

## **EXPERIENCIA DE LA EXCELENTÍSIMA DIPUTACIÓN PROVINCIAL DE ALICANTE EN TELEMEDIDA DE INFRAESTRUCTURAS HIDRÁULICAS**

Juan José Rodas Martínez\*

---

### **RESUMEN**

El principal cometido del Departamento del Ciclo Hídrico de la Excm. Diputación Provincial de Alicante, es garantizar la prestación efectiva de los servicios municipales de abastecimiento y depuración de aguas, pero con la necesidad de llevarlo a cabo mediante una óptima utilización y aprovechamiento de los recursos hídricos. Esto, sólo es posible mediante la disposición actualizada, fiable y suficiente, de bases de datos hidráulicas e hidrológicas procedentes de campañas de toma de datos y redes de medida, que permitan el conocimiento del estado y evolución de los recursos hídricos. Cabe destacar la experiencia del Departamento, en las diversas redes de medida que dispone: red de telemetria y telecontrol, red piezométrica manual, red de calidad, red hidrométrica en manantiales, red de explotaciones, red de control de intrusión marina. Concretamente, en el año 1993, surge el Sistema de Telemetria y Control de Recursos Hídricos e Infraestructuras Hidráulicas "SISCON". Lo que se pretende exponer a continuación es la importante experiencia en la gestión y mantenimiento del mismo.

### **Palabras clave**

Red, telemetria, sensor, recursos.

### **ABSTRACT**

The main target of the Departamento de Ciclo Hídrico of the Excelentísima Diputación Provincial de Alicante (Water Cycle Department of the Alicante County) is guarantee the effectiveness of the water supply and wastewater treatment but with optimal use and saving of water resources. Reaching this aim is only possible by means of updated, reliable and comprehensive hydraulic and hydrologic databases. These databases may store data from fieldwork and gauging nets and, thus, allow the knowledge of the state and evolution of water resources. In this sense, the Departamento de Ciclo Hídrico of the Excelentísima Diputación Provincial de Alicante (Water Cycle Department of the Alicante County) has been acquiring a remarkable experience for years with several gauging nets: remote measure and control net, manual water table levels gauging net, quality net, springs gauging net, water consumption net, marine intrusion net. Specifically, in 1993 the Remote Measure and Control System for Water Resources and Hydraulic Infrastructures, called SISCON, started to operate. In the following paper we want explain our important experience in its managing and maintenance.

### **Key words**

Network; telemetering; transducer; resort.

## INTRODUCCIÓN

La provincia de Alicante se ubica en el levante español, siendo la más meridional de las provincias de la Comunidad Valenciana.

Geológicamente, posee una estructura muy accidentada y de gran complejidad. Esto, ocasiona que los acuíferos sean de características muy diversas, con una extensión de media a moderada y de diferente génesis.

Así, se tienen acuíferos que aportan caudales altos en bombeo, con gran capacidad de recuperación y grandes reservas, predominando rocas permeables como calizas y dolomías; otros acuíferos más reducidos que aportan menos caudal, de materiales detríticos y calizos de poco espesor y escaso recurso.

Climatológicamente, la pluviometría es muy escasa, e irregular espacial y temporalmente. Se caracteriza por lluvias ocasionales, a veces con carácter torrencial. Esto, junto a una elevada evapotranspiración, y a una escasa vegetación, ocasiona una escorrentía reducida y concentrada en el tiempo.

Demográficamente, se tiene una población censada de un millón y medio de personas que en épocas estivales, debido al fuerte carácter turístico de la provincia, se puede incrementar en un 50 %.

