

Foro organizado por el Comité Panameño de Presas

SISTEMAS DE MONITORIZACIÓN HIDROLÓGICA EN TIEMPO REAL Y SISTEMAS DE AYUDA A LA DECISIÓN

Manuel G. de Membrillera Ortuño

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos



UNIVERSIDAD
POLITECNICA
DE VALENCIA



- **Herramientas para la gestión de recursos hídricos y protección frente a inundaciones**
- Elementos de un sistema de monitorización hidrológica en tiempo real
- Recepción, envío y gestión de registros hidrológicos
- Protocolos de actuación en situación de avenidas
- Sistemas de ayuda a la decisión y previsión en tiempo real



- 1. Gestión de avenidas:** minimización de daños, avisos a Protección Civil, seguridad de las presas y resguardos.
- 2. Gestión de sequías:** predicción y seguimiento de sequías, vigilancia de dotaciones y control de caudales en tomas.
- 3. Gestión de generación hidroeléctrica, abastecimientos y riego:** vigilancia del cumplimiento de las dotaciones, modificación de caudales por cambio de condiciones.
- 4. Gestión de caudales ecológicos:** conocer el cumplimiento de los caudales ecológicos y anticipar posibles problemas.
- 5. Gestión de la calidad del agua:** suministra los datos de caudal, elemento básico de la calidad, junto con otras variables.
- 6. Gestión del conocimiento:** el conocimiento de la cuenca repercute en numerosas actividades de planificación y explotación.

Estimación de daños materiales en España por riesgos naturales (entre 1986 y 2016):

- **Inundaciones: 570 M€/año**
- Incendios: 300 M€/año
- Erosión: 175 M€/año
- Deslizamientos: 150 M€/año
- Terremotos: 13 M€/año

- Existen tres grupos clásicos de medidas contra inundaciones:

- **PREDICTIVAS:**

- Sistemas de predicción meteorológica (METEOALERTA)
- Sistemas de predicción hidrológica (SAIH)

- **CORRECTORAS:**

- Respuesta tras una catástrofe, con carácter de emergencia

- **PREVENTIVAS:**

- Estructurales: presas, encauzamientos, drenaje urbano, desvío de cauces, ...
- No estructurales:
 - *ORDENACIÓN TERRITORIAL*
 - *SISTEMAS DE ASEGURAMIENTO*
 - *PROTECCIÓN CIVIL*

SAIH

Sistema Automático de Información Hidrológica

Inicio del Programa:

Como consecuencia de las situaciones de emergencia por avenidas de los años 1982 y 1983 (gota fría y rotura de la presa de Tous) se vio la necesidad de instalar sistemas de información en las cuencas hidrográficas españolas.

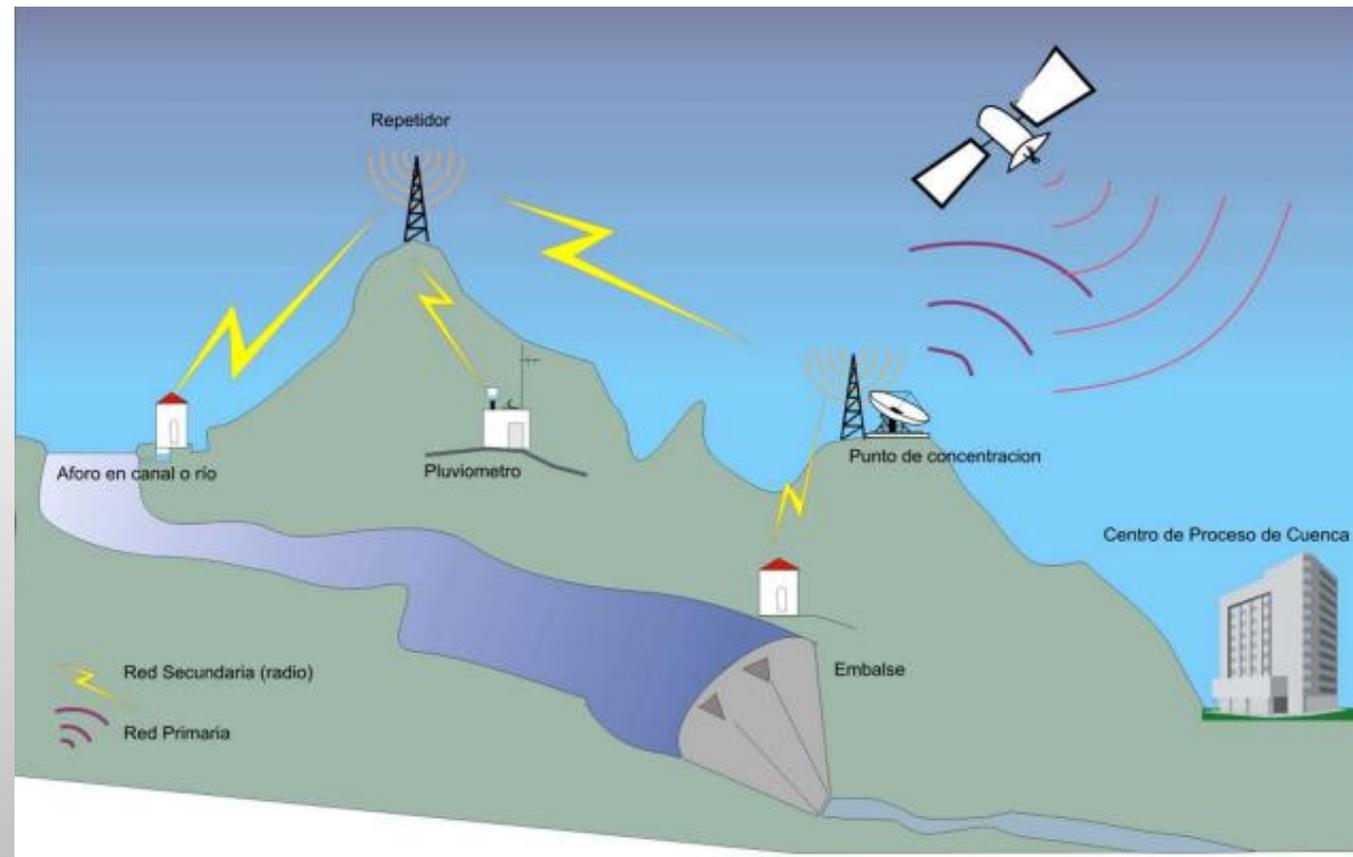
Desarrollo del Programa:

En 1985 se empezó a instalar el SAIH en las cuencas mediterráneas.



SAIH – Sistema Automático de Información Hidrológica

1. Red de puntos de control
2. Puntos de concentración / Centros de explotación
3. Centro de proceso
4. Redes de telecomunicación



Ejemplo, en la
cuenca del EBRO

(cada 15 min)

DATOS



Información



Otros usos del agua

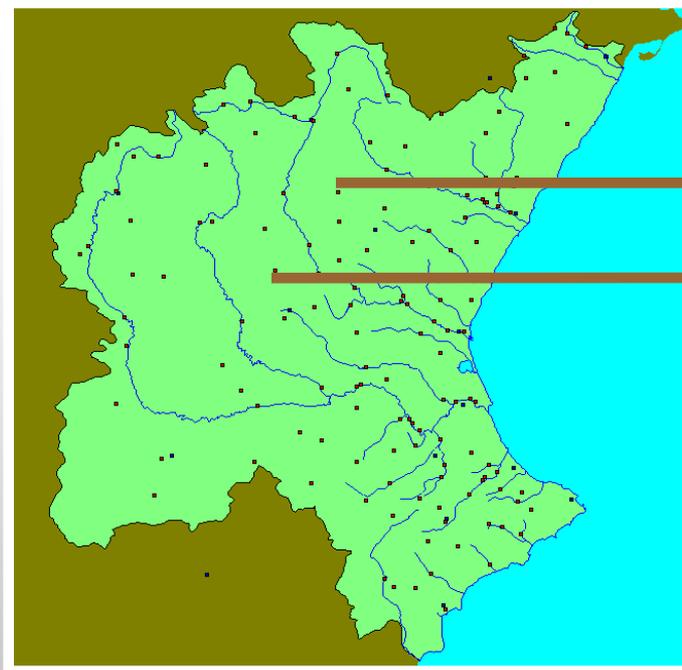


- Herramientas para la gestión de recursos hídricos y protección frente a inundaciones
- **Elementos de un sistema de monitorización hidrológica en tiempo real**
- Recepción, envío y gestión de registros hidrológicos
- Protocolos de actuación en situación de avenidas
- Sistemas de ayuda a la decisión y previsión en tiempo real



