

EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SAIH EN LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

José Luis Utrillas.
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Jefe del Área de Explotación.

Onofre Gabaldó.
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.
Jefe de Servicio del SAIH.
Confederación Hidrográfica del Júcar.

RESUMEN

En 1990 fue completada la primera red SAIH en España en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Júcar. Por la naturaleza de las instalaciones y de la información recibida, es absolutamente imprescindible, para garantizar su funcionamiento en perfectas condiciones de manera estable a lo largo del tiempo, el mantenimiento continuo de las instalaciones y las labores de explotación de los datos recibidos en el Centro de Proceso de la Cuenca.

En el presente artículo se describen las principales tareas principales que se llevan a cabo en la explotación del sistema y los principales problemas que aparecen en el mantenimiento de la red.

ABSTRACT

The first SAIH network in Spain in the area of the Hydrographic Confederation of the Júcar Basin was completed in 1990. Given the type of installations and the information received, continuous maintenance of the installations and proper handling of the data by the Centre in Cuenca are essential to the satisfactory long-term functioning of the network.

The article describes the main tasks involved in running the system and the problems encountered in maintenance work.

Se admiten
comentarios a este
artículo, que deberán
ser remitidos a la
Redacción de la ROP
antes del 30 de
marzo de 1996.

1. INTRODUCCIÓN

La red del SAIH del Júcar es la más antigua de las instaladas en los Organismos de Cuenca españoles. Recoge datos desde el año 1989, por lo que ya tiene una experiencia de unos seis años en

el funcionamiento y mantenimiento de los 149 puntos que forman la red distribuidos sobre los 43.000 km² de superficie de la cuenca y en la explotación de los 2 MBytes de información que se reciben diariamente en el Centro de Proceso de la Cuenca.

Recibido en ROP:
octubre de 1995

Para el aprovechamiento de las inversiones realizadas en su instalación es esencial que exista una labor continua de mantenimiento y explotación. Sin ella, el deterioro de las instalaciones sería casi inmediato y no se podría tratar rápida y correctamente la información disponible.

2. EXPLOTACIÓN

El equipo de explotación del sistema está ubicado en el Centro de Proceso de Cuenca en las oficinas de la Confederación Hidrográfica del Júcar en Valencia.

Cuando se inició la explotación se instrumentó la organización de la misma que se ha ido perfeccionando con el tiempo. La finalidad de este equipo de explotación es el de tener siempre a punto y en desarrollo herramientas que permitan cumplir los principales objetivos del SAIH, prevención y seguimiento de avenidas y gestión óptima de los recursos hidráulicos.

Las tareas que el equipo realiza se podrían desglosar en las siguientes:

- ▼ administración del sistema
- ▼ supervisión del mantenimiento
- ▼ seguimiento del sistema en periodos ordinarios y en periodos de avenidas
- ▼ mantenimiento de la base de datos hidrológicos
- ▼ elaboración de boletines periódicos e informes
- ▼ desarrollo de modelos hidrológicos
- ▼ apoyo al perfeccionamiento de la red

2.1. ADMINISTRACIÓN DEL SISTEMA

Las tareas de administración del sistema comprenden la atención a los equipos instalados en el Centro de Proceso de Cuenca, a sus aplicaciones y a la salvaguarda de los datos recibidos.

El almacenamiento de datos se realiza en dos ordenadores, el primero se encarga de la adquisición de datos y del control de la red y el segundo almacena los datos hidrológicos de manera que permite un tratamiento más eficaz de los mismos. Es muy importante realizar copias de seguridad de dichos datos, así como de las aplicaciones y de las bases de datos que configuran el sistema.

Otra labor fundamental es el mantenimiento de usuarios. La red SAIH cada vez se abre más a

nuevos usuarios que acceden a toda o parte de la información.

Se completa la labor de administración del sistema con actividades, tales como actualización del software, control de ocupación de discos y contabilidad de procesos, propias de cualquier administrador.

2.2. SUPERVISIÓN DEL MANTENIMIENTO

Una de las funciones del equipo de explotación es la supervisión y vigilancia del mantenimiento a través de los datos recibidos por la red.

Diariamente se controlan los estados de los puntos de control de la red y de las variables correspondientes a cada uno de los puntos, de forma que se puede observar los fallos de comunicación y las alarmas referidas a fallos de funcionamiento tales como fallos de la red, carga de baterías, intrusismo, etc. También se controla la coherencia de los datos recibidos para detectar averías en los sensores.

Cuando se detecta una avería se traslada el aviso al personal encargado del mantenimiento.

