

---

# Libro Verde de la Gobernanza del Agua en España

---

## - NUEVAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN Y GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO PARA LA GESTIÓN -

Versión 06 de marzo de 2020



LIBRO VERDE DE LA  
GOBERNANZA DEL  
AGUA EN ESPAÑA



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA  
CUARTA DEL GOBIERNO

MINISTERIO  
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA  
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



AGENDA  
2030



## ÍNDICE

Índice .....	i
Acrónimos .....	3
Terminología técnica .....	3
1. Introducción.....	1
2. Tecnologías de la información y comunicación para la administración del agua .....	2
2.1. Introducción .....	2
2.1.1. Objetivo global de la introducción de las tecnologías de la información y las comunicaciones en el sector del agua .....	2
2.1.2. Aportaciones e información consultada .....	4
2.1.3. Estructura del documento .....	5
2.2. Algunos datos relevantes para evaluar las iniciativas .....	5
2.2.1. Normalización de datos .....	5
2.2.2. Repositorios de datos abiertos.....	7
2.2.3. APIS abiertas.....	7
2.2.4. Rendición de cuentas y participación .....	8
2.2.5. Ventajas del uso de la nube para la operación de sistemas de información.....	8
2.3. Situación del sector .....	9
2.3.1. Silos de información.....	9
2.3.2. Falta de sensorización.....	9
2.3.3. Tiempos de actualización de la información .....	9
2.3.4. Coordinación técnica limitada .....	9
2.3.5. Estrategia técnica no existente .....	10
2.3.6. Falta de utilización de recursos en la nube.....	10
2.3.7. Fuentes satelitales y drones .....	10
2.3.8. Datos sobre la calidad del agua.....	10
2.3.9. Ciberseguridad .....	11
2.3.10. Smart metering y smart grids.....	11
2.3.11. Objetivos de desarrollo sostenible.....	11
2.3.12. Aprovechar la obsolescencia de instalaciones .....	11

2.4.	Descripción básica de las iniciativas propuestas y sus relaciones .....	12
2.4.1.	Descripción básica de las iniciativas.....	12
2.4.2.	Necesidad de un departamento u oficina responsable de la coordinación técnica... 14	14
2.4.3.	Inclusión de los conceptos de ciberseguridad a lo largo de todo el ciclo de vida .....	15
2.4.4.	Cumplimiento de las necesidades planteadas en la petición .....	15
2.4.5.	Afección de los distintos agentes del sector y las iniciativas .....	17
2.5.	Relación de iniciativas .....	19
2.6.	Conclusiones.....	46
2.7.	Referencias .....	46
	Anexo I. Mecanismos de normalización alternativos.....	50
2.7.1.	Definiciones .....	50
2.7.2.	Cuadro comparativo .....	50
	Participación en el informe.....	52
2.7.3.	Entrevistas .....	52
3.	Mejoras de la información y el conocimiento en el ámbito de la gestión del agua .....	1
3.1.	Introducción .....	1
3.2.	Metodología .....	1
3.3.	Diagnosis.....	3
3.3.1.	Información y conocimiento.....	3
3.3.2.	Un mandato político .....	3
3.3.3.	Los hidrogeólogos en el sector público.....	4
3.3.4.	La Directiva Marco del Agua.....	6
3.3.5.	Estado de la información sobre aguas subterráneas .....	7
3.3.6.	La crisis económica en España (2008-2014).....	8
3.4.	Propuestas para la mejora .....	9
3.5.	Apéndice: Propuestas específicas de los foros territoriales .....	12
3.5.1.	Mejora de información para la gestión.....	12
3.5.2.	Fomentar la colaboración con centros de conocimiento .....	14
3.5.3.	Mejorar el conocimiento de las aguas subterráneas .....	14

## ACRÓNIMOS

---

**ACA.** Agencia catalana del Agua

**AEAS:** Asociación Española de abastecimientos de Agua y saneamiento

**ECODES.** Organización de carácter Latino americano para promover la sostenibilidad

**ENI.** Esquema Nacional de Interoperabilidad. Ver referencias.

**ENS.** Esquema Nacional de Seguridad. Ver referencias.

**CONAMA.** Congreso Nacional de Medio Ambiente

**ODS:** Objetivos de desarrollo sostenible. Son 17 Objetivos y 169 metas establecidos por la ONU para hacer sostenible el desarrollo a nivel global.

## TERMINOLOGÍA TÉCNICA

---

**API:** Interfaz de programación de aplicaciones. Recurso técnico de un sistema de información que permite la interacción con el mismo desde sistemas externos por medio de llamadas estructuradas.

**Código abierto:** Tipo de licencia de programas de ordenador que permite el acceso al código fuente de las soluciones, y que permite su modificación y reutilización

**Dataset:** Grupo de datos estructurados recuperables en un enlace o en una sola instrucción en su conjunto a una sola entidad, con una frecuencia de actualización superior a una vez por minuto

**DMS:** Data management System. Software para la creación de portales de datos abiertos y compartidos.

**ETL:** Herramienta para **Extracción, Transformación y carga de datos** (en inglés **Load**), imprescindibles para la conexión de datos entre sistemas.

**Hadoop** : Colección de soluciones técnicas de código abierto para el procesamiento masivo de datos (big data) con tolerancia a fallos sobre datos disponibles en un sistema distribuido de ficheros.

**MELODA:** Métrica para evaluar la reusabilidad de conjuntos de datos publicados

**Smart grid:** Red de distribución que cuenta con inteligencia incorporada dentro de su gestión (es decir puede tomar algunas decisiones en función de las condiciones de la misma)

**Smart metering:** Mecanismos de medición de alguna magnitud (p.e. el consumo de agua) donde se incluye la posibilidad de configuración remota del muestro y de transmisión de datos así como ciertas capacidades de inteligencia en la medida (p.e. almacenamiento de datos ante indisponibilidad de transmisión).

**Software libre:** Licencia de Código abierto donde además se impone la obligación de hacer libres aquellas modificaciones del código que quieran compartir con otros.

**Spark.** Solución tecnológica de código abierto para el tratamiento masivo de datos que opera en memoria de múltiples ordenadores para el procesamiento paralelo de procesos y con tolerancia a fallos.

**SQL:** Lenguaje normalizado de interrogación de bases de datos

**TIC:** Tecnologías de la información y las comunicaciones.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

---

Un buen sistema de gobernanza del agua necesita generar y mantener información actualizada y relevante para los objetivos de gestión, adaptada a las necesidades de las Administraciones competentes, fácilmente accesible y verificable por las partes interesadas, y transformada en conocimiento útil para la toma de decisiones.

Habría que garantizar que el sistema de gobernanza vigente facilite la interconexión entre los distintos nodos con el fin de aprovechar las sinergias, limitar las redundancias y lagunas, y potenciar la capacidad de generar información de calidad, adaptada a los retos de gestión a los que nos enfrentamos.

Las mejoras en la información y el conocimiento son requisito imprescindible para el desarrollo e implantación de programas de evaluación ex ante y ex post de la política hídrica cimentada sobre criterios socialmente relevantes de evaluación—como la eficacia, la eficiencia y la sostenibilidad.

## 2. TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN PARA LA ADMINISTRACIÓN DEL AGUA

---

Alberto Abella, DesideDatum y Marta Ortiz de Urbina Criado, Universidad Rey Juan Carlos

### 2.1. INTRODUCCIÓN

#### 2.1.1. OBJETIVO GLOBAL DE LA INTRODUCCIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES EN EL SECTOR DEL AGUA

Como se establece en la petición de este informe se solicita una introducción breve que identifique y caracterice las áreas de gestión del agua en las que se puede utilizar o hay potencial para utilizar las TICs, se valore su potencial y se justifique las propuestas concretas que se van a desarrollar.

El objetivo es avanzar en la **digitalización de la administración del agua**. Sin embargo habida cuenta la situación actual del sector, en el que todavía no se hace un uso avanzado de las TIC, junto con la rápida evolución de éstas tecnologías, su adopción presenta beneficios para la práctica totalidad de las áreas.

Avanzar en la digitalización supone cambios tecnológicos estructurales del sector que difícilmente podrán ser llevados a cabo sin simultáneos cambios organizativos, y en algún caso legales. Supone además una coordinación de los distintos agentes del sector, tanto públicos como privados para que la digitalización sea efectiva.

Hay un desafío técnico enorme y basten dos ejemplos de buena y mala digitalización para comprenderlo.

Los documentos de oficina (documentos de texto y hojas de cálculo) hoy por hoy se intercambian con facilidad basándose en un estándar que creó una empresa hace más de 20 años. La evolución del sector ha sido muy pobre y las mejoras que presenta esta tecnología son muy limitadas y el número de fabricantes proporcionando soluciones es muy reducido (básicamente los documentos son muy parecidos a los de hace 20 años y la ofimática sigue siendo mayoritaria de una única empresa desde entonces)<sup>1</sup>.

Por contra las páginas web ha sido una digitalización exitosa desde hace 20 años porque hoy por hoy hay múltiples navegadores, ha habido distintas alternativas en el mercado<sup>2</sup> y existen infinidad de soluciones que generan páginas web. Además la evolución de las páginas web de hace 20 años a hoy en día es muy notable.

---

1 Aunque está disponible pocos usamos las características de estándar abierto de nuestros documentos de oficina. Ver [http://bit.ly/formato\\_ofimatica](http://bit.ly/formato_ofimatica)

2 <https://www.youtube.com/watch?v=es9DNe0l0Qo>

La digitalización del sector ha de comportar una evolución tecnológica notable, una adopción masiva de estas tecnologías y la posibilidad de intercambiar información basado en modelos de datos comunes. En este sentido las recomendaciones se basan en las nociones de interoperabilidad definidas en el Esquema Nacional de Interoperabilidad (Real Decreto 4/2010). Ver referencias.

Dicho lo cual, lo que se presenta en este informe son las iniciativas y sus subproyectos más prometedores y de mayor impacto para la puesta del sector al nivel de otros sectores más avanzados en el uso de herramientas TIC como pueden ser el financiero, o las telecomunicaciones.

La inclusión de forma estratégica de las Tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) debe permitir cumplir:

### Alineación con los principios generales de gestión del agua y de su gobernanza

Las iniciativas propuestas se alinean con los principios de gobernanza:

- Principio de coherencia y coordinación entre niveles de la administración y ámbitos de actuación política.
- Principio de participación pública, involucración de los ciudadanos y co-responsabilidad.
- Principios de integridad, transparencia y rendición de cuentas.
- Principios de recuperación de costes y de contaminador-pagador.
- Principio de evaluación y acción eficiente, eficaz y equitativa con criterios objetivos y su seguimiento.

### Objetivos generales de la implantación TIC en el sector del agua

Mediante la implantación o mejora de los sistemas TIC se pueden llegar a conseguir los siguientes objetivos:

- Captura de la información adecuada para tomar las decisiones de gestión con precisión en los distintos niveles: nacional, por cuenca, por elemento de infraestructura o verticales según los distintos parámetros del agua, volumen, disponibilidad, calidad, salubridad, etc.
- Reducir los costes de las ineficiencias en gestión.
- Permitir la rendición de cuentas de la gestión del agua.
- Permitir la planificación y modelado del sector para la toma de decisiones de gestión.
- Permitir la participación de los agentes del sector y de la ciudadanía en la gestión del agua.

Siendo un elemento indispensable en la moderna gestión de casi cualquier sector económico, las TIC no determinan las prioridades de gestión del agua en cualquiera de sus aspectos. Pero ayudan a que la información relevante esté al alcance de los agentes y de los decisores, y

ayudan a que su gestión sea mejor conocida por la sociedad. También permiten, mediante la apertura de la gestión y la creación de los procedimientos internos adecuados, la participación de los múltiples agentes del sector, incluidos los ciudadanos.

Pero ha de remarcarse que los cambios estructurales del sector del agua que han de venir como consecuencia de los cambios demográficos, el cambio climático, el incremento de demanda y, en general, el respeto a los principios de gobernanza del agua podrán ser facilitados por las tecnologías de la información y éstas ayudarán su mejor gestión, pero no se pueden esperar las respuestas a estos desafíos sólo por la implantación de este tipo de tecnologías.

Los objetivos alcanzables por las TIC pueden resumirse en los siguientes puntos:

1. Gestión en 'tiempo real' para lo cual se habrán de capturar datos con la frecuencia y resolución necesaria.
2. Disponibilidad de los datos en los puntos de decisión aunque estos provengan de multitud de fuentes gracias a la posibilidad de federación y consolidación por tener compatibilidad y conectividad.
3. Mecanismos comunes de acceso a los datos comunes y conocidos basados en referentes internacionales abiertos que permitan el desarrollo público y privado.
4. Apertura, con posibilidad de tiempo real, de los datos puestos a disposición de la ciudadanía y de los agentes del sector posibilitando la participación activa.
5. Creación de una infraestructura que permita el modelado de la gestión del agua de forma previa a la toma de decisiones.
6. Digitalización completa, eliminando los procesos manuales asociados a la gestión en papel.

### 2.1.2. APORTACIONES E INFORMACIÓN CONSULTADA

Para la elaboración de este informe se ha partido de la experiencia de los autores en esta materia y se han tenido en cuenta diversas fuentes de información:

- Las aportaciones realizadas por los participantes en las reuniones con personal de la Administración General del Estado y los participantes en los foros territoriales de debate presencial organizados en numerosas CCAA en el marco de la elaboración del Libro Verde ([www.libroverdegobernanzagua.es](http://www.libroverdegobernanzagua.es)).
- Revisión documental (ver sección de referencias).
- Consultas a gestores y técnicos involucrados en la gestión del agua en distintos ámbitos:
  - Javier Ruza, Subdirector general adjunto de planificación hidrológica, Dirección General del Agua, MITECO
  - Fernando Morcillo, Presidente, Asociación Española de Abastecimiento y Saneamiento del Agua (AEAS)
  - Raquel Sánchez Galán, TRAGSATEC

### 2.1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Después del resumen ejecutivo, en primer lugar, se presentan algunos datos relevantes y se explican una serie de conceptos que son necesarios para entender la pertinencia de las iniciativas propuestas.

En segundo lugar, se presenta un análisis de la situación del sector desde la perspectiva TIC de la situación del sector.

Tras esto se resumen las iniciativas, como afectan a los distintos agentes del sector y su relación entre las mismas, en el mismo apartado también se determina cómo las iniciativas planteadas cumplen las necesidades planteadas para la elaboración del informe.

A continuación se detallan las iniciativas, definidas por sus objetivos, proyectos que las componen, plazos, riesgos, medidas legales.

Finalmente, en las conclusiones, se resumen las propuestas planteadas y se incluye información complementaria sobre la autoría y los agradecimientos, así como las referencias, y la comparativa entre mecanismos de normalización.

## 2.2. ALGUNOS DATOS RELEVANTES PARA EVALUAR LAS INICIATIVAS

Para que se pueda entender alguna de las iniciativas incluidas se incluye aquí una serie de datos relevantes para su mejor comprensión.

### 2.2.1. NORMALIZACIÓN DE DATOS

En el mundo de datos abiertos, al menos aquellos que se publican en portales de datos abiertos, en 2010, en España no había ningún portal de datos abiertos y por tanto se podría entender que no se publicaban *datos abiertos*<sup>3</sup>. De ahí que en la tabla **Error! Reference source not found.** se muestre la fila correspondiente a este año con valores vacíos.

En 2019<sup>4</sup> según el informe de la empresa desdeDatum (Abella, Ortiz-de-Urbina-Criado y De-Pablos-Heredero, 2019), se observa

1. Que hay unos 23.258 conjuntos de datos (datasets) federados en el portal nacional de España, que agrega alrededor de otras 100 fuentes de distintas administraciones públicas
2. Que para toda España, la cifra de conjuntos de datos publicados supera los 32.000.

---

<sup>3</sup>La definición de datos abiertos es precisa y puede encontrarse en el anexo de la Ley 37/2007, de 16 de noviembre, sobre reutilización de la información del sector público. Accesible en <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-19814>

<sup>4</sup><https://datos.gob.es/es/catalogo> [06-08-2019].

Por otra parte, hay estimaciones conservadoras que han establecido que estos 32.000 conjuntos de datos tienen por lo menos 500 modelos de conjuntos de datos (datasets) diferentes. Promediando esta cifra supone que en estos 10 años se han creado 50 modelos de datasets por año.

Un modelo de datos es una relación estable de campos que recoge un determinado conjunto de datos. Lógicamente cuanto más conocido es un modelo de datos por otras entidades más probabilidades hay de que los datos abiertos se reutilicen. El desconocimiento del contenido de un conjunto de datos es una barrera técnica que se deriva en barreras económicas para la reutilización de la información publicada.

La métrica MELODA<sup>5</sup> (Abella, Ortiz-de-Urbina-Criado y De-Pablos-Heredero, 2014; 2017b), evalúa la reutilización de los datos abiertos. Una de las dimensiones que evalúa es el modelo de datos y si dicho modelo de datos está publicado y es conocido por otras entidades.

Actualmente, según el informe de desdeDatum (Abella et al., 2019), el porcentaje de modelos de datos que están normalizados (es decir que son conocidos por otras entidades de forma documentada y mediante una organización que vele por el modelo de datos) es inferior al 16%.

Tabla 1: Número de datasets abiertos en España. Fuente: Elaboración propia

Año	Conjuntos de datos (datasets)	Tipos de datos	% normalización
2010	0	0	--
2019	30.000	500 <sup>6</sup>	16% <sup>7</sup>

La conclusión que se extrae es doble

1. Casi el 85% de los datos publicados lo hacen con un modelo de datos que en principio solo es conocido por su publicador y no hay acuerdo con otras entidades, lo cual dificulta la reutilización y el conocimiento de esos datos por la sociedad
2. Los mecanismos de normalización existentes no responden con la rapidez necesaria al crecimiento de los distintos modelos de datos (serían necesario normalizar más de 50 al año) y que, por tanto, continuar con las mismas prácticas actuales de mecanismos de

<sup>5</sup>Accesible en <https://www.meloda.org/>

<sup>6</sup>Estimaciones del autor

<sup>7</sup>Basado en los informes de Abella, Ortiz-de-Urbina-Criado y De-Pablos-Heredero (2017a; 2019).

normalización llevaría a un futuro donde la mayoría de los datos no estarían normalizados y donde existirían multitud de fuentes pero su conexión sería compleja.

Habida cuenta que la conexión de las fuentes es básica para que se genere conocimiento, es necesario plantear un cambio de paradigma en los mecanismos de normalización ( ). Este punto se recoge en una de las iniciativas planteadas.

