

Planificación y Gestión de sistemas hidráulicos mediante modelos de simulación: asignación del agua disponible

Panorámica del problema

Dr. Luis López

Objetivo

➤ Hay que usar instrumentos adecuados para analizar sistemas hidráulicos complejos: los modelos de simulación

➤ Hay que manejar cuatro tipos de elementos y sus relaciones:

- Recursos naturales (oferta de agua)
- Demandas de agua
- Infraestructuras de almacenamiento y transporte
- Régimen (o normas) de explotación

Sistemas Hidráulicos: conceptos

- Se manejan cuatro componentes básicos
 - ❑ Oferta: agua disponible para la gestión del sistema
 - ✓ Principalmente caudales naturales previsibles en ríos
 - ✓ Recursos subterráneos no incluidos en los superficiales
 - ✓ Desaladoras, trasvases de otros sistemas
 - ✓ Reutilización: no es un recurso sino resultado de la gestión
 - ❑ Demandas: consuntivas y no consuntivas
 - ❑ Infraestructura:
 - ✓ Reservorios para regular
 - ✓ Conducciones para transportar los recursos a las demandas
 - ❑ Normas de explotación: reglas que resuelven los conflictos entre demandas y reservorios

Datos

➤ Recursos:

- Estudios hidrológicos que producen series históricas de aportaciones naturales válidas hasta la realización de nuevos estudios
 - ✓ Se requiere un estudio porque los caudales naturales no son medibles
 - ✓ Se usan modelos que reproducen el caudal a partir de la lluvia, que permiten comprender la hidrología de la cuenca: deben ajustarse con valores medidos, previa restitución al régimen natural
 - ✓ Reproducen todos los procesos del ciclo hidrológico y permiten cuantificar cada componente
 - ✓ Una vez ajustados, se generan las series de caudales naturales producidas por las precipitaciones históricas
- Se pueden crear variantes de la serie histórica para analizar la influencia del cambio climático

Datos

➤ Demandas:

- ❑ Se estiman con inventarios sobre la situación actual y previsiones de futuro.
- ❑ Los análisis teóricos de consumo de riegos o urbanos no son realistas. Los usuarios utilizan todo el agua a su disposición (licencia o más)
- ❑ Hay que considerar siempre los caudales ecológicos

