

- Sistemas de sensorización por fibra óptica en redes de tuberías de agua, capaz de identificar patrones, generar alarmas ante eventos y amenazas de la red. Soluciones en tiempo real para las fugas en las redes de distribución de agua.
- Uso de técnicas de IA, en especial de *Machine Learning* y de aprendizaje supervisado para identificar mediante estos algoritmos posibles fugas a partir de los caudales observados y entrenar estos modelos con el conocimiento específico del personal técnico que interviene en estas tareas.

LÍNEAS PRIORITARIAS: mejorar la calidad del agua, reducir contaminación, eliminar vertidos y minimizar la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo el porcentaje de aguas residuales sin tratar

- Contaminantes y riesgos emergentes de contaminantes establecidos. Evaluación de sus efectos sobre la naturaleza y los seres humanos y su comportamiento y oportunidades para su tratamiento.
- Desarrollar técnicas analíticas para grupos de sustancias.
- Comprender y predecir el comportamiento ambiental y los efectos de los subproductos, contaminantes y patógenos, incluidos sus efectos ambientales.
- Remediación de contaminantes. Desarrollo de estrategias para reducir los contaminantes (DBP, contaminantes emergentes, patógenos, incluido su efecto ambiental).

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i (análisis y eliminación de contaminantes en aguas residuales)
- Consorcios.
- Asegurar calidades de las aguas residuales industriales (sector cerámico) que sean seguras para el medio ambiente. Especialmente en cuanto al Boro se refiere.
- Sistemas de monitorización basados en nano-sensores y sensores tradicionales.
- Extrapolación al agua de analíticas en los ámbitos de energía y Smart Cities existentes. Con la ayuda de cálculos de KPIs, modelos descriptivos, predictivos y prescriptivos de comportamientos en el ámbito *Smart City*.

LÍNEAS PRIORITARIAS: aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua

- Monitoreo costo-eficiente a las fuentes de agua y recursos hídricos ya existentes. Enfoque holístico y autosuficiente.
- Nuevas alternativas de gestión del agua infrutilizadas en Europa, como la captura de recursos de agua dulce submarinos (ojos de agua y manantiales submarinos) y su uso en el interior, con los estudios necesarios para la mitigación de riesgos en los ecosistemas marinos. Se necesitan estudios para separar el agua dulce del agua

marina, ya que las experiencias ya realizadas no han podido separar ambas fases con el grado de éxito técnico deseable.

- Sedimentos de embalses y cauces y fangos de EDAR. La extracción de sedimentos en embalses es un problema muy generalizado. Requiere innovar y desarrollar sistemas y tecnologías que permitan una extracción sostenible desde el punto de vista ambiental y económico más allá de los dragados o la repartición de grandes volúmenes de sedimentos en el espacio continental de forma prolongada a lo largo del tiempo.
- Herramientas de operación y sistemas de apoyo para la toma de decisiones SAD. Instrumentos avanzados de toma de decisiones sobre gestión del agua para las distintas administraciones públicas, entidades y empresas implicadas en la gestión del agua. Adaptación de técnicas TIC que permitan la compatibilidad de los sistemas de información mediante medidas de estandarización e interoperabilidad (adoptar un lenguaje común para todos los autómatas implicados en la gestión y monitoreo de los recursos hídricos).

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcios.
- Mejora de sistemas de monitoreo en tiempo real e interoperables.
- Asegurar calidades de las aguas residuales industriales (sector cerámico) que sean seguras para el medio ambiente. Desarrollo de estándares para la reutilización de aguas residuales previamente analizadas y descontaminadas.
- Integración de la información en una Plataforma de IoT y Big Data. Los algoritmos de IA y Machine Learning permiten generar modelos de predicción y reglas de activación de alarmas.
- Hardware orientado a la captura de datos autónoma. Arquitecturas Cloud Edge. Sistemas GIS WEB de Ayuda a la Toma de Decisiones orientados al Análisis de Escenarios, empleando diversas técnicas (modelizado clásico, IoT, IA, Visión, etc.).
- Plataforma web multiusuario con apartado de indicadores en base a la información disponible para evaluar la evolución de parámetros relevantes en episodios de sequía o escasez. Balance de consumos que permite estimar la capacidad de suministro y las pérdidas que se producen a partir de las fuentes que nutren el sistema y de los consumos registrados.
- Módulo de costes que categoriza los costes e ingresos para la prestación del servicio con un balance mensual y un análisis sencillo mediante informes personalizados. Posibilidad de indicar la posición de los costes para realizar análisis geoespaciales sobre estos datos.
- Sistema de visión holística de los eventos, proporcionando también sistemas de alerta temprana. Sistema funcional para casos de eventos extremos, permitiendo la mejora en la eficiencia a la hora de la toma de decisiones.