### 2.2.2. REPOSITARIOS DE DATOS ABIERTOS

La publicación de datos para la ciudadanía es una tendencia imparable y está cada vez más disponible tanto para el uso abierto por la ciudadanía como para la dinamización económica de sectores.

Los principales impactos de la publicación de datos abiertos son:

- Mejora de la transparencia y la rendición de cuentas.
- Desarrollo económico y social basado en datos.
- Mejora de la eficiencia interna de las organizaciones.

España cuenta a fecha de 2019 con casi 300 portales de datos abiertos en España, sin embargo, sólo existen dos confederaciones hidrográficas<sup>8</sup> federadas en el portal nacional datos.gob.es.

### 2.2.3. APIS ABIERTAS

La normalización de API mediante un estándar abierto y disponible permitirá el acceso homogéneo a los datos de una organización y facilitaría el tráfico entre instituciones, incluyendo los protocolos de seguridad (credenciales de acceso) y el cumplimiento del Esquema Nacional de Seguridad (Ver referencias).

El estándar OpenAPI 3.0 es abierto y está soportado por algunas de las principales organizaciones presentes en la red<sup>9</sup>. OpenAPI<sup>10</sup> normaliza principalmente:

- Los tipos de medios puestos a disposición RFC6838<sup>11</sup>.
- El formato de intercambio de datos. Aunque existen YAML y JSON, se recomienda este último por ser más popular.
- Los tipos de datos.
- Proporciona esquemas de objetos de datos.

---

<sup>8</sup>Las confederaciones del Júcar <http://bit.ly/CHJucar> y del Guadalquivir <http://bit.ly/CHGuadal>  
<sup>9</sup>Microsoft, Google, IBM, Oracle y otros. Ver <https://www.openapis.org/membership/members>  
<sup>10</sup><https://github.com/OAI/OpenAPI-Specification/blob/master/versions/3.0.0.md>  
<sup>11</sup>Disponible en <https://tools.ietf.org/html/rfc6838>

#### 2.2.4. RENDICIÓN DE CUENTAS Y PARTICIPACIÓN

La rendición de cuentas y la participación en la gestión públicas son tendencias a las que no puede abstraerse la gestión del agua. Además del cumplimiento de los principios democráticos de participación y el cumplimiento de la ética pública, hay otros motivos como que ***“Las administraciones públicas no son capaces, por sí solas, de alcanzar los objetivos propuestos y afrontar los retos sin la colaboración de la sociedad en su conjunto”*** (Ecodes, ACA y Conama, 2019).

Por lo tanto, es necesario tener en cuenta estos principios para analizar las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones que se deben implantar para la mejora de la gestión del agua.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que la existencia de los datos y la información para promover la participación no significa que ésta ya sea posible y además efectiva sino que se requieren cambios organizativos y la creación de nuevos procedimientos.

#### 2.2.5. VENTAJAS DEL USO DE LA NUBE PARA LA OPERACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN

A medida que los costes de los sistemas de información se han reducido y aumentado sus prestaciones también se ha incrementado la complejidad del mantenimiento de infraestructuras de sistemas de información.

Esta es una industria con fuertes ahorros por volumen y donde hoy en día está dominada por tres actores principales a nivel mundial (Amazon con su AWS<sup>12</sup>, Microsoft con Azure<sup>13</sup> y Google con sus Google Cloud Services<sup>14</sup>), sin perjuicio de que haya muchas otras compañías tanto a nivel nacional como internacional en este mercado.

Las ventajas que presenta esta tecnología según el informe elaborado por INTECO, ahora INCIBE, (Pérez San-José, De la Fuente Rodríguez, García Pérez, Gutiérrez Borge y Álvarez Alonso, 2012) son, entre otras:

- Puesta en marcha más ágil de servicios.
- Menor inversión inicial y en costes y tiempos de adquisición.
- Contratación a demanda.
- Pago por uso.
- Menos necesidad de recursos humanos especializados.

---

<sup>12</sup><https://aws.amazon.com/>

<sup>13</sup><https://azure.microsoft.com/es-es/>

<sup>14</sup><https://cloud.google.com>

- Espacio físico.
- Mantenimiento y administración externalizados.
- Disponibilidad.
- Actualizaciones más simples.

## 2.3. SITUACIÓN DEL SECTOR

En este apartado se presenta un análisis de los problemas o aspectos a mejorar del sector realizado a partir del análisis de las informaciones presentadas, fuentes secundarias y mediante las entrevistas a representantes del sector.

### 2.3.1. SILOS DE INFORMACIÓN

Se ha constatado en las entrevistas que no existe a nivel nacional una conexión entre las distintas fuentes de datos a los distintos niveles, tanto por nivel geográfico (cuencas), como a nivel vertical entre los distintos agentes de la cadena de gestión, desde los generadores hasta los consumidores.

### 2.3.2. FALTA DE SENSORIZACIÓN

Aunque existe tecnología que es accesible en términos de recursos, todavía la implantación sobre las redes de transporte y abastecimiento dista de ser completa y homogénea, existiendo agentes que han sensorizado de forma muy importante sus recursos mientras que otros apenas tienen una sensorización apreciable y con frecuencias bajas de captación de datos. Aunque la sensorización es una fuente primaria de datos no hay un plan global de despliegue. La sensorización se enfrenta ahora a retos técnicos de demostrar su rentabilidad a medio y largo plazo y desafíos técnicos en la gestión de los despliegues masivos.

### 2.3.3. TIEMPOS DE ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Todos los agentes entrevistados identificaron como mejorables o insuficientes para una buena gestión las frecuencias de actualización de los datos capturados de sus procesos de captación, distribución, etc. Aunque existen algunas excepciones como los eventos meteorológicos asociados al agua, las frecuencias de captura de datos son bajas, lo que en algunos casos sólo permite una gestión por valores medios y teniendo que contar en algunos casos un retardo entre la captura del dato y su disponibilidad para su procesamiento y toma de decisiones en materia del agua.

### 2.3.4. COORDINACIÓN TÉCNICA LIMITADA

Hay algún ejemplo de coordinación técnica como es el caso de la especificación del registro de agua, pero no hay un comité / grupo que continúe con esta labor y resuelva los detalles de su implantación práctica. Los grupos de trabajo existentes no han sido, en general efectivos en proporcionar consensos técnicos (en materia TIC), para el sector.

---

### 2.3.5. ESTRATEGIA TÉCNICA NO EXISTENTE

No hay una estrategia global en materia de tecnologías de la información en el sector del agua. Es cierto que la distribución de competencias entre diferentes organismos y administraciones dificulta esta puesta en marcha, pero los problemas globales necesitan enfoques globales para su solución. Son reconocidos por los entrevistados la, en la práctica, las escasas vías de coordinación técnica.

### 2.3.6. FALTA DE UTILIZACIÓN DE RECURSOS EN LA NUBE

Las ventajas de la utilización de recursos en la nube son ampliamente conocidos en materia de seguridad, flexibilidad, coste, etc. como se planteaba en el punto 2.2.5.-. Existe una reticencia muy alta a su utilización en la mayoría de los agentes entrevistados, incluso argumentándose su prohibición en algunos casos. También es cierto que no está disponible una nube pública (gestionada por la administración pública) para muchos de los agentes públicos.

Por otra parte, el *edge computing* podría ser necesario también en determinadas circunstancias, y especialmente cuando la sensorización se generalice. El software como servicio ya es una realidad que permite adopciones más rápidas y menor dependencia de fabricantes si se gestiona adecuadamente.

### 2.3.7. FUENTES SATELITALES Y DRONES

Ya hay muchos programas como Copernicus<sup>15</sup> que están proporcionando una información que se puede complementar casi tiempo real de muchas de las capturas geográficas, pero su aprovechamiento es escaso. Los drones ya se pueden utilizar para realizar tareas como la captura de imágenes en entornos distribuidos como es el caso de la gestión del agua. No se ha detectado en los entrevistados un alto interés por este tipo de recursos, aunque si experiencias piloto.

### 2.3.8. DATOS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA

Actualmente solo algunos parámetros básicos asociados a la calidad del agua están disponibles con un coste sostenible y de forma inmediata (en línea). Estas carencias se agudizan cuando se habla de la composición del agua en términos de posibles falta de calidad o presencia de sustancias nocivas. Una nueva sensorización podría producir estos datos de forma masiva, no obstante se necesitarán sistemas que permitan su incorporación y gestión.

### 2.3.9. CIBERSEGURIDAD

---

15 [https://en.wikipedia.org/wiki/Copernicus\\_Programme](https://en.wikipedia.org/wiki/Copernicus_Programme)

La gestión automatizada y digitalizada del agua la expone a las mismas amenazas que cualquier otro sistema de información conectado a la red, desde potenciales ataques para conseguir recursos digitales adicionales, el secuestro de datos, a amenazas de carácter terrorista con un bien, el agua, fundamental para el desarrollo de la sociedad. Todos los agentes han remarcado la importancia de este factor y en algunos casos han reportado actividades (no siempre compartibles al público) en este sentido.

### 2.3.10. SMART METERING Y SMART GRIDS

Existe ya tecnología para la conexión en línea de muchos de la sensorización de los recursos asociados a la gestión distribuida del agua (captación, distribución, consumo, reciclaje, etc), no obstante todavía son iniciativas puntuales, con falta de decisión global, evaluando la sostenibilidad y viabilidad de las mismas. Hay consenso en el sector de que su relevancia futura es indiscutible. La incorporación a estos recursos de sensorización de mecanismos inteligentes de gestión también es claramente aceptada.

### 2.3.11. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Para poder demostrar el cumplimiento y la efectividad de las iniciativas de cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible, en especial, los que se refieren a los siguientes objetivos:

Principal

- Objetivo 6. Garantizar la disponibilidad de agua y saneamiento para todos.

Complementariamente

- Objetivo 2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.
- Objetivo 3. Garantizar una vida sana.
- Objetivo 7. Energía asequible, segura, sostenible y moderna.
- Objetivo 9. Infraestructuras.
- Objetivo 12. Consumo sostenible.
- Objetivo 13. Resiliencia y capacidad de adaptación al cambio climático.
- Objetivo 15. Ecosistemas.

### 2.3.12. APROVECHAR LA OBSOLESCENCIA DE INSTALACIONES

Se ha hecho notar que buena parte de las infraestructuras de gestión del agua presentan un elevado nivel de deterioro y obsolescencia. Según AEAS el 26% de las redes de distribución y el 44% de las de alcantarillado tienen más de 40 años, por dar un ejemplo. Por ello, es necesario el desarrollo de planes de renovación y en este sentido, y aprovechar para introducir tecnologías TIC que pueden permitir aligerar ciertas necesidades y suponen un coste marginal en la mayoría de las iniciativas.

## 2.4. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LAS INICIATIVAS PROPUESTAS Y SUS RELACIONES

### 2.4.1. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LAS INICIATIVAS

#### Iniciativas básicas

Las iniciativas básicas son aquellas que son de adopción inmediata, no ya para el fomento de la eficiencia del sector sino para que exista un real control del mismo y posibilitar el cumplimiento los 5 principios globales de gestión del agua, de coherencia y coordinación, de participación pública, de integridad y transparencia, de recuperación de costes y de evaluación y acción eficiente.

Incluyen un plan de digitalización que no solo elimine el papel en la gestión, sino también en el almacenamiento de información. Para ello se propone el lanzamiento de una estrategia TIC que enmarque el resto de iniciativas conjuntamente con un departamento u oficina que realice el seguimiento de las distintas implantaciones.

También incluyen un plan de formación, progresivo con la implantación de las distintas iniciativas y alineado desde la estrategia.

Portal de datos compartidos que recopilaría, de forma continua, la mayor cantidad posible de datos del sector y ofrecería al sector aquellos que fueran decididos con respeto a las distintas regulaciones tanto de privacidad, como de competencias.

Plan de promoción del uso de la nube en las infraestructuras técnicas. Para posibilitar la adopción flexible y rápida del resto de iniciativas es necesaria la adopción de estrategias de despliegue en la nube (sea ésta gestionada por entidades privadas o por entidades públicas). Esta iniciativa se relaciona con las anteriores ya que tendría sentido su adopción para la mayoría de los casos incluidos en las 3 anteriores.

#### Iniciativas intermedias

Son aquellas que proporcionarán al sector eficiencia y capacidad de despliegue general de la digitalización.

Incluye la normalización operativa 'de facto' de datos del agua, la creación de recomendaciones técnicas ágiles sobre necesidades emergentes, la adopción de estándares comunes para la interconexión de sistemas (open API 3.0), la generalización de la rendición de cuentas de los agentes mediante la adopción de los ODS y su visualización en cuadros de mando públicos y privados y la creación del observatorio del agua que sirva tanto como punto neutro para el desarrollo del mercado como para complementar el reporte del sector y aumentar su transparencia y la recopilación de datos y la gestión del portal de datos compartidos.

#### Iniciativas Avanzadas

Son iniciativas que, de generalizarse, proporcionarán prestaciones superiores al sector y que deben ser adoptadas de forma paulatina tras las básicas e intermedias con la excepción del plan de ciberseguridad que debe ser adoptado de forma inmediata.

Estas iniciativas incluyen el despliegue de redes (LpWAN, 5G, etc) para permitir la extensión de la sensorización continua de los recursos hídricos. También incluye la adopción del uso de imágenes tanto satelitales como captadas por drones para mejorar aspectos de la gestión del agua. Incluye también el uso generalizado de sistemas de big data y advanced analytics para posibilitar análisis que actualmente quedan fuera del alcance y también como herramientas para dar solución al previsible salto cualitativo en la disponibilidad de datos del agua. Finalmente se incluye también la adopción de sistemas de inteligencia artificial para la mejora de la gestión así como el desarrollo de gemelos digitales para el modelado de algunos de los elementos del ciclo del agua.

### Dependencia entre iniciativas

Esta tabla refleja como las iniciativas identificadas y detalladas en el punto 2.5.- presentan dependencias que hace que tenga que existir una coordinación entre el lanzamiento y/o despliegue de las distintas iniciativas.

**Tabla 2: Interdependencia de iniciativas**

Iniciativa	Dependencias
Plan integral de digitalización y eliminación de la captación de datos en papel	Muchas de sus iniciativas podrían implantarse en una nube (pública)
Plan integral de formación en tecnologías emergentes para técnicos del sector	La elaboración de contenidos depende de las iniciativas a ser lanzadas
Portal de datos compartidos del sector	Podría implantarse en una nube (pública)
Extender el uso de recursos en nube privada o pública	Será necesaria la formación a técnicos del sector para facilitar su adopción
Normalización operativa 'de facto' de datos del agua	Surgirá la necesidad de normalizaciones desde el portal de datos compartidos
Extensión de la conexión automática de datos entre agentes de la gestión del agua. Uso de Open API 3.0	Surgirá la necesidad de su adopción durante la generación del portal de datos compartidos
Dashboard para cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y la rendición de cuentas del sector en cuanto a cambio climático	El portal de datos compartidos podría ser la base para el reporte de estos datos Posiblemente implantado en la nube
Observatorio de las redes y datos del agua (datos no públicos)	Podría gestionar los datos compartidos y dirigir también el reporte del sector sobre los ODS Los datos que controle posiblemente implantados en la nube La captura de datos se simplificaría de forma muy importante mediante la normalización

Iniciativa	Dependencias
	de facto y la adopción del OpenAPI 3.0
Extensión de la sensorización de agua (exploración 5G, Lpwan)	Volcado masivo de datos usando estandarizaciones y mecanismos de conexión de iniciativas anteriores, en muchos casos sobre el propio portal de datos compartidos
Extender uso de captación de imágenes mediante drones, satélite y otras fuentes y e integración de las mismas para la mejora de datos de la gestión del agua.	Volcado masivo de datos usando estandarizaciones y mecanismos de conexión de iniciativas anteriores
Implantación de Plan de ciberseguridad	Aunque iniciativa calificada como avanzada su implantación debería empezar desde el inicio y afectar a todas las iniciativas anteriores y posteriores El observatorio debería jugar un papel coordinador en este punto
Implantación de proyectos de Big data y advanced analytics	Posiblemente basado en recurso en la nube, estandarizados conforme a iniciativas anteriores, y apoyado en algunos de los datos del portal de datos compartidos
Implantación de proyectos sobre Inteligencia artificial y gemelos digitales	Posiblemente basado en recurso en la nube, estandarizados conforme a iniciativas anteriores, y apoyado en algunos de los datos del portal de datos compartidos

#### 2.4.2. NECESIDAD DE UN DEPARTAMENTO U OFICINA RESPONSABLE DE LA COORDINACIÓN TÉCNICA

Como se puede deducir de las iniciativas descritas anteriormente, la coordinación entre las mismas, incluso si no se pusieran en marcha todas ellas, requiere de una coordinación que permita que la implantación de algunas medidas no interfiera y/o retrase otras. Por ello, se hace necesario que exista esta coordinación técnica con un carácter independiente y con participación del resto de agentes del sector. Esta forma parte de la iniciativa del plan de digitalización y uno de sus entregables sería el desarrollo de una estrategia TIC y otro el establecimiento de dicho departamento coordinación técnica.

En un determinado momento podría incluirse dentro del observatorio del agua por su carácter transversal, si bien esta es una decisión a adoptar en su momento.

#### 2.4.3. INCLUSIÓN DE LOS CONCEPTOS DE CIBERSEGURIDAD A LO LARGO DE TODO EL CICLO DE VIDA

Aunque dentro de las iniciativas se ha incluido la adopción de un plan de ciberseguridad existen ya varias iniciativas en este sentido, que en muchos casos no pueden hacerse públicas en un documento como este.

Todas las iniciativas deberían contemplar las recomendaciones que se establecen en el ENS.

#### 2.4.4. CUMPLIMIENTO DE LAS NECESIDADES PLANTEADAS EN LA PETICIÓN

*Siguiendo las necesidades planteadas para la elaboración de este informe, se presentan los aspectos para desarrollar iniciativas de forma codificada (Tabla **Error! Reference source not found.**).*

**Tabla 3: Codificación de necesidades planteadas**

Código	Petición
P1. Gestión redes	Gestión de la información de las redes de control y mejorar respuestas a las alarmas. Incluyendo el sistema SAIH, redes de control de calidad y red SAICA
P2. E-administración	La implementación y mejorar la operatividad de la administración electrónica / gestión de expedientes, implantado sistemas de optimización de decisiones
P3. Captura datos	Captura y gestión de la información sobre usos del agua / concesiones y control de los vertidos
P4. Bases de datos	Gestión de las bases de datos de información y análisis del impacto de las medidas de los planes de cuenca
P5. Modelos	Modelización hidrológica
P6. Transparencia	Mayor transparencia y comunicación social para incrementar la confianza en la gestión: compartir información y datos abiertos (accesibles, trazables y reutilizables)
P7. Interoperabilidad	Garantizar la interoperabilidad de los sistemas utilizados en diferentes ámbitos de gestión y/o administraciones o con empresas privadas (SINAC)

La tabla **Error! Reference source not found.** representa el cumplimiento de los requisitos de la petición con las iniciativas planteadas en este informe.