Elementos de un sistema de monitorización hidrológica en tiempo real

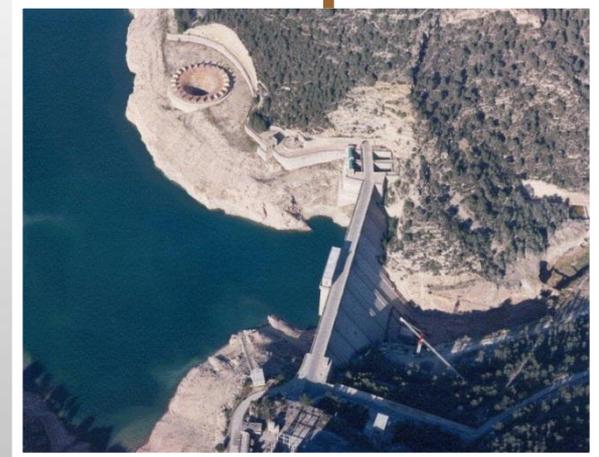
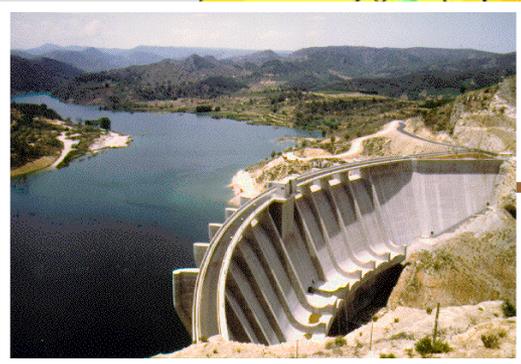
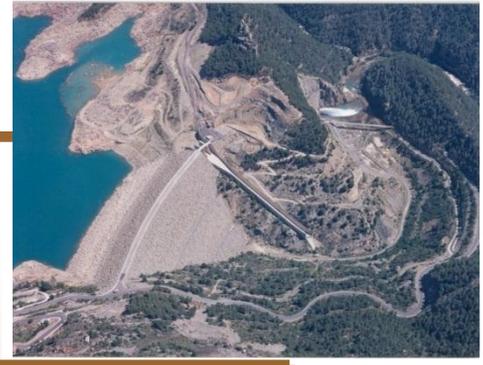
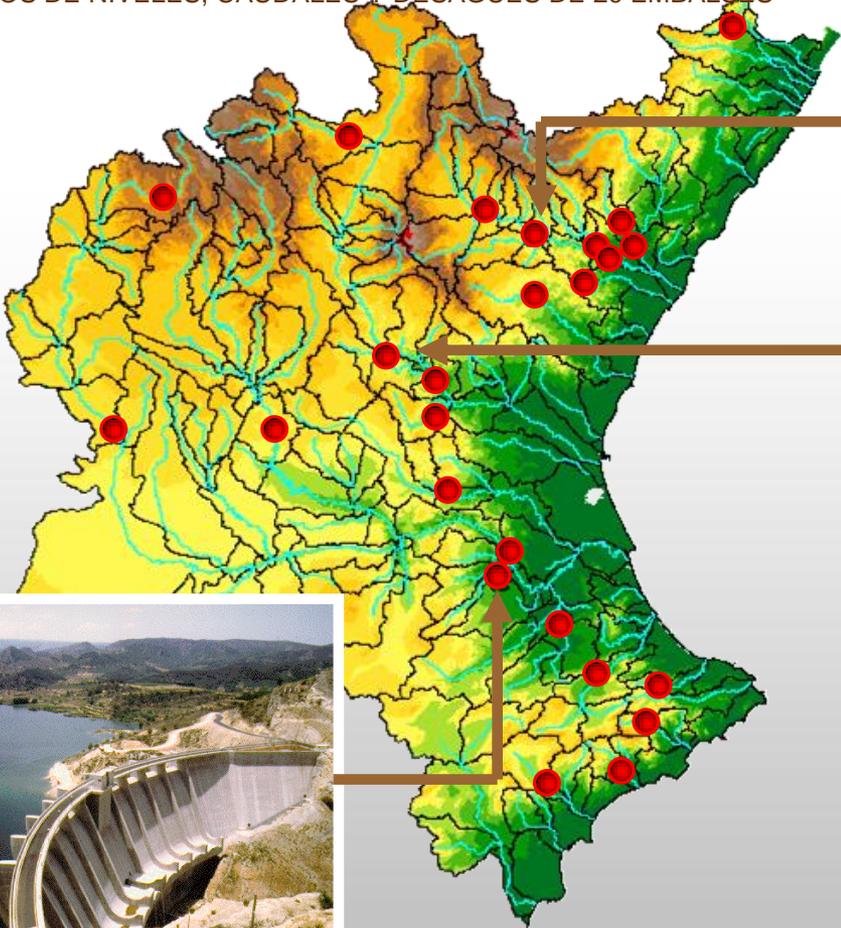
- RED DE MEDIDA DE VARIABLES HIDROLÓGICAS
- DISTRIBUCIÓN DE PUNTOS EN TODA LA CUENCA
- RED DE COMUNICACIONES DE COBERTURA EN TODA LA CUENCA



Ejemplo, en la cuenca del JÚCAR

RED DE EMBALSES:

SE RECIBEN DATOS DE NIVELES, CAUDALES Y DESAGÜES DE 29 EMBALSES



Ejemplo, en la cuenca del JÚCAR



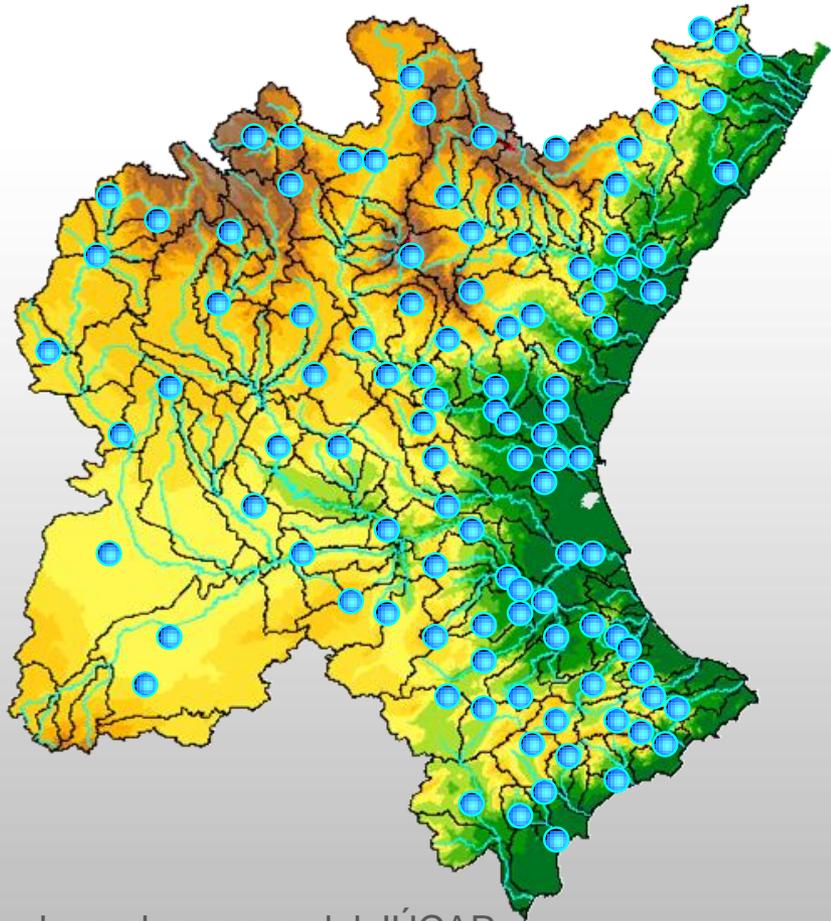
PLUVIÓMETRO



CASETA CON PLUVIÓMETRO

RED DE PLUVIÓMETROS:

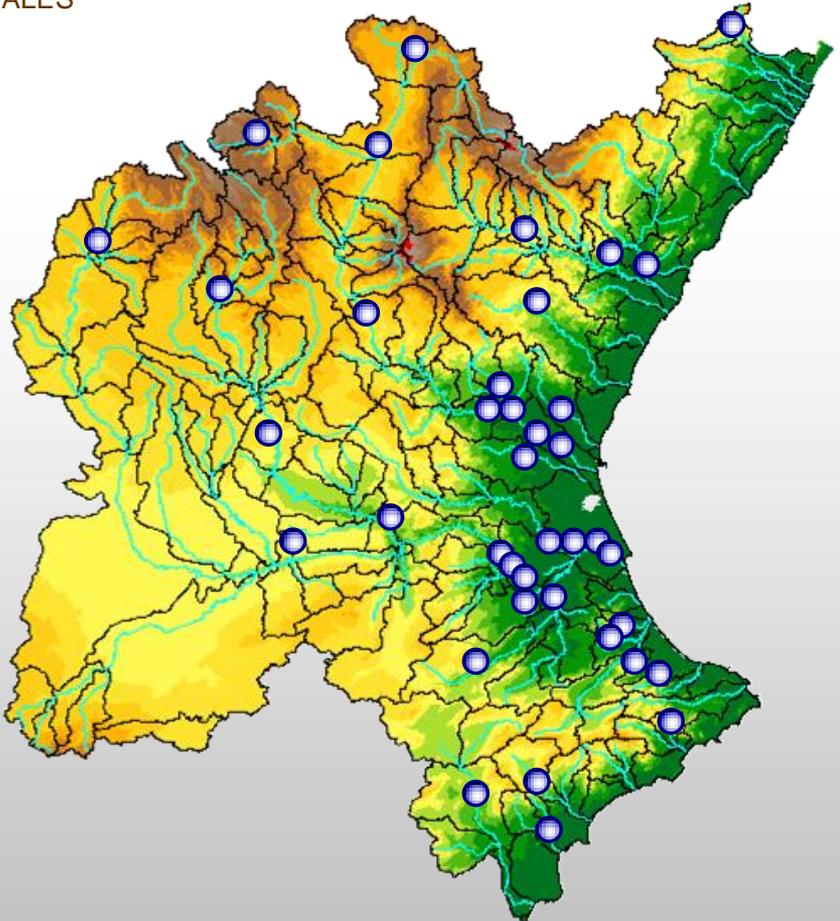
SE RECIBEN DATOS DE 180 PLUVIÓMETROS



Ejemplo, en la cuenca del JÚCAR

RED FORONÓMICA:

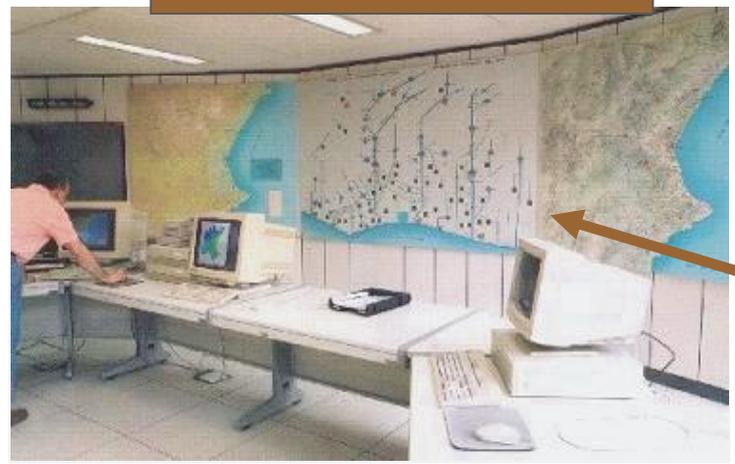
SE RECIBEN DATOS DE 50 CAUDALES EN RÍOS Y 40 CAUDALES EN CANALES



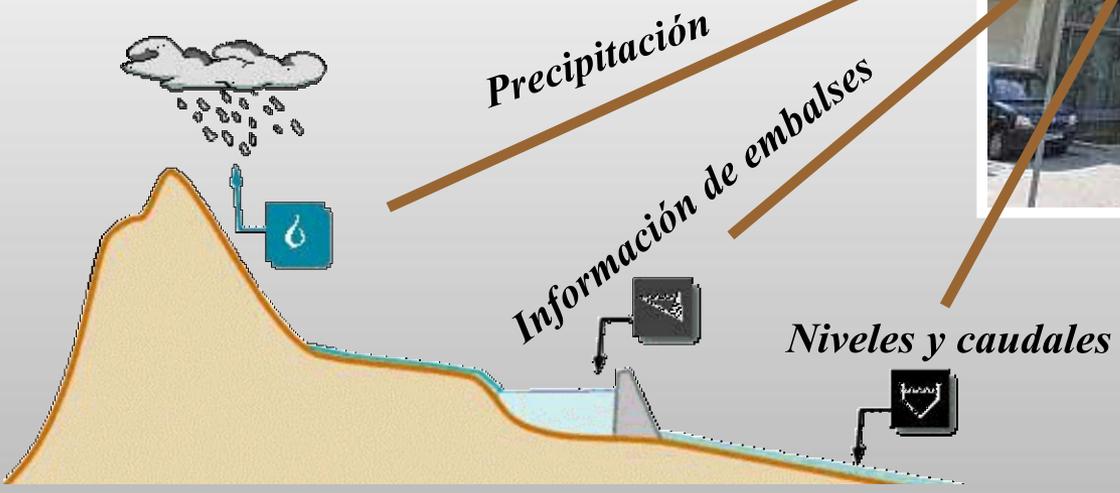
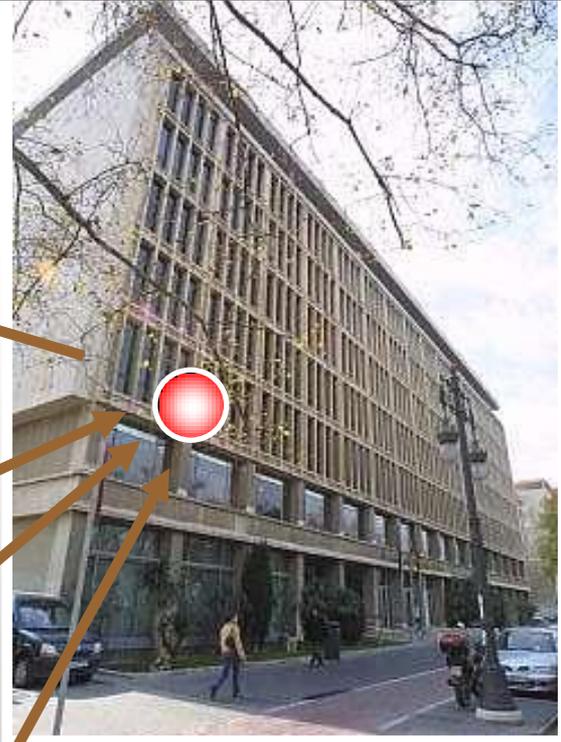
Ejemplo, en la cuenca del JÚCAR

Elementos de un sistema de monitorización hidrológica en tiempo real

CENTRO DE PROCESO DE DATOS



CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

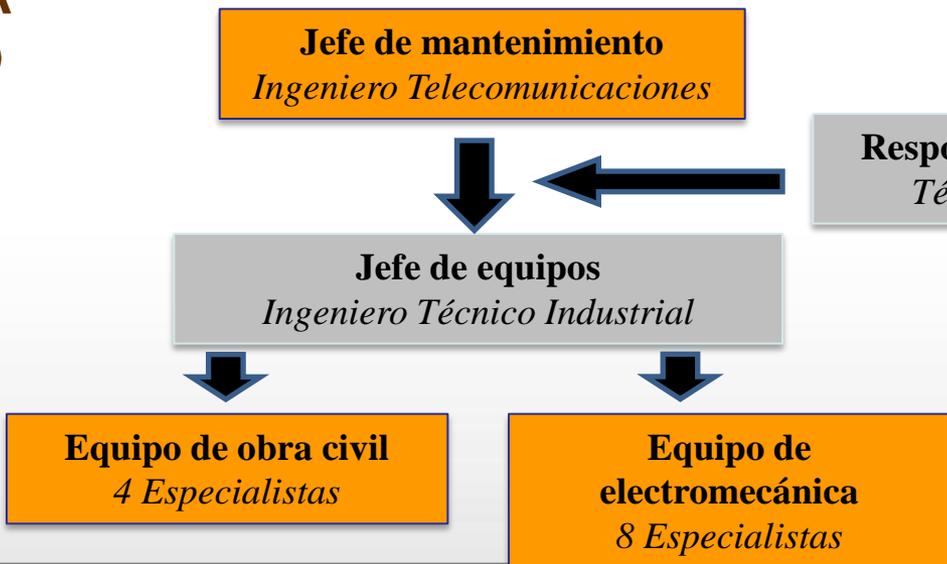


DE FORMA RESUMIDA, LOS DATOS MEDIDOS POR LOS SENSORES EN EL CAMPO, UTILIZANDO EL SISTEMA DE COMUNICACIONES MIXTO VÍA RADIO Y VÍA SATÉLITE, SE ENVÍAN AL CENTRO DE PROCESO DE DATOS DE LA CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

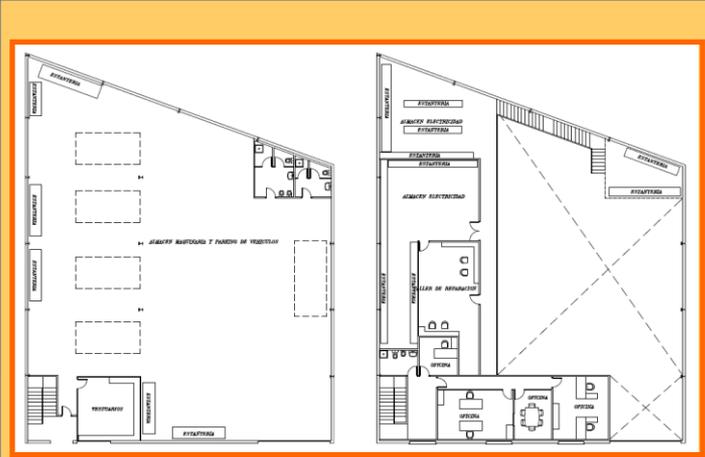
Elementos de un sistema de monitorización hidrológica en tiempo real