En este marco provincial, con las características anteriormente citadas, las funciones principales del Departamento del Ciclo Hídrico son:

- La ejecución y/o financiación de actuaciones hidráulicas a favor de las entidades locales, con la finalidad de garantizar la prestación efectiva de los servicios municipales de abastecimiento y saneamiento
- La realización de estudios, ensayos, asistencias técnicas y asesoramientos

destinados a lograr una óptima utilización y aprovechamiento de los recursos hídricos

Pero, para conseguir desarrollar esta doble funcionalidad del departamento se presentan las siguientes carencias:

- a) Escasez de datos que permitan garantizar la prestación efectiva de los servicios municipales de abastecimiento y depuración de aguas:
  - Consumos energéticos de las captaciones que permitan evaluar los rendimientos de las mismas
  - Consumos controlados y no controlados.
  - Rendimientos y parámetros de calidad de las aguas en su distribución y depuración
- b) Escasez de datos que permitan una óptima utilización y aprovechamiento de los recursos hidráulicos:
  - Actualizada, fiable y suficiente base de datos hídricas que permita el conocimiento del estado y evolución de los recursos hídricos
  - Datos meteorológicos actualizados, pero también más localizados en el entorno del recurso
- c) Escasez de herramientas y aplicaciones informáticas que permitan almacenar, gestionar y utilizar de un modo práctico el enorme volumen de datos adquiridos.

Ante esta situación anterior, en el año 1993, surge el Sistema de Telemedida y Control de Recursos Hídricos e Infraestructuras Hidráulicas "SISCON", con el fin de obtener información sobre los distintos

parámetros que intervienen en el ciclo del agua y su gestión municipal, y permitir en todo momento, el seguimiento de su evolución y funcionamiento, disponiendo de una fuente de información rápida y segura (Figuras 1 y 2).

Así, se dispone de datos precisos y de forma continua sobre:

- ▶ Evolución de niveles de los acuíferos provinciales
- ▶ Niveles, caudales y rendimientos de las captaciones
- ▶ Caudal drenado por manantiales y de recarga artificial a los acuíferos
- ▶ Rendimientos y parámetros de calidad en potabilizadoras y depuradoras
- ▶ Evolución de niveles y caudales de desbordamiento en presas de recarga
- ▶ Situación climática localizada por cuencas, acuíferos,...

El SISCON, está compuesto de:

■ Un software:

SISCONIB y su aplicación de Internet

■ Un hardware:

- ▶ 1100 sensores
- ▶ 87 estaciones remotas
- ▶ El sistema de comunicaciones con las estaciones repetidoras "Trunking"