LÍNEAS PRIORITARIAS: implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, unificación y armonización de la información a nivel cuenca y subcuenca

- Modelos de intercambio de información entre administraciones a distintos niveles competenciales y temáticos.
- Sistemas envolventes que permitan analizar el uso de recurso desde el nivel cuenca a los componentes de menor nivel (ciudades, municipios).
- Modernización y adaptación de la red SAIH al contexto tecnológico actual, con sensores de última generación, nuevos parámetros y contadores en tiempo real y optimización de las comunicaciones.
- Aumentar la garantía de las cuencas con sistemas de gobernanza del recurso del agua desde fuentes diversas: distribución e integración de redes con características y precios diferentes de modo similar al recurso eléctrico.
- Digitalización del histórico de archivos antiguos y continuidad de la tramitación y registro electrónicos y geolocalización de la información.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcios.

- Sistemas *GIS WEB* de Ayuda a la Toma de Decisiones orientados al Análisis de Escenarios, empleando diversas técnicas (modelizado clásico, *IoT*, IA, Visión y otros).
- Establecimiento de Grupos de Trabajo y creación de una Comisión.
- Estandarización e interoperabilidad.
- Redacción del borrador de una norma.
- Plataforma con enfoque multiusuario para fomentar el intercambio de información entre usuarios a través de diferentes roles, a saber: administraciones públicas, entidades titulares de la infraestructura, empresas gestoras, etc.
- Plataforma *open source* de gestión integrada que cubre todo el ciclo de vida de la información, desde la captación de datos, hasta la visualización y el análisis. (solución muy empleada, entre otros ámbitos, para las *Smart Cities*)
- Sensores de última generación y geolocalizadores.

LÍNEAS PRIORITARIAS: indicadores de estrés hídrico elaborados en el marco de la estrategia común y aplicados a nivel de cuenca hidrográfica

- Análisis avanzados. Herramientas e indicadores de evaluación que relacionen presiones y variables de estado ecológico y socioeconómico, régimen de caudales ecológicos y de los ecosistemas acuáticos, evaluación del estado de las masas de agua (*water bodies*): repercusión del uso del suelo en el estado de las masas de agua, efectos ambientales y socioeconómicos de la modernización de regadíos, nuevos métodos de evaluación de los costes ambientales (incluyendo la modelización hidroeconómica), asignación y utilización eficiente de los recursos agua, energía y su combinación, seguimiento del impacto del cambio climático evaluación salina, impacto de las desaladoras en los ecosistemas marinos y de la intrusión marina, en la vanguardia de las líneas de acción.
- Proteger la capacidad de las redes de agua para suministrar agua a los ciudadanos con los estándares de calidad objetivo. Evaluar el impacto de la escasez de agua potable.
- Normalización de datos.
- Integración de indicadores de rendimiento del uso del agua multinivel: integración de la gestión cuenca usos (a nivel general y de detalle).

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcios.
- Trabajo coordinado entre la Administración General del Estado y la Autonómica.
- Conectar en tiempo real con información de distintos orígenes y heterogénea a través de protocolos industriales e *IoT*. y explotación de la información con herramientas flexibles de análisis, monitorización y *reporting*.

- Sistemas *GIS WEB* de ayuda a la toma de decisiones orientados al análisis de escenarios, empleando diversas técnicas (modelizado clásico, *IoT*, IA, Visión y otros)
- Plataforma *web* con apartado de balance de consumo para disponer de información que permite valorar la evolución de disponibilidad y demanda a lo largo del tiempo.