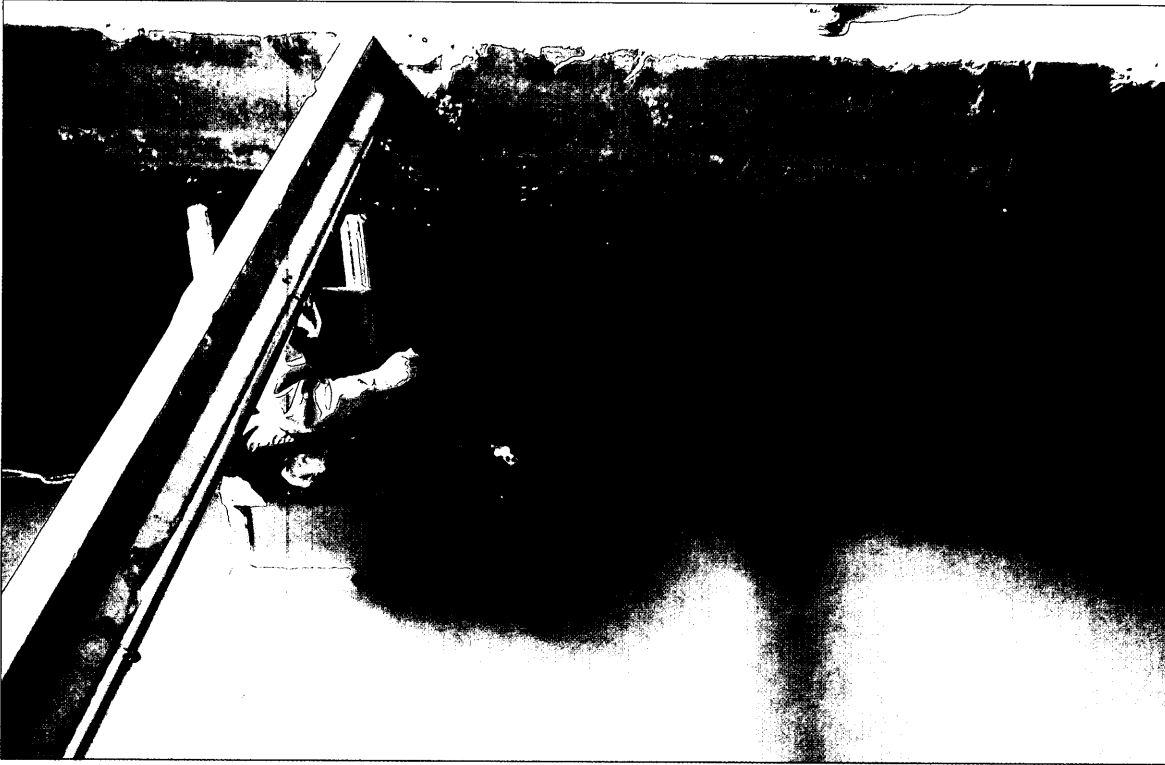
Se comprueba que el mantenimiento realizado, tanto preventivo como correctivo, ha sido realizado correctamente y, si es necesario, se actualizan las bases de datos con los cambios realizados. Se verifica que en los puntos se han realizado los mantenimientos preventivos planificados y se realizan estadísticas para comprobar los posibles fallos que pueden afectar a una variable. Estas estadísticas son muy valiosas para discernir los puntos que necesitan mayor atención o corrección.

2.3. SEGUIMIENTO DEL SISTEMA EN PERÍODOS ORDINARIOS

El equipo de explotación atiende la recepción de los datos recogidos en el Centro de Proceso de Cuenca y ejecuta las labores de estadística y transmisión de información a los diversos usuarios del sistema. Estas tareas se realizan periódicamente.

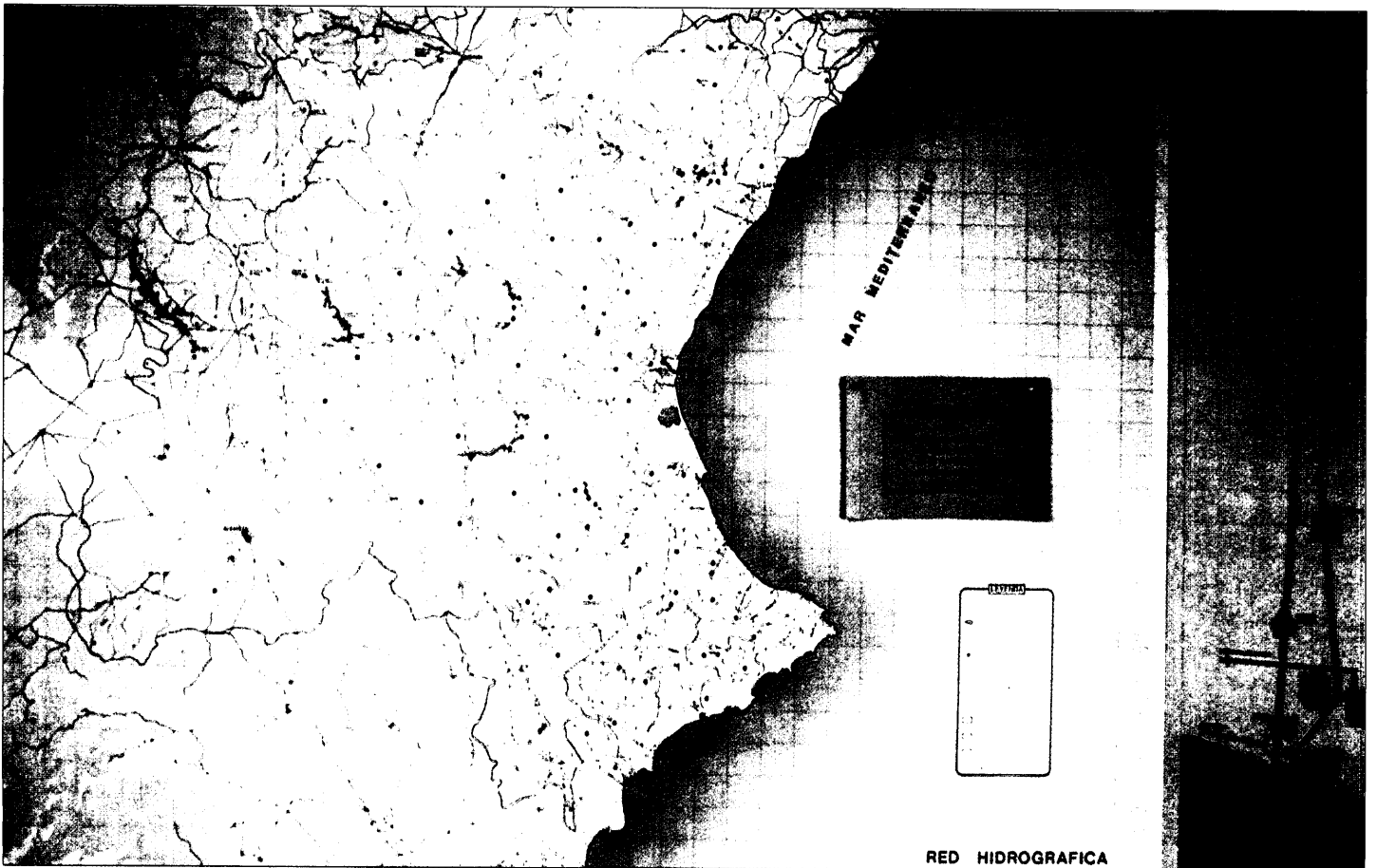
En el caso que existan precipitaciones, diariamente se reparten boletines sobre la lluvia registrada. En el caso que la intensidad sea significativa, los boletines son más frecuentes.