➤ Infraestructura: datos fáciles de obtener, capacidades de embalses y canales

➤ Normas de explotación: complicadas y necesarias

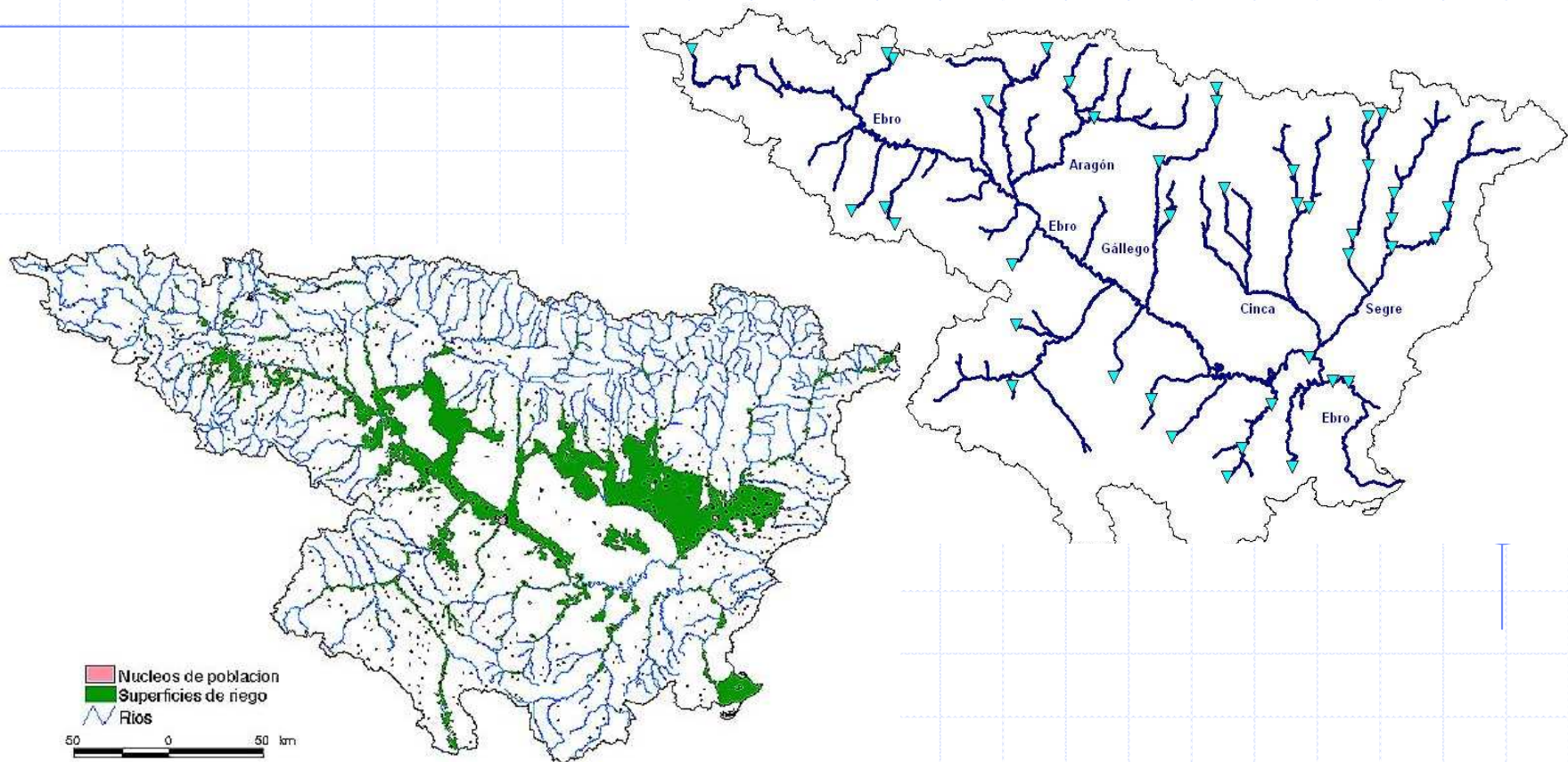
- ❑ Prioridades entre demandas
- ❑ Prioridades entre reservorios y reservorios/demandas

Características de los componentes básicos de los sistemas (2)