RECURSOS PARA MANTENIMIENTO



Responsable Laboratorio
Técnico Electrónica

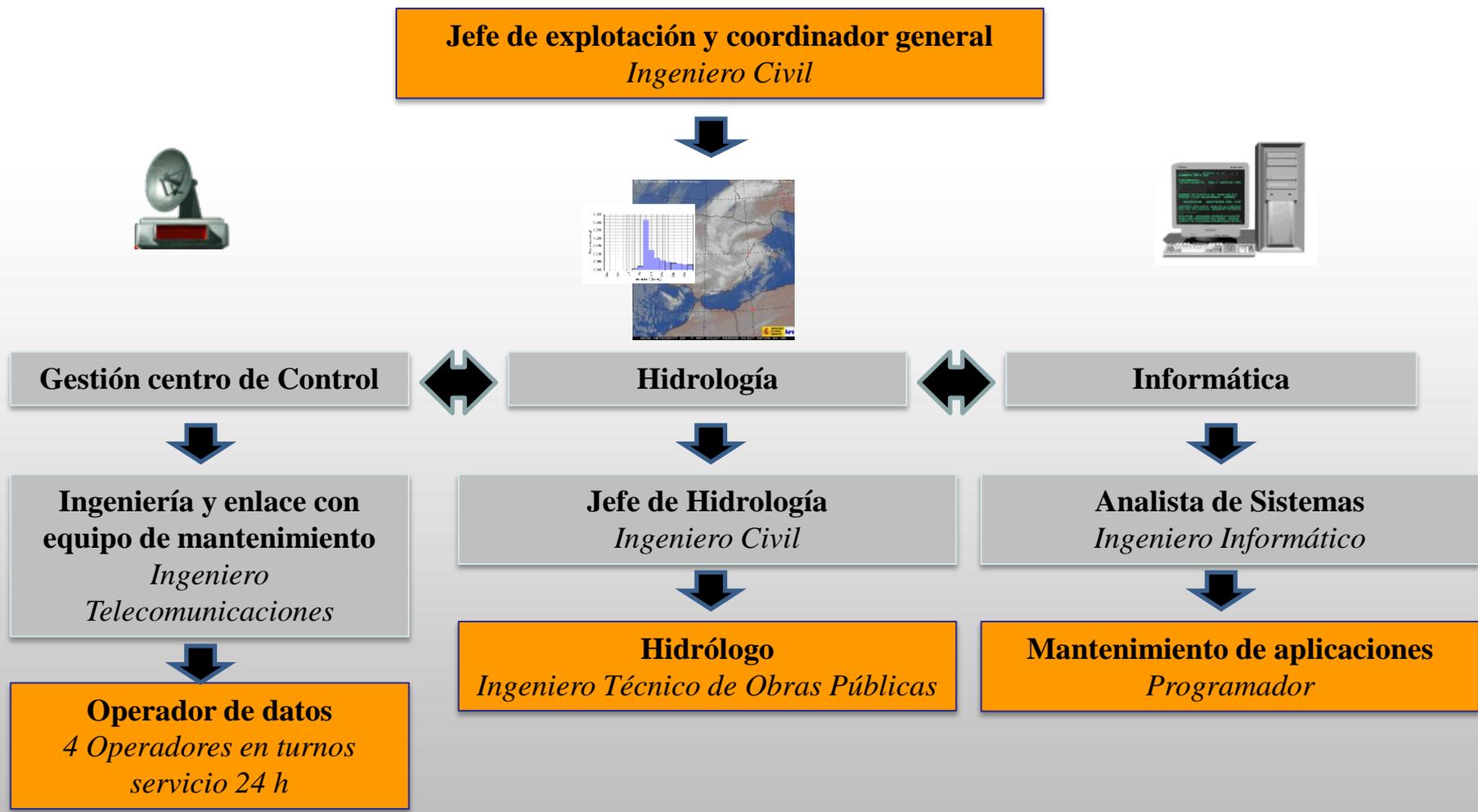


Nave de mantenimiento

- Oficinas
- Laboratorio-Taller
- Almacén
- Vehículos



RECURSOS HUMANOS PARA EXPLOTACIÓN



Elementos de un sistema de monitorización hidrológica en tiempo real



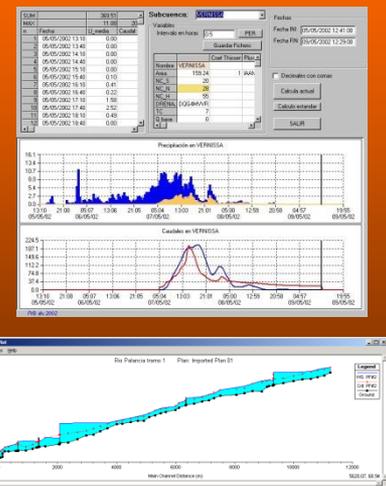
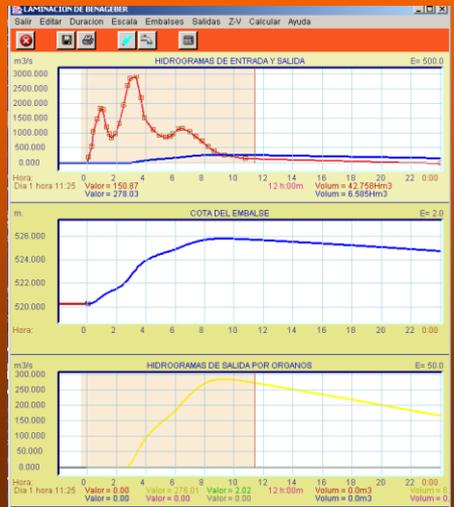
Sistema automático de alarmas.

Comprueba cada 5 minutos los datos recibidos y emite avisos.



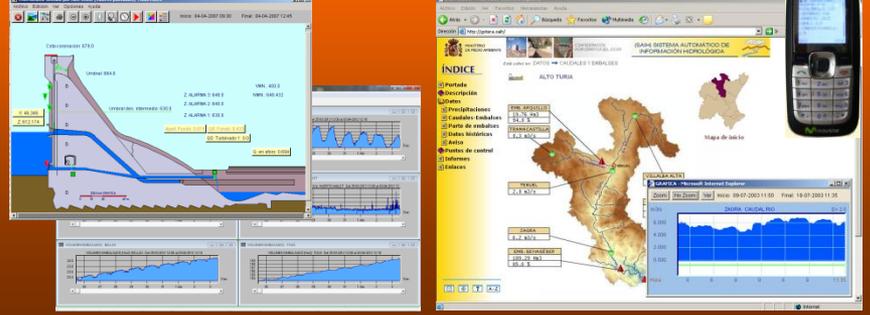
Modelos.

Se dispone de numerosos modelos de simulación de desarrollo propio y ajeno.



Software de gestión y consulta.

Incluye consultas por página web, telefonía móvil, etc.



Otras aplicaciones fundamentales del SAIH.

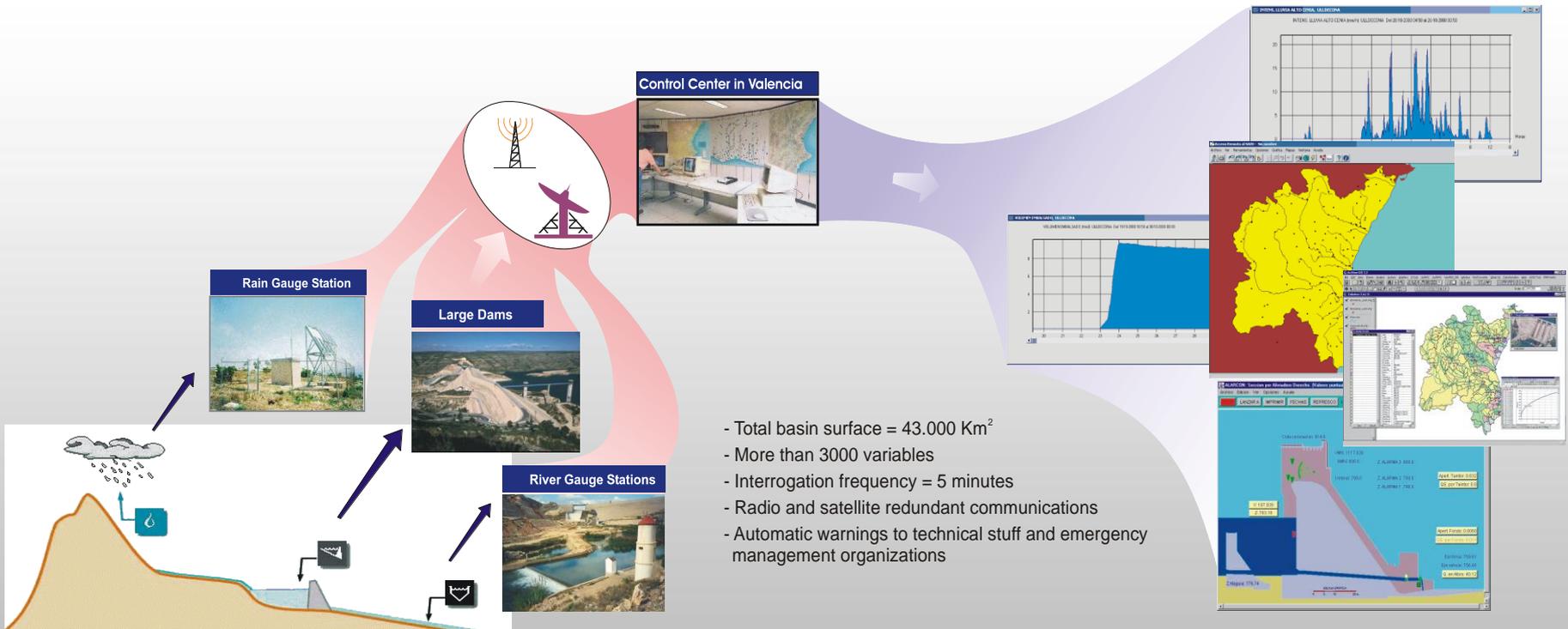
En situaciones normales, el SAIH se emplea para el seguimiento y la optimización de recursos. Se emiten informes diarios, semanales, anuales, etc.

