

APÉNDICES

Apéndice I. Descripción del modelo utilizado

Apéndice II. Series por subzona

Apéndice III. Series de aportaciones por masa de agua superficial

APÉNDICE I. DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO

APÉNDICE I. DESCRIPCIÓN DEL MODELO UTILIZADO.**Resumen**

El modelo de simulación de aportaciones mensuales SIMPA (Cabezas et al., 2000; Ruiz, 2000; Estrela y Quintas, 1996) es un modelo de precipitación-escorrentía que reproduce los procesos esenciales de transporte de agua que tienen lugar en las diferentes fases del ciclo hidrológico. Es un modelo hidrológico conceptual y cuasidistribuido que permite obtener caudales medios mensuales en régimen natural en puntos de la red hidrográfica de una cuenca.

En cada una de las celdas en que se discretiza el territorio plantea el principio de continuidad y leyes de reparto y transferencia entre los distintos almacenamientos. La resolución temporal que utiliza es el mes, por lo que puede obviarse la simulación de un gran número de almacenamientos intermedios y la propagación del flujo en la cuenca.

La información de partida del modelo está constituida por los datos de precipitaciones y temperaturas mensuales en las estaciones meteorológicas y los datos de caudales históricos en los puntos de contraste. Toda esta información se gestiona en la base de datos HIDRO (Quintas, 1996) del Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX.

Descripción del modelo SIMPA

Se trata de una aplicación informática desarrollada por el CEDEX como sistema integrado para la modelación hidrológica distribuida integrándose en un sistema de información geográfica (GRASS). Se aplica en la simulación mensual y anual precipitación-aportación aplicable a grandes cuencas, incluso a todo el territorio nacional. Se aplica también en la simulación de crecidas.

SIMPA es un sistema para gestionar y analizar la información temporal y espacial procedente de la Base de Datos del CEDEX y donde se integran las aplicaciones hidrológicas desarrolladas en este Organismo para simular diferentes procesos del ciclo hidrológico relacionados con los recursos hídricos, las crecidas o la calidad de las aguas.

El Sistema Integrado de Precipitación Aportación (SIMPA) comenzó a desarrollarse a mediados de los años 90 por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX y diversas universidades colaboradoras. Un papel preferente desde el principio del proyecto fueron las investigaciones sobre simulación hidrológica distribuida de aportaciones. El fruto de aquel esfuerzo ha quedado recogido en la tesis doctoral titulada Desarrollo de un Modelo Hidrológico Distribuido de Simulación Continua Integrado con un Sistema de Información Geográfica presentada en la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Valencia. Desde este primer proyecto se han ido incorporando nuevos módulos, bien desarrollados en el propio CEDEX o bien obtenidos mediante convenios de colaboración con el Departamento de Ingeniería Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia.

Utiliza el Sistema de Información Geográfica GRASS (<http://grass.itc.it/>) para gestionar los datos espaciales y como soporte de los modelos distribuidos implementados. GRASS fue desarrollado inicialmente por el U.S. Army CERL y actualmente lo mantiene y desarrolla una comunidad de usuarios desde diferentes países.

El sistema operativo utilizado para implementar el modelo es Red Hat 9 Linux y la interfaz gráfica del mismo se ha desarrollado con Tcl/Tk. Además, la programación de los diferentes módulos se ha realizado en los lenguajes Fortran y C, utilizando también los comandos del sistema operativo y los comandos del GIS GRASS en programas shell scripts.

Los menús implementados en SIMPA permiten acceder a:

- VISUALIZACIÓN DE CAPAS DE INFORMACIÓN, para superponer y visualizar mapas matriciales y vectoriales, hacer zooms, visualizar resultados de calibración, etc.
- ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES, para el análisis de la información contenida en los ficheros de datos meteorológicos e hidrológicos.
- ANÁLISIS PARAMÉTRICO Y GEOMORFOLÓGICO
 - *Análisis paramétrico*, permite combinar capas de información para la obtención de parámetros de los que dependen los modelos hidrológicos.

- *Análisis geomorfológico*, para obtener distintos parámetros geomorfológicos a partir del modelo digital de elevaciones (MDE), la red de flujo e hidrogramas unitarios.
- **SIMULACIÓN DE RECURSOS**,
 - *Análisis interanual de recursos*, para realizar la simulación y contraste de los datos de las principales variables hidrológicas a escala interanual.
 - *Análisis anual de recursos*, para realizar la simulación de aportaciones y contraste de los datos de las principales variables hidrológicas a escala anual.
 - *Simulación de aportaciones*, para realizar la simulación continua de aportaciones y contraste a escala mensual.
- **SIMULACIÓN DE AVENIDAS**, para simular caudales máximos e hidrogramas de crecida mediante funciones de producción y elementos que simulan la propagación del excedente.
- **SIMULACIÓN DE CALIDAD**, con acceso a modelos para la evaluación de la generación de nitratos y fosfatos.