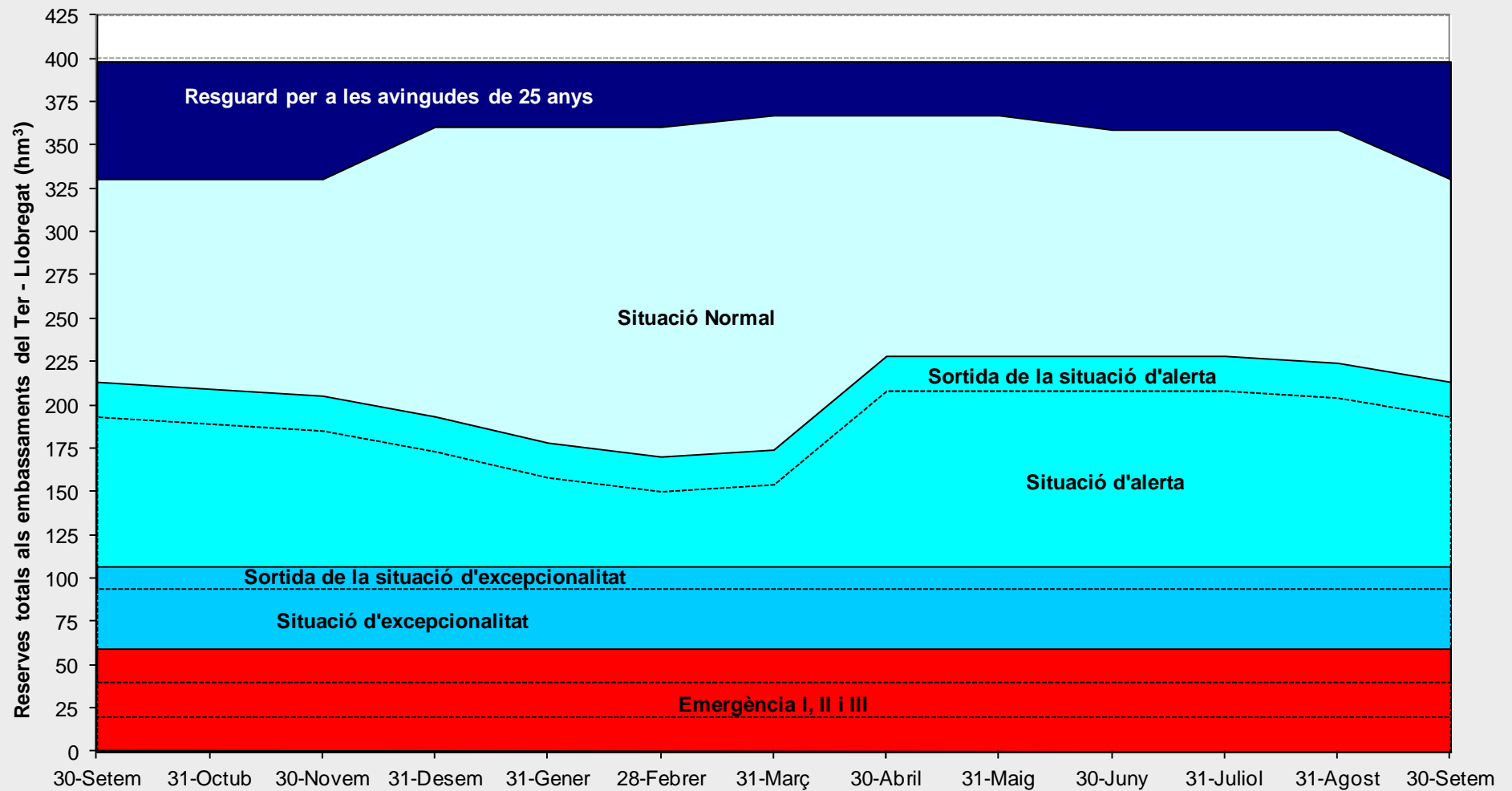
- Se plantea dónde y cuándo se capta el agua frente a dónde y cuándo se necesita
- La oferta de agua se distribuye irregularmente. Se concentra en:
 - ❑ En el espacio, en su mayoría en los tramos altos de los ríos
 - ❑ En el tiempo en los meses y años húmedos
- Las necesidades de agua (demandas) se distribuyen irregularmente. Se concentran en:
 - ❑ En el espacio, en su mayoría en los valles y cuencas bajas
 - ❑ En el tiempo en los meses y años secos y cálidos (riegos)

Características de los componentes básicos de los sistemas (1)

- Las demandas requieren canales llevar el agua de los reservorios que están en cabecera



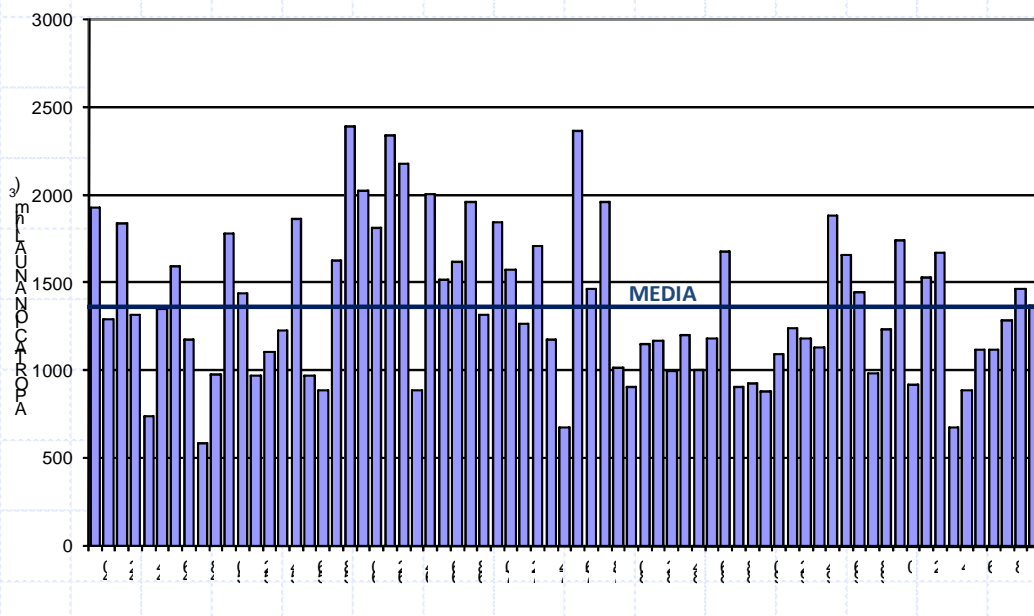
Característiques de los componentes básicos de los sistemas (3)