LÍNEAS PRIORITARIAS: velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan

- Evaluación de los riesgos que afectan a los sistemas socioecológicos de prueba intersectorial en biodiversidad.
- Desarrollo y selección de medidas (eficaces, eficientes y sostenibles) para la mejora de la eficiencia en los usos del agua, energía, nutrientes y agroquímicos en la agricultura, mejora de condiciones hidromorfológicas, lucha contra la contaminación química, bien puntual o difusa, protección de las aguas subterráneas y nuevos sistemas de recarga intencionada de acuíferos, mantenimiento de zonas protegidas (en su superficie y subsuelo), seguridad frente a fenómenos meteorológicos adversos y extremos, planes de emergencia de presas, adaptación y mitigación del cambio climático en las cuencas hidrográficas, herramientas de selección de medidas mediante técnicas de análisis multicriterio, análisis del coste-eficacia de la aplicación de las medidas sobre los indicadores de estado, mejora de los sistemas de indicadores utilizados en la elaboración de los planes de sequía y de inundación, como medidas no exclusivas en primera línea.
- Evaluar y optimizar el valor de los servicios ecosistémicos.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcios.
- Sistemas de gestión integral de aguas extendido a Servicios ecosistémicos.

LÍNEAS PRIORITARIAS: apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento

- Nuevos instrumentos económicos de tarificación y recuperación de costes. Quien contamina, paga y, quien contamina más, paga mucho más.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcios.
- Integración de la dimensión de costes en los sistemas de información.

- Plataforma *web* con apartado dedicado al registro de costes e ingresos que ofrece un análisis en el ámbito económico de la prestación de los servicios del agua.

LÍNEAS PRIORITARIAS: reforzar las redes de seguimiento de los recursos hídricos y sus usos, actualización de las proyecciones relativas a los recursos hídricos para diversos escenarios de cambio climático

- Modelización y planteamiento de escenarios.
- Nuevos sistemas y tecnologías para planificación, gestión, control y calidad, incluyendo compuestos emergentes y contaminación difusa, aplicados tanto a las aguas superficiales como a las subterráneas.
- Vigilancia y control de cuencas hidrográficas. Las redes de seguimiento y control integran la información necesaria para poder llevar a cabo una gestión eficaz del estado de las masas de agua. Ello requiere actividades de I+D+i que faciliten las operaciones propias de la vigilancia y programas de seguimiento, así como otras relacionadas con el análisis de riesgos y la comunicación de emergencias a escala de la cuenca. La diversidad de sensores y marcas conlleva la generación de ficheros con distintos formatos, siendo preciso implantar de forma definitiva una norma que permita un lenguaje único en cuanto a estandarización e interoperabilidad.
- Aplicaciones específicas para sistemas y redes de control de presiones y seguimiento del estado de las aguas superficiales, y su rol en la gestión integrada con innumerables interconexiones con los restantes elementos del sistema integral.
- Sistemas de alerta temprana de vertidos con geolocalización.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcios.
- Desarrollo de nuevos modelos acoplados de evolución de la calidad del agua, de la demanda y de su economía a modelos de CC.
- Sistemas integrados municipalidad-cuenca multi actor, multi consumidor.
- Herramientas que incorporan los modelos climáticos a largo plazo para evaluar el impacto de la evolución de estos fenómenos meteorológicos sobre el desempeño de la infraestructura actual. Catálogo de proyectos urbanísticos con calculadora de demandas asociadas para analizar la capacidad de la infraestructura frente a nuevos desarrollos.

LÍNEAS PRIORITARIAS: nuevas medidas de gestión de riesgos de inundación, sequías y de adaptación al cambio climático

- Nuevas aplicaciones de análisis de riesgos hidrometeorológicos y sistemas de aviso y comunicación de emergencias. Adopción de nuevas tecnologías y Mejoras Técnicas Disponibles (MTDs) para la alerta temprana a la población, aviso con la

antelación suficiente en caso de riesgo extremo y almacenamiento de la información en un formato interoperable.