Tabla 4: Relación entre iniciativas y necesidades planteadas

Iniciativa	P1. Gestión redes	P2. administración	E- P3. Captura datos	P4. Bases de datos	P5. Modelos	P6. Transparencia	P7. Interoperabilidad	P8. Formación
Plan integral de digitalización y eliminación de la captación de datos en papel	X	XXX		XX				
Plan integral de formación en tecnologías emergentes para técnicos del sector								XXX
Portal de datos compartidos del sector	XX			XXX	X	XX	XX	
Extender el uso de recursos en nube privada o pública	X	X		XX	X	XX		
Normalización operativa 'de facto' de datos del agua	X	X	X	XX	X	X	XXX	
Extensión de la conexión automática de datos entre agentes de la gestión del agua. Uso de Open API 3.0	XXX	X		XX		X	XX	
Dashboard para cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y la rendición de cuentas del sector en cuanto a cambio climático		XX			X	XXX		
Observatorio de las redes y datos del agua (datos no públicos)	XX	X	XX	XXX	X	XX	XXX	X
Extensión de la sensorización de agua (exploración)		X	XXX	X	XX	X		

Iniciativa	P1. Gestión redes	P2. administración	E- P3. Captura datos	P4. Bases de datos	P5. Modelos	P6. Transparencia	P7. Interoperabilidad	P8. Formación
5G, Lpwan)								
Extender uso de captación de imágenes mediante drones, satélite y otras fuentes, e integración de las mismas para la mejora de datos de la gestión del agua.		XX	XXX	XX	XX	X		
Implantación del Plan de ciberseguridad	X	X	X	X	X	X	X	X
Implantación de proyectos de Big data y advanced analytics	XX	X		XXX	XX			
Implantación de proyectos sobre inteligencia artificial y gemelos digitales	XX	XX		XX	XXX			

Nota: XXX: Impacto directo y fundamental sobre el aspecto planteado; XX: Impacto restringido o no fundamental sobre el aspecto planteado y X: Impacto indirecto sobre el aspecto planteado

#### 2.4.5. AFECCIÓN DE LOS DISTINTOS AGENTES DEL SECTOR Y LAS INICIATIVAS

En la tabla 4 se identifica el grado de afectación de los distintos agentes del sector por las distintas iniciativas. Estos agentes son:

- MITECO: Gestor global del agua en España y sus conexiones con Europa.
- Organismos de cuenca: Confederaciones hidrográficas tanto bajo MITECO como regionales.
- Consumidores: Grandes consumidores industriales y captadores.
- Sector privado: Entidades del sector que gestionan recursos hídricos o proporcionan soluciones.
- Ciudadanía: Sociedad en general y sus organizaciones.

Tabla 5: Grado de afección de los distintos agentes por las iniciativas propuestas

Iniciativas	Grado de afección por agente				
	MITECO	Organismos de cuenca	Consumidores	Sector privado	Ciudadanía
Plan integral de digitalización y eliminación de la captación de datos en papel	Media	Alta	Alta	Alta	Baja
Plan integral de formación en tecnologías emergentes para técnicos del sector	Media	Media	Baja	Media	Baja
Portal de datos compartidos del sector	Alta	Alta	Media	Media	Baja
Extender el uso de recursos en nube privada o pública	Alta	Alta	Baja	Baja	
Normalización operativa 'de facto' de datos del agua	Alta	Alta	Media	Media	
Extensión de la conexión automática de datos entre agentes de la gestión del agua. Uso de Open API 3.0	Alta	Alta	Media	Media	Baja
Dashboard para cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y la rendición de cuentas del sector en cuanto a cambio climático	Alta	Media	Baja	Media	Alta
Observatorio de las redes y datos del agua (datos no públicos)	Alta	Media	Baja	Media	Baja
Extensión de la sensorización de agua (exploración 5G, Lpwan)	Alta	Alta	Alta	Media	
Extender uso de captación de imágenes mediante drones, satélite y otras fuentes, e integración de las mismas para la mejora de datos de la gestión del agua	Media	Alta	Media	Alta	
Implantación de Plan de ciberseguridad	Alta	Media	Media		
Implantación de proyectos de Big data y advanced analytics	Alta	Alta	Media	Alta	Baja
Implantación de proyectos sobre inteligencia artificial y gemelos digitales	Alta	Alta	Media	Alta	Media

---

## 2.5. RELACIÓN DE INICIATIVAS

En este apartado se presentan las iniciativas desarrolladas. Cada una de ellas se ha descrito junto con los subproyectos que la componen.

Algunos de los subproyectos de diferentes iniciativas, de cara a su ejecución, podrían ser consolidados en proyectos tractores. Este análisis debería realizarse a posteriori una vez validadas las iniciativas a poner en marcha.

Aunque las iniciativas propuestas, en general, abrazan el principio de datos abiertos, hay que tener en cuenta que los servicios de alta disponibilidad para consumidores intensivos pueden tener un coste para este tipo de usuarios.

En general, las soluciones desarrolladas se plantean como *open source* (código abierto) para permitir la evolución y mejora de las mismas, así como una rápida adopción por la reducción de costes que supone.

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA: 0.- BÁSICA
<p><b>Plan integral de digitalización y eliminación de la captación de datos en papel</b></p>		
<p><b>Objetivo</b></p> <p>Eliminar aquellos puntos que puedan limitar la digitalización de la gestión del agua y establecer las líneas para una adopción consistente de la digitalización</p>		
<p><b>Descripción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definir la estrategia de digitalización de la administración del agua, comenzando con Incorporar mecanismos de captura digital en los procesos que no puedan ser eliminado inmediatamente el papel. Implantación en algunos de los procesos principales. Establecimiento de los mecanismos de coordinación técnica entre iniciativas y proyectos.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Subproyectos a seguir para su implementación</b></li> </ul>		
Subproyecto	Descripción	
Inventario de procedimientos no digitales y de aquellos digitales obsoletos o con prestaciones deficientes. Identificación del departamento u oficina responsable de coordinación técnica.	Elaboración de un inventario de procedimientos que todavía utilicen vía papel y propuesta de solución digital	
Plan global para la eliminación de papel y/o digitalización de históricos. Mejora del censo nacional de vertidos e informatización y actualización del Registro y Catálogo de aguas privadas. Aceleración digital de la gestión de expedientes.	Despliegue de proyectos de digitalización de expedientes en papel y sustitución futura en digital. Mejora del censo nacional de vertidos. autorizaciones de ocupación de DPH, alteraciones hidromorfológicas y obras,	
Ejecución de la estrategia de digitalización de la administración del agua. Lanzamiento de la oficina de coordinación de proyectos de digitalización. Publicación como código abierto de soluciones de gestión de expedientes relacionados con la gestión del agua.	Lanzamiento de los diversos proyectos de digitalización. Seguimiento y reporte a través de la oficina de coordinación técnica. Especialmente foco en la gestión de expedientes del agua y su publicación como código abierto para su reutilización por otras entidades del sector	

<b>INICIATIVA</b>		TIPO DE INICIATIVA: 0.- BÁSICA
<b>Plan integral de digitalización y eliminación de la captación de datos en papel</b>		
Implementación de la estandarización de procedimientos y de proyectos iniciales	Una vez decidida la estandarización de procedimientos digitales y determinados los primeros proyectos de digitalización, implementar éstos mediante herramientas código abierto de forma que puedan ser mejoradas e implantadas con rapidez en otros organismos	
<b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b> No es necesario ya que las leyes 39 y 40 lo permiten		
<b>Recomendaciones</b> Creación de aplicaciones orientadas a la captura de datos y no a la gestión de expedientes (peje., comunidades de regantes)		
<b>Herramientas</b> Desarrollos a medida a ser compartidos mediante apertura del código (código abierto. Ver glosario) Repositorios de datos compartidos (no abiertos)		
<b>Comentarios</b> La falta de alineación (de estrategia común) hace posible que digitalizaciones simultáneas no puedan ser conectables. La existencia de segmentos no digitalizados lastra el resto de medidas y por tanto han de ser eliminados lo antes posible		
<b>Riesgos</b>	<b>Medidas paliativas</b>	
Dificultades de eliminación por requerimiento de los usuarios (internos y externos)	Apoyo a la transformación de usuarios mediante cursos y recursos de apoyo	
Falta de recursos para la adopción de procesos digitales por el Coste de transformación de los históricos en papel	Contingencia de digitalización de solo los últimos años y dejar el resto en histórico, consultable en papel	

## INICIATIVA

### Plan integral de formación en tecnologías emergentes para técnicos del sector

TIPO DE INICIATIVA:  
0.- BÁSICA

#### Objetivo

Conseguir la implantación con soporte por parte de las áreas técnicas de las distintas entidades

#### Descripción

- Desarrollar un plan general de formación en las principales tecnologías propuestas (Cloud, big data, inteligencia artificial, IoT, smart metering, datos abiertos transparencia y rendición de cuentas, gestión de datos en tiempo real, advanced analytics, visualización de datos, ciberseguridad, tratamiento de datos con SIG, utilizando experiencias y buenas prácticas del sector del agua.

- **Subproyectos a seguir para su implementación**

Subproyecto	Descripción
Creación del plan de capacitación para iniciativas básicas, intermedias y avanzadas	En coordinación con los proyectos que se vayan a poner en marcha identificar los contenidos de los cursos, los colectivos destinatarios, dentro y fuera de la administración y determinar las entidades formadoras y las vías de capacitación
Comienzo del despliegue del plan de formación para iniciativas básicas	En coordinación con los proyectos que se vayan a poner en marcha crear los contenidos de los cursos y determinar las entidades formadoras y las vías de capacitación. Utilización de plataformas en línea para asegurar el mantenimiento de los contenidos y la disponibilidad geográfica. Integración de prácticas en coordinación con los proyectos de implantación tecnológica en marcha a través de la oficina de coordinación técnica.
Comienzo del despliegue del plan de formación para iniciativas intermedias.	Lanzamiento de los diversos proyectos de digitalización. Segundas ediciones de los contenidos básicas y primera de los contenidos intermedios. Revisión de los mismos para adaptarlos a nuevas tecnologías disponibles. Integración de prácticas en coordinación con los proyectos de implantación tecnológica en marcha a través de la oficina de coordinación técnica
Comienzo del despliegue del plan de formación para iniciativas avanzadas.	Comienzo del despliegue del plan de formación para iniciativas avanzadas. Segundas ediciones de los contenidos básicas y primera de los contenidos intermedios. Revisión de los mismos

<b>INICIATIVA</b>		<b>TIPO DE INICIATIVA:</b> <b>0.- BÁSICA</b>
<b>Plan integral de formación en tecnologías emergentes para técnicos del sector</b>		
	para adaptarlos a nuevas tecnologías. Integración de prácticas en coordinación con los proyectos de implantación tecnológica en marcha a través de la oficina de coordinación técnica disponibles.	
<b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b> Incluir también capacitación en derecho TIC relacionado con seguridad y privacidad		
<b>Recomendaciones</b> Existen numerosas entidades proporcionando formación al sector público tanto en el estado INAP, como en las distintas CCAA. Buscar acuerdos para el desarrollo del plan de formación.		
<b>Herramientas</b> Herramienta de formación en línea (Moodle) Desarrollo de MOOC mediante alguna plataforma pública o privada (INTEF, edx, miriadax, etc)		
<b>Comentarios</b> Comparar los planes de capacitación con planes internos de las entidades destinatarias para que no se produzcan solapamientos		
<b>Riesgos</b>	<b>Medidas paliativas</b>	
Lentitud en la determinación de los colectivos a capacitar	Alinear la formación con la implantación de los distintos subproyectos recogidos en las iniciativas	
Falta de reconocimiento en las organizaciones de los asistentes a los cursos	Modular la capacitación de forma que sea reconocida para funcionarios	

<b>INICIATIVA</b>		<b>TIPO DE INICIATIVA:</b>
<b>Portal de datos compartidos del sector</b>		<b>0.-BÁSICA</b>
<b>Objetivo</b>		
Punto único de acceso a los datos		
<b>Descripción</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de un portal de datos compartidos (y que permita la publicación de datos abiertos) con los datos de gestión del agua. Utilizar el repositorio para aplicar las normalizaciones definidas en otras medidas, así como la limpieza de datos para posteriores uso en otras medidas. Aprovechar el repositorio para difundir la existencia de los datos como medida de transparencia y rendición de cuentas. Inclusión de los datos críticos del sector. Actualización de los mismos en conjunto con otras iniciativas.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Subproyectos a seguir para su implementación</b></li> </ul>		
<b>Subproyecto</b>	<b>Descripción</b>	
Proyecto piloto con alguna temática con bajo nivel de oposición	Determinar una problemática que pueda ser mejorada compartiendo datos. (Ej. Datos de SINAC, O publicación de datos de sustancias Emergentes, Normas de calidad ambiental (NCA) y sus límites)	
Fase 1. Licitación repositorio y primera población de datos	Licitación de un repositorio para alojar los datos y que puedan ser compartidos interna y externamente. Primera población de datos.(p.e. SINAC, Indicadores de los elementos de calidad biológicos, fisico-químicos e hidromorfológicos para las distintas masas de agua). Plan de comunicación y difusión de los datos disponibles	
Fase 2. Repositorio con publicación y federación automática	Incorporación en los procedimientos habituales de gestión de las entidades la publicación en el repositorio global	
Fase 3. Conexión generalizada con las nuevas fuentes de datos en tiempo real	Incorporación de la publicación en tiempo real de fuentes de datos. Incluyendo SAIH, SIACA, redes calidad, Datos de de estudios básicos relativos a recursos hídricos, efectos de cambio climático, demandas de agua, etc. Datos de de las relaciones entre las masas de agua superficial y subterránea con los ecosistemas asociados. Plan de comunicación y difusión de datos disponibles	

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA:
Portal de datos compartidos del sector		0.-BÁSICA
<b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b>		
Cumplimiento privacidad y seguridad en datos (filtrado). Mecanismos para gestión en Cloud del repositorio.		
<b>Recomendaciones</b>		
El problema que se resuelve con esta medida y la de la normalización de datos es el problema de los silos de información. Existe a nivel nacional una inasumible falta de conexión entre las distintas fuentes de datos tanto por nivel geográfico (cuencas) como a nivel vertical entre los distintos agentes de la cadena de gestión, desde los generadores hasta los consumidores el resto de agente		
<b>Herramientas</b>		
Portal datos compartidos (Data Management System)  ETL (herramienta para captura transformación y carga de datos) desde fuentes diversas y con tiempo real.		
<b>Comentarios</b>		
El portal de datos compartidos es un infraestructura que capta los datos de las fuentes originales y pone a disposición, contando con la gestión de permisos adecuada, los datos para los usuarios que tengan derecho a utilizarlos. No modifica las aplicaciones existentes que en su gran mayoría permiten la consulta pero no la descarga e interacción con los datos.		
<b>Riesgos</b>	<b>Medidas paliativas</b>	
Despliegue lento	Utilidad interna de las organizaciones	
Falta de voluntad política en algunas organizaciones	Referentes internacionales	

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA: 0.-BÁSICA
<p><b>Extender el uso de recursos en nube privada o pública</b></p>		
<p><b>Objetivo</b></p> <p>Aumentar el rendimiento, flexibilidad y actualización de los sistemas de información utilizados.</p>		
<p><b>Descripción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de una nube pública (o privada cumpliendo requisitos del ENS)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Subproyectos a seguir para su implementación</b></li> </ul>		
Subproyecto	Descripción	
Crear piloto con alguna de las propuestas (p.ej., repositorio, sensorización)	Incluir en los pilotos la necesidad de que la infraestructura se encuentre fuera de los servidores propios de las entidades	
Campaña de formación de responsables técnicos en el uso de la nube	Implementación y docencia de los cursos para responsables técnicos a través de alguna institución de formación pública mediante un programa específico	
Fase 1: Creación de infraestructura en nube para alojar datos del agua	Creación de una nube pública específica de los datos del agua orientado al almacenamiento de datos y la provisión de servicios básicos	
Fase 2: Extensión de infraestructura para alojar servicios en nube	Extensión de los servicios de la nube pública específica de los datos del agua con capacidades de Agregación, Procesamiento, filtrado y visualización de datos	
<p><b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b></p> <p>Aclaración del ENS para la posibilidad de uso de Cloud en el ámbito de gestión del agua</p>		
<p><b>Recomendaciones</b></p> <p>La utilización de recursos en la nube (pudiendo ser esta pública) es una necesidad perentoria por motivos de seguridad, flexibilidad, etc. Por otra parte el edge computing podría ser necesario también en determinadas circunstancias, y especialmente, cuando la sensorización se generalice. El software como servicio ya es una realidad que permite adopciones más rápida y menor dependencia de fabricantes si se gestiona adecuadamente.</p>		
<p><b>Herramientas</b></p>		

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA:
<b>Extender el uso de recursos en nube privada o pública</b>		0.-BÁSICA
<p>Proveedores privados de SaaS, IaaS cumpliendo ENS o generación de una nube pública</p> <p>Owncloud</p>		
<p><b>Comentarios</b></p> <p>Dentro de los servicios en la nube merece la pena destacar aquellos referidos a nuevos tipos de bases de datos no SQL (orientadas a grafos, a clave, etc.)</p>		
Riesgos	Medidas paliativas	
Riesgo de incertidumbres legales en cuanto a la gestión de los datos	Incluir solo datos que se puedan considerar no estratégicos. Así mismo incorporar mecanismos de copia en caliente en servicios completamente propios del ámbito público	
Falta de experiencia en responsables técnicos de distintas entidades	Campaña de formación gratuita para los técnicos de los organismos del agua (independientemente de su participación en pilotos)	