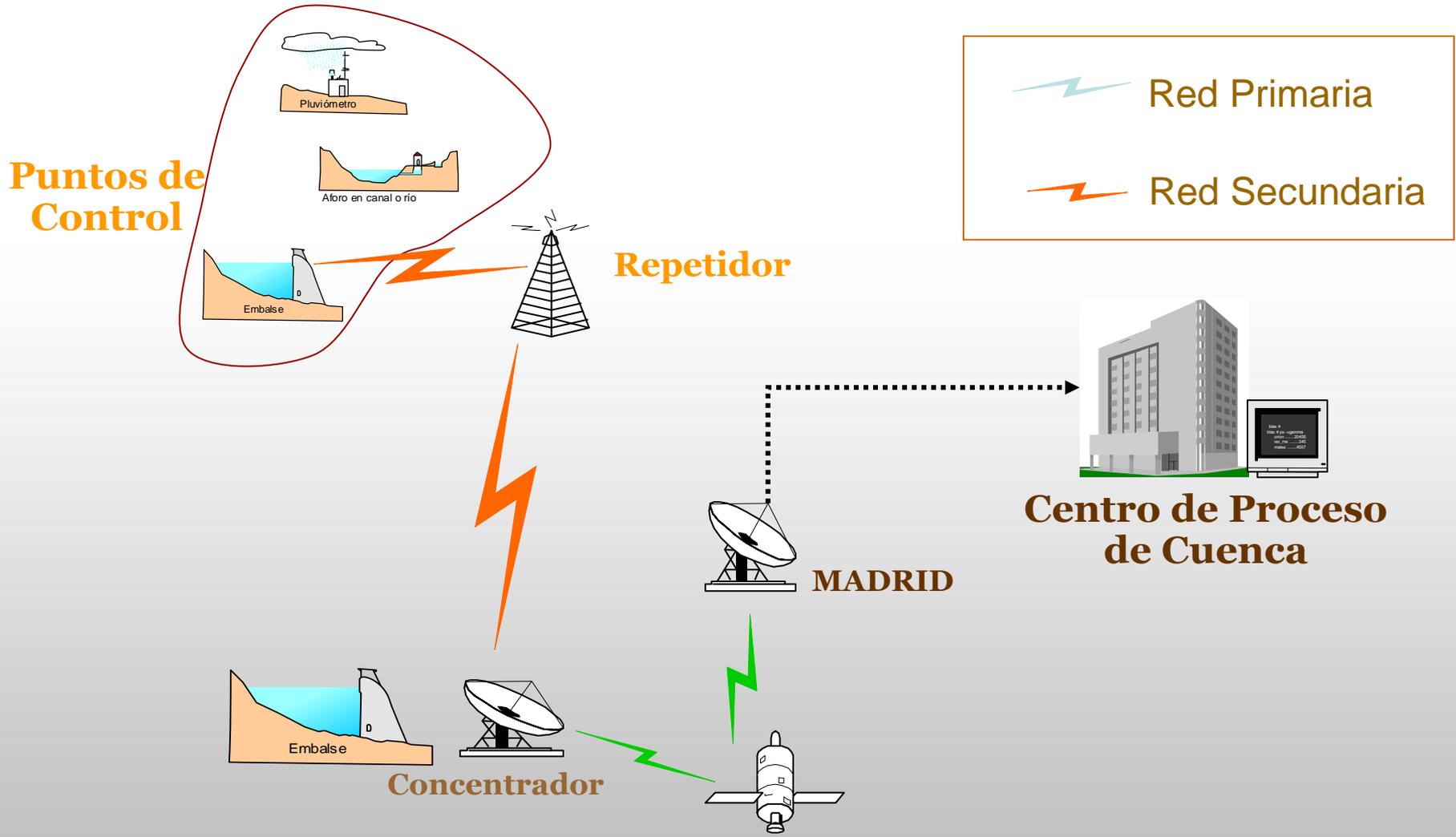


- Herramientas para la gestión de recursos hídricos y protección frente a inundaciones
- Elementos de un sistema de monitorización hidrológica en tiempo real
- **Recepción, envío y gestión de registros hidrológicos**
- Protocolos de actuación en situación de avenidas
- Sistemas de ayuda a la decisión y previsión en tiempo real



COMO EJEMPLO, EL SAH JÚCAR RECIBE DATOS EN TIEMPO REAL DE MÁS DE 1.000 VARIABLES.
CALCULA SIMULTÁNEAMENTE MÁS DE 2.000 VARIABLES.
EXISTE UNA BASE DE DATOS EN LA QUE SE ALMACENAN MÁS DE 3.000 DATOS CADA 5 MIN.
DIARIAMENTE SE ALMACENAN MÁS DE 800.000 DATOS.







Construcción de estación de aforos en el Río Turia



Instalación de una caseta para punto de control



Instalación de torre y antena para enlace de microondas



Sala de control del SAIH Júcar

- Herramientas para la gestión de recursos hídricos y protección frente a inundaciones
- Elementos de un sistema de monitorización hidrológica en tiempo real
- Recepción, envío y gestión de registros hidrológicos
- **Protocolos de actuación en situación de avenidas**
- Sistemas de ayuda a la decisión y previsión en tiempo real



Cuestiones clave a considerar:

- **CUÁNDO** ha de iniciarse la difusión de información relativa a una crecida
- **A QUIÉN** deben facilitarse estos datos
- **CÓMO** han de transmitirse
- **QUÉ** debe comunicarse
- **DURANTE** qué período de tiempo
- **PERIODICIDAD** y **EVENTUALIDAD** de los comunicados

EXISTE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE ALARMAS EN FUNCIÓN DE UNOS UMBRALES DE LLUVIAS, NIVELES O CAUDALES, QUE AVISA A LOS RESPONSABLES:

SAIH

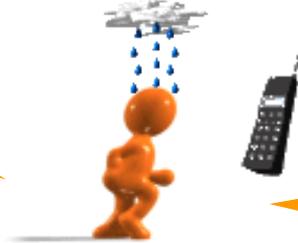


SISTEMA AUTOMÁTICO DE REENVÍO DE ALARMAS

INFORMACIÓN EXTERNA



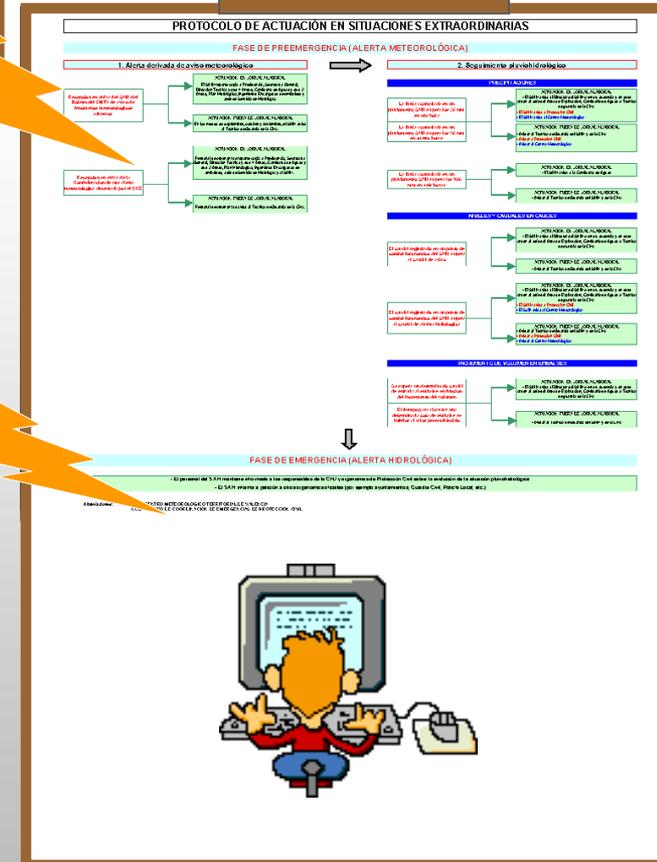
TÉCNICO DE GUARDIA



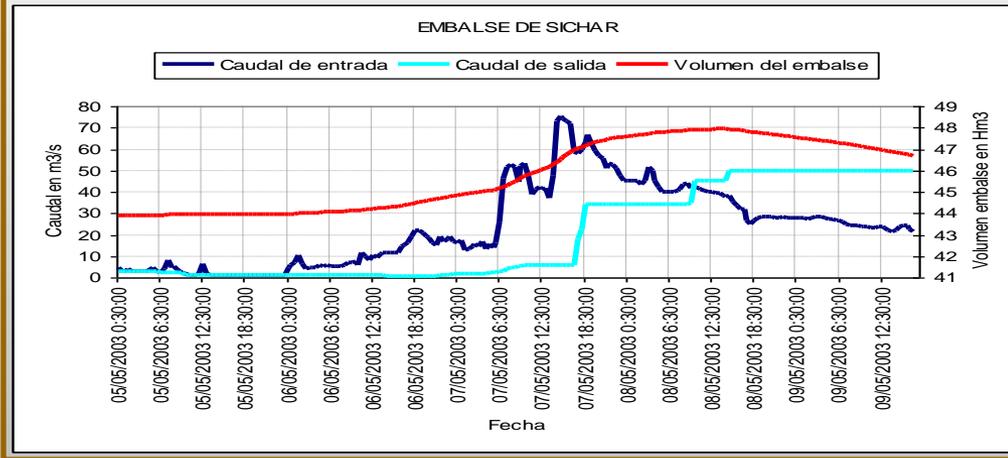
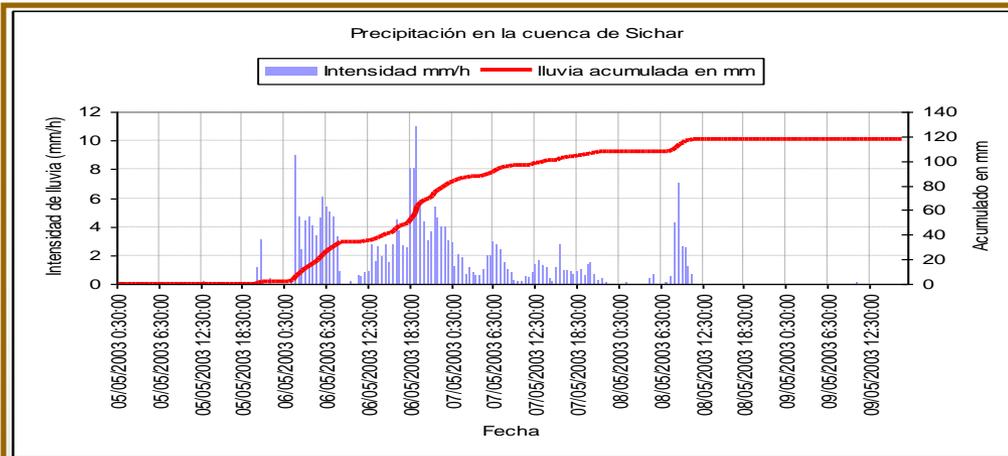
ORGANISMOS DE PROTECCIÓN CIVIL



ACTIVACIÓN DEL PROTOCOLO



VIGILANCIA EN TIEMPO REAL



- Herramientas para la gestión de recursos hídricos y protección frente a inundaciones
- Elementos de un sistema de monitorización hidrológica en tiempo real
- Recepción, envío y gestión de registros hidrológicos
- Protocolos de actuación en situación de avenidas
- **Sistemas de ayuda a la decisión y previsión en tiempo real**



El SAD se define como un conjunto de modelos y herramientas informáticas diseñadas para **simular en tiempo real el comportamiento hidrológico actual y futuro de la cuenca**

OBJETIVOS DEL SAD

Dar apoyo en la gestión de las presas en situación de avenida (↑ laminación)

Adelantar lo máximo posible los avisos a Protección Civil en caso de avenida

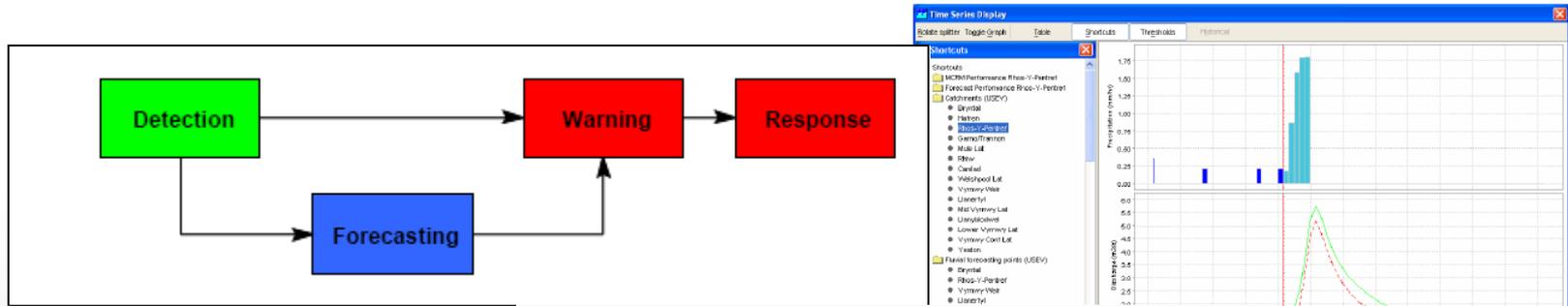


REDUCCIÓN DE LA PELIGROSIDAD



REDUCCIÓN DE LAS CONSECUENCIAS

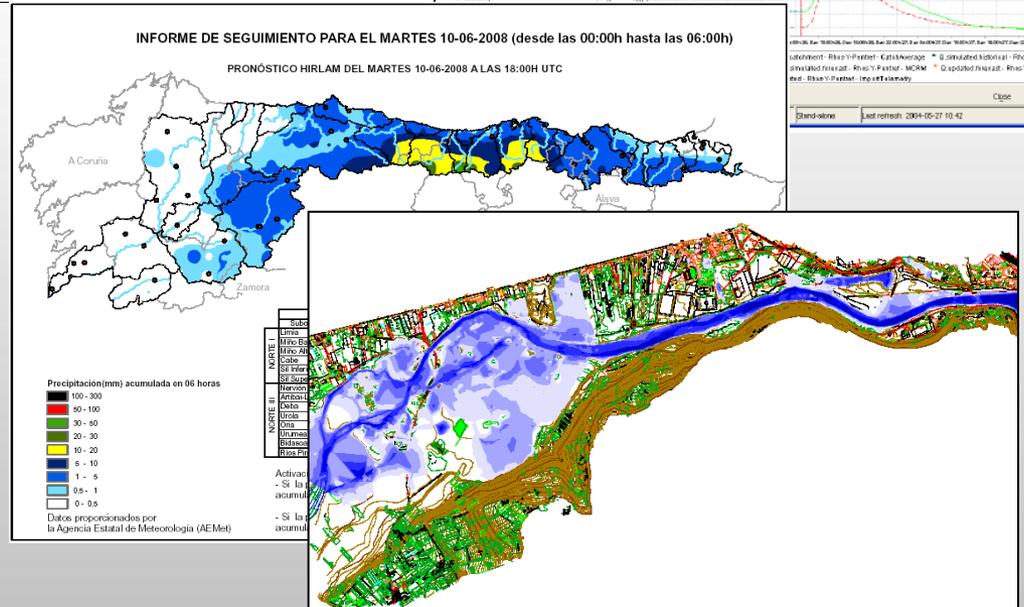
Sistemas de ayuda a la decisión – Sistemas de alerta temprana



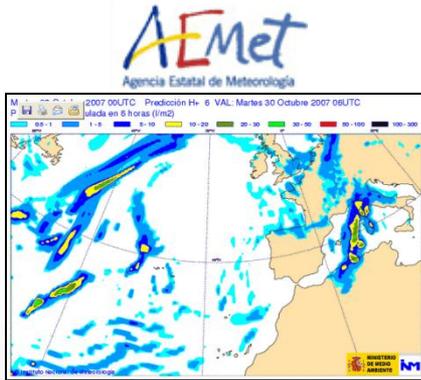
Diseño y configuración SAD-SAT Modelos hidrológicos e hidráulicos Integración de información:

- Monitorización en tiempo real
- Radar y satélites meteorológicos
- Modelos meteorológicos
- Gestión de explotación embalses
- Modelos hidrológicos
- Modelos hidráulicos
- Pronósticos de niveles y caudales

➔ ➔ ➔ Toma de decisiones



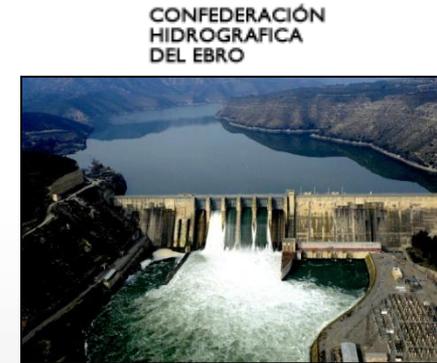
Sistema de Ayuda a la Decisión de la Cuenca del Ebro