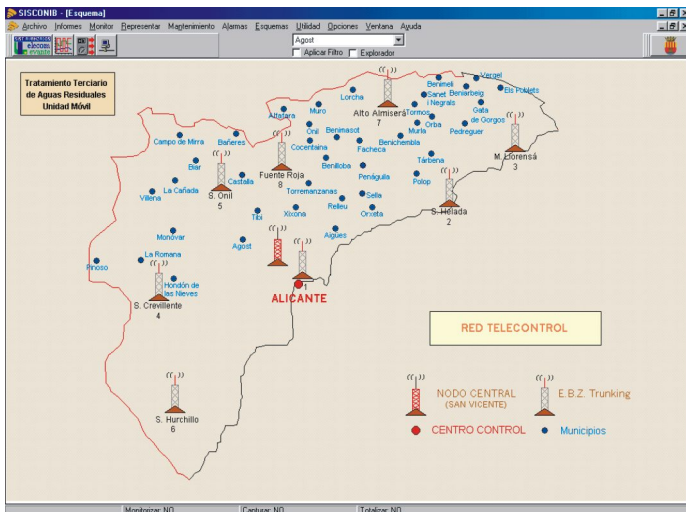


Figura 1. Distribución provincial del SISCON

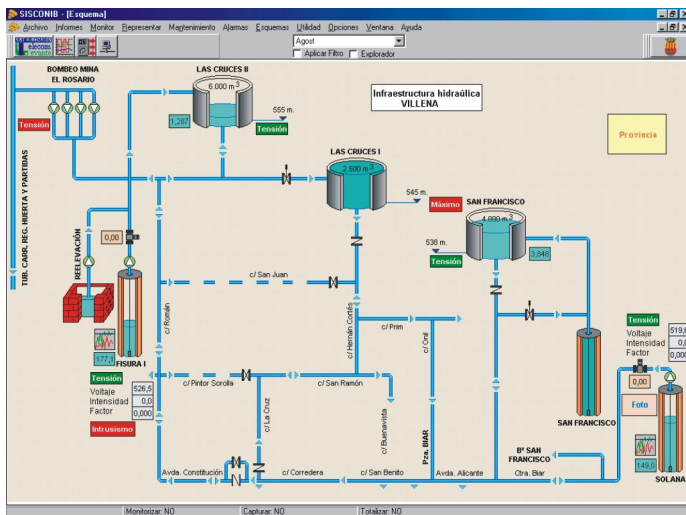


Figura 2. Esquema hidráulico

▶ Centro de control

- ▶ Conjunto informático que soporta el SISCONIB y su aplicación de Internet, en los propios ayuntamientos, y en la Sala de Telecontrol en las dependencias del Departamento del Ciclo Hídrico.

El funcionamiento del SISCON se puede dividir en las siguientes fases:

- a) Captura automática de datos en las instalaciones remotas, y almacenamiento en la memoria interna de las mismas
- b) Transmisión de datos al ordenador central mediante un soporte de comunicación vía radio, sobre la malla de estaciones repetidoras del sistema de comunicaciones “Trunking” de compartición automática de recursos y canales
- c) Procesado de la información en el entorno flexible y sencillo del software SISCON IB
- d) Actualización y almacenamiento de datos en los ordenadores de la sala de telecontrol en las instalaciones del Departamento del Ciclo Hídrico.

En estas fases principales del sistema de telemida, y en la gestión del mismo es donde el Departamento del Ciclo Hídrico ha alcanzado una considerable experiencia desde su implantación.

Es precisamente, la experiencia en la gestión y mantenimiento de un sistema de telemida lo que se pretende desarrollar, y no una explicación somera de las características funcionales de cada uno de los elementos que intervienen en el sistema: sensores, red trunking, software,...; por ser en el primer aspecto donde a nivel nacional este Departamento destaca considerablemente.

Así, se va a exponer y destacar aspectos tales como:

- Número y categoría de personal necesario para el mantenimiento y gestión del sistema de telemida en todas sus fases y aspectos

- Problemas y errores en la telemida de los diversos parámetros. Detección y corrección de los mismos
- Aplicación de la norma ISO 9001-02 al SISCON
- Legalización de las frecuencias y problemas de colisión con otros usuarios
- Necesidad de mayores y más potentes motores de bases de datos y de sistemas informáticos, para gestionar y almacenar la cada vez más creciente cantidad de datos
- Idoneidad de la existencia paralela de una red piezométrica manual
- Conflictos para la implantación de datos en la aplicación de Internet.
- Confidencialidad de los datos
- Costes de implantación y mantenimiento

## **ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA GESTIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN SISTEMA DE TELEMIDA**

### **Personal necesario**

El número y categoría de personal necesario para la gestión y mantenimiento del sistema de telemida en todas sus fases y aspectos, es el que se expone a continuación.

*Mantenimiento e instalación de sensores, estaciones remotas y red “Trunking”:* dos trabajadores 8 horas al día, que recorrerán periódicamente las estaciones, para su mantenimiento, verificación y reparación.

*Centro de gestión donde se centralizan los datos obtenidos y se verifica y chequea todo el sistema:* es suficiente con un técnico medio unas 2 horas al día. Este trabaja además sobre un buen número de herramientas informáticas de filtrado de datos, que le

puedan apoyar a la labor de depuración del enorme volumen de datos recibido.

*Realización y mantenimiento de las aplicaciones SISCON IB, su aplicación de Internet y todo software de apoyo al SISCON, herramientas para filtrado de datos,...*: un Técnico Superior en Informática 8 horas al día.