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA: 1.-INTERMEDIA
<b>Normalización operativa ‘de facto’ de datos del agua</b>		
<b>Objetivo</b> Datos compatibles del agua		
<b>Descripción</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Creación de una unidad de normalización ‘de facto’ de datos del agua para dar respuesta a dudas de como almacenar la información referida a la gestión del agua para que sea reutilizable, compatible y que tengan unos parámetros de calidad que permitan la reutilización de los datos definidos. (grupo multidisciplinar de trabajo con base técnica.)</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Subproyectos a seguir para su implementación</b></li> </ul>		
Subproyecto	Descripción	
Dotación de secretaría técnica	Dotación de recursos humanos y algunos técnicos para el lanzamiento de la normalización de facto.	
Convocatoria y Reunión arranque grupos de trabajo	Selección de las personas entre agentes públicos y privados, expertos con prestigio. Explicación de los objetivos. Proponer Objetivo de normalización. P.e. integración de plataformas GIS mediante adopción de INSPIRE.	
Normalización de facto	Realización de la norma de facto 1 (o aclaraciones a existentes) para su implementación real en temáticas seleccionadas. Colaboración cuencas / asociaciones de regantes.	
Extensión de normalización a resto de temáticas	Generación de nuevas normalización y servicio a los entes del sector sobre codificación de los datos. Colaboración empresas sensorización.	
<b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b> Proporcionar directrices sobre la implementación de las normativas existentes y hacer propuesta de nuevas directivas.		
<b>Recomendaciones</b> El problema que se resuelve con esta medida y la del repositorio común es el de los silos de información. Existe a nivel nacional una falta de conexión entre las distintas fuentes de datos tanto por nivel geográfico (cuencas) como a nivel vertical entre los distintos agentes de la cadena de gestión, desde los generadores hasta los consumidores y para el resto de agentes		

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA:
Normalización operativa 'de facto' de datos del agua		1.-INTERMEDIA
<b>Herramientas</b>		
Herramienta de gestión de peticiones		
Tablón de publicación de recomendaciones de codificación de datos		
<b>Comentarios</b>		
Creación de un equipo específico para la tarea, con conexión con agentes públicos y privados		
<b>Riesgos</b>	<b>Medidas paliativas</b>	
Politización del grupo.	Sacar el grupo de la estructura habitual del MITECO a un grupo no formal donde MITECO solo apoye con la secretaria técnica	
N/A	N/A	

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA: 1.-INTERMEDIA
<p><b>Extensión de la conexión automática de datos entre agentes de la gestión del agua. Uso de Open API 3.0</b></p>		
<p><b>Objetivo</b></p> <p>Mejora de la actualización de datos del agua</p>		
<p><b>Descripción</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Crear en los organismos receptores (p.e., gestores de cuenca) mecanismos de conexión automatizada para la actualización de datos. API escritura</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Subproyectos a seguir para su implementación</b></li> </ul>		
Subproyecto	Descripción	
Piloto de implantación de OpenAPI en varias entidades para algunas temáticas. p.e. registro aguas integración catastro, la actualización automática del inventario de presiones.	Selección de entidades pilotos y ámbitos de datos en los que incorporar la especificación. p.e. registro aguas integración catastro	
Despliegue de pilotos en organismos de cuenca en algunas temáticas	Licitaciones para el lanzamiento de pilotos en todos los organismos de cuenta	
Ampliación del piloto al resto de ámbitos de datos a ser abiertos mediante API	Extensión de las temáticas de datos afectadas por la disponibilidad de una API normalizado. (p.e. Indicadores de ictiofauna)	
Análisis de resultados del uso de API y coordinación con otras iniciativas	Evaluación de los resultados y de las lecciones aprendidas para su extensión	
<p><b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b></p> <p>Definición legal de reutilizador de datos</p>		
<p><b>Recomendaciones</b></p> <p>El problema que se resuelve con esta medida y con la de extensión de la sensorización de datos es el problema del uso de datos promediados, o datos con una granularidad espacial deficiente. También aborda el problema el de la falta de conexión entre datos de distintos agentes del sector y la mejora de los tiempos de disponibilidad de la información.</p>		
<p><b>Herramientas</b></p>		

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA:
Extensión de la conexión automática de datos entre agentes de la gestión del agua. Uso de Open API 3.0		1.-INTERMEDIA
<p>Habilitación de APIs real time (p.ej., cumpliendo con estándar openAPI, antiguo Swagger)</p> <p>Directorio de recursos disponibles vía API</p>		
<p><b>Comentarios</b></p> <p>Se debe crear un nivel intermedio entre las fuentes de datos originales de los organismos que no deben ser, inicialmente, alteradas y los puntos de conexión vía API</p>		
Riesgos	Medidas paliativas	
La apertura de los API sin una normalización de datos puede resultar inoperante o no proporcionar los resultados deseados	Medida de normalización de datos	
Incremento de complejidad técnica	Actualización de sistemas internos	

## INICIATIVA

Dashboard para cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y la rendición de cuentas del sector en cuanto a cambio climático

TIPO DE INICIATIVA:  
1.-INTERMEDIA

### Objetivo

Demostrar la implicación con la gestión sostenible, incluyendo la economía circular, mediante visualización de como se cumple con los requisitos de los ODS

### Descripción

- Creación de un cuadro de mando con secciones públicas y privadas del cumplimiento de los ODS y mostrar los datos relacionados con el cambio climático.

- **Subproyectos a seguir para su implementación**

Subproyecto	Descripción
Creación del Dashboard privado de cumplimiento de los ODS y de reporte del cambio climático	Creación de la plataforma de agregación de datos y visualización para usos internos. Reporte de ejecución de proyectos del ámbito del agua en relación con los ODS y el cambio climático
Apertura de algunos indicadores de cumplimiento de objetivos ODS y de cambio climático al público. Plan de comunicación.	Selección de contenidos para mostrar el cumplimiento de objetivos de ODS y de cambio climático y puesta a disposición al público (incluidos datos). Incluir Datos de de estudios básicos relativos a recursos hídricos, efectos de cambio climático, demandas de agua,
Sistema integral de rendición de cuentas de la gestión del agua. Fase 1: Rendición cuentas	En la fase 1 del sistema integral de rendición de cuentas de la gestión del agua se plantean la definición de los conceptos por los que clasificar los datos publicados y las primeras versiones de rendición de cuentas (visualización)
Sistema integral de rendición de cuentas de la gestión del agua. Fase 2: Habilidad para posibilitar la Gobernanza Integral Participativa	En la fase 2 del sistema integral de rendición de cuentas de la gestión del agua se realiza la extensión del sistema y su desarrollo para permitir la interacción con los agentes del sector (habilitación de gobernanza integral participativa).

### Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:

No específicos del tratamiento normal de datos

### Recomendaciones

## INICIATIVA

Dashboard para cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y la rendición de cuentas del sector en cuanto a cambio climático

TIPO DE INICIATIVA:  
1.-INTERMEDIA

Generar una ontología o al menos un conjunto de etiquetas comunes para reportar los diversos impactos de las medidas ejecutadas

### Herramientas

Charted, Leaflet, Rawgraphics, Charist.js, D3.js, Polymaps, Candela, Carto

Opciones de visualización del DMS elegido (Socrata, Opendatsoft, CKAN, DKAN)

### Comentarios

Rendición de cuentas al público, en coordinación con los grupos de normalización que sistematizarían también las categorías y etiquetas y su mecanismos de adopción y uso

Riesgos	Medidas paliativas
Rechazo desde ámbitos públicos de gestión de la rendición de cuentas	Impulso político decidido y uso de ejemplos internacionales
N/A	N/A

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA: 1.-INTERMEDIA
<b>Observatorio de las redes y datos del agua (datos no públicos)</b>		
<b>Objetivo</b>		
Mejora de la eficiencia de las redes y de los datos para planificación		
<b>Descripción</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Extensión de los proyectos existentes en materia de optimización de las redes de gestión del agua para conseguir un despliegue generalizado de smart metering y smart grid en la gestión del agua. Lanzamiento de una entidad intermedia que almacene, anonimice y gestione los datos del agua provenientes del smart metering y del smart grid y contabilice costes económicos y de otro tipo. Y publique algunos de los datos para incorporar y conseguir transparencia del sector y la rendición de cuentas ciudadana de la gestión del agua y finalmente permitir la participación activa. Se haría responsable del portal de datos compartidos.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Subproyectos a seguir para su implementación</b></li> </ul>		
Subproyecto	Descripción	
Generación del plan de extensión de smart metering en entornos urbanos (CUA)	Extensión de proyectos mediante acuerdos con operadores del CUA	
Estudio legal y técnico de una entidad neutra que agregue los datos de smart metering, y del resto de elementos del ciclo del agua	Definición de la gobernanza y valoración de una entidad que recopile los datos de smart metering, y del resto de pasos del ciclo del agua, incluyendo captación y distribución, para la mejora de la planificación y gestión del agua (sin utilización con beneficio de los datos). Sería una competencia de un posible ente regulador tipo Neutral Market Facilitator.	
Lanzamiento de la entidad con el acuerdo de los actores a todos los niveles (AGE, CCHH, CCAA y Agentes públicos y privados del sector) y apertura a la participación ciudadana sobre iniciativas propias	Inicio de actividades comenzando por los datos de consumo y calidad, y la definición de las informaciones a publicar para cumplir con los requisitos del transparencia del sector	
Implantación de la entidad neutra de datos. Incluir cuentas del agua y análisis coste-beneficio de las medidas tomadas en las distintas cuencas.	Ampliación del rango de actividades de la entidad neutra para incluir la valoración de esfuerzos en el uso de recursos y comienzo de la elaboración de diagnósticos. Será necesario mejorar los modelos de costes antes de su utilización abierta. También podría alojar la normalización 'de facto' descrita en	

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA: 1.-INTERMEDIA
Observatorio de las redes y datos del agua (datos no públicos)		
		otra iniciativa. Abrir a la participación activa de la ciudadanía y de los agentes del sector.
<p><b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b></p> <p>Adopción de una Normalización del smart metering entre operadores para su volcado de datos. Cumplimiento de normativas de privacidad (RGPD) y de normas sobre datos de calidad del agua</p>		
<p><b>Recomendaciones</b></p> <p>Estudio de los resultados de proyectos europeos en la materia, y de plataformas tecnológicas europeas (p.e. WSSTP)</p>		
<p><b>Herramientas</b></p> <p>Contadores inteligentes teledidos</p> <p>Open Smart Grid Platform / DMLS</p>		
<p><b>Comentarios</b></p> <p>La forma exacta de un ente neutro es discutible, sin embargo alguna de sus funciones reporte del sector, transparencia, prospectiva es fundamental en especial para posibilitar la participación efectiva de los distintos agentes del sector</p>		
<b>Riesgos</b>	<b>Medidas paliativas</b>	
Diversidad de fabricantes de dispositivos, volcado de datos incompleto y heterogéneo	Obligación de respeto de estándares abiertos de conexión	
Desconfianza de agentes para proporcionar los datos (incluso anonimizados)	Refuerzo de las medidas del plan de ciberseguridad	

<b>INICIATIVA</b>		<b>TIPO DE INICIATIVA:</b> 2.-AVANZADA
<b>Extensión de la sensorización de agua (exploración 5G, Lpwan)</b>		
<b>Objetivo</b> Generalización de la captación de datos en tiempo real y con granularidad de los datos de gestión del agua		
<b>Descripción</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Extensión de las redes de sensores en masas de agua y en consumo mediante mecanismos de reporte automatizado y extensión del tipo de parámetros de medida a calidad del agua y otras medidas críticas. Exploración el posible uso de redes 5G como vías de comunicación en próximos años.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Subproyectos a seguir para su implementación</b></li> </ul>		
<b>Subproyecto</b>	<b>Descripción</b>	
Piloto sensorización en varias ubicaciones y tecnologías	Validación de tecnologías disponibles para varias soluciones de sensorización vía menores. Aplicación a usos del agua/concesiones y control de los vertidos o la actualización del inventario de presiones y su actualización automática	
Despliegue de proyectos de relevancia con las tecnologías seleccionadas para reducir las necesidades de inspección específica y aumentar la frecuencia de análisis	Selección de pilotos para las tecnologías más prometedoras y licitación de despliegues mayores. Aplicación a usos del agua/concesiones y control de los vertidos.	
Análisis de resultados de sensorización	Monitorización de resultados y tecnologías disponibles	
Despliegue masivo de sensorización	Licitación de despliegue entre organismos de cuenca de sensorización avanzadas otros usos . P.e. identificación de sustancias emergentes en dominio hídrico	
<b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b> Incorporación de criterios de seguridad en el manejo de la información		
<b>Recomendaciones</b> El problema que se resuelve con esta medida y con la de actualización de datos es el problema del uso de datos promediados, o datos con una granularidad espacial deficiente e incremento		

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA: 2.-AVANZADA
<p><b>Extensión de la sensorización de agua (exploración 5G, Lpwan)</b></p> <p>de la cantidad de datos sobre calidad de las aguas. También aborda el problema de la falta de conexión entre datos de distintos agentes del sector</p>		
<p><b>Herramientas</b></p> <p>Utilización de sensores de bajo consumo conectados a redes móviles de conexión de baja capacidad para transmisión de datos (Narrowband IoT)</p> <p>Utilización de redes de rango amplio y bajo consumo para la transmisión de datos en entornos dispersos (LPWan). Nuevos sensores bajo consumo calidad del agua</p>		
<p><b>Comentarios</b></p> <p>Las tecnologías que proporcionan esta conectividad con amplia autonomía están recientemente disponibles a precios asequibles y deberían ser asociadas a sensores de parámetros del agua</p>		
<b>Riesgos</b>	<b>Medidas paliativas</b>	
Despliegue lento	Desarrollo de pilotos con nuevas tecnologías de bajo coste de mantenimiento	
Despliegue en distintos organismos	Área de coordinación de pilotos	

## INICIATIVA

Extender uso de captación de imágenes mediante drones, satélite y otras fuentes y e integración de las mismas para la mejora de datos de la gestión del agua.

TIPO DE INICIATIVA:  
 2.-AVANZADA

### Objetivo

Mejora de la calidad de la información y captación de datos en tiempo real.

### Descripción

- Integración de sistemas de captura y análisis de imágenes del territorio para la mejora de la gestión del agua

- Subproyectos a seguir para su implementación**

Subproyecto	Descripción
Desarrollo de primitivas para integración de imágenes procesadas. Liberación de las mismas como código abierto.	Desarrollo de un piloto para la integración en tiempo real de imágenes a través del nuevo API desarrollado (servicio satélite) por ejemplo para mejorar la caracterización de fuentes puntuales y difusas de contaminación
Propuesta de captación de imágenes mediante drones. P.e. censo de pozos para aumentar las capacidades de inspección.	Desarrollo de un piloto para el despliegue de drones y captación de imágenes integrando los resultados a través del nuevo API desarrollado (servicio drones) en alguna zona de especial protección. P.e. usos del agua/concesiones y control de los vertidos o censo de pozos.
Extensión del piloto de integración de imágenes satelitales	Desarrollo de nuevas capacidades complementarias integradas con el nuevo API, incluida la prueba de tiempo real. P.e. usos del agua/concesiones y control de los vertidos o alteraciones morfológicas.
Extensión de las primitivas para tratamiento de imágenes. Creación de servicios en la nube.	Generalización de la integración de imágenes satelitales mediante extensión de las primitivas para el tratamiento a nuevos ámbitos. Creación de servicio en la nube. Ejemplo de uso para control de acciones de dragado y vertidos de dragado al mar. Liberación como código abierto.

### Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:

Posible impacto en la captación de ubicaciones de personas. Privacidad.

### Recomendaciones

Programas como Copernicus (con cientos de fuentes útiles para gestión del agua), el uso de

## INICIATIVA

Extender uso de captación de imágenes mediante drones, satélite y otras fuentes y e integración de las mismas para la mejora de datos de la gestión del agua.

TIPO DE INICIATIVA:  
2.-AVANZADA

Galileo, y muchos otros están proporcionando una información que puede complementar, en casi tiempo real a muchas de las capturas geográficas, su aprovechamiento hoy es escaso. Los drones ya son asequibles para muchas tareas como fuentes de datos en entornos distribuidos como son el caso de la gestión del agua.

### Herramientas

Software para integración de datos de programa Copernicus y software para el procesamiento avanzado de imágenes y extracción de sus datos.