Los proyectos más relevantes en los que se ha utilizado SIMPA son la estimación de los recursos hídricos de España (Libro Blanco y Plan Hidrológico Nacional, Ministerio de Medio Ambiente) y de Honduras (dentro de los programas de colaboración que mantiene la Agencia Española de Cooperación); la caracterización las crecidas de Biescas (1996) y Badajoz (1997). Se ha implementado en la Demarcación Hidrográfica del Júcar.

El modelo SIMPA está en constante evolución y actualización. En la actualidad el Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino ha utilizado el modelo SIMPA para calcular las series de aportaciones naturales en cualquier punto de la red hidrográfica natural, dentro de los trabajos de los planes hidrológicos de cuenca, con series desde 1940/41 a 2005/06.

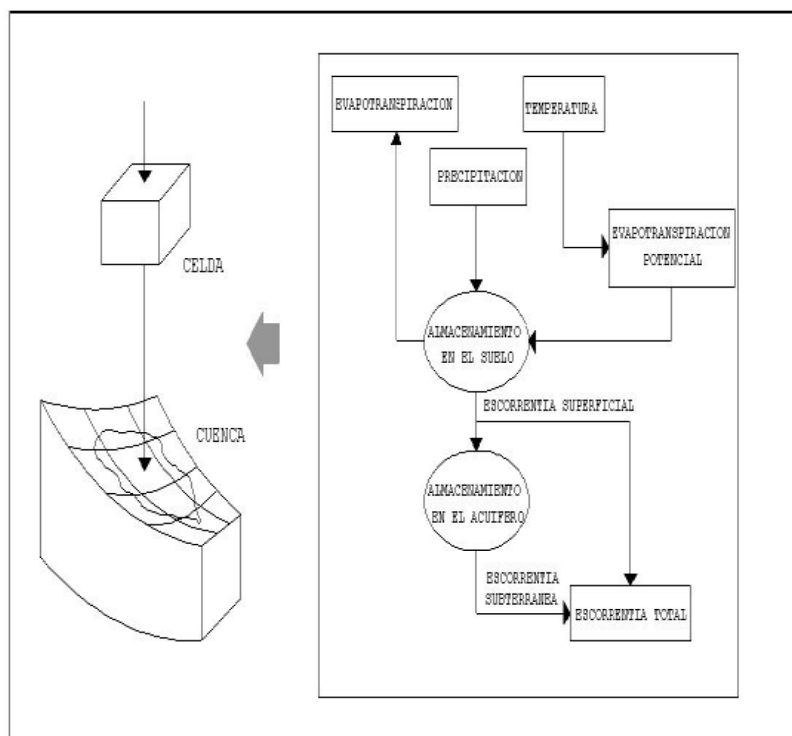
Capas del modelo SIMPA

El modelo SIMPA utiliza capas ráster de tamaño de celda de 1 km x 1 km de las siguientes variables:

Capas dato: Precipitación y evapotranspiración potencial, obtenida a partir de la temperatura.

Capas resultado: Evapotranspiración real, infiltración, escorrentía subterránea, escorrentía superficial y escorrentía total.

El esquema de funcionamiento es, aproximadamente, el mostrado en la siguiente figura.



Referencias bibliográficas

El Sistema Integrado de Modelización Precipitación Aportación, SIMPA. Revista de Ingeniería Civil, nº 104, páginas 43-52. CEDEX. Ministerio de Fomento, 1996.

Ruiz García J.M. 1998. Desarrollo de un Modelo Hidrológico Distribuido de Simulación Continua Integrado con un Sistema de Información Geográfica. Mayo 1998.

Estrela, T. & Quintas, L, 1996. A distributed hydrological model for water resources assessment in large basins. RIVERTECH 96. 1st International Conference on New/Emerging Concepts for Rivers. IWRA. Sep. 22-26, 1996. Chicago. EE.UU.

<http://hercules.cedex.es/IngSis/simpa.htm>

<http://hercules.cedex.es/Hidrologia/pub/proyectos/simpa.htm>

<http://hercules.cedex.es/Hidrologia/pub/doc/SIMPABangkok.pdf>