

LOS SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA: EXPERIENCIA ESPAÑOLA

Dr. Fernando Octavio de Toledo

*Ministerio de Medio Ambiente de España
España*

I. INTRODUCCIÓN

El Sistema Automático de Información Hidrológica español inició su andadura en el año 1983, como una de las actividades del Programa General de Seguridad de las Presas del Estado, con el objetivo inicial de disminuir los efectos catastróficos de las avenidas. Estructurado en una red de captación de datos hidrológico-hidráulicos transmitidos en tiempo real a los Centros de Decisión, su aplicación se re-orientó a la mejora de la gestión de los recursos hídricos en cualquier escenario climatológico. Concebido con vocación integradora de todo el territorio nacional, su implantación se ha hecho extensiva a todas las cuencas hidrográficas que conforman la España peninsular.

En primer lugar, y tras unas pinceladas que ilustran sobre la situación hidrológica en España, pasan a describirse los orígenes y los constituyentes básicos del Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) instalado en las cuencas hidrográficas españolas. Se da cuenta de los objetivos que se cumplen con su aplicación y las restantes variables de las que se obtiene información pormenorizada, detallándose el procedimiento administrativo utilizado para su implantación en las cuencas. Seguidamente se procede a realizar una descripción general del sistema, las variables captadas y las características funcionales de los tres niveles jerárquicos en los que se estructura, exponiéndose la operatoria del

SAIH, las formas de proceder en las tres situaciones previsibles en el manejo de una cuenca y el tipo y grado de coordinación con otros organismos y entidades interesados en el tema.

El tercer bloque expositivo se centra en la aplicación del SAIH a los diferentes aspectos que integran la gestión de una cuenca hidrográfica: la explotación de presas y embalses; la gestión hidráulica de regadíos; la modernización de la hidrometría; el medio ambiente y la planificación hidrológica. Por último, se hace una breve descripción del Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas (SAICA) que, aunque integrado en el sistema general de información, ha tenido un proceso de implantación paralelo.

II. EL AGUA: UN PROBLEMA SECULAR EN ESPAÑA

Recursos renovables: 114.000 hm³/año; 3.000 m³/hab. año
20.000 hm³/año, recarga de acuíferos

Recursos regulados naturalmente: 9.200 hm³/año (8%)

Inundaciones: más de 2.400 en 500 años

Infraestructura hidráulica: más de 1.000 grandes presas
más de 50.000 hm³ de capacidad

Precipitación: media anual 670 mm
áreas con menos de 300 mm
Cabo de Gata 120 mm.

Consecuencias: realidades contradictorias; sequías en algunas zonas e inundaciones catastróficas en otras.

Conclusión: sustituir la práctica de sufrir e indemnizar por la de prevenir y gestionar

III. ORIGEN

El PROGRAMA S.A.I.H. nació con la intención inicial de alertar y prevenir a gestores y ciudadanos del riesgo de avenidas para, de esta forma, poder disminuir los efectos catastróficos que se producen durante las inundaciones.

- España ha sufrido en los últimos 500 años, al menos, 2.400 inundaciones documentalmente probadas.
- La función de laminación de avenidas de las más de 900 presas que había en España en 1983, no respondía a una planificación integrada con la que conseguir una prevención ante las inundaciones.

IV. FILOSOFÍA

La estructura, en sus conceptos más elementales, responde a los siguientes constituyentes básicos:

- Una red de captación de datos de tipo hidráulico-hidrológico, materializada en una serie de puntos de control emplazados estratégicamente en la cuenca.
- Un sistema de transmisión en tiempo real de la información captada hacia los órganos de decisión de la cuenca.
- El procesamiento de la información recibida, de tal forma que se pudieran tomar las decisiones más oportunas para minimizar los efectos nocivos de las riadas.

- El sistema se completa con una red que transmite los datos relacionados con la explotación de los recursos hídricos de la cuenca al objeto de optimizar su gestión.