Tecnologías para la captura de datos (imágenes) desde drones

### Comentarios

Evaluar las posibilidades en tiempo de ejecución por la nueva disponibilidad de servicios en este sentido

Riesgos	Medidas paliativas
Dificultades técnicas para integración de imágenes y sus datos en sistemas existentes	Cursos específicos de formación en el uso de herramientas
Dificultad de cobertura de algunas zonas por drones	Selección inteligente de zonas de operación

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA:
<b>Implantación de Plan de ciberseguridad</b>		<b>2.-AVANZADA</b>
<b>Objetivo</b>		
Garantizar la consistencia y seguridad de los datos y sistemas de información de gestión del agua		
<b>Descripción</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Inventario de activos priorizados susceptibles de ataque</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Subproyectos a seguir para su implementación</b></li> </ul>		
<b>Subproyecto</b>	<b>Descripción</b>	
Creación de comité de ciberseguridad para implantación del plan	Selección de las personas y dotación de coordinador de ciberseguridad de los entes relacionados con el agua	
Actualización del inventario de activos a proteger según ENS	Realización de actualización del inventario de activos a proteger según ENS	
Elaboración del plan y despliegue de medidas	Elaboración del plan y despliegue de medidas. Pruebas activas de vulnerabilidades y reporte para diseño plan de medidas.	
N/A	N/A	
<b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b>		
Promoción de la implantación de distintas medias p.e. ISO 27001		
<b>Recomendaciones</b>		
La ciberseguridad ha de partir de un inventario adecuado de los recursos y de sus capacidades. Es posible que para su puesta en marcha haya que realizar acciones previas. Aplicación de las directrices del ENS.		
<b>Herramientas</b>		
Instalación de herramientas para diagnóstico de seguridad (p.e. ISO 27001)		
N/A		
<b>Comentarios</b>		
N/A		
<b>Riesgos</b>	<b>Medidas paliativas</b>	

<b>INICIATIVA</b>		<b>TIPO DE INICIATIVA:</b>
<b>Implantación de Plan de ciberseguridad</b>		<b>2.-AVANZADA</b>
Falta de inventario de activos y de su calificación	Realización del inventario	
Dispersión de organizaciones y dificultad de coordinación	Definición de comité técnico para coordinación en ciberseguridad	

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA:
<b>Implantación de proyectos de Big data y advanced analytics</b>		<b>2.-AVANZADA</b>
<b>Objetivo</b>		
Extracción de nuevos mecanismos de gestión basados en el análisis de big data sobre datos disponibles y los nuevos en tiempo real		
<b>Descripción</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Implantación de tecnologías de big data (p.e., Hadoop) y de big data en tiempo real (p.ej., Spark) para el tratamiento de datos aplicadas a algunos de los ámbitos que más demanda presentan en el sector.</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Subproyectos a seguir para su implementación</b></li> </ul>		
<b>Subproyecto</b>	<b>Descripción</b>	
Extensión de pilotos en la temática de análisis del impacto de las medidas de los planes de cuenca.	Convocatoria de posibles pilotos utilizando las tecnologías ya desarrolladas en la temática de análisis de impacto de los planes de cuenca y análisis de autorizaciones de ocupación de DPH, alteraciones hidromorfológicas y obras,	
Extensión de pilotos en la temática de calidad agua (calidad del agua)	Convocatoria de posibles pilotos utilizando las tecnologías ya desarrolladas en la temática de calidad del agua (parámetros calidad del agua) o bien en la analítica de explotación de datos del registro y catálogo de aguas privadas	
Extensión de pilotos en la temática de mantenimiento infraestructuras	Convocatoria de posibles pilotos utilizando las tecnologías ya desarrolladas en la temática de mantenimiento infraestructuras	
Integración proyectos en repositorio global de datos federados incluyendo análisis de consumo (demanda / oferta).	Integración de los pilotos con éxito en el repositorio global de datos como valor añadido al sector incluyendo análisis de consumo (demanda / oferta).	
<b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b>		
No específicos del tratamiento normal de datos		
<b>Recomendaciones</b>		
Aprovechamiento de proyectos existentes de I+D en el ámbito de big data y advanced analytics e incorporarlos a la operativa habitual para los ámbitos que más demandan presentan.		
<b>Herramientas</b>		

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA:
Implantación de proyectos de Big data y advanced analytics		2.-AVANZADA
<p>Hadoop</p> <p>Spark, Flink</p>		
<p><b>Comentarios</b></p> <p>Otras herramientas aparecen con rapidez en el mercado, analizar en tiempo de ejecución las tecnologías más adecuadas</p>		
Riesgos	Medidas paliativas	
Falta de datos de calidad para la realización de pilotos con posibilidad de resultados	Aplicación de otras medidas del programa recomendado	
Dificultad de captación de datos en tiempo real y de su procesamiento	Considerar desde la primera arquitectura los streams de datos frente a las fuentes estáticas	

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA: 2.-AVANZADA
<b>Implantación de proyectos sobre Inteligencia artificial y gemelos digitales</b>		
<b>Objetivo</b>		
Evaluar los potenciales usos en el sector del agua		
<b>Descripción</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realización de un estudio que analice los potenciales uso de estas tecnologías sobre la gestión del agua y detección de potenciales casos de uso y madurez de datos para su implantación</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Subproyectos a seguir para su implementación</b></li> </ul>		
Subproyecto	Descripción	
Filtrado de casos de uso de AI/ML y recopilación de experiencias existentes y aplicación a sistemas automatizados de toma de decisiones. Estudio de la asignación de costes.	En coordinación con otras actuaciones selección de ámbitos de datos del agua para la aplicación de técnicas de inteligencia artificial y machine learning para la toma de decisiones o el análisis de la gestión del agua. Estudio de la asignación de costes para evaluar el cumplimiento de los principios de gestión del agua.	
Desarrollo de pilotos de uso en los ámbitos seleccionados para la toma automatizada de decisiones	Extensión de implantación de pilotos en los ámbitos seleccionados para la toma automatizada de decisiones. P.e. Mejora del análisis de la repercusión del cambio climático	
Evaluación del desarrollo de gemelos digital en algún ámbito del agua para modelización hidrológica (Demanda, oferta, consumo)	Evaluación de ámbito del agua donde se puedan aplicar técnicas de gemelos digitales en la modelización hidrológica (demanda, oferta, consumo)	
Evaluación del desarrollo de gemelos digital en otras ámbitos del agua para modelización hidrológica (Comprobar necesidades hídricas de nuevos desarrollos urbanísticos)	Evaluación de ámbito del agua donde se puedan aplicar técnicas de gemelos digitales en la modelización hidrológica (Comprobar necesidades hídricas de nuevos desarrollos urbanísticos)	
<b>Obligaciones y requerimientos legales para su desarrollo:</b>		
No específicos del tratamiento normal de datos		
<b>Recomendaciones</b>		
Bechmarking con otros casos ya realizados en otros países o los pilotos ya desplegados en		

INICIATIVA		TIPO DE INICIATIVA:
Implantación de proyectos sobre Inteligencia artificial y gemelos digitales		2.-AVANZADA
España en el marco de proyecto de innovación		
<b>Herramientas</b>		
Tensorflow		
Algoritmos genéticos		
<b>Comentarios</b>		
N/A		
<b>Riesgos</b>	<b>Medidas paliativas</b>	
Falta de datos de calidad para la realización de pilotos con posibilidad de resultados	Aplicación de otras medidas del programa recomendado	
N/A	N/A	

## 2.6. CONCLUSIONES

La situación de las TIC en el sector del agua es mejorable conforme a los últimos análisis de la Unión Europea (Anzaldi, 2018; Herweijer, Howard, Leape y Rao-Monar, 2017; Sarni, Stinson, Mung y Garcia, 2018; Stinson, 2018) y los datos disponibles tanto de inventario como de entrevistas con expertos del sector.

Los planes europeos auguran cambios en la cadena de valor, donde los datos jugarán un papel fundamental y existirá un ecosistema de entidades que intercambiarán estos mismos como mecanismo de gestión de un activo como es el agua y sus múltiples y fundamentales implicaciones.

También se identifica como tendencia una mayor participación de todos los agentes del sector, incluida la ciudadanía, y las iniciativas incluidas reflejan este hecho. Los nuevos indicadores de sostenibilidad, por ejemplo ODS, han de ser públicos y comprensibles para la sociedad. Las conclusiones de dichos informes también están plenamente alineadas con los resultados de los trabajos realizados para el libro verde del sector y los foros territoriales (<http://www.librogobernanzagua.es/>).

Cabe insistir en que los cambios en las tecnologías permiten la mejora, pero ésta ha de ir acompañada de otra serie de cambios organizativos y legislativos que no se recogen aquí. Por ello, es necesario el *desarrollo de una estrategia TIC global* y que ésta sea alineada con el resto de planes de cambio en el sector.

## 2.7. REFERENCIAS

AB1755 Partner Agency Team (2018): Strategic Plan for Assembly Bill 1755, the Open and Transparent Water Data Act. Report led by the AB1755 Partner Agency Team, California (USA). Disponible en <https://water.ca.gov/-/media/DWR-Website/Web-Pages/Programs/All-Programs/AB-1755/Strategic-Plan-for-AB1755.pdf> [25/07/2019].

Abella, A.; Ortiz-de-Urbina-Criado, M.; De-Pablos-Heredero, C. (2014): Meloda, métrica para evaluar la reutilización de datos abiertos. *El profesional de la información*, 23/6, 582-588. <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2014.nov.04>

Abella, A.; Ortiz-de-Urbina-Criado, M.; De-Pablos-Heredero, C. (2017a): La reutilización de datos abiertos: Una oportunidad para España. COTEC. Informe elaborado como resultado del proyecto seleccionado dentro de la convocatoria 2016 del Programa de Innovación Abierta (PIA) de la Fundación COTEC para la innovación. ISBN: 978-84-929-3338-9. Disponible en [http://informecotec.es/media/INFORME\\_REUTILIZACION-DE-DATOS.pdf](http://informecotec.es/media/INFORME_REUTILIZACION-DE-DATOS.pdf) [01/07/2019].

Abella, A.; Ortiz-de-Urbina-Criado, M.; De-Pablos-Heredero, C. (2017b): A model for the analysis of data-driven innovation and value generation in smart cities' ecosystems. *Cities*, 64, 47-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2017.01.011>

Abella, A.; Ortiz-de-Urbina-Criado, M.; De-Pablos-Heredero, C. (2019): La reutilización de datos abiertos II. Informe realizado y patrocinado por desideDatum.

Anzaldi, G.A. (2018): Digital Single Market for Water Services Action Plan. European Commission DG Communications Networks, Content & Technology. European Union, 2018. doi: 10.2759/724173. Disponible en <https://ec.europa.eu/futurium/en/system/files/ged/ict4wateractionplan2018.pdf> [01/07/2019].

Aporta (2017): Buenas prácticas en la apertura de datos a lo largo del mundo. Iniciativa Aporta, red.es. Disponible en [https://datos.gob.es/sites/default/files/doc/file/actualizacion\\_buenas\\_practicas\\_apertura\\_datos\\_mundo.pdf](https://datos.gob.es/sites/default/files/doc/file/actualizacion_buenas_practicas_apertura_datos_mundo.pdf) [01/03/2019].

Cecconi, G.; Radu, C. (2018): Open data maturity in Europe. European Commission report. Disponible en [https://www.europeandataportal.eu/sites/default/files/edp\\_landscaping\\_insight\\_report\\_n4\\_2018.pdf](https://www.europeandataportal.eu/sites/default/files/edp_landscaping_insight_report_n4_2018.pdf) [01/03/2019].

Centro de Estudios Hidrográficos (2017): Evaluación del impacto del cambio climático en los recursos hídricos y sequías en España. Informe técnico para el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Disponible en [http://www.cedex.es/NR/rdoonlyres/3B08CCC1-C252-4AC0-BAF7-1BC27266534B/145732/2017\\_07\\_424150001\\_Evaluaci%C3%B3n\\_cambio\\_clim%C3%A1tico\\_recu.pdf](http://www.cedex.es/NR/rdoonlyres/3B08CCC1-C252-4AC0-BAF7-1BC27266534B/145732/2017_07_424150001_Evaluaci%C3%B3n_cambio_clim%C3%A1tico_recu.pdf) [01/07/2019].

De Stefano, L.; Cabello, V.; Hernández-Mora, N. (2018): Datos abiertos en el sector del agua en España. Informe publicado por el Observatorio del Agua de la Fundación Botín. Disponible en [https://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed\\_uploads/Observatorio%20Tendencias/PUBLICACIONES/MONOGRAFIAS/Datos\\_Abiertos\\_2018.pdf](https://www.fundacionbotin.org/89dguuytdfr276ed_uploads/Observatorio%20Tendencias/PUBLICACIONES/MONOGRAFIAS/Datos_Abiertos_2018.pdf) [01/07/2019].

Ecodes, ACA y Conama (2019): Informe temático de Corresponsabilidad. Fomento de la corresponsabilidad social en la gestión del agua en España. Estudio realizado por ecodes25, ACA y Conama.

Herweijer, C.; Howard, S.; Leape, J.; Rao-Monar, U. (2017): Harnessing the Fourth Industrial Revolution for the Earth. "The Fourth Industrial Revolution for the Earth" series, World Economic Forum. Disponible en [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Harnessing\\_the\\_4IR\\_for\\_the\\_Earth.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_Harnessing_the_4IR_for_the_Earth.pdf) [08/07/2019].

Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas. Secretaría de Estado de Administraciones Públicas. [Resolución de 3 de octubre de 2012 \(BOE 31 de octubre\)](#), por la que se aprueba la Norma Técnica de Interoperabilidad de Catálogo de estándares. 31-10-201. Sec III. Pág 76713. N 262. Disponible en [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2012-13501](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2012-13501)

Ministerio de Medio Ambiente. Real Decreto 508/2007. Suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas. BOE 21-5-2007. Ref BOE-A-A-2007-8351. Disponible en <https://www.boe.es/buscar/pdf/2007/BOE-A-2007-8351-consolidado.pdf>

Ministerio de la Presidencia. Esquema Nacional de Seguridad en el ámbito de la Administración Electrónica. BOE 29-1-2010. N.º 25. Pág 8089. Sec. I. Disponible en <https://www.boe.es/boe/dias/2010/01/29/pdfs/BOE-A-2010-1330.pdf>

Ministerio de la Presidencia. Esquema Nacional de Interoperabilidad en el ámbito de la Administración Electrónica. BOE 29-1-2010. N.º 25. Pág 8139. Sec. I. Disponible en <https://www.boe.es/boe/dias/2010/01/29/pdfs/BOE-A-2010-1331.pdf>

Ministerio para la Transición Ecológica (2019): Anuario de Aforos 2015-2016. Disponible en <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/evaluacion-de-los-recursos-hidricos/sistema-informacion-anuario-aforos/> [08/07/2019].

[Corrección de errores de la Resolución de 3 de octubre de 2012](#), de la Secretaría de Estado de Administraciones Públicas, por la que se aprueba la Norma Técnica de Interoperabilidad de Catálogo de estándares.

Mirón, F.; Pezuela, C.; de Lama, N.; Trujillo, J.C.; Sobreira, J.L.; Mayer, M.A.; Miralles, P.; Martín, A.; Martín, F.; García, M.B.; Poveda, J. (2017): Análisis de la estrategia Big Data en España. PlanetiC. Disponible en <http://centic.es/publicaciones-analisis-la-estrategia-big-data-espana-planetic/> [25/07/2019].

ONTSI (2016). Caracterización del sector infomediario en España. Disponible en [https://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/ontsi/files/Estudio%20de%20Caracterizaci%C3%B3n%20del%20Sector%20Infomediario%202016\\_0.pdf](https://www.ontsi.red.es/ontsi/sites/ontsi/files/Estudio%20de%20Caracterizaci%C3%B3n%20del%20Sector%20Infomediario%202016_0.pdf) [08/07/2019].

- Patterson, L.; Doyle, M.; Monsma, D. (2017): INTERNET OF WATER: Sharing and Integrating Water Data for Sustainability. A Report from the Aspen Institute Dialogue Series on Water Data. 2017. The Aspen Institute dialogue series on water data, Washington (USA). Disponible en <https://assets.aspeninstitute.org/content/uploads/2017/05/Internet-of-Water-Report-May-2017.pdf> [08/07/2019].
- Parlamento europeo y consejo europeo. Directiva 2006/7/CE relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño. Pág L64/37. 4.3.2006. Disponible en <https://www.boe.es/doue/2006/064/L00037-00051.pdf>

Pérez San-José, P. (Dr.); De la Fuente Rodríguez, S. (Coord.); García Pérez, L.; Gutiérrez Borge, C.; Álvarez Alonso, E. (2012): Estudio sobre el *cloud computing* en el sector público en España. Estudio elaborado por el Instituto Nacional de Tecnologías de la Comunicación (INTECO). Disponible en [https://www.clubdeinnovacion.es/images/informes/estudio\\_inteco\\_cloud\\_computing\\_en\\_sector\\_publico.pdf](https://www.clubdeinnovacion.es/images/informes/estudio_inteco_cloud_computing_en_sector_publico.pdf) [25/07/2019].

Sarni, W.; Stinson, C.; Mung, A.; Garcia, B. (2018): Harnessing the Fourth Industrial Revolution for Water. “The Fourth Industrial Revolution for the Earth” series, World Economic Forum. Disponible en [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_WR129\\_Harnessing\\_4IR\\_Water\\_Online.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_WR129_Harnessing_4IR_Water_Online.pdf) [08/07/2019].

Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (2018). Memoria 2018. Disponible en <http://www.scrats.es/ftp/memorias/Memoria-regantes-2008.pdf> [08/07/2019].

Sindicato Central de Regantes del Acueducto Tajo-Segura (2019). Círculo por el agua. Disponible en <http://www.scrats.es/ftp/memorias/RevistaFinal.pdf> [08/07/2019].

Stinson, C. (2018): 5 ways the Fourth Industrial Revolution could end water insecurity. World Economic Forum. Disponible en <https://www.weforum.org/agenda/2018/03/5-ways-the-fourth-industrial-revolution-could-make-water-insecurity-a-thing-of-the-past> [08/07/2019].

WEAM4i. (2017): Water and energy demand management in Monte Saso irrigation sector. Case study of WEAM4I (Water and Energy Advanced Management for Irrigation) en <https://cordis.europa.eu/project/rcn/111407/reporting/es> [05/08/2019].

---

## ANEXO I. MECANISMOS DE NORMALIZACIÓN ALTERNATIVOS

### 2.7.1. DEFINICIONES

Organismo normalizador: Entidad normalmente de carácter nacional que acoge comités (grupos) de normalización sobre diferentes temáticas.

Comité / grupo de trabajo: Grupo de expertos que proponen una normalización sobre una determinada temática.

Polarización de una norma: La norma sólo refleja de forma adecuada los intereses de algunas de los agentes involucrados o afectados por la temática.

### 2.7.2. CUADRO COMPARATIVO

La tabla **Error! Reference source not found.** presenta un cuadro comparativo entre los mecanismos de normalización actuales y la normalización de facto.

Tabla 6: Diferencias en los mecanismos de normalización tradicionales y 'de facto'

Concepto		Actual	De facto
Composición normalizador	organismo	Estable. Entidad independiente	Por temática. Sin necesidad de organización formalizada
Prestigio		Por mecanismos de revisión y acreditación oficial	Por prestigio de sus componentes y de sus organizaciones
Miembros regulador	organismo	Representantes entidades miembros organismo normalizador. A nivel de organización.	Expertos en la temática miembros de organismos relevantes en la temática. A nivel individual
Ventajas		<p>Control de la composición de los comités y grupos de trabajo</p> <p>Revisión de normas 'polarizadas'</p> <p>Revisión de coherencia con otras normalizaciones</p> <p>Financiación garantizada grupo de trabajo</p>	<p>Adopción de la norma desde primer momento</p> <p>Inconvenientes de la norma detectados por el uso</p> <p>Nuevas versiones publicadas de forma ágil y sencilla</p>
Desventajas		<p>Ciclo de normalización muy largo (años)</p> <p>Publicación de la norma detrás de las necesidades</p> <p>Datos ya codificados de formas alternativas</p> <p>Nuevas versiones requieren de ciclos de revisión largos</p>	<p>Posible polarización de la norma</p> <p>Financiación del grupo de trabajo</p> <p>Recogida de intereses de algunos agentes afectados por la norma</p>

## PARTICIPACIÓN EN EL INFORME

### 2.7.3. ENTREVISTAS

Javier Ruza

#### Principales desafíos generales gestión del agua

1. El más importante es la ordenación de la gestión del agua , definiendo con precisión las distintas competencias, los mecanismos de financiación y de planificación. Y garantizar mediante la organización adecuada la alineación de responsabilidades y trabajos con los objetivos globales y locales.

Se detecta desajustes en la ejecución de los planes globales y no existe un conocimiento que sea transmitido entre las actividades de unos actores y otros.

2. Otro problema de gran relevancia es la **Garantía del suministro**. Es decir ser capaz de conciliar la información de oferta y demanda de forma que esta sea cubierta. En un país con claros desequilibrios hídricos entre regiones es de gran importancia. No existe información de calidad ni tanto sobre consumo ni tanto sobre calidad de la misma.