Dificultades del análisis (1)

➤ Los balances medios inducen a error. En el caso mostrado:

- ❑ Los recursos medios son de 1400 hm³/a
- ❑ Las demandas anuales de 1050 hm³/a
- ❑ Puede parecer que sobra agua, pero:



- ✓ El 30% de los años los recursos son menores que las demandas
- ✓ El 7% tienen recursos menores del 50% de la media
- ✓ Hay que usar las reservas embalsadas para cubrir los años malos

Dificultades del análisis (2)

➤ Se necesita un análisis más detallado que:

- ❑ Haga balances mensuales y anuales para tener en cuenta la capacidad de regulación de los reservorios
- ❑ Considere las prioridades entre demandas
- ❑ Tenga en cuenta la reutilización (retorno) del agua servida

◆ El instrumento adecuado es un modelo de simulación de la explotación mensual del sistema

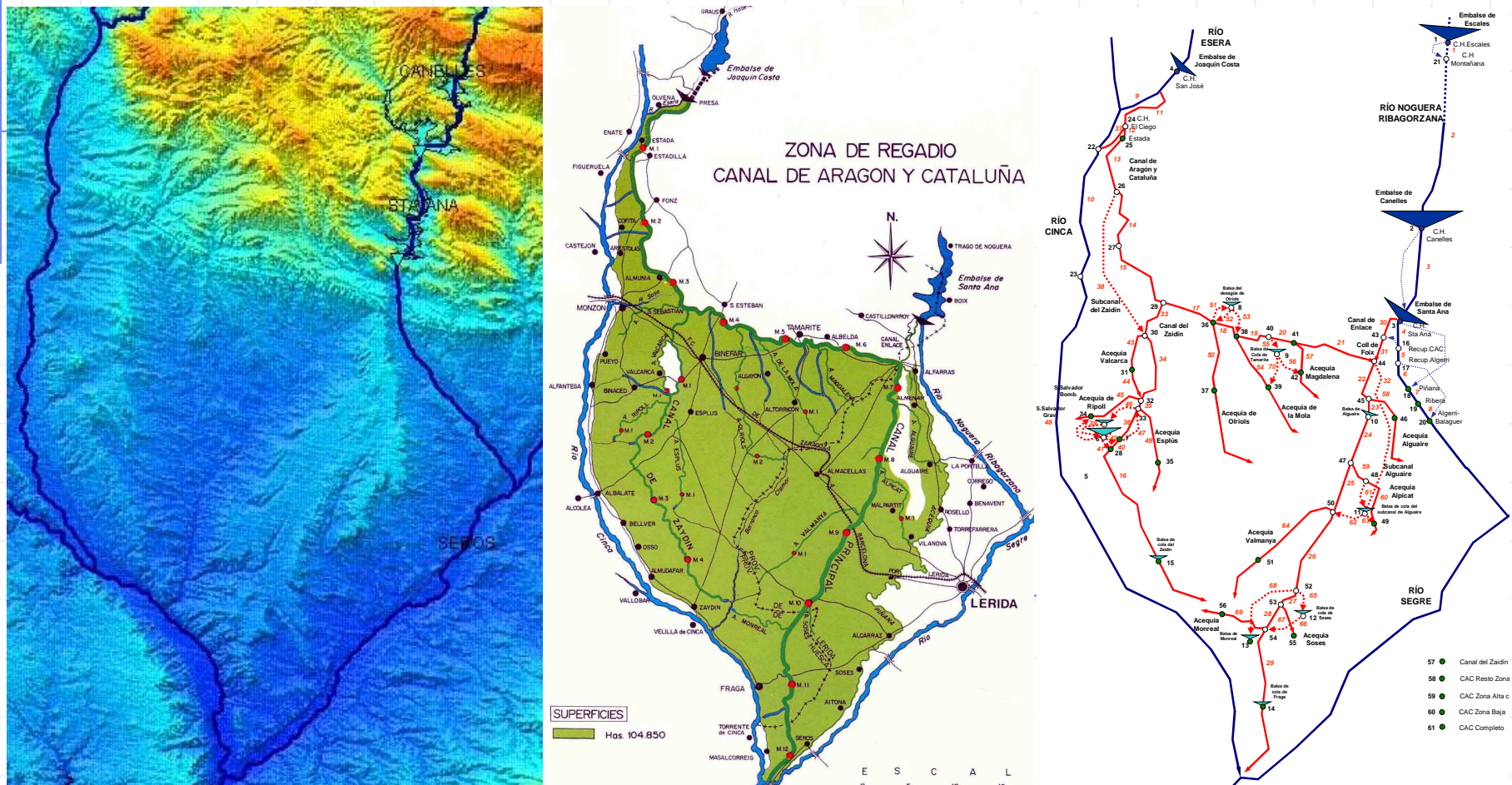
- ❑ Los resultados son las series mensuales de reservas embalsadas, demandas servidas y caudales circulantes por todo el sistema
- ❑ Se analizan en términos de garantía de servicio, déficits, reservas embalsadas y producción hidroeléctrica