Se realiza un seguimiento diario de los niveles y caudales en embalses, cauces y canales, contrastando y validando los valores recibidos. En el

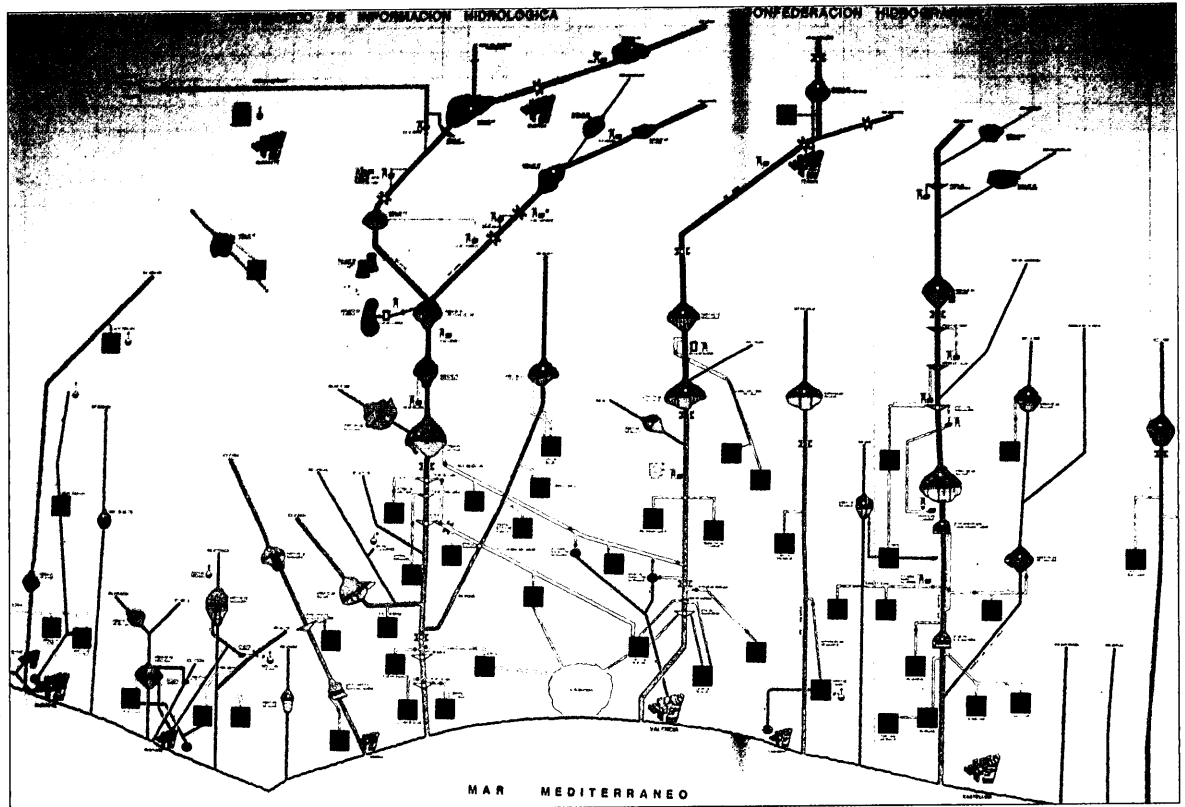


Caudalímetro en la Acequia de Cuatro Pueblos.