#### Desafíos desde el punto de vista tecnológico

1. **No hay una política TIC** de la gestión del agua, ni forma ni informalmente. Hace dos años tiene conocimiento de haber respondido una encuesta en este sentido pero no hay conocimiento de que esto haya producido resultado alguno
2. **Política global sobre datos del agua**. Tampoco existe una política global sobre datos del agua, lo que resulta en problemas de compartir datos entre los distintos agentes, dificultad para obtener visiones globales de la gestión e inversión elevada en recursos humanos para capturar esa información y generar fuentes globales. Este enfoque manual no obstante actualmente ha conseguido que la UE de por buenos los datos que se agregan de forma manual pero lógicamente no es un mecanismo que pueda ser escalado para un futuro.

Tampoco existen infraestructuras de datos para compartir datos ni a nivel interno ni a nivel externo. (p.e. solo dos confederaciones hidrográficas tienen datasets publicados en el portal nacional de datos abiertos, Guadalquivir, 52 datasets y Júcar 13)

3. **Registro de concesiones no completamente automatizado**. Uno de los principales sistemas de la gestión de aguas, el registro de concesiones dista de estar automatizado al completo. Nuevamente este hecho limita las posibilidades a futuro en la gestión del agua
4. **Normalización de los datos**. Existen divergencias entre la codificación de algunos tipos de datos (p.e. cartografías, identificación de activos de infraestructuras, etc)

## Tecnologías potencialmente interesantes

- Blockchain. Dado que si existen problemáticas de acreditación de registros una tecnología como Blockchain podría ser un elemento a considerar en este tipo de sistemas.
- IoT. La captura de datos es una tecnología utilizada desde hace algún tiempo si bien su difusión dista de ser generalizada en todos sus usos potenciales
- Cloud. Hay importantes inconvenientes, nominalmente para su uso, con respecto al esquema nacional de seguridad.
- Procesamiento inteligente imágenes. Se utiliza a nivel de piloto para la detección de zonas de sequía, pozos ilegales, etc.
- Open data (no hay política general de de apertura de datos). El índice de transparencia del agua de transparencia internacional, cuya última edición ha sido realizada en 2015 tuvo un importante efecto en la publicación de datos del agua.
- Big data. Su uso solo puede calificarse como minoritario y reducido a pilotos. Potencialmente podría tener utilidad si bien la falta de datos condiciona su uso.
- Smart metering. Esta es una tecnología que debería generalizarse.
- Seguridad software. Es una necesidad y un requerimiento del Esquema nacional de seguridad.
- Analítica aumentada. Este tipo de tecnologías debería estar en el núcleo de su actividad.
- Extended Modelling. Una vez disponibles de datos se deberían introducir en los modelos de gestión. No obstante existe un número reducido de los mismos.

## Tecnologías base utilizadas

- La cartografía se encuentra migrando de una cartografía gestionada por la herramienta ARCGIS a una basada en QGIS (software de fuentes abiertas).

## AEAS. Presidente. Fernando Morcillo

Se analiza la importancia de la sensorización de calidad y para la detección de fugas en el suministro. También el control de las redes de abastecimiento desde la captación, hasta la distribución, el consumo y el tratamiento posterior.

Se realizan ya experiencias en el modelado digital de redes para poder hacer previsiones y planes de contingencia. Especialmente en distribución y en mucha menor medida en saneamiento.

Los contadores digitales todavía no están digitalizados en su mayor parte, y el porcentaje de lectura digital podría estimarse en un 10%.

Se identifican como mayores desafíos la sensorización de los aliviaderos de la red de saneamiento, el despliegue de fibra para conexión de datos en las redes de distribución y la atención personalizada al ciudadano (consumidor), en cuanto a la calidad del suministro, su consumo, etc.

Los gestores tienen una distribución por tamaños y capacidades muy variada, desde suministradores locales de pequeñas ciudades hasta multinacionales con especialización y tecnología propia. Por tanto, especialmente para los primeros será necesario un plan de digitalización para operadores públicos pequeños y medianos. Algunos incluso no reportan sus datos de suministro, de forma que no se conoce con precisión los consumos.

Parece necesaria cierta concentración del sector si se quiere aprovechar el conocimiento adquirido, tanto desde el punto de vista organizativo como tecnológico. Si bien desde éste último punto es claramente viable desde el punto de vista de la independencia de los operadores y del control del suministro público parece más complejo.

Es necesaria la normalización teniendo en cuenta a otros ministerios como Sanidad (Agua de consumo), transición ecológica (Censo de Vertidos), Hacienda (Cálculo de costes), etc.

Para abrir datos sería necesaria la revisión de calidad de los mismos, ya que la apertura y la transparencia sin control podría provocar algunas reacciones contraproducentes.

No hay una entidad global regulatoria del agua desde el punto de vista del coste, con lo que los precios ofrecidos no son homogéneos desde el punto de vista de los criterios utilizados para su cálculo.

Desde el punto de vista tecnológico, en general los sistemas operados en la nube (Cloud) no se usan de forma generalizada.

El cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible también se está empezando desde un punto de vista general.

La ciberseguridad sí que se está teniendo en cuenta y existe coordinación con INCIBE.

Big data si son tecnologías que se están utilizando ya de forma amplia, sin que esto suponga que no se pueda profundizar mucho más en su uso.

Finalmente se encuentra altamente necesario una capacitación tecnológica para los operadores de agua y en especial para aquellos de menor tamaño.

### 3. MEJORAS DE LA INFORMACIÓN Y EL CONOCIMIENTO EN EL ÁMBITO DE LA GESTIÓN DEL AGUA

*Jorge Molinero, Amphos 21 y miembro de la ejecutiva del Grupo español de la Asociación Internacional de hidrogeólogos*

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

En el marco de la Iniciativa del Libro Verde de la Gobernanza del Agua en España, liderada por la Secretaría de Estado de Medio Ambiente del Ministerio para la Transición Ecológica, se ha organizado un proceso participativo consistente en diversas reuniones con personal de la Administración General del Estado relacionados con la gestión del agua (diciembre 2018-febrero 2019) y con los principales agentes interesados y administraciones territoriales y locales. Dichas reuniones son conocidas como “Foros Territoriales” y tuvieron lugar en distintas comunidades autónomas (no en todas) entre febrero y junio de 2019.

Los resultados de estos foros y debates han servido para identificar algunos de los principales retos para mejorar el marco de gobernanza del agua. Uno de dichos retos identificados es el relacionado con **la información y el conocimiento** en torno al agua y, muy en concreto, al **agua subterránea**. La generación, gestión y actualización de la información hidrológica no es tarea exclusiva de un único organismo, sino que existen diversos actores involucrados, entre los que cabe destacar a los centros públicos de investigación (como el IGME, CEDEX, CSIC, universidades), empresas públicas como TRAGSATEC, administraciones que operan en distintas escalas, empresas consultoras, operadores de servicios, usuarios del agua, etc.

Todos estos actores son simultáneamente productores y usuarios de información y datos en torno al agua; información y datos que en muchas ocasiones son transformados en conocimiento y, en otras, simplemente registrados y almacenados.

Con el objetivo de mejorar esta situación, este informe presenta un breve diagnóstico de la situación y una serie de propuestas para **subsana los retos identificados en el ámbito de la generación de información y conocimiento para la gestión del agua, con un especial énfasis en el ámbito de las aguas subterráneas**.

#### 3.2. METODOLOGÍA

Los contenidos de este informe no deben ser valorados como un trabajo concienzudo de investigación, sino más bien como un texto de análisis y síntesis de las propuestas recogidas en el proceso de participación descrito anteriormente (reuniones con el personal de la Administración General del Estado y Foros Territoriales), las ideas recabadas mediante entrevistas a otros expertos y actores reconocidos en el ámbito de las aguas subterráneas, y opiniones (esperemos que bien fundamentadas) del autor. Por lo tanto, no debe esperarse una metodología ortodoxa científica, pues la mayor parte de las ideas provienen de los retos y propuestas identificados en el proceso participativo, conversaciones (entrevistas), visitas a

páginas web de organismos internacionales y experiencias personales del autor. De manera esquemática cabría señalar que la metodología utilizada ha sido la siguiente:

Primera fase: **Lectura de la documentación aportada.**

En el momento de la formalización del encargo del presente informe TRAGSATEC entregó una serie de documentos, fundamentalmente referidos a las aportaciones realizadas por los participantes en las reuniones con personal de la Administración General del Estado, así como por los participantes en los Foros Territoriales de debate presencial organizados en el marco de la elaboración del Libro Verde sobre la Gobernanza del Agua en España. Estas aportaciones constituyen la base, o los cimientos, sobre los que se ha construido el presente informe.

Segunda fase: **Revisión y análisis de otras fuentes de información.**

Evaluación del estado del arte a nivel internacional en cuanto a programas de información y gestión del conocimiento de los recursos hídricos y, en concreto, de las aguas subterráneas. Cabe destacar los siguientes como los más relevantes. Algunas ideas que se mencionarán en el texto han sido recogidas de estas fuentes:

***Global Diagnostic on Groundwater Governance*** (FAO, 2016). Consiste en un detallado y exhaustivo estudio sobre la materia, en cuyo capítulo número 6 se desarrollan recomendaciones para la mejora de la gobernanza del agua. Dentro de dicho capítulo, el informe dedica un apartado de una decena de páginas al tema de la gestión de la información y el conocimiento.

***California State Water Resources Control Board*** (<https://www.waterboards.ca.gov/>). Se trata de, en mi opinión, uno de los mejores ejemplos a nivel internacional de gestión integrada de información y conocimiento hidrológico, donde diversas administraciones y autoridades de California aúnan sus esfuerzos para mejorar el acceso a la información relativa a los recursos hídricos. Dadas las conocidas similitudes (climáticas, hidrológicas y socioeconómicas) entre California y España, creemos que puede constituir un buen modelo para el presente trabajo.

***Programa GAMA del estado de California.*** (<https://ca.water.usgs.gov/projects/gama/> y [https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/gama/](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/gama/)). El *Groundwater Ambient Monitoring and Assessment Program* es un programa exhaustivo de gestión de la información hidrogeológica promovido por el USGS e implementado (operado) por el California Water Board (ver referencia anterior). Hasta donde alcanza el conocimiento del redactor de la presente propuesta, se trata de uno de los mejores sistemas de gestión de información hidrogeológica del mundo.

Además de dichos documentos y sitios web, se han consultado otras fuentes de información, aunque de menor importancia para el resultado de este trabajo.

***Página web del BRGM*** (servicio geológico francés), donde se localizan diversas herramientas y bases de datos relacionadas con los recursos hídricos en general, y los subterráneos en particular. Cabe destacar la base de datos hidrogeológicas DBLISA (<https://www.brgm.eu/news-media/groundwater-new-version-of-bdlisa-hydrogeological-database>)

### Tercera fase: Entrevistas con expertos

Se han mantenido conversaciones con expertos técnico, gestores y académicos relacionados con las aguas subterráneas. Se ha entrevistado a hidrogeólogos de reconocido prestigio y extensa trayectoria pertenecientes a diversas universidades, MITECO, confederaciones y agencias autonómicas del agua, Asociación Internacional de Hidrogeólogos, IGME y empresas privadas, tanto consultoras como de abastecimiento y servicios relacionados.

El primer borrador del informe contó con la revisión de D. Juan Antonio López Geta (IGME) y D. Bartolomé Andreo Navarro (UMA, AIH-GE), cuyos comentarios y sugerencias han contribuido a mejorar la versión actual.

### Cuarta fase: Elaboración del informe

## 3.3. DIAGNOSIS

### 3.3.1. INFORMACIÓN Y CONOCIMIENTO

Cabe comenzar este apartado con una reflexión que, aunque obvia, es fundamental en todo el análisis: **no es lo mismo la información que el conocimiento**. En el contexto del presente trabajo no nos referimos a la información como el efecto de informar (primera acepción en el diccionario de la RAE), sino más bien a un conjunto de datos (numéricos o no) objetivos y verificables. Dichos datos, convenientemente ordenados y analizados son susceptibles de convertirse en conocimiento. Puesto que, tal y como se anuncia en el título, el presente informe pretende proponer posibles mejoras en ambos aspectos (información y conocimiento), parece procedente enunciar explícitamente un hecho que, a lo largo de todo el trabajo, se asumirá como cierto. Algo así como un axioma que enunciaría lo siguiente: **no es posible generar conocimiento sin información, pero la información no necesariamente genera conocimiento**. Es decir, información y conocimiento son dos aspectos íntimamente relacionados, pero cualquier mejora en su gestión debe analizarse bajo el prisma de sus diferencias. Llegados a este punto podemos anticipar **una primera conclusión**: *las posibles mejoras en la gestión de la información estarán directamente relacionadas con aspectos y avances tecnológicos (bases de datos, formatos, almacenamiento y cálculo en la nube, instrumentación sensorica avanzada, etc.), mientras que las mejoras en la gestión del conocimiento no llegarán necesariamente (o al menos exclusivamente) por la vía tecnológica, sino que tendrán más que ver con la organización y los recursos humanos disponibles.*

### 3.3.2. UN MANDATO POLÍTICO

Mejorar la gestión del conocimiento requerirá, además de mejorar la gestión de la información, solucionar aspectos que competen al ámbito político, técnico y social (muy especialmente en el sector del agua y los recursos hídricos). Se antoja muy difícil que se pueda avanzar realmente en la gestión del conocimiento hídrico sin involucrar a colectivos e instituciones tan diversas como los organismos de cuenca centrales y regionales (confederaciones y agencias), las universidades, los centros de investigación (fundamentalmente, pero no solo IGME, CEDEX y CSIC), las asociaciones de usuarios y regantes, y las asociaciones profesionales de hidrogeólogos. Todos

ellos son generadores y gestores de información y de conocimiento, pero mejorar la gestión de ambos aspectos requerirá de esfuerzos y metodologías diferenciadas.

En el caso de las mejoras en la gestión de la información bastaría con alcanzar algunos acuerdos respecto a formatos, protocolos y tecnologías. Podría ser más o menos costoso económicamente pero no parece algo demasiado complicado, teniendo en cuenta que vivimos en una sociedad que produce sin parar tecnología para tal fin (conocidos como *big data*, almacenamientos masivo en la nube, etc.). Sin embargo, alcanzar mejoras sustanciales en la gestión del conocimiento (en este informe no trataremos en profundidad la generación del conocimiento hidrogeológico, asumimos que se genera y existe) requerirá, además de tecnología y recursos humanos y económicos, una interacción fluida entre los actores socio-políticos mencionados y, o bien un mandato claro a alguno de ellos para liderar dicha gestión, o bien la creación de un organismo nuevo al que se le encargase dicho mandato.

Uno de los aspectos resaltados por la práctica totalidad de los entrevistados fue el de que, **en España, parece no estar claro en quien recae la responsabilidad de la gestión de la información y el conocimiento hidrogeológico**. Quedan perfectamente delimitadas las competencias respecto a la gestión del recurso (confederaciones y agencias autonómicas), y obviamente la gestión de la información (no tanto del conocimiento) se encuentra mejor o peor integrada en las diversas herramientas y planes de gestión de cuencas, pero no es menos cierto que otros organismos públicos (IGME, CEDEX, CSIC y universidades) cuentan con sus propias herramientas y programas para, sobre todo, generar y gestionar conocimiento hidrogeológico.

Aflora aquí, por tanto, **una segunda conclusión: Parece necesario un mandato explícito (político) para que algún organismo o institución asumiera el liderazgo en lo referente a la gestión de la información y el conocimiento de los recursos hídricos subterráneos en España**. La Oficina Española de Cambio Climático (OECC) creada mediante el Real Decreto 376/2001, o la Secretaría de Estado de la España Global, creada mediante el Real Decreto 1266/2018, son dos buenos ejemplos de mandatos políticos claros y explícitos que derivan en la generación de nuevas estructuras de gestión (*ad hoc*) para enfrentar de manera coordinada y eficiente dos asuntos relevantes cuyas competencias se encontraban previamente disgregadas o fragmentadas en otros organismos.

### 3.3.3. LOS HIDROGEÓLOGOS EN EL SECTOR PÚBLICO

La información y el conocimiento sobre las aguas subterráneas lo generan y gestionan, fundamentalmente, los hidrogeólogos que trabajan en el sector público (evidentemente con el apoyo de empresas prestadoras de servicios). Por ese motivo es conveniente analizar la situación actual de dicho colectivo.

Curiosamente no existe ninguna titulación oficial específica sobre hidrogeología (ni de grado ni de máster) en ninguna de las universidades españolas. Muchos de los profesionales que reconocemos como hidrogeólogos se han formado en un curso de posgrado conocido como CIHS (Curso Internacional de Hidrología Subterránea), impartido por una fundación privada de Barcelona, o en un curso equivalente (Curso de Hidrogeología Noel Llopis) que se impartía en Madrid pero que dejó de existir hace varias décadas. Tiempo atrás, también existió el Curso

sobre Hidrogeología Aplicada, organizado por el IGME y la Escuela Superior de Ingeniero de Minas, curso que dejó de impartirse hace más de tres décadas. La mayor parte de los hidrogeólogos jóvenes (última década) han surgido de varios másteres oficiales sobre recursos hídricos y medio ambiente, que incorporan la hidrogeología ampliamente en sus temarios, y que forman profesionales muy bien cualificados, pero que siguen currículos de carácter generalista (ninguno de ellos lleva en sus títulos formales las palabras hidrogeología o hidrología subterránea), lo cual dificulta el filtrado en cualquier concurrencia pública de plazas de hidrogeólogo frente a otras titulaciones. Esta situación, que podría parecer algo sin demasiada importancia, ha tenido (y tiene) consecuencias negativas para las aguas subterráneas, pues ha dificultado la selección de personal competente en las ofertas de empleo público de las administraciones con competencias en la gestión de los recursos hídricos. Es bien conocido en el sector (pues ha sido explicado en público por veteranos funcionarios españoles en diversas ocasiones) que numerosas plazas que surgieron por la necesidad de contratar hidrogeólogos, fueron ocupadas por profesionales sin la formación necesaria para llevar a cabo correctamente sus funciones, ya que no fue posible filtrar a los candidatos precisamente por la falta de dicha titulación oficial específica.

Otra manera fundamental de adquirir la formación de hidrogeólogo en España consiste en realizar el doctorado en alguno de los grupos de investigación sobre aguas subterráneas que existen en diversas universidades españolas.