- Calibración local de modelos climáticos e integración para mejorar la gestión de cuencas e incrementar su resiliencia frente a los efectos adversos del cambio climático.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcios.
- Mecanismos de financiación para los desarrollos necesarios, parcialmente recogidos en el plan DSEAR.
- Sistemas de alerta temprana de eventos: inundaciones, sequías y contaminación del agua. Sistemas IoT, Visión, Modelizado y Machine/Deep Learning.
- Plataforma preparada para recoger las muestras enviadas por redes de sensores y tratar estos datos en tiempo real. De esta manera se dispone de avisos ante situaciones imprevistas y es posible evaluar tendencias originadas por el cambio climático.
- Solución que permite dar una visión holística de los eventos, proporcionando también sistemas de alerta temprana. Sistema funcional para casos de eventos extremos, permitiendo la mejora en la eficiencia a la hora de la toma de decisiones.

LÍNEAS PRIORITARIAS: medidas para proteger la biodiversidad y los ecosistemas

- Contaminantes y riesgos emergentes de contaminantes establecidos. Evaluación de sus efectos sobre la naturaleza y los seres humanos.
- Mitigación del impacto asociado a las tecnologías enfocadas a obtener energía del suelo y del mar.
- Modelos de gestión específicos para zonas costeras (aportaciones del documento: "punto de encuentro con la administración").

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Proyectos que incorporen expertos en ecotoxicología.
- Explotación térmica de acuíferos (geotermia somera). Proyectos piloto en acuíferos costeros para evaluación del rendimiento, agotamiento y comportamiento mediante mecanismos de monitorización.

Agua, Ocio y Salud:

- Nuevos materiales con y para envasados ecológicos.
- Conocimiento científico del binomio salud-agua.

Uso del agua en balnearios:

- Innovación en tratamientos hidrotermales.
- Nuevas tecnologías, materiales y tratamientos en instalaciones y equipos.
- Innovación en modelo de negocio para la captación del mercado internacional.
- Tecnologías para agua industrial y uso hidrotermal mediante tratamientos hidrotermales, hidropónicos y basados en farmacología biomédica avanzada.

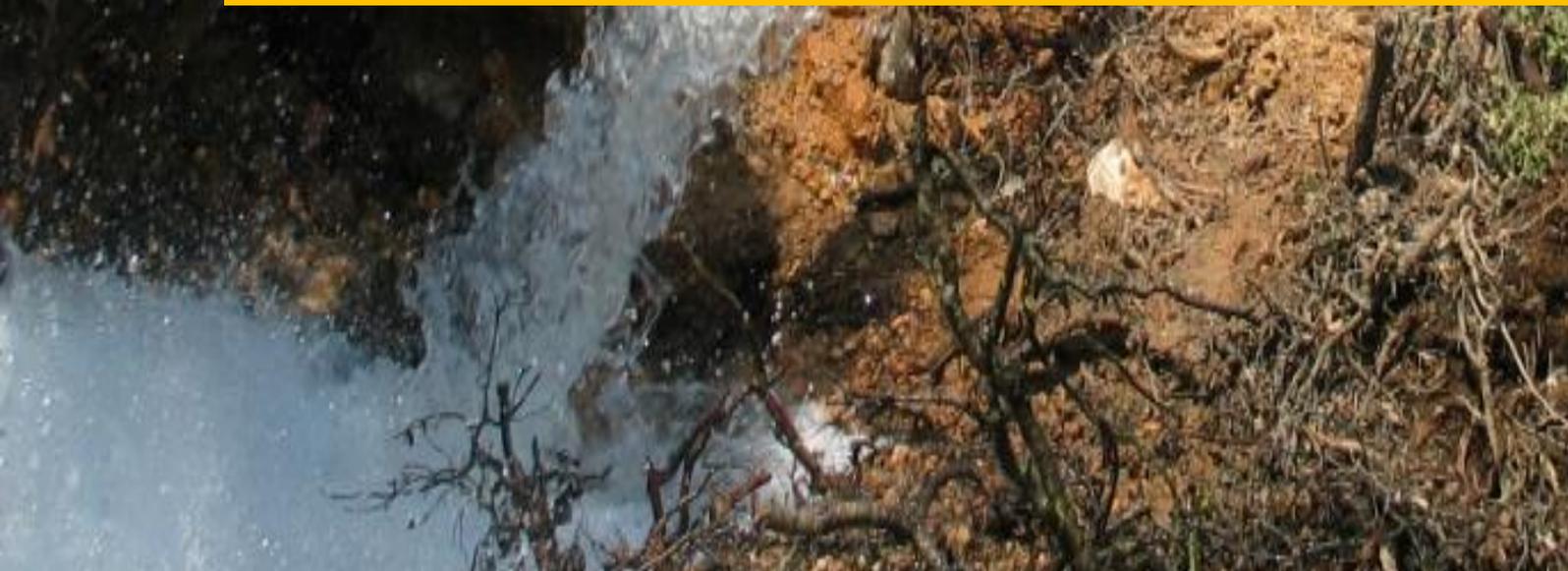
Uso del agua en piscinas:

- Nuevas tecnologías de ahorro de agua, sal y cloro.
- Mejora de la eficiencia energética y empleo de energías renovables.
- Prevención, detección y eliminación de contaminantes en tratamientos y minimización de sinergias en la generación de productos de los procesos de interacción entre residuos.
- Tratamientos enfocados a la inocuidad para la salud humana.





8. AGUAS SUBTERRÁNEAS



8. AGUAS SUBTERRANEAS

Las aguas subterráneas son parte esencial del ciclo hidrológico. Aunque el ciclo es único e indivisible, tradicionalmente los estudios se realizan de forma independiente, debido a las peculiaridades de ambas porciones, pero sin olvidar sus interconexiones, ya que en definitiva el agua es siempre la misma.

Se trata de un recurso importante, aunque de difícil gestión por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación, por su invisibilidad (raramente suscita inquietud en la opinión pública aquello que no puede ver) y por su vulnerabilidad ante la contaminación puntual, difusa y el alto número de riesgos que potencialmente puedan dañar este recurso, bien de forma cuantitativa o cualitativa.

LÍNEAS PRIORITARIAS: sistemas y tecnologías para aguas subterráneas

- Sistemas y tecnologías para aguas subterráneas. La captación de aguas subterráneas requiere analizar las características geológicas e hidrogeológicas de la zona, las hidrodinámicas del acuífero, el volumen de agua, el calendario y los costes de bombeo.
- Sistemas expertos y tecnologías para la gestión integrada de acuíferos como elementos de la gestión integrada, indisociables del esquema general que, en ocasiones, constituyen la única fuente de suministro para determinadas poblaciones, en general en zonas áridas o semiáridas.
- Desarrollo de técnicas para restauración de acuíferos que han sido explotados intensamente, labor que hoy en día resulta extremadamente costosa, con resultados previsibles solo a muy largo plazo e incluso de dudosa viabilidad técnica, económica y social.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcio.
- Soluciones verdes para el tratamiento de agua subterránea para cumplir los estándares de la nueva directiva de agua potable.
- Tratamiento electroquímico de agua de agua subterránea para eliminar compuestos perfluorados, usando esponjas de grafeno.
- Investigamos tecnologías bioelectroquímicas (electro biorremediación) para tratar aguas subterráneas contaminadas con nitratos y arsénico.
- Sistemas de recarga artificial de acuíferos deficitarios o en mal estado.
- Involucrar a todos los agentes del sector desde la Administración general del Estado.
- Monitorización IoT y sistemas basados en IA con calibración de datos a medio plazo y modelos hidromorfológicos.



LÍNEAS PRIORITARIAS: nuevas aplicaciones basadas en técnicas eléctricas, magnéticas e isotópicas aplicables a la hidrología subterránea

- Nuevos sistemas de auscultación del estado de las infraestructuras y acuíferos. Evaluación del estado y detección de riesgos en infraestructuras, embalses y sus márgenes, técnicas eléctricas, magnéticas, de trazadores e isotópicas para caracterizar el comportamiento de acuíferos.

Actuaciones específicas propuestas:

- Dotación presupuestaria.
- Mecanismo de encargo y subcontratación desde la AGE priorizados.