*Centro de control en el Departamento del Ciclo Hídrico*: un Técnico Superior con conocimientos en hidrología 2 horas al día.

Es muy importante que todo el enorme volumen de datos que se reciben, sean también observados desde el punto de vista hidrogeológico, y no sólo informáticamente.

A pesar de filtrar datos por detectar alarmas de fallos eléctricos, mecánicos, deriva de sensores,...., existen datos erróneos que no van acompañados de ninguna alarma de fallo y sólo pueden ser detectados aplicando conocimientos de hidrogeología. Tal es el caso de fuertes variaciones del nivel piezométrico sin haber precipitaciones, ni bombeos,...

Esta labor de filtrado desde un punto de vista hidrogeológico, además de realizar informes de la evolución de diversos parámetros del SISCON, serán las principales funciones del técnico superior con conocimientos en hidrología del Departamento del Ciclo Hídrico.

### **Problemas y errores en la telemedida de los diversos parámetros. Detección y corrección de los mismos**

Se deben distinguir dos tipos de errores, los inherentes al propio sensor y los relativos al manejo e interpretación del dato que se obtiene del mismo.

a) problemas en el funcionamiento del sensor:

- Fallos en la alimentación eléctrica: debido a un fallo en la propia red de

suministro eléctrico, por falta de insolación en los casos donde la fuente de energía es mediante una placa solar fotovoltaica.

#### ■ Fallos mecánicos:

- ▶ Roturas accidentales. (Muchos de los sensores se encuentran en infraestructuras hidráulicas cuyo mantenimiento es llevado a cabo por las entidades municipales de abastecimiento de agua. Estas, no prestan el mismo cuidado con nuestros sensores a la hora de realizar trabajos en esas infraestructuras hidráulicas. Así, se deterioran gran cantidad de sensores)
- ▶ Envejecimiento de los materiales: desgaste hélices, elongación cables.
- ▶ Bloqueo de partes móviles: arrastres,...
- ▶ Deriva de los sensores

#### ■ Fallo electrónico: desajuste de conversión analógica a digital.

#### ■ Robo y destrozo de las instalaciones

b) problemas en el manejo e interpretación de los datos del sensor

#### ■ Mal algoritmo en el software SISCONIB (puede ocurrir por la enorme cantidad de sensores y algoritmos para cada uno, que se confunden unidades, así aunque el sensor esté en perfecto estado, se miden m por dm)

#### ■ Buenos informáticos pero sin conocimientos en hidrología

### **Aplicación de la norma ISO 9001-02 al SISCON**

La implantación de un sistema de calidad es algo cada vez más usual hoy en día, no sólo en el campo empresarial, sino también en la misma Administración.

El departamento del Ciclo Hídrico decidió el pasado año 2002, implantar un sistema de calidad, aplicando la norma ISO 9001-02. El SISCON también ha tenido que someterse a esta normativa, siendo algo increíblemente complicado intentar aplicarla a todos los elementos del sistema de telemida como son los más de mil sensores, la red Trunking de repetidores, estaciones remotas.

El primer paso que se llevó a cabo es considerar que elementos eran susceptibles de ser calibrados y cuales de ser verificados. Así, se llevó a cabo una calibración o verificación según los siguientes casos:

■ **Calibración:**

- ▶ Cuando es posible enviar los equipos a un organismo certificado para calibrarlos. No siempre esto es posible, pues, por ejemplo, no se va a desmontar el caudalímetro del principal pozo de suministro a un municipio, y enviarlo unos meses a un organismo certificador para calibrarlo. Así, se deja al municipio sin control en su abastecimiento principal. Además, algunos sensores de nivel piezorresistivos se deterioran cuando se intenta desmontarlo junto a su tubo portasondas.
- ▶ Cuando resulta económicamente rentable. En algunas ocasiones, el organismo certificado para calibrar el equipo, cobra por la operación un precio similar al equipo nuevo.