Los hidrogeólogos que se encargan de generar y gestionar la información referente a las aguas subterráneas son, fundamentalmente, aquellos que trabajan en los organismos de cuenca (confederaciones y agencias autonómicas), pues es ahí donde se elaboran los Planes Hidrológicos y donde se gestionan las principales herramientas de generación de dicha información, que son las redes de seguimiento y control piezométrico y de calidad de las aguas. El número de hidrogeólogos en dichos organismos es notoriamente insuficiente y, además, están desigualmente repartidos. Existen algunos organismos de cuenca con más de una decena de hidrogeólogos en plantilla y otros con ninguno. En cualquier caso, hablamos de algunas decenas de técnicos en toda España que deben gestionar las 699 masas de agua subterránea oficialmente reconocidas, y una explotación (uso) de unos recursos estimados en 6500 mm<sup>3</sup>/año. En concreto, el número de hidrogeólogos en las administraciones centrales es del orden de los 25, para cubrir las necesidades de una superficie de más de 400.000 km<sup>2</sup>. En los organismos autonómicos, especialmente Cataluña y País Vasco, la situación es mucho mejor, con más hidrogeólogos y menor territorio para gestionar.

Por otra parte, el mayor número de hidrogeólogos en el sector público español se encuentra adscrito a la plantilla del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), un Organismo Público de Investigación con carácter autónomo perteneciente al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Es decir, sin competencias en la gestión de los recursos hídricos, pero con el mandato de la “creación de infraestructuras de conocimiento” en “hidrogeología”, entre otras disciplinas de las ciencias de la tierra (artículo 3 del RD 1953/2000). Además, La Disposición Adicional Cuarta del Texto Refundido de la Ley de Aguas, faculta al IGME para “colaborar y prestar asesoramiento a las distintas Administraciones Públicas en materia de Aguas Subterráneas, así como para formular y desarrollar planes de investigación tendentes a mejorar

el conocimiento y protección de los acuíferos”. Sin embargo, en los últimos años la plantilla hidrogeológica del IGME ha sufrido una disminución importante por jubilaciones no reemplazadas.

Merece una mención especial el grupo de hidrogeología de TRAGSATEC, que en la actualidad cuenta con más de 45 profesionales dedicados a las aguas subterráneas, la mayoría hidrogeólogos, que prestan sus servicios a distintos ámbitos de la administración pública. Los trabajos que desarrollan presentan muy diferentes escalas, desde la investigación y caracterización del recurso a escala local o regional, al apoyo a nivel estatal para una mejor gestión y planificación de las aguas subterráneas de cara a su protección y adaptación al cambio climático. En la actualidad trabaja en alguno de los principales retos ambientales como la caracterización del acuífero del Campo de Cartagena, el proyecto de recarga de la comarca del Carracillo en el acuífero de los Arenales (Segovia) o la definición de las reservas naturales subterráneas

**Conclusión:** Los técnicos que generan y gestionan la información y el conocimiento de las aguas subterráneas en España son pocos, están desigualmente repartidos, y se encuentran divididos entre organismos centrales y autonómicos, los primeros incluso adscritos a diferentes ministerios. La información hidrogeológica se genera y se gestiona a diversos niveles (también en las universidades, CSIC y CEDEX), pero fundamentalmente en los organismos de cuenca, responsables de las redes de seguimiento y control de las aguas subterráneas. Sin embargo, es el IGME quien ostenta la atribución de crear infraestructuras para la gestión del conocimiento hidrogeológico, aunque su plantilla está reduciéndose progresivamente por jubilaciones no reemplazadas.

#### 3.3.4. LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA

En el año 2000 se aprobó la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) y, desde entonces, las aguas subterráneas se convierten en un elemento clave para la legislación europea, tanto en materia de medioambiente como en la planificación hidrológica. Uno de los objetivos fundamentales de la DMA es el de alcanzar el buen estado de las masas de agua subterránea para el año 2015. Sin embargo, se constató que los criterios para determinar dicho estado no habían quedado suficientemente claros y, por eso, se elaboró una directiva específica conocida como “Directiva Hija” (2006/18/CE) relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

La publicación de ambas directivas fue un hito en la historia de la hidrogeología en Europa y en España y, probablemente, nunca se había generado tanta expectativa en cuanto a la necesidad de generar y gestionar la información y el conocimiento hidrogeológico.

La aplicación de la DMA y la “Directiva Hija” en España ha generado una ingente cantidad informes, estudios, tesis doctorales, artículos y comunicaciones científicas, que se encuentran distribuidos por los diferentes organismos (IGME, organismos de cuenca, universidades y centros de investigación, etc.). Sin embargo, la información de base en lo referente al conocimiento de los acuíferos proviene en gran parte del esfuerzo realizado durante la década de los años 80 y 90 de siglo pasado, en concreto en relación con el PIAS (Plan de Investigación

de las Aguas Subterráneas), un hito de generación de conocimiento hidrogeológico que no ha tenido continuidad en el siglo XXI.

Desde el punto de vista tecnológico, la herramienta que aglutina la información generada por la aplicación de las directivas europeas es la conocida como “visor cartográfico del Sistema de Información de Recursos Subterráneos” (<https://sig.mapama.gob.es/redes-seguimiento/>). En dicha herramienta se pueden consultar las Masas de Agua Subterránea de España (unidades básicas de gestión de acuerdo con los criterios que establece la Directiva Marco del Agua), junto con los datos piezométricos y de calidad de las redes de seguimiento y control. Además, también se puede consultar la cartografía litológica digital realizada por el IGME para dar apoyo técnico en los trabajos de delimitación de las Masas de Agua Subterráneas, a escala 1:200.000. Esta herramienta supone un avance cualitativo en lo referente a la gestión de la información hidrogeológica de nuestro país.

**Conclusión:** La aplicación de la DMA y la “Directiva Hija” ha permitido una generación de información y conocimiento hidrogeológico sin precedentes en España.

### 3.3.5. ESTADO DE LA INFORMACIÓN SOBRE AGUAS SUBTERRÁNEAS

La situación de la información sobre las aguas subterráneas en España se podría resumir de la siguiente manera:

- La información relativa al estado cuantitativo y cualitativo de las aguas subterráneas está en las confederaciones hidrográficas y agencias autonómicas, y se encuentra parcialmente disponible (no enteramente digitalizada) en el Sistema de Información de Recursos Subterráneos, accesible desde la página web del Ministerio para la Transición Ecológica.
- Tal y como se recogió en las aportaciones de los foros de debate, existe un consenso unánime dentro de la comunidad hidrogeológica en que el número de puntos de medida es escaso (apenas una media de 7 piezómetros por cada masa de agua subterránea), y los procedimientos de muestreo y accesibilidad de la información ineficientes.
- Las redes de control actuales son claramente insuficientes, por el bajo número de puntos de agua (de piezómetros en particular) que consideran, por la insuficiente periodicidad con la que se hacen las medidas y por las interrupciones periódicas que sufren las series de datos.
- En la fecha actual se sigue sin poseer un inventario o catálogo fiable de pozos en España. Es decir, en el año 2019 no se sabe cuántos pozos existen y que caudal efectivo se extrae de cada uno de ellos. Este es el asunto más citado en los documentos de síntesis de las aportaciones recogidas durante los foros de debate, donde se afirma que más del 50% de los pozos de España no están registrados (desconocemos cómo puede haberse calculado este porcentaje sin conocer el total de pozos) y los que lo están no tienen caudalímetro.

Es imprescindible generar datos hidrogeológicos fiables y rigurosos, con la periodicidad y con la duración adecuadas (actualmente no lo es) que incluyan: cartografía hidrogeológica (límites y geometría de los acuíferos en permanente revisión), inventario actualizado de puntos de agua (especialmente de pozos, incluidos los no regularizados), control de caudales en manantiales,

niveles piezométricos y volúmenes bombeados en sondeos, calidad del agua, etc. Por tanto, es necesario disponer de unas buenas redes de control, que incluyan el inventario de pozos (también los no regularizados) y el control las extracciones por bombeo.

El IGME posee una ingente cantidad de información y conocimiento hidrogeológico en sus archivos y bibliotecas, aunque sólo una pequeña parte de ella está accesible on-line. Cabe resaltar el Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000 (mapa que no está completo para todo el territorio nacional), la Base de Datos de Puntos de Agua, y el repositorio virtual de las Publicaciones sobre Aguas Subterráneas, que pone a disposición del público una buena parte de la bibliografía generada por el instituto desde 2006.

Existe una gran cantidad de conocimiento hidrogeológico disperso por decenas de universidades y centros públicos de investigación, fundamentalmente en formato de memoria de tesis doctorales y de máster.

Además, es preciso desarrollar una normativa sobre perforación y clausura de pozos. Toda la información generada (no sólo una parte, como ocurre ahora), debería alimentar una base de datos o Sistema de Información de Aguas Subterráneas (SIAS) pública.

### 3.3.6. LA CRISIS ECONÓMICA EN ESPAÑA (2008-2014)

La última crisis económica y financiera mundial también afectó a España de forma muy significativa. Uno de los muchos efectos de dicha crisis fueron los ajustes presupuestarios del sector público, incluido el destinado al ámbito que nos ocupa: la gestión de los recursos hídricos. Cabría señalar algunos aspectos clave en los que dicha crisis económica impactó a la generación y gestión de información y conocimiento de las aguas subterráneas:

- Reducción presupuestaria y recortes de personal en las administraciones públicas, tanto en confederaciones hidrográficas y agencias autonómicas, como en universidades y organismos públicos de investigación.
- Reducción (prácticamente desaparición durante los primeros años) de concursos públicos para la contratación de servicios hidrogeológicos. Un buen número de empresas históricas (consolidadas durante décadas) de servicios hidrogeológicos desaparecen, mientras que otras diversifican sus servicios y, sobre todo, se enfocan en abastecer a otros mercados geográficos.
- Disminución paulatina del número de matriculados en los posgrados y programas de doctorado que habitualmente suministraban personal cualificado al sector de la hidrogeología. Muchos de dichos programas formativos sobreviven gracias a un incremento significativo de alumnos extranjeros, sobre todo de países iberoamericanos.
- Disminución paulatina del número de miembros de las asociaciones profesionales de hidrogeólogos, lo que conlleva la disminución de actividades directamente relacionadas con la generación y difusión del conocimiento, como por ejemplo los congresos científicos, jornadas técnicas, mesas redondas, publicaciones, etc.

**Conclusión:** La crisis económica afectó de manera muy importante a la generación y gestión de información y conocimiento sobre las aguas subterráneas en España. Los niveles de actividad científico-técnica previos a dicha crisis no se ha vuelto a alcanzar de nuevo

### 3.4. PROPUESTAS PARA LA MEJORA

En el anterior apartado se han apuntado los principales problemas que afectan a la generación y gestión información y el conocimiento sobre las aguas subterráneas en España. Por lo tanto, las propuestas de mejoras a realizar deberán estar dirigidas a solventar dichos retos. Cabe resaltar que durante los foros de debate se recogieron numerosas aportaciones e ideas para la mejora del conocimiento de las aguas subterráneas. Dichas mejoras y propuestas se han estudiado y se han tenido en cuenta, como no podía ser de otra manera. Sin embargo, el objetivo del presente texto no es repetir, ni priorizar, un listado de acciones o actividades, sino que se pretende aportar una visión de mayor nivel (con el punto de vista más elevado) que permita vislumbrar una solución estructural donde albergar las propuestas concretas realizadas. Dichas aportaciones se recogen como un anexo al presente informe, para que puedan ser consultadas y contrastadas por cualquier lector interesado.

Hemos visto que la información y el conocimiento sobre las aguas subterráneas en España se encuentra fragmentado y distribuido entre los diferentes actores involucrados en la investigación y la gestión de dichos recursos hídricos subterráneos. Parece por tanto necesario mejorar la comunicación e integración entre todos los actores, o nodos, mediante algún sistema o mecanismo de gestión de dicha información y conocimiento, que facilite la interconexión entre dichos nodos con el fin de aprovechar las sinergias, limitar las redundancias y lagunas, y potenciar la capacidad de generar información y conocimiento de calidad, adaptada a los retos de gestión a los que nos enfrentamos. Para poder afrontar con éxito semejante empresa serían necesarios los siguientes elementos:

- 1) **Contar con un mandato político** expreso para que alguna de las instituciones u organismos públicos asumiera el liderazgo en la gestión de la información y el conocimiento de las aguas subterráneas en España. Hoy en día, lo más parecido a dicho mandato podría ser la función atribuida al IGME para “crear infraestructuras para la gestión del conocimiento hidrogeológico”, labor que sin duda se hace con brillantez, pero probablemente no con los medios y recursos necesarios para abordar el asunto de manera ambiciosa.
- 2) **Actualizar los recursos tecnológicos** utilizados actualmente, tanto por los organismos de cuenca como por los organismos públicos de investigación, para poder desarrollar herramientas modernas y útiles de cara a la gestión óptima de la información disponible. No sólo se trata de un problema de integración e interconexión entre las fuentes de información, sino de mejora tecnológica, adoptando las soluciones y herramientas que la sociedad digital actual pone en el mercado, como son las popularmente englobadas en los términos *big data* y *cloud computing*, entre otras. Muchas de las bases de datos, sistemas de información geográfica y sistemas de gestión documental existentes en los diferentes organismos son obsoletos, cuando no se encuentran directamente en desuso.

- 3) **Incrementar las dotaciones presupuestarias** destinadas a la contratación de personal cualificado (hidrogeólogos) en los diferentes organismos públicos, y a los proyectos específicos de generación de información hidrogeológica, muy especialmente en los organismos de cuenca, que son, al fin y al cabo, los máximos responsables de generar dicha información hidrogeológica en España.
- 4) **Mejorar la coordinación entre instituciones**, en concreto entre aquellas con competencias en la gestión de los recursos hídricos (Ministerio para la Transición Ecológica, Confederaciones Hidrográficas, Organismos de cuencas internas en las Comunidades Autónomas), y aquellas con competencias para la investigación y desarrollo (Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, universidades y OPIs). En concreto, sería deseable la integración de las necesidades detectadas por los organismos responsables en la gestión dentro de los planes nacionales de I+D.

Asegurando estos cuatro elementos fundamentales (mandato político, tecnología adecuada, personal cualificado y suficiente, y coordinación entre administraciones) se podría afrontar con ciertas garantías de éxito el objetivo de alcanzar una mejora cualitativa en la gestión de la información y el conocimiento de las aguas subterráneas en España. El modo de alcanzar dicho objetivo **pasaría por la creación de un organismo responsable de dicha función**, que podría adoptar diversos modelos de funcionamiento cuyos detalles están fuera del alcance del presente informe, pero que, a grandes rasgos podría estar inspirado en el Programa GAMA (*Groundwater Ambient Monitoring and Assessment*) de California, considerado internacionalmente como un caso de éxito en este sentido.

El GAMA es una entidad que fue creada en el año 2000 por el gobierno del estado de California (mediante su *State Water Board*), mediante un acuerdo de la asamblea conocido como AB 599, y que posteriormente fue expandida por la Ley de Monitorización de la Calidad de las Aguas Subterráneas, aprobada en 2001. El AB 599 instaba al *State Water Board* a coordinarse con toda una serie de organismos también relacionados con los recursos hídricos, con el objetivo de integrar todos los programas existentes de monitoreo de aguas subterráneas, y de diseñar y promover todos aquellos proyectos y programas que fueran necesarios para generar finalmente un plan que fuera públicamente aceptado para poder garantizar la correcta monitorización de las aguas subterráneas de, al menos, el 95% de las cuencas hidrográficas. El GAMA se creó finalmente mediante un acuerdo formal de colaboración entre el *State Water Board*, las oficinas regionales (también del estado de California), el Departamento federal de Recursos Hídricos, el Departamento de Regulación de Pesticidas, el Servicio Geológico Americano (USGS), el Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley y las asociaciones de usuarios de aguas subterráneas, que en California se conocen como “asociaciones de propietarios de pozos”.

Los objetivos que le fueron finalmente encargados al GAMA, y en los que todavía trabaja 19 años después de su creación, son:

1. Mejorar el monitoreo de las aguas subterráneas en el Estado.
2. Aumentar la accesibilidad de la información relacionada con la calidad y contaminación de las aguas subterráneas al público general.

3. Establecer y revisar valores umbral de calidad de las aguas subterráneas a escala de cuenca hidrográfica.
4. Realizar muestreos y análisis periódicos y realizar los estudios de calidad de las aguas e identificar tendencias en la evolución de dicha calidad.
5. Centralizar y asegurar la disponibilidad de la información hidrogeológica, tanto para la opinión pública como para los gestores y decisores, de cara a proteger de manera óptima los recursos hídricos subterráneos.

Los objetivos 3 y 4 forman parte de los trabajos habituales que en España se realizan en las confederaciones y agencias autonómicas, fundamentalmente mediante las redes de seguimiento y control de las aguas subterráneas, tal y como obliga el cumplimiento de la DMA y la “Directiva Hija”. Según los datos disponibles, dichas redes de seguimiento y control cuentan (en la Península) con unos 4700 piezómetros donde se monitorizan todos los parámetros químicos exigidos por la directiva, y unos 2600 piezómetros y 315 manantiales que miden parámetros cuantitativos.

El objetivo 1 del GAMA (mejorar el monitoreo) no cabe duda de que también será compartido por las administraciones españolas, ya sean centrales o autonómicas, y la magnitud de dicha mejora estará directamente relacionada con las dotaciones presupuestarias y de personal que se los otorgue. Por el contrario, los objetivos 2 y 5 del modelo californiano constituyen, a nuestro entender, la mejora fundamental que debería emprenderse en España. Recordemos que dichos objetivos son los relativos a la centralización y acceso a la información hidrogeológica.

**Por lo tanto, el nuevo organismo o entidad responsable de la gestión de la información y el conocimiento hidrogeológico** debería tener la función y responsabilidad de mejorar esta situación actual. Dicha responsabilidad se podría abordar mediante la siguientes atribuciones (listado no exhaustivo):

- Coordinación con las confederaciones y agencia autonómicas para centralizar, modernizar y ampliar el actual Sistema de Información de Recursos Subterráneos. La tecnología actual permitiría mejorar sensiblemente las prestaciones actuales, y dotarlo de mayor cantidad de contenidos actualmente sin digitalizar.
- Compatibilizar el nuevo sistema de información de recursos subterráneos con las diferentes bases de datos, registros y catálogos de puntos de agua, y otras fuentes de información hidrogeológica disponibles, incluyendo la información disponible en el Mapa Hidrogeológico de España.
- Actualizar, modernizar, ampliar y digitalizar el repositorio de publicaciones hidrogeológicas existente en el IGME, y recopilar y centralizar el conocimiento generado en las universidades y centros de investigación.
- Estudiar y proponer mejoras en las redes de seguimiento y control de las confederaciones y agencias autonómicas.