Características de los modelos de simulación

- Son instrumentos flexibles que simulan alternativas fácilmente
- Internamente usan métodos numéricos complejos, pero sus resultados son transparentes: balance de volúmenes
- Puede manejarlos cualquier técnico con experiencia en sistemas hidráulicos
- Se pueden desarrollar aplicaciones informáticas que faciliten su manejo
- Han demostrado su utilidad como base para negociación entre los usuarios

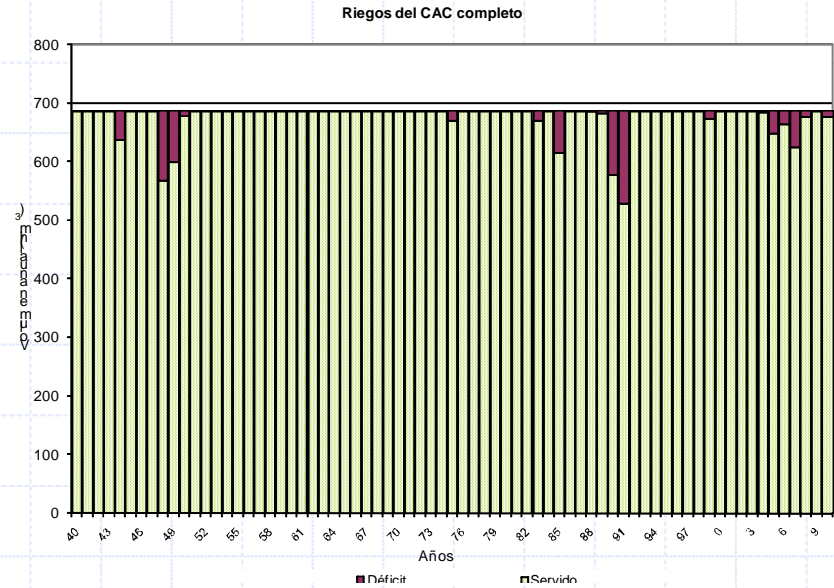
Ejemplo de modelo del sistema del Canal de Aragón y Cataluña

➤ A la derecha se presenta el esquema del modelo de la zona regable del Canal de Aragón y Cataluña (izquierda y centro)

