

## **PROGRAMA ERHIN**

Cesar Ferrer Castillo  
Confederación Hidrográfica del Ebro.

### **RESUMEN**

La gestión de los recursos hídricos viene condicionada por la disponibilidad de información. Dentro de esta información debe incluirse la proporcionada por los sistemas de información hidrológica, que deberá ser complementada –especialmente en situación de avenida- por información de previsiones meteorológicas y por los resultados obtenidos de modelos hidrológicos e hidráulicos de simulación y previsión.

En cuencas de montaña con marcado comportamiento nival es necesario un estudio específico que permita la simulación del fenómeno nieve–escorrentía (programa ERHIN).

Este interés por el conocimiento del fenómeno nival, ha dado origen a numerosos estudios en el área pirenaica: campañas de campo para realizar mediciones puntuales de espesor y densidad, modelaciones hidrológico-estadísticas para previsión de fusiones y caudales fluyentes y, el desarrollo y aplicación de modelos hidrológicos de simulación.

Los resultados obtenidos han aconsejado la generalización del modelo ASTER a todas las cabeceras con clara influencia nival de los afluentes pirenaicos del Ebro y, en definitiva, su integración en el sistema SAD (Sistema de Ayuda a la Decisión), obteniéndose resultados muy satisfactorios respecto a la previsión de caudales y al volumen de agua almacenado en forma de nieve.

### **RESUM**

La gestió dels recursos hídrics està condicionada per la disponibilitat d'informació. Dins d'aquesta informació s'hi ha d'incloure la proporcionada pels sistemes d'informació hidrològica, que haurà de ser complementada -especialment en situacions d'avinguda- per informació de previsions meteorològiques i pels resultats obtinguts de models hidrològics i hidràulics de simulació i previsió.

En conques de muntanya amb un marcat comportament nival és necessari un estudi específic que possibiliti la simulació del fenomen neu–escolament (programa ERHIN).

Aquest interès pel coneixement del fenomen nival ha donat origen a nombrosos estudis a l'àrea pirinenca: campanyes de camp per realitzar mesures puntuals de gruix i densitat, modelitzacions hidrològico-estadístiques per a la previsió de fusions i cabals i el desenvolupament i aplicació de models hidrològics de simulació.

Els resultats obtinguts han aconsellat la generalització del model ASTER a totes les capçaleres amb clara influència nival dels afluent pirinencs de l'Ebre i, en definitiva, la seva integració en el sistema SAD (Sistema de Ayuda a la Decisión), obtenint-se resultats molt satisfactoris respecte a la previsió de cabals i al volum d'aigua emmagatzemat en forma de neu.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los recursos hídricos en forma de nieve han despertado un gran interés en la ingeniería como sistema natural de regulación del flujo de agua, por lo que se han realizado numerosas investigaciones y trabajos encaminados al estudio de su comportamiento dinámico y cuantificación.

Concretamente, en España este fenómeno alcanza especial relevancia en las cuencas de cabecera de Pirineos, Cordillera Cantábrica, Sistema Central e Ibérico y Sierra Nevada.

Las condiciones meteorológicas de estas latitudes, así como las características geográficas y geomorfológicas hacen que el fenómeno nival se presente, con cierta importancia, en un período muy concreto del año hidrológico (entre diciembre y mayo), con una gran variabilidad espacio-temporal, a diferencia de otros lugares del Mundo.

Estas peculiaridades junto a la relevancia del fenómeno han motivado la realización de diversos estudios en las dos últimas décadas dentro del programa ERHIN (Evaluación de Recursos Hídricos Derivados de la INnivación), promovido por la DGOH (Dirección General de Obras Hidráulicas).

Entre las actividades más relevantes cabe destacar la implantación de las pértigas para la medición del espesor de nieve en las zonas de alta montaña (Pirineos, Cordillera Cantábrica y Sierra Nevada), la realización de campañas de campo para la medición de espesores y densidades de la cobertura nival y los trabajos encaminados a la cuantificación de las reservas hídricas almacenadas en forma de nieve.

Paralelamente se han desarrollado y aplicado modelos hidrológicos para la simulación de las reservas nivales, así como de la previsión de caudales fluyentes provenientes de la fusión.