Cuando no se cumplen estas condiciones, y justificadamente, se puede realizar una verificación:

■ **Verificación según patrón:**

- ▶ Cuando se dispone de los patrones debidamente calibrados.

- ▶ En algunas ocasiones sólo es posible verificar al montar y desmontar los equipos, pues cualquier maniobra sobre el sensor tiene un alto riesgo de deterioro del mismo.

Se aconseja en el momento de compra y adquisición de los equipos, exigir un certificado de que estén calibrados; y comenzar desde un primer momento, a llevar un procedimiento de calidad en los instrumentos de medida apoyados en la empresa suministradora.

**Legalización de las frecuencias y problemas de colisión con otros usuarios**

Como se ha mencionado anteriormente, el sistema de transmisión de datos es a través de las estaciones repetidoras “Trunking”. Pero esto es sólo posible si se posee un red de frecuencias.

En este caso, en el momento de implantar el SISCON, la Excm. Diputación Provincial de Alicante poseía previamente una red de frecuencias. Sino los pasos para la obtención de una red de frecuencias son los siguientes:

- 1º Se debe de diseñar la red necesaria a las necesidades, teniendo en cuenta que el número de estaciones repetidoras está en función de la orografía de la zona
- 2º Se solicita la frecuencia a la “Secretaría de estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información”. Ministerio de Ciencia y Tecnología
- 3º Te dan una frecuencia de usuario en banda VHF de 145 a 174 Mhz. (cada 12,5 khz)

Esto es algo a tener en cuenta debido al tiempo necesario en el diseño de la red y gestión en la administración para concesión de la frecuencia.

Además, en función del desarrollo tecnológico de la zona, existirán más o menos frecuencias con las que puede existir conflicto, a pesar que hoy en día debido al desarrollo de nuevas tecnologías en telecomunicaciones se quedan libres muchas frecuencias.

### Motores de bases de datos y de sistemas informáticos

Se hace más necesario disponer de mayores y más potentes motores de bases de datos y de sistemas informáticos, para gestionar y almacenar la cada vez más creciente cantidad de datos.

En conjunto se han generado desde finales del año 1994 hasta la actualidad un gran volumen de datos hídricos (Tabla I). Así, observamos registros de caudales, de niveles (en pozos, depósitos y presas); de sensores digitales de entrada; de sensores analógicos como presión de impulsión o tensión en baterías, y por último de tensión, intensidad y factor de potencia, por cada una de las tres fases medidas, de la acometida eléctrica.

El problema principal que ha tenido que afrontar el SISCON IB, es como almacenar, y conseguir una rápida respuesta al realizar consultas, a ese enorme volumen de base de datos.

Inicialmente era suficiente con motores de base de datos como Access, pero en este

caso el tiempo de espera para realizar consultas, crece exponencialmente con el número de datos almacenados.

Esto obliga a recurrir a nuevos motores de bases de datos más potentes: Oracle, SQL server, Interbase,...

En cuanto al espacio mínimo requerido para almacenar toda esta información así como el motor de base de datos y el volcado de datos es de unos:

- Motor base de datos: 50 Mb
- Base de datos: 2,75 Gb
- Para el proceso de volcado se requiere un exceso de memoria en algunas ocasiones de hasta tres veces el tamaño normal de la base de datos.

### Idoneidad de la existencia paralela de una red piezométrica manual

A pesar de tener un menor número de datos es más fiable y sirve para comparar y detectar posibles errores en la red piezométrica telemetrada. Pero siempre que la sonda manual esté debidamente calibrada o verificada pues estas sufren considerables elongaciones después de un uso prolongado.