- Proponer prioridades para futuros trabajos de prospección, investigación y monitoreo en aquellas zonas o acuíferos donde se detecten lagunas importantes de conocimiento hidrogeológico.
- Retomar la elaboración de un catálogo/inventario fiable de pozos en España. Desarrollar las herramientas (y propuestas) para poder medir (y/o estimar) las extracciones en las diferentes masas de agua subterránea, y publicarlas periódicamente para su posible evaluación por parte del público interesado.
- Realizar labores de divulgación científica e información sobre el estado de los recursos y reservas de aguas subterráneas en el territorio nacional.

El carácter y los detalles jurídico-administrativos de dicho organismo están más allá del alcance del presente informe. Sin embargo, existen ejemplos recientes (anteriormente mencionados) en los que la Administración General del Estado ha impulsado organismos públicos que aborden asuntos de gran importancia social, como también lo es el que nos ocupa (citamos anteriormente los ejemplos de la Oficina para el Cambio Climático o España Global). Dicha entidad debería ser diseñada y planificada con la participación principal de la Dirección General del Agua (incluyendo a las confederaciones), las agencias autonómicas y el IGME, y recogiendo aportaciones de otros agentes interesados (universidades, organismos de investigación, comunidades de usuarios de aguas subterráneas, asociaciones profesionales de hidrogeólogos, etc.). Cabe resaltar de nuevo que es el IGME el organismo que cuenta con un mayor número de hidrogeólogos en su plantilla y, además, quien ostenta la atribución formal para la creación de infraestructuras de conocimiento en el ámbito de las aguas subterráneas. Por lo tanto, parece lógico que, en el caso de profundizar en la presente propuesta para generar una estructura nueva que se encargara de la gestión de la información y el conocimiento hidrogeológico, se explorase en primer lugar la posibilidad de utilizar los recursos y experiencias ya existentes en dicho organismo público.

### 3.5. APÉNDICE: PROPUESTAS ESPECÍFICAS DE LOS FOROS TERRITORIALES

En este apartado se presentan las propuestas recogidas en los Foros territoriales celebrados en las distintas comunidades autónomas entre marzo y junio de 2019.

#### 3.5.1. MEJORA DE INFORMACIÓN PARA LA GESTIÓN

- Establecer planes de ordenación y gestión de los recursos, incluyendo la realización obligatoria de la declaración de cultivos y consumo previsto. Podría coordinarse con la PAC.
- Comprobación periódica de aprovechamientos: Son necesarios sistemas objetivos de vigilancia, control y evaluación y uso del agua, mediante el aumento de medios, recursos humanos y mejora de la agilidad administrativa para la modificación y otorgamiento de concesiones. Se tiene suficiente conocimiento para mejorar la gestión.
- Necesario realizar un inventario y legalización de captaciones ilegales.
- Actualización censo de pozos, catálogo y Registro de Aguas, incluyendo la información relativa a los sistemas de control de volúmenes. Regularizar la existencia de caudalímetros.

- Mejora del conocimiento, realización de valoraciones de éxito-error (eficacia).
- Implementar la red SAIH en la demarcación del Cantábrico adaptándola a sus características hidrográficas específicas.
- Invertir en puntos de control más allá de los ríos principales.
- Estudio del potencial hídrico (aportes, regímenes, necesidades y optimizaciones). El recurso no es infinito. Redimensionar el recurso de acuerdo a datos actualizados: Es necesario conocer cuánta agua hay para poder gestionarla de forma sostenible, evitando destruir los ecosistemas por sobreexplotación.
- Desarrollo de medidas de gobernanza que aporten conocimiento e innovación también sobre tratamientos, metodologías, sostenibilidad de infraestructuras, usos del agua, comercialización, transferencia de conocimiento, entre otras.
- Generalización de los modelos que reflejen los distintos aspectos de la realidad de la gestión del agua para agilizar el conocimiento de dichos fenómenos, servir para la toma de decisiones estratégicas y ayudar a la toma de decisiones en situaciones de emergencia.
- Gestión y control total en materia de agua por el cuerpo general de funcionarios del Estado, siendo respaldados por la normativa de transparencia, eficiencia y eficacia, por excelencia profesional.
- Hacer un reconocimiento de actuaciones ilegales (tomas ilegales, ocupación del DPH) y publicación de la información.
- Incrementar la información legislativa y medioambiental: decretos de sequía, declaración de impacto ambiental; que ampare la explotación.
- Fomento e inversión en I+D+i que potencie la innovación y la modernización en la administración pública. La administración pública no está preparada para abordar la innovación. No tiene recursos ni conocimientos para abordar la gestión de proyectos innovadores. Está desvinculada con las nuevas tecnologías (innovación y prospectiva).
- Hay que aumentar el conocimiento y la previsión ante las consecuencias del cambio climático.
- Sistema de gobernanza usando modelos y aplicaciones como el Sistema de Información Nacional de Aguas de Consumo (SINAC) del Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Realizar un control real de los consumos, instrumento que vele por la racionalidad y la sostenibilidad (llevando un control de pérdidas).

Reto	Asegurar el registro y calidad de aprovechamientos de agua.
Propuesta	<b>Mejora de los mecanismos de control e información sobre aprovechamientos de agua.</b>
Dificultades	Desconocimiento existente sobre aprovechamientos, y falta de medios para conseguir dicho conocimiento. Posible reacción negativa de los usuarios ante los cambios de procedimiento propuestos. Los municipios (concesionarios) pueden bloquear la creación de la mancomunidad (es un caso frecuente en Galicia).
Oportunidades	Sensibilidad social ante el cambio climático y la importancia de la mejora

	de la calidad del agua.
Necesidades	<p>Mejor integración de las escalas de gestión del agua municipal y la escala de la cuenca para mejorar la eficacia y la eficiencia.</p> <p>Mayor vigilancia y aplicación del régimen sancionador existente, para lo que se sugiere el uso de las TIC y GIS para garantizar la trazabilidad de la información disponible;</p> <p>Visibilidad de aquellos aprovechamientos irregulares, identificándolos por ejemplo en una “lista de la vergüenza” accesible para el público en general.</p> <p>Mayor información y educación;</p> <p>Clara asignación de responsabilidades;</p> <p>Incentivos financieros;</p> <p>Realizar un diagnóstico sobre disfunciones para identificar los fallos y responsabilidades de los mismos, y es necesario partir de un conocimiento exhaustivo de usos y consumos.</p> <p>Revisión/reforma de la Ley de bases del régimen local, para garantizar que las competencias las asuman entes supramunicipales (la asunción de responsabilidades podría ser asumida por distintos entes: la Administración autonómica, mancomunidades o diputaciones. Un participante sugiere quitar las competencias municipales a los municipios de menos de 20.000 habitantes y que sean asumidas por las diputaciones). Se consideran buenas prácticas el caso de Promedio, consorcio Bilbao, CYII, o Ourense.</p>
Actores	Usuarios, ayuntamientos, organismo de cuenca, autoridades sanitarias, y empresas operadoras.

### 3.5.2. FOMENTAR LA COLABORACIÓN CON CENTROS DE CONOCIMIENTO

- Promover cooperación con organismos científicos y de investigación.
- Crear un espacio de trabajo conjunto y estable entre universidades y la Administración.
- Crear oficinas de transferencia de conocimiento de las universidades.
- La nueva ley de contratos dificulta la operatividad del sector público y el trabajo del funcionario. Por ejemplo, dificulta la contratación universitaria y hay que analizar si realmente sirve en la lucha contra la corrupción.
- Coordinación con Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades. Hacer llegar necesidades de investigación en materia de agua: reutilización, drenaje urbano, cambio climático).
- Establecimiento de nuevas líneas de investigación en la depuración y tratamiento de las aguas residuales y de consumo.

### 3.5.3. MEJORAR EL CONOCIMIENTO DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS

- Mejora del conocimiento de los acuíferos, integrándolo en un “Plan Nacional de Investigación de las Aguas Subterráneas”. La información sobre aguas subterráneas es escasa insuficiente y anticuada mucha proviene del plan de investigación de aguas subterráneas de 1980 necesitamos un nuevo plan nacional.

- Retomar los proyectos Alberca, dotando de fondos a las Confederaciones y realización de controles de los pozos abandonados mediante autoridades locales y autonómicas. Exigir medidas de seguridad y salud de los pozos abandonados.
- Aumentar el conocimiento de las estructuras subterráneas que almacenan los recursos y de las disponibilidades de los mismos, para alcanzar una mejor explotación de los mismos e impulsar su utilización en los casos en que resulten convenientes.
- Es necesaria una red piezométrica automática completa a escala nacional y con acceso para consultas de usuarios, administraciones y público interesado.
- Realizar estudios fiables e independientes sobre disponibilidad de recursos subterráneos, usos y extracciones, comportamiento de las masas de agua subterráneas, y análisis de acuíferos declarados sobreexplotados.
- Vigilancia, control y eliminación de captaciones ilegales. Uso de TIC para controlar/inspección para optimizar los recursos humanos.
- Implementación del uso de las imágenes de satélite (NDVI) para cuantificar el consumo de agua de los acuíferos. Control de superficies de riego y uso legal del agua.
- Elaboración de un censo real de pozos, cuantificando y fiscalizando su uso y cerrándolos si hubiera lugar.
- Aumento del control existente de pozos ilegales y su correspondiente inscripción según la legislación vigente. Para ello es necesario una mayor dotación de efectivos.
- Actualizar el catálogo y registro de aguas subterráneas:
  - Más del 50% de pozos no están registrados y los que lo están no tienen caudalímetros.
  - Difícil convivencia entre aguas públicas y privadas (p.ej. usuarios río Jalón).
  - Todo uso debe tener su correspondiente concesión de agua.
- Canalizar los fondos H2020 en estudios de aguas subterráneas.
- Mejora de las medidas de seguridad y salud en las obras de construcción de pozos: Cumplimiento de la legislación actual (Ley de minas, reglamento de normas básicas de seguridad minera) y dotación necesaria de medios a las Administraciones Públicas y autonómicas competentes (consejerías de industria, energía y minas).

Propuesta	Elaboración de un censo real de pozos
Acciones para desarrollar la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación con Registros y Catálogos de Aguas /ALBERCA.</li> <li>• Coordinación con administraciones mineras.</li> <li>• Apoyo de las CUAS.</li> <li>• Financiación de las CUAS tarifando consumo de aguas.</li> </ul>
Dificultades	Escasez de financiación.
Oportunidades	Existencia de trabajos previos.
Necesidades	Disponibilidad de recursos económicos y humanos.
Actores	Confederaciones hidrográficas; CUAS; Entidades especializadas.
Iniciativas precedente	Censos de pozos realizados en la CH Guadiana en años 80 y 90.

Propuesta	Cuantificación de la extracción real
Medidas	Instalar contadores telemáticos por fases: Primero, grandes consumidores: agricultura, abastecimiento, turismo e industria. Segundo, uso doméstico y

	“resto”. Cuando se da una concesión se condiciona a que haya un contador. Debe haber una regulación de cómo aplicarlos. La Administración debe tener una plataforma virtual a la que le lleguen las mediciones de los contadores. Los usuarios deben dar los datos.
Dificultades	Reticencia de los usuarios, mantenimiento (requiere personal y dinero). Pozos sin concesión difíciles de identificar.
Oportunidades [Balears]	Financiación con el impuesto de turismo sostenible (programa competitivo de asignación de fondos de la tasa turística), o mediante proyectos europeos. Existe una orden de 2011 de que todos los usuarios de agua subterránea tengan contador. La información obtenida permitiría identificar pozos ilegales.
Necesidades	Proyecto con plazos, proceso participativo. Implantación de TIC.
Actores	Administración, usuarios sectores (agricultores...)
Iniciativas precedente	Delta Llobregat “Convenio” industria-regantes.

<b>Propuesta</b>	<b>Realización de estudios fiables e independientes sobre recursos y masas subterráneas</b>
Acciones para desarrollar la propuesta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar tecnologías modernas.</li> <li>• Mejora de redes de datos, gestión y mantenimiento.</li> <li>• Divulgación y acceso a los datos.</li> <li>• Convenios con organismos especializados.</li> <li>• Recursos económicos y humanos públicos.</li> </ul>
Dificultades	Escasez de sistemas de control de extracciones. Concienciación de usuarios.
Oportunidades	Disponibilidad de nuevas tecnologías. Demanda social. Fondos europeos.
Necesidades	Recursos materiales y humanos.
Actores	Confederaciones hidrográficas. CUAS. IGME. Universidades. Organizaciones privadas especializadas.
Iniciativas precedente	Multitud de estudios anteriores de organismos públicos, universidades y organizaciones particulares y agrarias.

<b>Propuesta</b>	<b>Mejora del conocimiento de los acuíferos.</b>
Medidas	Incentivar los conocimientos técnicos sobre la dinámica de cada masa de agua, redes de control piezométricas y de calidad, y las extracciones. Interrelación entre las aguas subterráneas y los ecosistemas acuáticos para protección de ambos.
Dificultades	Financiación adecuada para la investigación y conocimientos técnicos. Posturas inflexibles de los distintos sectores e intereses. Continuidad en la gestión por el cambio político. Es difícil una organización a largo plazo y apolítica.
Oportunidades	Aprovechar las líneas de financiación existentes. Adecuación de la normativa para buscar estos objetivos
Necesidades	Voluntad política en continuidad y presión social que exija su

	<p>cumplimiento. Reforma administrativa, incorporando expertos multidisciplinares, y oferta de empleo público destinado a estas especialidades. Formación reglada en todas las materias y sectores.</p>
Actores	<p>Administración, usuarios (agrarios, industriales y urbanos) Sociedad civil</p>
Iniciativas	<p>Fomento de las comunidades de regantes</p>

<b>Propuesta</b>	<b>Mejora del conocimiento de los acuíferos en los programas de medidas de los planes hidrológicos</b>
Medidas	<p>Propiciar comunidades de usuarios (con hidrogeólogo residente como interlocutor de las Comunidades de Regantes). Conocimiento de la relación entre el río-acuífero-caudales ecológicos. Potenciar la desalación cumpliendo objetivos medioambientales en masas de agua subterránea así como la recarga artificial. Mejorar control de aguas subterráneas y balances. Calidad y remediación de impacto (reutilización).</p>
Dificultades	<p>Escasos medios en la administración para el control de masas de agua subterráneas. Escasos recursos económicos para investigación, conocimiento, y comunidades de usuarios.</p>
Oportunidades	<p>Revisión de los planes hidrológicos (3er ciclo de planificación hidrológica). Concienciación social (Pactos sobre el Agua). Marco actual del cambio global y aplicación legislativa.</p>
Necesidades	<p>Adaptación y aplicación de la ley de aguas. Investigación sobre aguas subterráneas.</p>
Actores	<p>Usuarios, administración y sociedad (usos, no grupos sociales).</p>
Iniciativas	<p>Modelo de Dinamarca - modelo de California - modelo de Israel.</p>

<b>Propuesta</b>	<b>Incremento del conocimiento, divulgación y control de aguas subterráneas</b>
Medidas	<p>Mayor investigación actual y estudios más detallados. Actualizar conocimiento. Mayor uso de TIC. Inclusión real de las aguas subterráneas en los ciclos de planificación (Caso PHT).</p>
Dificultades	<p>Dispersión de especialistas. Ausencia de especialistas en la CCHH. Construcción de una red pública de pozos (por robo de placas, acceso a propiedad privada, etc.)</p>
Oportunidades	<p>Colaboración de los usuarios de aguas subterráneas. Conocimiento histórico local de los manantiales, los recursos existentes históricamente y los usos reales. Colaboración con OPIS/Universidades y empresas especializadas.</p>
Necesidades	<p>Necesidad perentoria de comunidades de usuarios de aguas subterráneas que incorporen a todos los usos. Mejora de redes de control y toma de datos: puntos de muestreo representativos en los acuíferos (trazabilidad de datos) Colaboración de los usuarios/dueños del terreno y los ayuntamientos, es clave para identificar los focos de contaminación.</p>

Actores	Comunidad Autónoma; Ayuntamientos; Hacienda/Catastro. Comunidad de Regantes: unión y mejora de infraestructuras.
Iniciativas precedente	Parcial. Agricultura tradicional en una zona vulnerable de nitratos en la Comunidad de Madrid: Algunos propietarios han permitido mediciones.

<b>Propuesta</b>	<b>Crear estructura administrativa y legal en relación de las Aguas subterráneas</b>
Medidas	Necesidad de una estructura administrativa de nivel superior en las diferentes administraciones: central, CCHH y autonómicas. Necesidad normativa para agilizar los procedimientos e implementar el correcto cierre de los sondeos.
Dificultades	Falta de personal especialista y con formación continua. Caracterización de presupuestos. Contemplar en los presupuestos generales del Estado para de la gestión, operación, control y conocimiento de las Masas de Agua Subterráneas Potenciar I+D
Oportunidades	Disponibilidad de diferentes Directivas (Marco, aguas subterráneas...) y sus revisiones para mejorar la gobernanza.
Necesidades	Estructura administrativa. Disponibilidad presupuestaria (Contemplar en los presupuestos generales del Estado partidas presupuestarias concretas para personal especializado en aguas subterráneas Normativas específicas a los diferentes problemas. Modificación de la normativa de recarga, diferenciándola o excluyendo del término y concepto de vertido
Actores	Administración General, Confederaciones hidrográficas, Autonómicas. Empresas. Universidades. OPIS. CUAS.
Iniciativas	ACA. País Vasco.

<b>Propuesta</b>	<b>Incorporar en la Planificación Hidrológica la I+D+i</b>
Medidas	Legislación para que los Planes Hidrológicos incluyan medidas relacionadas con la mejora de la información y del conocimiento en las cuencas
Dificultades	Bajos recursos financieros y baja capacidad para proponerlos. Las universidades y centros de investigación no son instrumentos y es imposible colaborar a través de convenios.
Oportunidades	Existencia de conocimiento y experiencia madurada demostrada. Existencia de marcos de financiación.
Necesidades	Modificar la instrucción de Planificación Hidrológica de Canarias. Modificar la Ley de Contratación del Sector Público (contratación directa) Habilitar un Plan o Programa de financiación de desarrollo de I+D+i vinculados a la Planificación Hidrológica.
Actores	Ministerio Gobiernos regionales Organismos de cuenca

Iniciativas previas	2º ciclo de Planificación hidrológica en Canarias (incluye medidas de estudios y proyectos de I+D+i).
---------------------	---