## **2. EVALUACIÓN DE RECURSOS EN EL PIRINEO**

La cuenca del Ebro tiene una superficie de 85.000 km<sup>2</sup>, de la que aproximadamente un 10% se encuentra afectada de forma significativa por el fenómeno nival (8.500 km<sup>2</sup>). Esta área se corresponde con las cuencas cuya cabecera se encuentra en el Pirineo. Del total de las aportaciones de la cuenca del Ebro, estas cuencas de cabecera representan el 25%, quedando patente su gran importancia.

Las reservas hídricas medias acumuladas en forma de nieve comienzan a ser significativas en noviembre, aumentan progresivamente hasta los 800 hm<sup>3</sup> a finales de enero, llegando a los 1.200 hm<sup>3</sup> a mediados de marzo y a los 1100 hm<sup>3</sup> a finales de abril, momento a partir del cual comienza una rápida fusión, que es total al finalizar julio.

### **2.1. Campañas invernales de medición**

En la zona del pirineo español existen emplazadas 113 pértigas para la medición de espesores de nieve. Su emplazamiento requirió previamente un estudio exhaustivo de las características geomorfológicas, geográficas y climatológicas para asegurar la representatividad de las mediciones.



Ilustración 1: Segunda medición invernal del Pirineo español del año 2004

Cada año hidrológico se han realizado tres mediciones. Mientras que los espesores de nieve han sido medidos mediante observación directa, la medición de la densidad ha requerido de la ejecución de uno o varios ensayos “in situ”.

## 2.2. Cuencas modelizadas con ASTER

ASTER es un modelo hidrológico cuyo objetivo es el cálculo de previsión de aportaciones en cuencas con marcado comportamiento nival. Conceptualmente está compuesto por la unión de un modelo distribuido lluvia-escorrentía y un módulo específico para la simulación de la evolución del almacenamiento del agua en forma de nieve.

Conocidos los puntos de control de caudales instalados en la cuenca del Ebro y el área afectada por el fenómeno nival se han delimitado las cuencas modelizadas.

Subcuenca	Pto. De cierre de la cuenca	Superficie (km <sup>2</sup> )
Aragón	Embalse de Yesa	2.166
Gallego	Embalse de Bubal	295
Ara	E. A. Boltaña	615
Cinca	E. A. Escalona	794
Ésera	E. A. Campo	542
Noguera Ribargorzana	Embalse de Escales	566
Noguera Pallaresa	Confluencia con el río Santa Magdalena	1.149
Segre	E. A. Seo de Urgel	1.789
Garona	Bossost	476

Tabla 1: Cuencas modelizadas con Aster

Finalmente los modelos hidrológicos se han integrado en el SAD (Sistema de Ayuda a la Decisión) desarrollado para la cuenca del Ebro.

### **3. CONCLUSIONES**

El modelo Aster es una herramienta que permite cuantificar el volumen de agua acumulado en forma de nieve en las cuencas de alta montaña españolas, así como su evolución espacio-temporal y los caudales procedentes de su fusión.

La inclusión en el modelo en el SAD, donde los datos hidro-meteorológicos son implementados en tiempo real, permite obtener un rendimiento óptimo de la aplicación, especialmente en situación de avenida, donde el tiempo es la variable más importante.

Es fundamental disponer de observaciones nivales para la calibración del modelo, obteniéndose los mejores resultados cuando se combinan diversas fuentes de información (mediciones directas y teledetección), ya que se complementan perfectamente.

Por ello, este tipo de modelos proporciona una información primordial en cuencas de cabecera, tanto en situación ordinaria como en avenida para la gestión de los caudales fluyentes.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Mora J., Ferrer C., Arenillas M., Cobos C. 2004. "Hydrological peculiarities of mountain basins. The case of the Spanish Pyrenees". International conference on water observation and information system for decision support. Macedonia.

Cobos G. 2004. "Cuantificación de las reservas hídricas en forma de nieve y previsión en tiempo real de los caudales fluyentes derivados de la fusión. Aplicación al Pirineo Español: cuenca alta del río Aragón". Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Ferrer, C., Romeo, R., Arenillas, M., Cobos, G. 2002. "El Sistema ASTER-SAIH aplicado a la explotación de embalses en cuencas con marcado comportamiento nival". VII jornadas españolas de presas. Zaragoza.