Previsiones meteorológicas del modelo HIRLAM



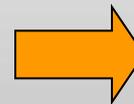
Datos hidrológicos en tiempo real



Maniobras de vertido previstas en embalses

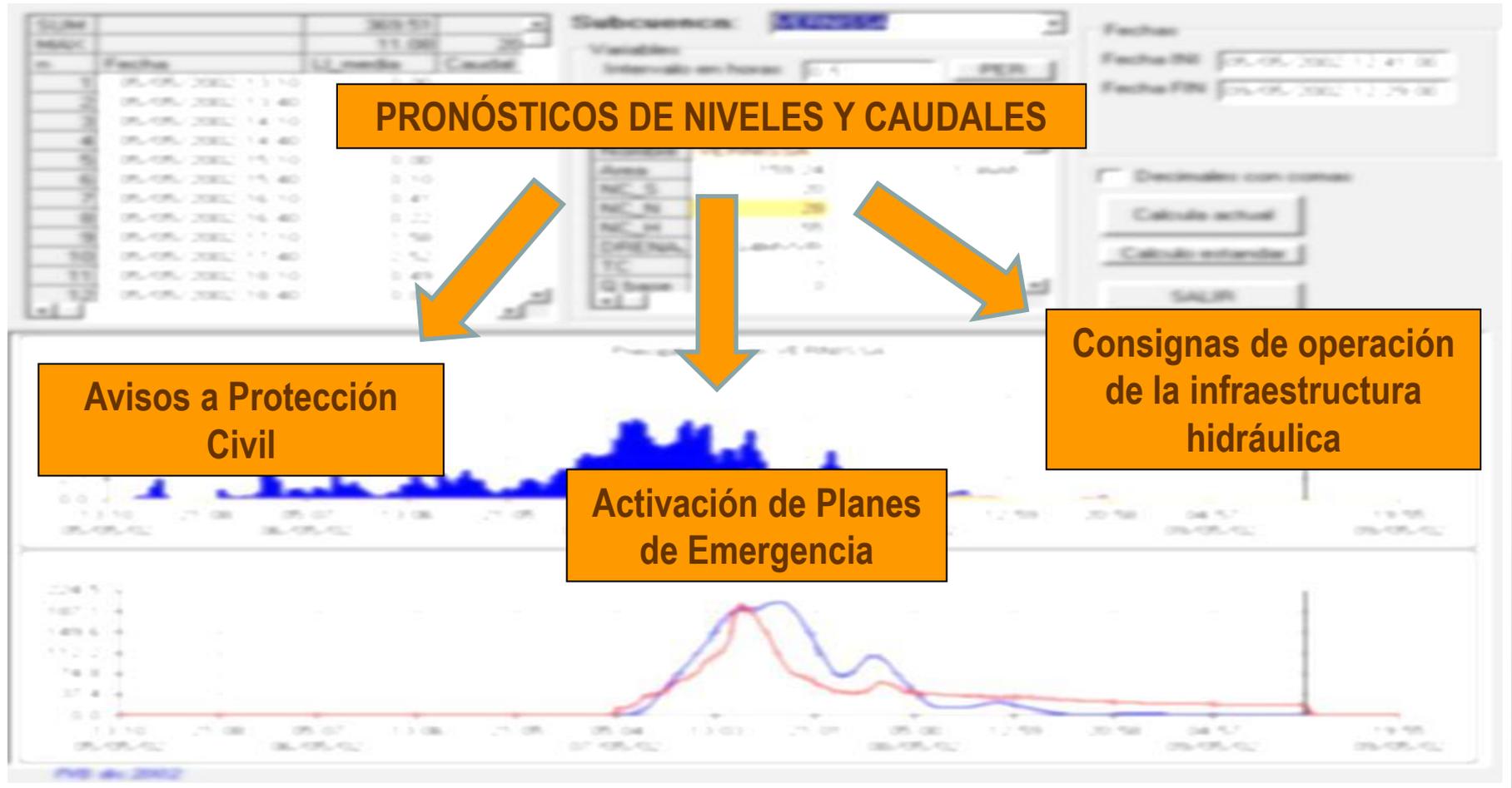


Funcionamiento: Entradas y Salidas al SAD

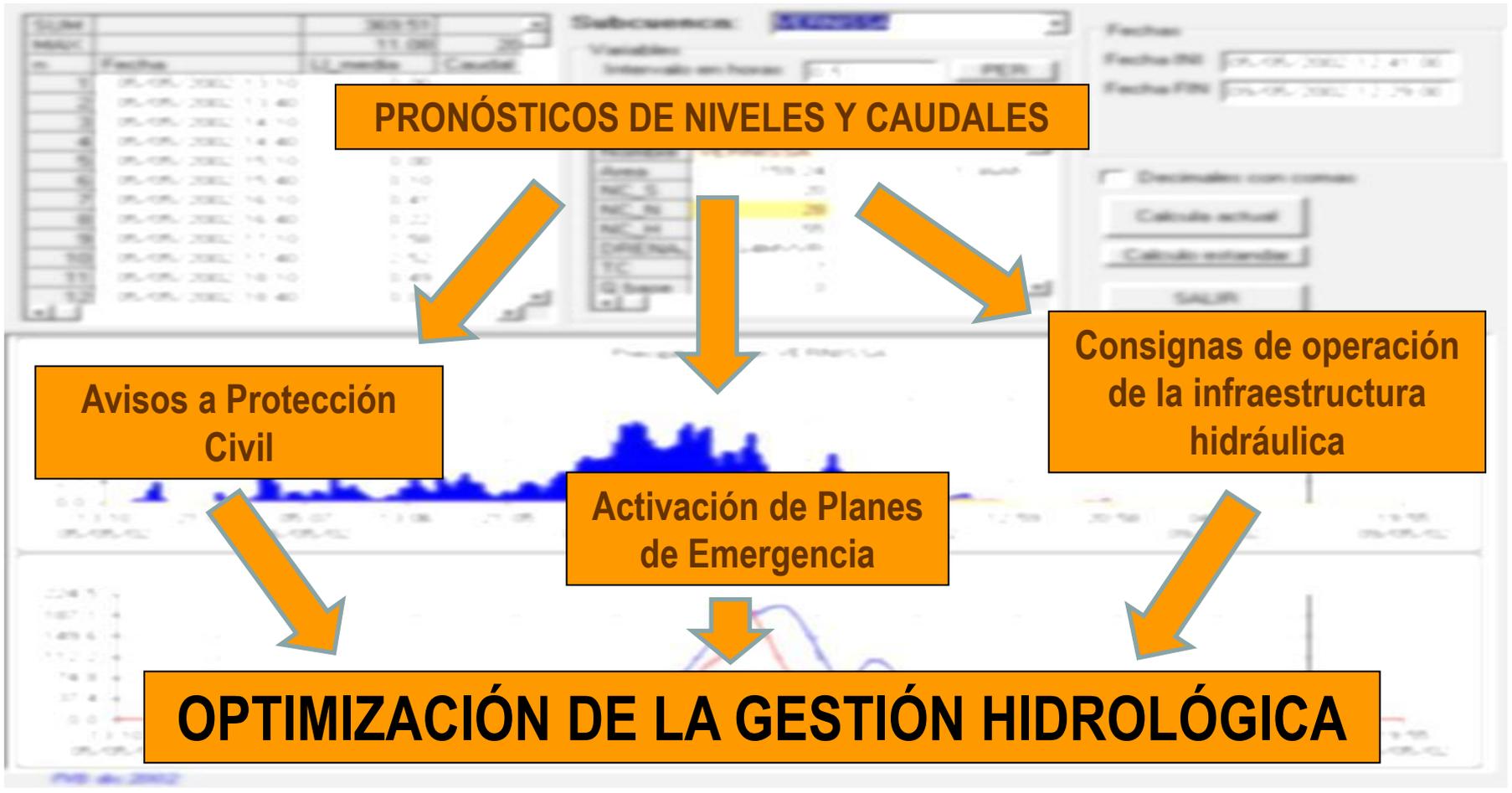


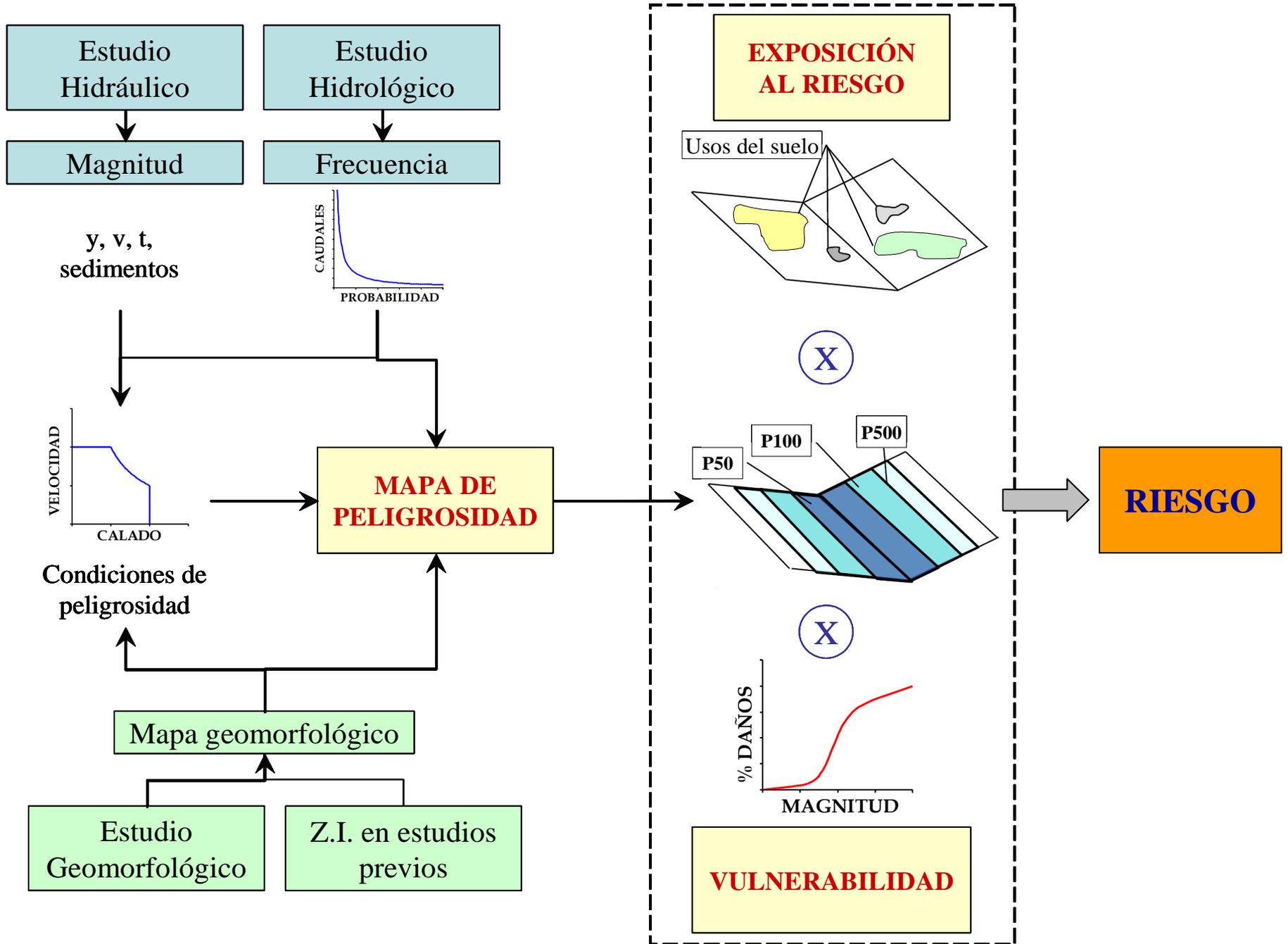
Caudales previstos en la Cuenca del Ebro (www.chebro.es)

Sistemas de ayuda a la decisión – Sistemas de alerta temprana



Sistemas de ayuda a la decisión – Sistemas de alerta temprana

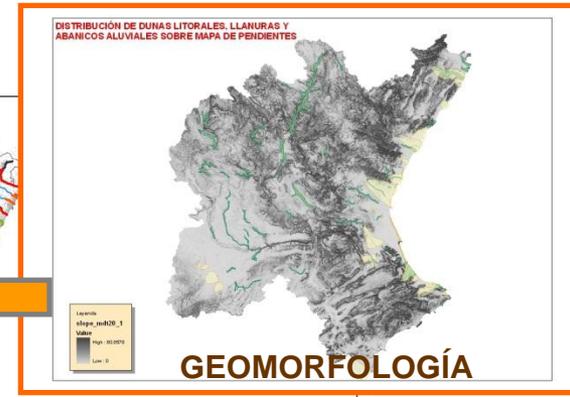
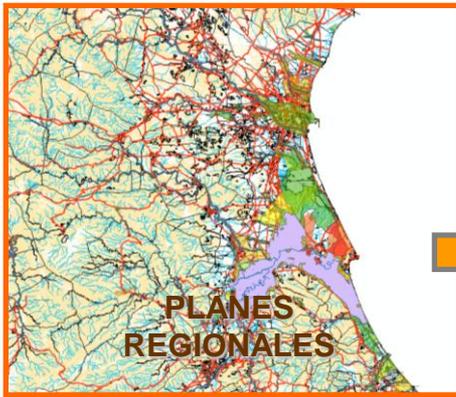
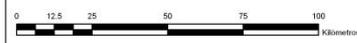




Como complemento imprescindible para la toma de decisiones en situaciones de avenida, se ha desarrollado el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables en las cuencas españolas. Para ello se ha elaborado una metodología que incluye las fases iniciales de **EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RIESGO DE INUNDACIÓN (EPRI)** y la **ELABORACIÓN DE LOS MAPAS DE PELIGROSIDAD**.



ÁREAS PRESELECCIONADAS

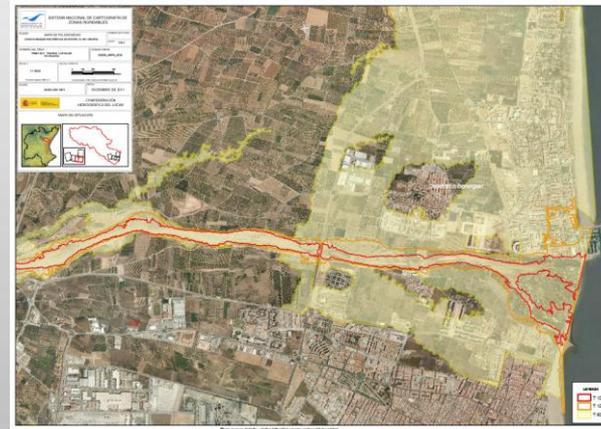