Panel de lluvias.



Panel de explotación.



caso de discrepancias que puedan ser debidas a averías se avisa al personal de mantenimiento. Las incidencias que afectan los datos de interés hidrológico se recogen en una guía .

Los datos de los diferentes sistemas de explotación se reparten, gráfica o numéricamente, entre los usuarios de la Confederación con la periodicidad necesaria, que puede ser diaria o más frecuente, dependiendo de los sistemas y del periodo del año.

Mensualmente, se elaboran partes de precipitación y de recursos.

Ocasionalmente, a petición de los usuarios, se elaboran informes a partir de los datos existentes. Estos informes se realizan siempre que hay comisiones de desembalse o de sequía, ya que las bases de datos del SAIH unidas a las existentes permiten tener a punto la situación actual y realizar las comparaciones con situaciones anteriores y la planificación futura.

2.4. SEGUIMIENTO DEL SISTEMA EN PERÍODOS EXTRAORDINARIOS

Durante los periodos de riesgo de avenidas el seguimiento del sistema se hace más continuo y

exhaustivo. Así, la permanencia en el Centro de Proceso de Cuenca es permanente durante la época de PREVIMET, de septiembre a noviembre, y también cuando la predicción meteorológica preve el riesgo de lluvias fuertes.

En estos casos, en los que la vigilancia de las precipitaciones y caudales circulantes en tiempo real es mucho mayor, se hace imprescindible la ayuda de los paneles que indican con gran sencillez y claridad el estado a tiempo real de las precipitaciones y marcan las alarmas prefijadas para los caudales circulantes en aforos y para las variaciones de volumen en embalses.

En el SAIH se producen los intercambios de información con los órganos de Protección Civil e Instituto Meteorológico.

En el caso que la situación lo requiera, se utilizan e interpretan los modelos hidrológicos existentes como ayuda a las decisiones que se adopten, bien para desembalses o para disparar las alertas en las zonas inundables.

2.5. MANTENIMIENTO DE BASES DE DATOS

El SAIH permite generar bases de datos hidrológicos a partir de las series de datos recogidos

das en la red y después de un proceso de validación.

En la red del Júcar el intervalo de recogida de datos es de cinco minutos, por tanto de cada variable se recogen doscientos ochenta y ocho datos diariamente. Estos valores puntuales se mantienen en línea durante un periodo de cuarenta días y después se salvaguardan en cintas magnéticas.

Pero para su utilización posterior los datos de las principales variables hidrológicas recibidos en un día se resumen en una serie de variables diarias, tales como precipitación diaria, caudales medio y máximo de los puntos de control y volumen máximo alcanzado en el embalse y último volumen registrado.

En el SAIH del Júcar también se están incorporando los datos recogidos a través de otros métodos, -teléfonos, cartas,...-, que son importantes para la explotación de los recursos, con el fin de mantener una base de datos única.

2.6. INCORPORACIÓN DEL LOGICAL ESPECÍFICO.

Para el aprovechamiento óptimo de los datos recibidos en el SAIH es necesario desarrollar un logical que incluye la incorporación y actualización de modelos hidrológicos y sistemas expertos, mapas de riesgos y validación de datos. Este logical es desarrollado por el propio equipo de explotación, por la propia Confederación o por otros organismos o mediante contratos, pero la incorporación final al sistema es realizada o supervisada por el equipo de explotación.

2.7. APOYO AL REDISEÑO Y PERFECCIONAMIENTO DE LA RED

Bien a causa de averías, bien por la experiencia en el funcionamiento de la red bien hay que realizar temporal o permanentemente cambios en la red de comunicaciones o en el sistema de adquisición de datos. El equipo de explotación ha de supervisar el rediseño de la red y realizar los cambios en el Centro de Proceso de la Cuenca.

También es importante la colaboración del equipo de explotación en el estudio del diseño óptimo de la red, teniendo en cuenta la experiencia adquirida en el funcionamiento, la aparición de nuevas tecnologías y la incorporación de nuevos

puntos al SAIH por construcción de nuevas obras de interés en avenidas y en explotación o por incorporación de puntos u obras existentes no sensorizadas.

3.MANTENIMIENTO

El objeto del mantenimiento es asegurar la recepción continua y fiable de los datos en el Centro de Proceso de la Cuenca, garantizando el funcionamiento de los equipos existentes, la reposición de los elementos averiados y la actualización de los elementos que por obsolescencia tecnológica

Panel de la red de comunicaciones.



o agotamiento de su vida útil resultan de difícil reparación en sus condiciones actuales.