LÍNEAS PRIORITARIAS: sistemas y tecnologías de utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas y de recarga artificial de acuíferos

- Infraestructuras y tecnologías para la recarga artificial o gestionada de acuíferos. Sistemas y tecnologías de utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas, recarga con aguas regeneradas para su reutilización posterior (en general para regadío o para la agroindustria) y mayor implantación de nodos de almacenamiento en el subsuelo en los esquemas topológicos de apoyo a la gestión integrada.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i.
- Consorcio.
- Mayor divulgación de los casos de éxito y opuestos.

- Modificación de la legislación vigente en la actualidad por una más realista.

LÍNEAS PRIORITARIAS: prospección geofísica, geotécnica y perforación

- Posibilidad de almacenamiento de CO₂ y otros en acuíferos profundos o acuíferos superficiales o semiprofundos confinados debidamente compartimentados y aislados.
- Prospección geofísica, perforaciones y sistemas de extracción avanzados. Elaboración de guías técnicas que incorporen los últimos adelantos tecnológicos en materia de prospección, perforación y equipamiento de las captaciones.

Actuaciones específicas propuestas:

- Impulso del sector desde la Administración General del Estado.
- Sistemas de acondicionamiento de elementos químicos y microbiológicos. Bien como medida proteccionista o bien para operaciones de limpieza de la zona no saturada de los acuíferos, incluyendo medidas para la remediación o, en el peor de los casos, retirada a vertedero de los litosomas saturados por penachos contaminantes.

LÍNEAS PRIORITARIAS: tratamientos de la calidad de las aguas subterráneas (microbiológicos)

- Tratamientos de la calidad de las aguas subterráneas (químicos y microbiológicos) in situ y ex situ.
- Medidas para controlar la contaminación difusa a causa de las prácticas agrícolas.
- Medición de la contaminación y desarrollo de modelos que permitan conocer cómo avanza (e.g. con nitratos entre otras cuestiones)

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i (descomponer compuestos nitrogenados).
- Consorcio.
- Mayor dotación presupuestaria para actuaciones en las zonas vulnerables (que algunos autores llaman "vulneradas").

LÍNEAS PRIORITARIAS: extracción sostenible de aguas subterráneas Bombas y sistemas de bombeo más eficientes

- Extracción sostenible de aguas subterráneas. Bombas y sistemas de bombeo más eficientes, mejor adaptados a las condiciones específicas y creciente implantación del bombeo mediante energía solar.
- Infraestructuras y tecnologías para la recarga artificial o gestionada de acuíferos. Sistemas y tecnologías de utilización conjunta de aguas superficiales y subterráneas. Recarga con aguas regeneradas para su reutilización posterior

(regadío o para la agroindustria) y mayor implantación de nodos de almacenamiento en el subsuelo.

Actuaciones específicas propuestas:

- Estudio de nuevas alternativas espaciales y temporales.
- Uso de recursos alternativos, como el bombeo solar, entre otros.
- Sistemas de recarga artificial de acuíferos deficitarios o en mal estado.

LÍNEAS PRIORITARIAS: prevenir la salinización o en su defecto corregirla

- Avances en las tecnologías de desalinización de forma que su coste sea cada vez menor, y otras opciones para reducir la salinidad en aguas subterráneas, especialmente en el área del Mediterráneo. Tecnologías para prevenir impactos de intrusión marina por efecto llamada por explotación intensiva de acuíferos costeros.
- Medidas para controlar la intrusión marina que provoca la salinización de muchas masas de agua subterráneas mediante una planificación y gestión apropiadas. El aumento del nivel del mar conlleva un impacto negativo en los acuíferos costeros, con eventual salinización de pozos, intrusión marina en sectores amplios de acuíferos costeros e impactos sobre la calidad de las aguas que requieren medidas activas (utilizan energía eléctrica) para su combate.

Actuaciones específicas propuestas:

- Líneas de I+D+i (combatir la intrusión marina mediante barreras hidráulicas positivas activas).
- Sistemas pasivos de contención a la intrusión.

CONCLUSIONES.