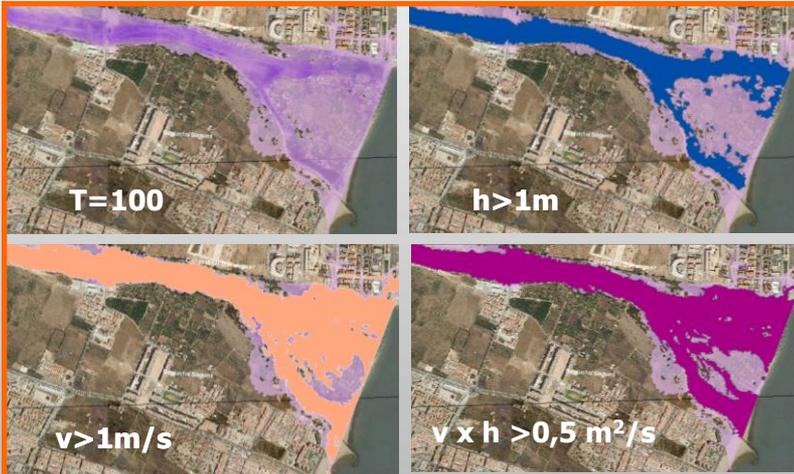
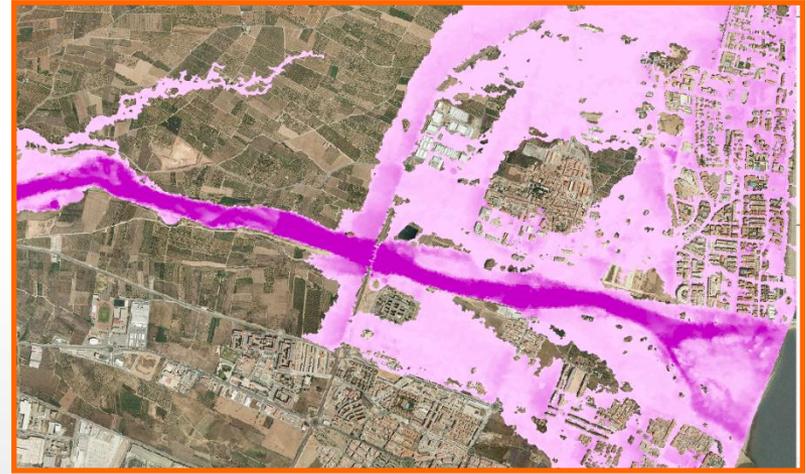
ZONA	Nº DE TRAMOS	LONGITUD (km)
CENIA-MAESTRAZGO	32	131,7
MIJARES-PLANA DE CASTELLÓN	60	238,8
PALANCIA -LOS VALLES	27	96,1
TURIA	64	540,7
JÚCAR	220	1.490,5
SERPIS	28	161,8
MARINA ALTA	33	137,9
MARINA BAJA	15	30,5
VINALOPÓ ALACANTÍ	45	214,8
SUMA	524	3.042,8

DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO



ZONA DE FLUJO PREFERENTE

ZONAS INUNDABLES PARA 10, 25, 50, 100 Y 500 AÑOS, INCLUYENDO CALADOS Y VELOCIDADES



La elaboración de estos mapas se ha desarrollado utilizando cartografía LIDAR de 0,5 pts./m² y modelos hidráulicos bidimensionales en miles de km de cauces.

MUCHAS GRACIAS

Manuel G. de Membrillera Ortuño
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

megomezdemembrillera@ofiteco.com
www.damsafety.com
www.ofiteco.com



Director de Operaciones (COO)



*Profesor Asociado, E.T.S.I.C.C. y P.
Depto. de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente*



Vocal Colaborador (COMITÉ NACIONAL ESPAÑOL DE GRANDES PRESAS)



Comisión de Obras Hidráulicas (ASOCIACIÓN NACIONAL DE AUSCULTACIÓN Y SISTEMAS DE GESTIÓN TÉCNICA DE INFRAESTRUCTURAS)