Los principales problemas que existen en el mantenimiento del SAIH son los siguientes:

- ▼ Dispersión de los puntos
- ▼ Fuertes condiciones ambientales
- ▼ Gran cantidad de repuestos
- ▼ Vida media equipos
- ▼ Tecnología en evolución

3.1. DISPERSIÓN GEOGRÁFICA.

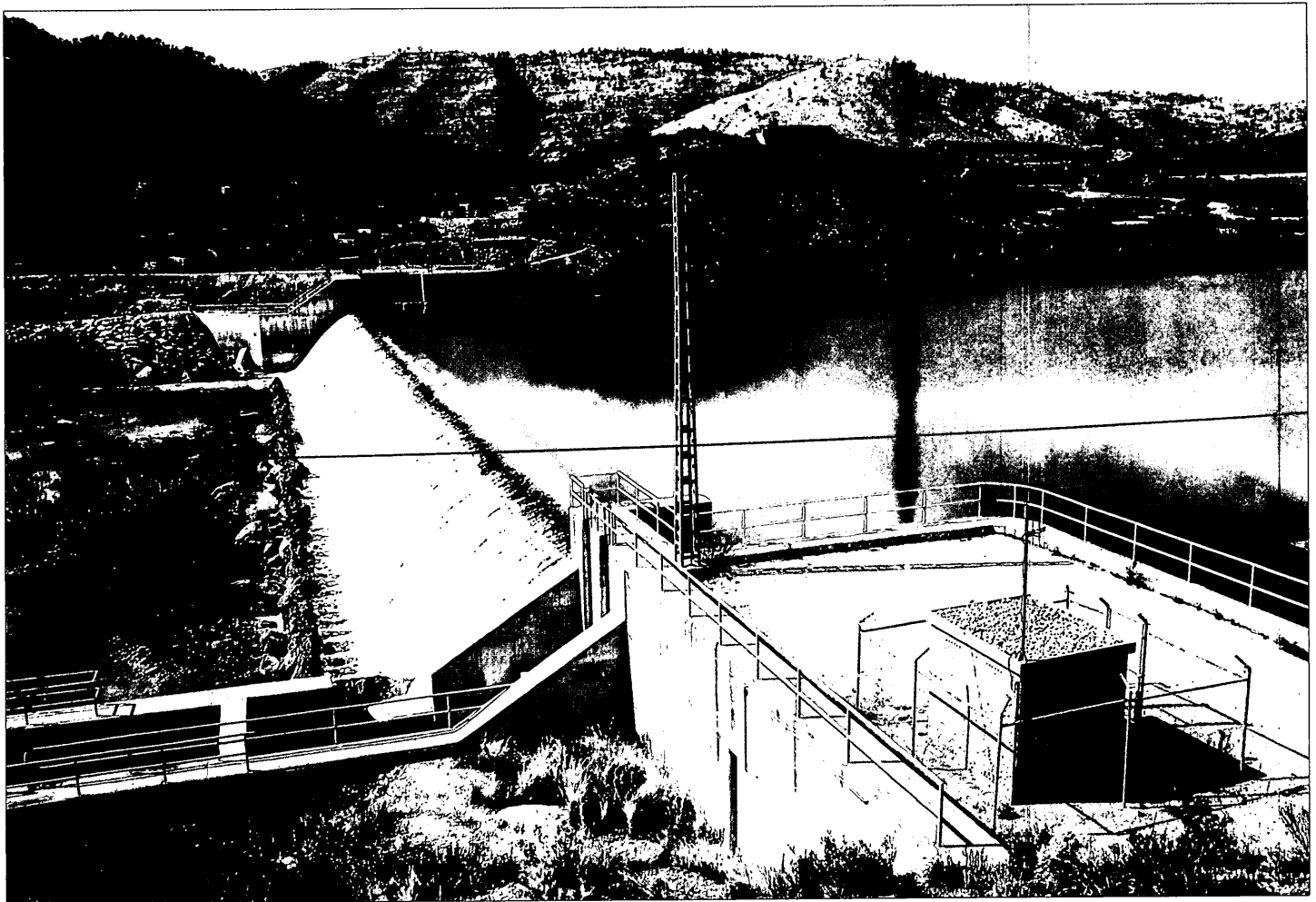
El SAIH necesita, para obtener un funcionamiento aceptable y, por tanto, una rentabilidad a sus inversiones, que sus componentes estén siempre en perfectas condiciones. Esto solo se consigue si periódicamente se revisan las instalaciones y se realizan las tareas preventivas indicadas en los contratos y manuales de mantenimien-