La realidad hídrica española es compleja y diversa, y actualmente encara los complejos problemas asociados a la planificación y gestión del agua, escasez y contaminación mediante nuevas tecnologías y estructuras organizativas. Entre estas cabe citar la gobernanza multinivel, una mayor importancia de la aproximación de abajo hacia arriba, es decir, una mayor participación de los usuarios finales en la gestión del agua, y el uso de las Mejores Técnicas Disponibles (MTDs), actualmente pendientes de las nuevas tecnologías que emanan cada día, saturando el mercado.

Los impactos negativos tradicionales se están viendo aumentados de forma patente como consecuencia de los efectos adversos del cambio climático, lo que ha aumentado considerablemente el nivel de riesgo inherente a la gestión hídrica integrada moderna, poniendo en peligro la garantía de abastecimiento y la seguridad hídrica humana, industrial, medioambiental y sus combinaciones. Estas a veces se ven amenazadas por dificultades para su financiación y para datar de los recursos necesarios las acciones en innovación.

En España, el sector del agua tiene un impacto directo en toda la sociedad, ya que es un recurso básico, necesario y escaso. Cualquier producto, infraestructura, etc., tiene una huella hídrica. Se trata, además, de un sector estratégico que ocupa a más de 100.000 personas en este país, que alcanzó la madurez hídrica a principios de este siglo, genera ocupación, permite beneficios económicos y plantea retos de forma permanente, a los que hay que buscar soluciones.

Por todo esto, es necesario avanzar hacia la explotación de este recurso de forma moderna, innovadora y sostenible, en aras del bienestar social y medioambiental actual y futuro.

Tradicionalmente los avances en la investigación y la innovación dentro del sector del agua son lentos; por ello es preciso unificar el esfuerzo de los distintos agentes del sector, para encarar las nuevas amenazas e impactos que se ciernen sobre la humanidad y los demás ecosistemas, con objeto de contribuir al bienestar social. El documento de "encuentro con la Administración" ha supuesto un hito al ensalzar el talante actual de nuestros hidrogestores hacia una mayor receptividad y una mayor participación activa (y más tenida en cuenta) de todos los agentes implicados. Esto no habría sido posible de no ser por la estrecha relación que, tradicionalmente, la Dirección General del Agua (DGA) ha tenido con la PTEA, que tradicionalmente se ha sentido "abrigada" por las sucesivas directoras y los directores Generales del agua desde su fundación.

El entorno tan cambiante y la vertiginosa velocidad a la que los artículos científicos saturan las autopistas de la información requieren la formación y especialización de técnicos bien adaptados a las actuales circunstancias ambientales y conscientes del entorno cambiante vinculado a condiciones ambientales cada vez más inestables. También precisa de la permanente retroalimentación de expertos, a través de los canales de comunicación más propicios, redes sociales, etc.

Uno de los canales colaborativos más apropiados, por carecer de ánimo de lucro y por involucrar profesionales de muy diversas formaciones y experiencia, es la PTEA. Esta plataforma cuenta, además, con la ventaja de llevar implícita en su definición el apoyo a las administraciones públicas en la medida en que los planificadores y gestores del recurso deseen. La PTEA ofrece toda la ayuda que pueda brindar para que el inminente Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia, nuevo reto que afecta las competencias de la DGA, reciba importantes aportaciones del sector para su redacción. El mencionado plan de actuación se apoya en el Pacto Verde Europeo, aprobado por la Unión Europea, que en España se estructura en 10 políticas palanca con 30 componentes, siendo el Agua parte de la componente 5 (preservación del litoral y recursos hídricos) y de la política palanca 2 (infraestructuras y ecosistemas resilientes). Así mismo se hará un esfuerzo especial para contribuir, mediante aportaciones constructivas, a las distintas estrategias ya anunciadas por la AGE, tales como los Planes Hidrológicos de Tercer Ciclo, el Plan Nacional de Depuración, Saneamiento, Eficiencia, Ahorro y Reutilización, la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos y el Plan de Digitalización. Cabe citar además el seguimiento y restauración de los ecosistemas fluviales, recuperación de acuíferos, mitigación de los riesgos de inundaciones con soluciones basadas en la naturaleza, etc.

Es, por tanto, una institución proclive a la cooperación, a la asociación como fortaleza potencial y a la participación mediante diálogo, en un ambiente distendido y amable, para el beneficio de la sociedad en general.