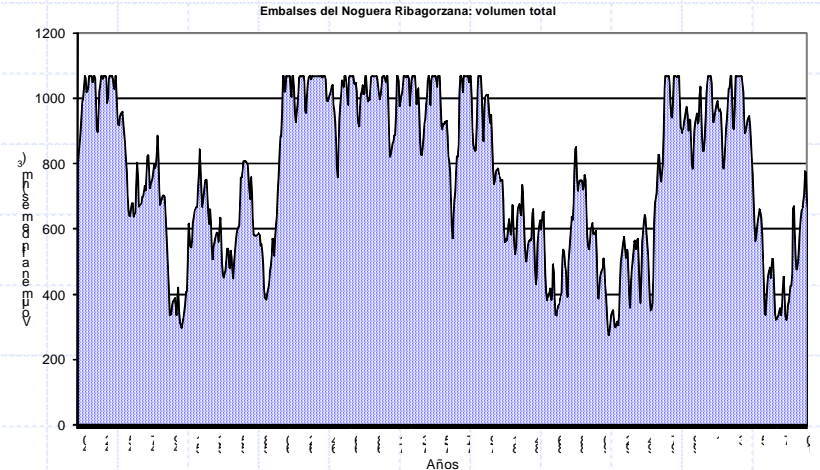
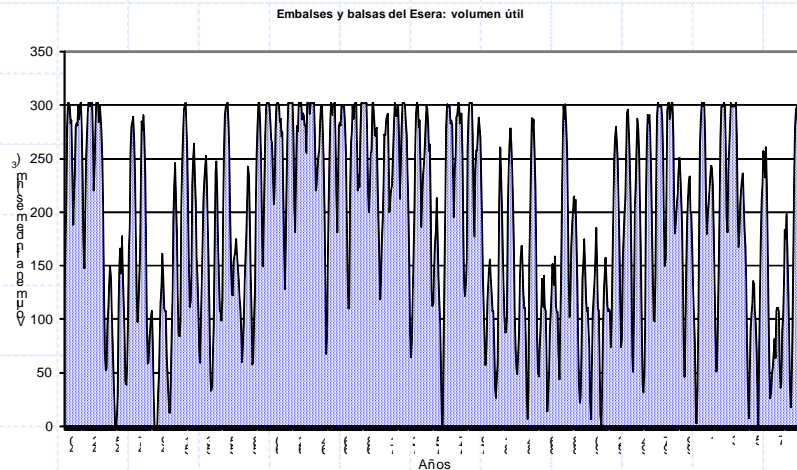