V. DEFINICIÓN

Potente instrumento de trabajo que permite conocer, en todo momento y en tiempo real, la situación hidrometeorológica e hidrológica de las cuencas hidrográficas.

Este conocimiento se consigue mediante la captación, transmisión, elaboración y presentación, de forma útil para el usuario, de las variables hidrometeorológicas e hidrológico-hidráulicas, en una serie de puntos representativos del funcionamiento hidráulico de la cuenca.

VI. OBJETIVOS

- La previsión y seguimiento de las avenidas.
- La optimización de la gestión de los recursos hídricos en cantidad y calidad.
- La mejora de la seguridad de las presas al conocer, en todo momento, su situación y la de sus elementos de desagüe y control.
- La mejora de las bases de datos hidrometeorológicos e hidrológicos, tanto cuantitativos como cualitativos.

VII. OTRAS VARIABLES A CONOCER

- Los datos de calidad del agua.

- Los datos de auscultación de las presas, lo que mejorará más todavía su seguridad.
- Los datos de evolución y calidad de los acuíferos.
- Los datos sismológicos de la infraestructura hidráulica.
- La posibilidad de telecontrol y telemando de esta infraestructura.
- Otras muchas posibilidades de tipo administrativo (elaboración automática de informes, de estadísticas, difusión pública de información hidrológica, etc...)

VIII. PLANTEAMIENTO ADMINISTRATIVO

- Actuación sobre cuencas hidrográficas completas.
 - Urgencia de instalación.
 - Atracción de licitadores de reconocido prestigio.
- División en tres fases administrativas los trabajos de implantación en cada cuenca.
 - Instalación de la red de captación, transmisión y primera elaboración.
 - Suministro y montaje del Sistema Informático del Centro de Proceso de la cuenca.
 - Implantación del Logical Específico, con estudio de modelización y posterior aplicación de Sistemas Expertos.
- Convocatoria de concursos de proyecto y construcción para la instalación de las redes.
 - Acelerar el lanzamiento del Programa, acortando los plazos de concurso y adjudicación.
 - Adquirir un valioso conocimiento sobre la situación del mercado internacional y el español de las diferentes técnicas.

IX. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA

Estructuración en tres niveles jerárquicos:

- Punto de Control o Estación Remota (E.R.).
Adquisición de datos de campo, almacenamiento de la información, primera elaboración de la misma y transmisión al nivel jerárquico superior a petición de éste, a través de la red secundaria de comunicaciones.
- Punto de Concentración (P.C.).
Concentración de la información captada en los puntos de control de su zona, procesamiento y almacenamiento de la misma y transmisión al Centro de Proceso de Cuenca, a petición de éste, a través de la red primaria de comunicaciones.
- Centro de Proceso de Cuenca (C.P.C.).
Recepción de la información de todos los puntos, procesamiento y almacenamiento, soportando las funciones de configuración, mantenimiento gestión y supervisión de toda la Cuenca.

X. VARIABLES CAPTADAS POR EL SISTEMA

- Precipitación.
- Datos niveles.
- Nivel de embalse en presas.
- Caudales de salida por los órganos de desagüe de las presas.
- Posición de los órganos de desagüe.
- Altura de lámina y caudales en ríos y canales.
- Caudales en tuberías.

- Variables meteorológicas.
- Parámetros de calidad del agua.

XI. PUNTOS DE CONTROL: CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

- Tiempo de muestreo global inferior a un minuto.
- Capacidad máxima de almacenamiento para datos quinceminutales de 10 días.
- Posibilidad de descarga de la memoria de la estación a través de un ordenador portátil.
- Posibilidad de modificación de parámetros y constantes de programa desde cualquier nivel.
- Transmisión de datos hacia niveles superiores en valores físicos, que permiten una mejor utilización del medio físico de comunicaciones.
- Visualización local de los datos instantáneos adquiridos, en valores de ingeniería.