Innovar y desarrollar tecnología en este sector son factores clave para mejorar la sostenibilidad y la competitividad empresarial en el panorama internacional. Debemos adaptarnos a las nuevas circunstancias y alinearnos con programas de acción colectiva, mencionados al principio de esta SRIA, tales como la JPI, Horizonte Europa, Green Deal, PRIMA, etc., así como trabajar por sacar un máximo aprovechamiento de los fondos de compra pública innovadora.

Desde la Plataforma Tecnológica Española del Agua se trabaja para mejorar los esfuerzos y promover actuaciones conjuntas y dirigidas al incremento, coordinación, innovación, desarrollo, y optimización de las actuaciones del sector del agua.

La nueva Agenda Estratégica de Investigación 2020-2022 versión 1.0 es más cortoplacista que las dos anteriores, tras la experiencia previa. Es un trabajo que muestra las necesidades de innovación del sector. Se ha sometido a revisión conjunta por parte de expertos de la PTEA, de la totalidad de su Junta Directiva y de los asociados, con objeto de garantizar que las líneas definidas son representativas de las prioridades y de las necesidades del sector en materia de I+D+i en la actualidad.

Las líneas de acción y las acciones prioritarias propuestas han sido concentradas en ocho grupos temáticos abordados mediante cinco Grupos de Trabajo Técnico (GTs), "tejido productivo" de la PTEA, que constituyen un elemento clave en la actividad y cumplimiento de objetivos. Su objetivo es la búsqueda de nuevas líneas de acción para adaptación al escenario cambiante, además de la puesta en marcha de proyectos en el marco de las diferentes áreas propuestas. Los GTs son:

- GT1- Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)
- GT2- El agua en la agricultura y binomio agua-energía
- GT3- Tratamiento y depuración. Soluciones tecnológicas
- GT4- Tecnologías de la información y comunicaciones (TICS)
- GT5- Herramientas de financiación de la innovación.

Se trata de Grupos abiertos, donde cualquier técnico es bienvenido, así como son bienvenidas sus gentiles contribuciones por el canal que Vds. deseen para participar, si así lo deciden. Son grupos cuyo conocimiento se basa en el coloquio y en la puesta en común de cada saber individual.

La nueva SRIA confiere flotabilidad positiva a los nuevos retos y horizontes para la sostenibilidad de los recursos hídricos y de los ecosistemas, para la mayor seguridad hídrica general y para dar cabida a estructuras verdes y soluciones basadas en la naturaleza.

Se pretende además facilitar la ejecución de grandes proyectos tractores (PERTES) que buscarán la innovación y el impulso a los desarrollos tecnológicos en beneficio de la AGE, la industria, la comunidad científica y la sociedad en general.

Todo esto no será posible sin su colaboración y ayuda, y una vez más, solicitamos y agradeceremos su dedicación y sus amables contribuciones a través del canal que consideren oportuno, preferentemente: secretariatecnica@plataformaagua.org.

BIBLIOGRAFÍA.

Las referencias a todas las fuentes utilizadas para la redacción del presente documento han sido incluidas a lo largo del mismo.

Sin ánimo de exhaustividad, además de las diferentes referencias recopiladas a lo largo de todo el documento, los principales recursos utilizados en la elaboración de esta Agenda Estratégica de Investigación e Innovación han sido:

- Pacto Verde Europeo (*Green Deal*)
- Nuevo Plan de Acción de Economía Circular
- Idiagua (MAPAMA).
- SRIA 2.0 (WATER JPI).
- *European Innovation Partnership on Water.*
- *European Innovation Partnership on Raw Materials.*
- *PPP SPIRE.*
- *PPP Bio-Based Industries.*
- *PPP Factories of the Future.*
- Estrategia Española de Bio-economía.
- Grupo de Trabajo Inter-plataformas de Economía Circular.
- Grupo de Trabajo Inter-plataformas de Ciudades Inteligentes.
- Grupo de Trabajo Inter-plataformas de Big Data e Inteligencia Artificial.
- SRIA 0.5 Agenda (PTEA 2016-2020).
- Grupos de Trabajo y Grupo de Cooperación Interregional de la PTEA.