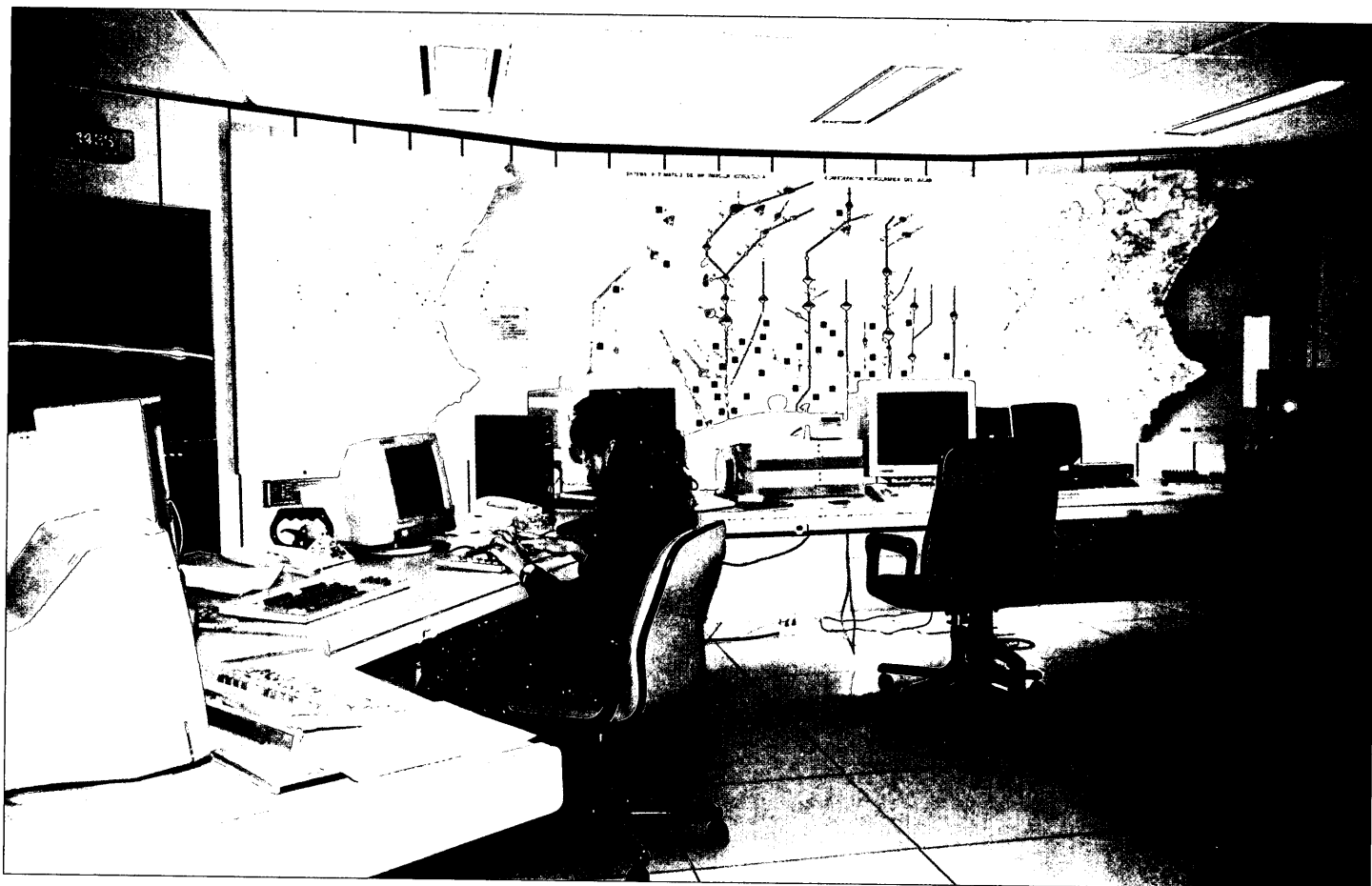
to. No obstante, las condiciones de trabajo de los equipos, en fuertes condiciones ambientales de alta humedad y temperaturas extremas y en ambientes exteriores, propician que se puedan producir frecuentes averías.

Por tanto, se necesitan permanentemente unos equipos que diariamente realicen las tareas de mantenimiento preventivo y, que al mismo tiempo, estén dispuestos para corregir cualquier avería o funcionamiento incorrecto que aparezca.

Uno de los principales problemas que surgen cuando se realiza el mantenimiento, es la dispersión geográfica de los puntos y su difícil accesibilidad. Una gran parte de los puntos han de ubicarse en zonas de comunicaciones difíciles por la propia naturaleza de los puntos. Hay que incluir en éstos los repetidores, pluviómetros o pluviönivómetros de cabecera, embalses y aforos de los tramos altos. Prácticamente solo los puntos pertenecientes a las zonas litorales permiten un tiempo de respuesta corto.

**Punto de control
en el azud de
Escalona.**





Esto implica que en un mantenimiento preventivo o correctivo haya que dedicar una gran parte del tiempo de trabajo al desplazamiento y solo se puedan completar las tareas diariamente en muy pocos puntos. También implica que el equipo de mantenimiento lleve consigo una gran cantidad de repuestos para evitar viajes innecesarios y una corrección rápida.

3.2. CONDICIONES AMBIENTALES

Los equipos del SAIH suelen estar situados en ambientes exteriores, sometidos a condiciones extremas de humedad y temperatura y en puntos muy sensibles a las caídas de rayos, fuertes corrientes y arrastres, sedimentaciones, hielo.

Esto obliga a que lo mantenimientos preventivos sean muy estrictos y frecuentes.

Las condiciones ambientales no sólo afectan a los equipos sino también, por supuesto, a las obras civiles, que incluye caminos de acceso, cerramientos, pintura de elementos mecánicos y limpieza de arrastres y fangos.

3.3. SOBRECARGAS

Probablemente la causa más frecuente de las averías que dañan los elementos del SAIH son producidas por sobrecargas eléctricas, de las cuales un gran porcentaje son debidas a la caída de rayos.

Estas sobrecargas afectan a todos los puntos del SAIH, desde el Centro de Proceso de Cuenca a la última de las remotas.

El grado de afección puede ser leve, sólo a alguna tarjeta, o total, en cuyo caso hay que reparar todos los equipos.

Normalmente las sobrecargas se producen por caídas de rayos en la red de transporte de energía, aunque también se han introducido por el cableado de la sensorización o de cualquier otro modo. Los puntos de energía fotovoltaica son normalmente menos afectados que los de energía por red.