XII. PUNTOS DE CONCENTRACIÓN: CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

- Almacenamiento y gestión de la comunicación de todas las estaciones remotas de su ámbito geográfico (subcuencas).
- Transmisión, a requerimiento del C.P.C., de toda la información de su ámbito geográfico, mediante diálogo interactivo de alta velocidad.
- Capacidad para presentación de datos (gráficos, listas, etc.) partes por impresora, plotter, etc.
- Almacenamiento de datos históricos del ámbito geográfico que controla:
 - 15 días valores de 15 minutos.
 - 3 meses medias horarias.

- 1 año medias diarias
- Todo el sistema informático es 100% compatible con el de la C.P.C.

XIII. CENTRO DE PROCESO DE CUENCA: CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES

- Centraliza todas las comunicaciones, así como el proceso y almacenamiento de todos los datos de la cuenca.
- Recibe toda la información de las Estaciones Remotas a través de los Puntos de Concentración.
- El concentrador del C.P.C. es el primer nivel de enlace de la red (master).
- El concentrador tramita y envía las órdenes a los Puntos de Concentración para que estos las remitan a las Estaciones Remotas.
- Dispone de un Sistema de Gestión que constituye un verdadero Centro de Cálculo.
- Capacidad de modificación de parámetros y bases de datos en las Estaciones Remotas.
- Capacidad de registro cronológico.

XIV. OPERATORIA DEL SISTEMA

- Recogida de los datos proporcionados por los sensores mediante la estación remota.
- Envío de los datos mediante la red de radioenlaces a los puntos de concentración.
- Envío desde los Puntos de Concentración al Centro de Proceso de Cuenca.
- Tratamiento informático de los datos recibidos, tanto en los Puntos de Concentración como en el Centro de Proceso de Cuenca.

XV. FORMAS DE OPERACIÓN

- Situación Normal

Las E.R. son interrogadas en períodos quinceminutales por el concentrador del P.C. correspondiente. Los E.R. transmiten la media de los valores analógicos almacenados en el período. Se recibe periódicamente el estado de funcionamiento de la red de teled medida, transmitiéndose en su caso las alarmas. Todos los datos son visualizados en el P.C. y en el C.P.C.

- Situaciones de Crisis

Es la provocada en caso de avenidas o situaciones de alerta por lluvia. Sólo se puede declarar desde la C.P.C. Todos los E.R. de la subcuenca pasan a ser interrogados en períodos cincominutales. Las E.R. no afectadas pasan a períodos más amplios (20-30 min.). Se reciben estadísticas históricas, realiza comparaciones con datos de otras crisis, presenta gráficos de probabilidades, etc.

- Terminal Virtual

Permite emular una E.R. bien desde el P.C., bien desde el C.P.C. Se accede en tiempo real directamente a todos los parámetros definidos en la E.R. y a la información que está adquiriendo. Utiliza tiempo de comunicación fuera de los habituales de adquisición.

XVI. COORDINACIÓN CON OTROS ORGANISMOS

- **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA**

Coordinación y conexión directa entre los centros de proceso de los SAIH con los centros territoriales del INM para intercambio de datos meteorológicos en ambos sentidos y de datos de los radares del INM al SAIH.

- **PROTECCIÓN CIVIL**

Están en desarrollo, dentro del marco de la directriz básica de protección civil ante el riesgo de inundaciones, los planes autonómicos y locales de protección civil que incluyen la coordinación para obtener la información del SAIH.

- **DIRECCIÓN GENERAL DE TELECOMUNICACIONES**

Colaboración continua para definir las bandas de frecuencia en que han de situarse las redes de comunicación vía radio y el operador del satélite Hispasat con el que se ha de gestionar la transmisión.

- **OTROS USUARIOS**

Empresas de Abastecimiento de Agua, Comunidades de Regantes, Comunidades Autónomas, Empresas Hidroeléctricas.