Ejemplo de resultados

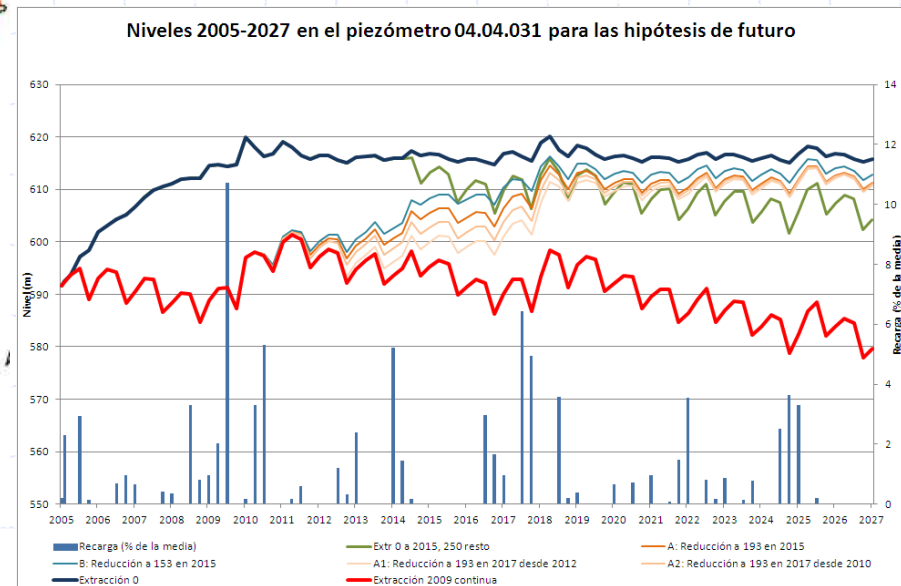
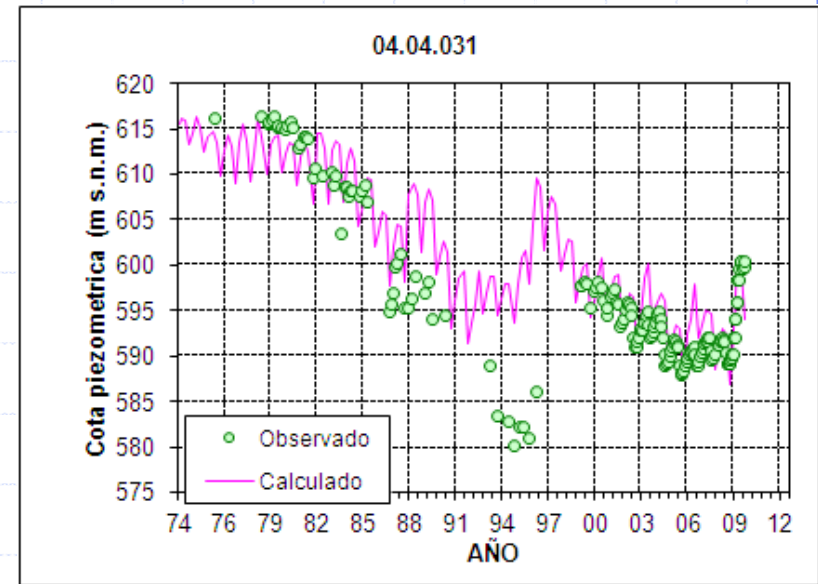
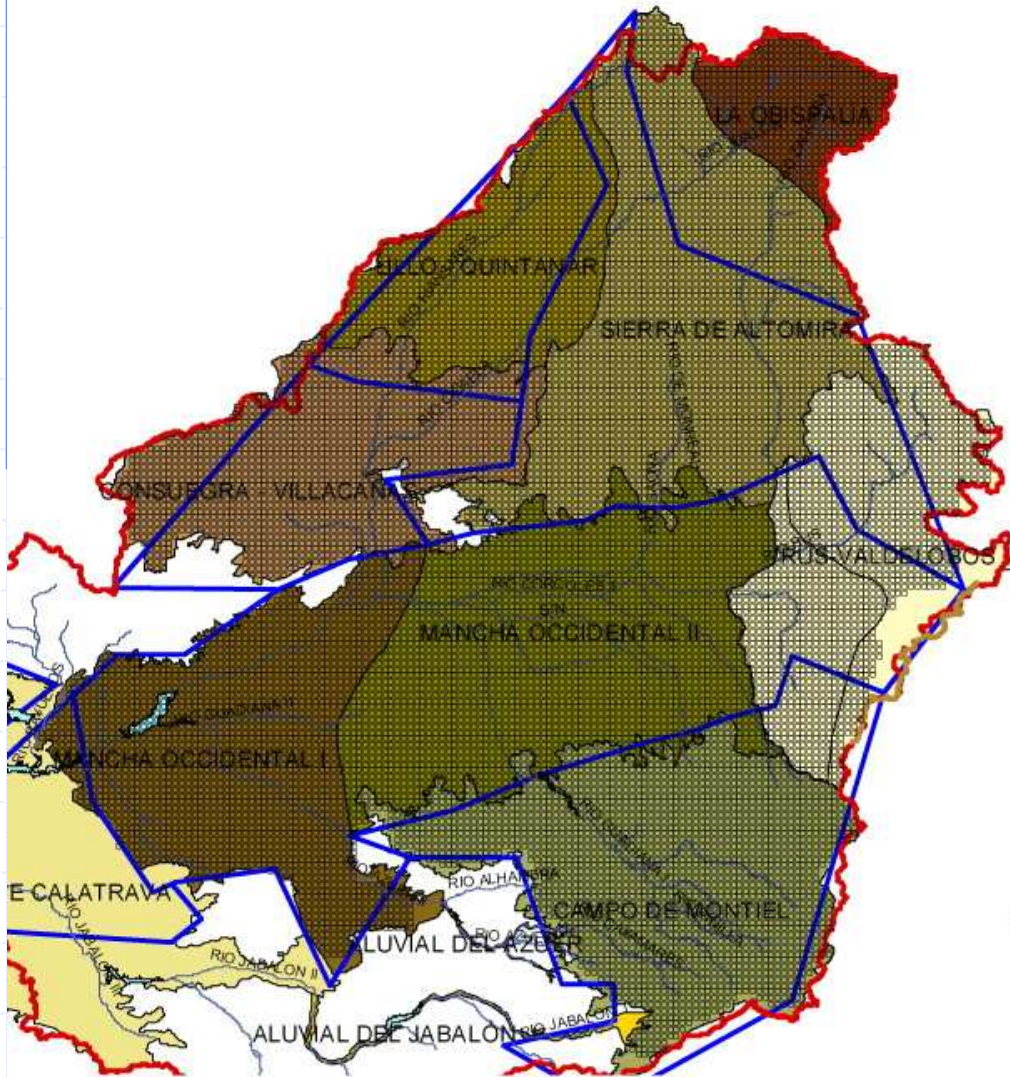
Gráfico de demanda servida anual (déficit en rojo)



Gráficos mensuales de reservas embalsadas:
Embalses Esera (regul. anual) Embalses N. Ribagorzana (regul. hiperanual)



Ejemplo de modelo de flujo subterráneo: La Mancha





**Muchas gracias por su
atención**