### Conflictos para la implantación de datos en la aplicación de Internet

Para facilitar el acceso público a los datos telemetrados se creó en el año 1999, una página web (<http://agua.dip-alicante.es>)

Tabla I. Resumen de datos almacenados

		TIPOS DE DATOS ALMACENADOS					TOTAL
		CAUDALES	NIVELES	ANALÓGICOS	DIGITALES	ELÉCTRICOS	
AÑOS	1994	40.967	20.946	21.937	3.161	136.485	223.496
	1995	282.535	218.365	182.144	71.300	980.862	1.735.206
	1996	317.341	274.768	282.163	111.349	1.256.168	2.241.789
	1997	377.679	380.759	331.333	208.049	1.408.215	2.706.035
	1998	386.905	555.796	350.516	357.449	1.355.093	3.005.759
	1999	651.240	797.462	736.197	1.011.948	1.898.972	5.095.819
	2000	888.388	955.928	757.917	1.295.164	2.779.474	6.676.871
TOTAL		2.945.055	3.204.024	2.662.207	3.058.420	9.815.269	21.684.975

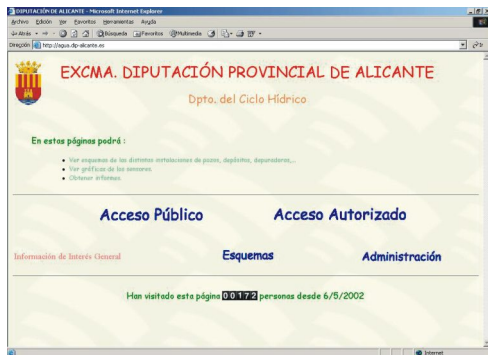


Figura 3. Página Web de SISCON IB

donde el usuario podía acceder a los mismos (Figura 3). En esta página se puede obtener un listado o un gráfico de la evolución histórica de los valores de cada uno de los sensores del sistema.

Un problema a tener en cuenta, y común, en estas bases de datos expuestas al público en Internet, es que el tiempo de respuesta a las consultas se va incrementando paralelamente al aumento del volumen de datos, y según la complejidad de la consulta. Este problema se soluciona con motores de base de datos más potentes: Oracle, SQL server, Interbase.

Otro problema menos común, que se tuvo inicialmente y muy importante, es que previamente a exponer públicamente los datos telemididos, se pidió permiso a los ayuntamientos implicados. La respuesta por su parte fue muy negativa, justificando que la información hidrológica podía convertirse en muchas ocasiones en herramienta política. Esto obligó a restringir el acceso a estos datos telemididos.

### Costes de implantación y mantenimiento

Una estimación del coste económico que supondría la implantación y mantenimiento

del sistema SISCON en todas sus fases, y hasta el año 2001 es el siguiente:

- Compra e instalación de estaciones remotas y sensores, infraestructura informática y centro de control (retro-proyectores, equipos de radio,...):

aprox.: 18 Millones PTA/año desde su implantación en 1994

TOTAL: 144 Millones PTA

SISCONIB y su aplicación de Internet, e implementación en ayuntamientos:

TOTAL: 30 Millones PTA

- Mantenimiento de toda la infraestructura:

aprox.: 15 Millones PTA/año desde su implantación en 1994

TOTAL: 120 Millones PTA

TOTAL APROX.: 300 Millones PTA

### BIBLIOGRAFÍA

Ballester Rodríguez, A.; Fernández Sánchez, J.A. y López Geta, J.A. 1999. Medida y evaluación de las extracciones de agua subterránea. Instituto Tecnológico y Geominero de España. 300 pp.

Rodríguez Hernández, L. 2002. Experiencia del Sistema de Telemida y Control de Recursos Hídricos e Infraestructuras Hidráulicas. Revista Hidropres. nº34. Entorno Gráfico S.L. 114 pp.

Rodríguez Hernández, L. 2002. Manual del Sistema de Telemida y Control de Recursos Hídricos e Infraestructuras Hidráulicas. Excma. Diputación Provincial de Alicante. 46 pp.