XVII. EL SAIH EN LA EXPLOTACIÓN DE PRESAS Y EMBALSES

Explotación en situación normal

El SAIH puede suministrar, con la suficiente precisión y garantía, información sobre una serie de aspectos imprescindibles para que presas y embalses cumplan con sus funciones habituales: suministrar a usuarios bien definidos -entre los que se encuentra el propio río- el agua prevista en la cantidad y con la calidad requerida para cada uno.

Recursos disponibles en el embalse.

- Calidad de las aguas embalsadas.
- Previsión de las aportaciones futuras.
- Demandas a suministrar.
- Caudales servidos.
- Funcionalidad de la presa y de sus estructuras anejas.

XVIII. EL SAIH EN LA EXPLOTACIÓN DE PRESAS Y EMBALSES

Explotación en avenidas

- Elementos aguas arriba del embalse.
Conocimiento sobre la capacidad de embalse disponible, pluviometría, caudal circulante, humedad del suelo, caudales de tributarios, porcentaje de caudal sólido, visión directa en puntos clave.
- Datos del entorno de la presa.
Funcionalidad de aliviaderos, caudales de desagüe, caudales en puntos de salida.

- Elementos aguas abajo del embalse.
Caudales desaguados en el cauce, caudales circulantes por la red de drenaje aguas abajo, aportación pluviométrica.

XIV. EL SAIH EN LA GESTIÓN HIDRÁULICA DE REGADÍOS

- Evaluación de las necesidades hídricas totales.
- Evaluación de las necesidades hídricas estacionarias.
- Programación de caudales para satisfacer las demandas.

- Creación de un sistema de asesoramiento a regantes y comunidades.
- Mejora de los sistemas de aplicación e incremento de la productividad del agua.
- Control de caudales aplicados.
- Economía del agua, al ajustar las dotaciones a las demandas.

XX. EL SAIH Y LA MODERNIZACIÓN DE LA HIDROMETRÍA

- Datos hidrometeorológicos (pluviométricos y pluvionovométricos).
- Espesores y densidades del manto de nieve.
- Niveles de lámina de agua en ríos, canales y embalses.
- Niveles piezométricos en acuíferos.
- Velocidad del agua en ríos y canales.
- Posición de compuertas y válvulas en embalses y canales.
- Datos de calidad del agua
- Otros datos meteorológicos (temperatura, humedad, etc.).

Para todo ello cuenta con sofisticados sistemas de:

- *Sensores y recolectores de datos,*
- *sistemas de transmisión, elaboración de los datos,*
- *estadística automática, modelización.*

XXI. EL SAIH Y EL MEDIO AMBIENTE

La densificación de las redes pluviométricas y foronómicas, la fiabilidad y representatividad de la base de datos que genera y la transmisión continua de la información, permiten conocer mejor la naturaleza y sus fenómenos relacionados con el agua.

- Permite garantizar los caudales ecológicos en los cauces.
- Favorece el ahorro de agua en situaciones normales y de sequías.
- Disminuye los riesgos potenciales de inundación.
- Contribuye a la gestión de programas específicamente medioambientales.
- Contribuye a la gestión de programas de redistribución espacial del agua.

XXII. EL SAIH Y LA PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

La implantación del Sistema en los Organismos de Cuenca mejora la Planificación en los siguientes objetivos:

- Suministrar automáticamente y en tiempo real, información sobre las variables climáticas, hidrológicas y de estado de la infraestructura hidráulica que son significativas y condicionantes de la gestión, control y operación hidráulica de la cuenca.

- Controlar y optimizar a corto plazo la operación de los embalses, canales y conducciones principales, tanto a efectos de satisfacción de demandas como de manejo de avenidas.
- Hacer previsión a medio plazo sobre disponibilidad de recursos que permitan optimizar su asignación a los diferentes usos (riegos, abastecimientos, producción hidroeléctrica, mínimos ambientales, etc.), tanto en los sistemas superficiales como en los de utilización conjunta con los subterráneos.
- Hacer previsiones a corto plazo sobre la evolución de niveles y caudales en los ríos de la cuenca y generar automáticamente alarmas, lo cual permitirá minimizar los daños causados por avenidas.