Es un problema de difícil solución que se puede paliar con las protecciones. En la Confederación Hidrográfica del Sur tienen actualmente un medidor de rayos y desconectan por telemando

**Centro de Proceso
de la Cuenca
en Valencia.**

los puntos de la red eléctrica, pasando a alimentación por baterías, cuando el riesgo es importante. Parece ser que los resultados son buenos.

Hay puntos donde el riesgo debe ser mayor, ya que durante el corto periodo de funcionamiento del SAIH han caído varios rayos. Es el caso, por ejemplo, del embalse de María Cristina, en donde ya han sido varias las incidencias de este tipo.

En definitiva, las sobrecargas, principalmente las producidas por los rayos, son uno de los mayores problemas de las redes SAIH, no solo por los daños producidos, sino porque la probabilidad de su ocurrencia coincide con la mayor necesidad de servicio del SAIH por las condiciones meteorológicas.

3.4 REPUESTOS.

Las condiciones de trabajo y la relativamente corta vida media de muchos de los componentes del SAIH obliga a tener siempre a punto una gran cantidad de repuestos.

Por otra parte, la rápida evolución tecnológica ocasiona que se dejen de fabricar equipos y que cada vez sean más problemáticas las reparaciones de los equipos existentes. Esto destaca especialmente cuando el cambio del equipo supone un cambio en software, protocolos de comunicaciones, etc.

La correcta gestión en repuestos supone compaginar la reparación de los equipos con la actualización del sistema y con los equipos y protocolos existentes. Este aspecto de actualización del sistema es especialmente importante en lo referente a aquellos elementos que por obsolescencia tecnológica o agotamiento de su vida útil son de difícil reparación.

Al realizar los cambios hay que tener en cuenta la precisión que se requiere en función de los objetivos actuales del dato.

La experiencia de estos años en las reparaciones ha mostrado la necesidad de tener los sistemas lo más abiertos posibles para evitar en lo posible la dependencia con suministradores únicos que impiden la agilidad y rapidez en las reparaciones.

3.5 OBRAS CIVILES.

La instalación del SAIH ha creado una infraestructura de caminos, casetas, cerramientos, aforos, canalizaciones, tomas de energía y torres de

comunicaciones en la cual se ubican los equipos que hay que revisar y mantener.

Esta infraestructura está sometida a unas duras condiciones ambientales, como ya se ha citado en un punto anterior, por lo cual hay que realizar periódicamente actuaciones para garantizar su estado de conservación y, más frecuentemente, actuaciones para garantizar la fiabilidad de los datos hidrológicos.

Entre las incidencias más frecuentes se incluyen las limpiezas de pluviómetros y, principalmente las limpiezas periódicas de fangos y piedras en los tramos de aforos y pozos tranquilizadores. Extraordinariamente, en caso de avenidas que ocasionen fuertes erosiones, arrastres y sedimentaciones, las reparaciones en obras civiles pueden ser de mayor entidad. Consecuentemente, hay que realizar las comprobaciones pertinentes de las curvas de gasto que se hayan adoptado.

4. EQUIPOS HUMANOS

En el momento que se instala un SAIH surge de inmediato la incorporación de los equipos humanos que lleven a cabo la explotación y el mantenimiento.

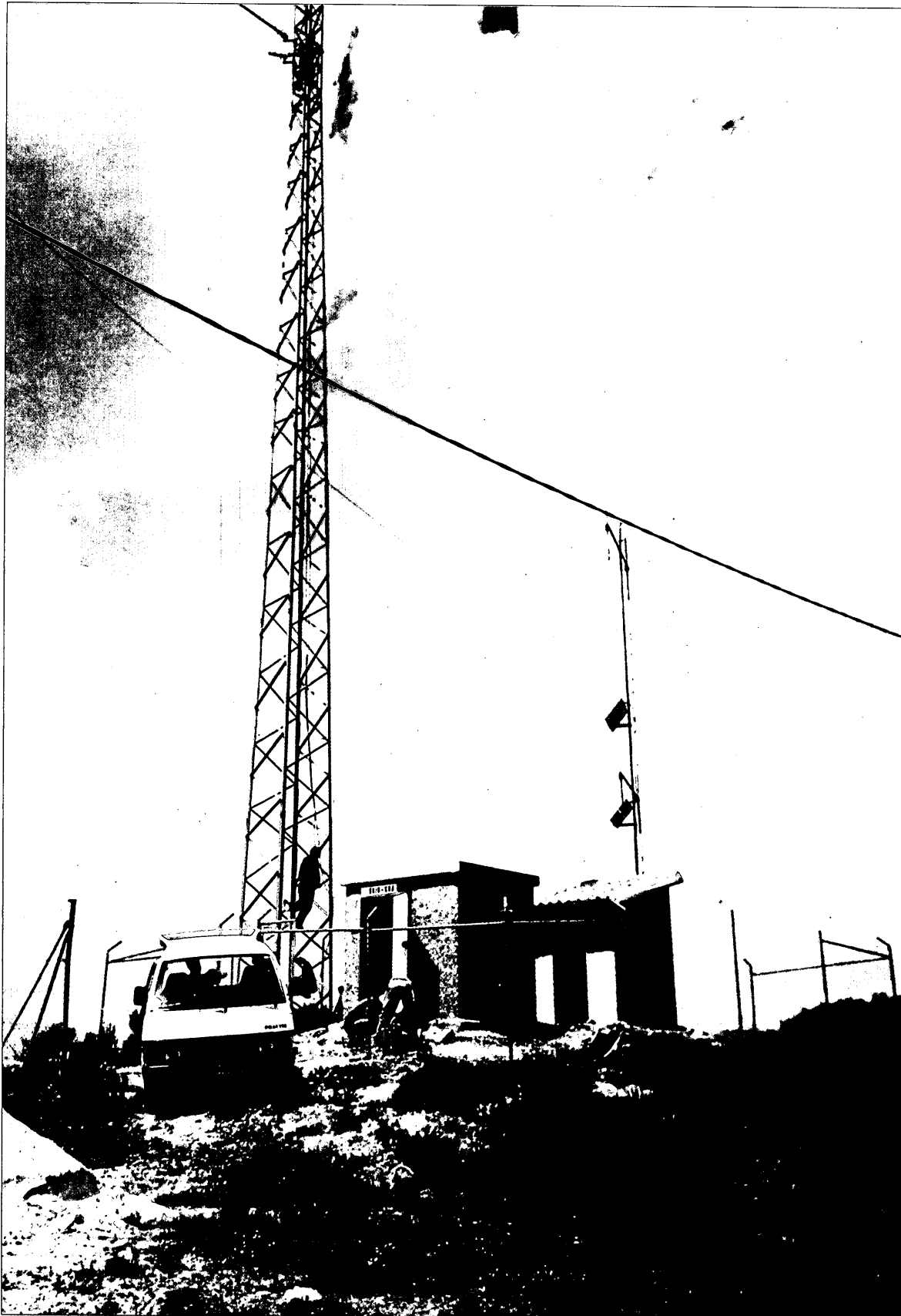
El equipo de explotación mínimo para poder tratar todos los datos constaría de un administrador de sistemas informáticos, de un programador, de un hidrólogo y de un operador. El equipo podría realizar las tareas rutinarias, pero no tendría la capacidad suficiente para poder desarrollar y satisfacer todas las necesidades que con la utilización del SAIH se crean.

Hay que tener en cuenta que la utilización del SAIH crea posteriormente necesidades que lleva consigo un personal especializado que las cubra.

Hay tecnologías que se incluyen en el SAIH, tales como por ejemplo los sistemas expertos, que por su complejidad no pueden ser desarrolladas por los equipos permanentes, no obstante, éstos han de estar capacitados para su implementación, su explotación y su actualización.

La actualización es especialmente relevante en actividades como la explotación de modelos hidrológicos e hidráulicos, identificación de zonas inundables, nuevos protocolos de gestión de comunicaciones, sistemas de información geográfica, etc., que consumen permanentemente muchas horas de personal especializado.

En mantenimiento, además de los equipos de campo que recorren continuamente todos los



Trabajos de mantenimiento en el repetidor del Remedio en Chelva (Valencia).

puntos del SAIH, hay que habilitar los mecanismos que garanticen la mayor flexibilidad y rapidez en la gestión de respuestos y averías, el máximo rendimiento en la implementación de nuevas tecnologías y la absorción de las puntas de trabajo que surjan por averías, alertas o renovaciones de equipos.

5. COSTE ECONÓMICO

El presupuesto contratado para explotación y mantenimiento del SAIH asciende, desde su puesta en marcha, a una cifra cercana a los mil millones de pesetas, lo cual supone una cantidad anual de unos 200 millones de pesetas que es inferior al 10% de la inversión de instalación del SAIH, que es el porcentaje que en principio se preveía.

Este coste incluye los equipos humanos, así como los gastos de funcionamiento, elementos fungibles y reparaciones. Las averías imprevi-

bles suponen un pequeño porcentaje de estos gastos.

La experiencia recogida en este SAIH y en los restantes en funcionamiento permitirá a corto plazo un mayor conocimiento en el funcionamiento de los distintos equipos y, en definitiva, su optimización, que redundará no solo en los objetivos de servicio sino también en la economía de su mantenimiento.

6. CONSIDERACIÓN FINAL

El SAIH es una herramienta de gran potencia y utilidad, pero que exige después de su instalación un esfuerzo permanente en su mantenimiento y en su explotación que impidan el deterioro y el desuso que en poco tiempo conduciría a la marginación y olvido del mismo al no poder cumplir los objetivos de su instalación. ●



Centro de control (Confederación Hidrográfica del Júcar)

EYSER

Estudios y Servicios, S.A.

ACTIVIDADES:

HIDRÁULICA
AGRONOMÍA
MEDIO AMBIENTE
ORDENACIÓN DEL TERRITORIO
INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE
ESTUDIO DE TRANSPORTE
ANÁLISIS REGIONAL EDIFICACIÓN

SAIH

SISTEMA AUTOMÁTICO DE INFORMACIÓN HIDROLÓGICA

EYSER. Domicilio Social: Paseo de la Castellana, 157.
28046 Madrid. Tel.: 579 13 07 - Fax: 579 30 10