



Reservas nivales

Embalses naturales en alta montaña



rales
a

■ Glaciar de Coronas. Foto: Vicente González.

La nieve es una reserva natural de agua, que alimenta las cuencas hidrográficas tras el deshielo primaveral. Prever el caudal que se originará tras la fusión nival es importante para regular y economizar el agua embalsada. La Dirección General de Obras Hidráulicas lleva casi veinte años perfeccionando el método de cálculo del agua procedente de la innivación.



■ Ensayo nival junto a la pértiga de San Ferlus en el P.N. de Ordesa y Monte Perdido. Cabecera del Ara.

Texto: *Inés Erice*

Fotos: *Cedidas por Ingeniería 75*

La precipitación sólida, en forma de nieve, contribuye a la regulación natural del ciclo hidrológico, en reservas de agua, que se almacena en invierno para licuarse más tarde, durante los periodos más cálidos y secos del año. Justo en el momento en que más se necesita, sobre todo en años de sequía como éste.

Las acumulaciones nivales de las cordilleras dan lugar, con el deshielo primaveral a un aumento apreciable del caudal de una gran parte de los ríos en su curso alto. En un país sediento, como el nuestro, es muy importante estimar el caudal que se originará tras la fusión nival. Para ello la Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas (DGOHCA) viene desarrollando desde 1984 un programa denominado ERHIN (Estudio de los Recursos Hídricos procedentes de la Innivación), que se inició en los Pirineos, y cuya finalidad

es cuantificar la contribución de la fusión de la nieve en los recursos hídricos de distintas cuencas. El programa ERHIN forma parte del SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica), implantado en 1982 y que aplica la informática al conocimiento de las variables hidráulicas.

“El estudio del manto nival como recurso hídrico comenzó en las vertientes meridionales de los Pirineos, entre las cabeceras de los ríos Aragón y Ter —señala el catedrático de Geología aplicada a las obras públicas Miguel Arenillas—. Posteriormente, en 1988, se extendió a las dos vertientes de la cordillera Cantábrica y a Sierra Nevada y, más tarde, al Sistema Central”.

Las mediciones realizadas permiten conocer el espesor y densidad de la nieve en determinados puntos elegidos estratégicamente para, a partir de estos valores, evaluar el volumen de nieve almacenada y su equivalente en forma de agua. Finalmente, mediante la aplicación de diferentes métodos, se calcula la cantidad de agua que proporcionará la nie-

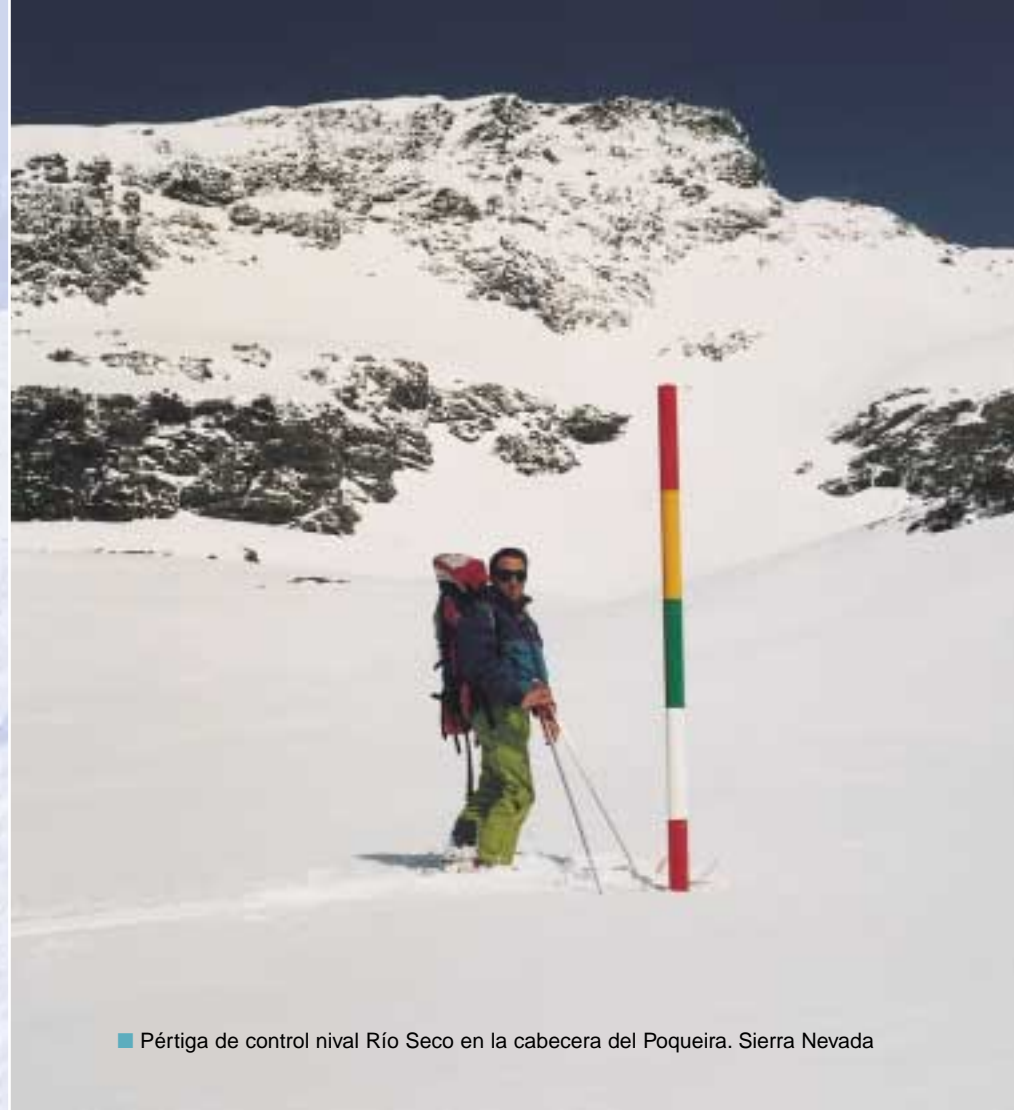
ve, al derretirse, a las cabeceras de los ríos y a los embalses. De este modo, las Confederaciones Hidrográficas pueden programar los desembalses con mejor conocimiento de la totalidad de las reservas hidráulicas disponibles para hacer frente a las diferentes demandas, muy particularmente las relativas al riego agrícola, que suponen un 80 por ciento de las demandas de consumo. Estas estimaciones resultan, asimismo, de interés hidroeléctrico ya que el agua proporciona también energía.

En nuestro país, los recursos hídricos más importantes, obtenidos de la innivación, los consigue el Ebro, gracias a sus afluentes de la margen izquierda, (Aragón, Gállego, Segre), procedentes de los Pirineos. Los registros históricos indican que la nieve acumulada en esta cordillera ascienden a una cifra comprendida entre 1000 y 1700 hm³ de volumen de agua equivalente, de la cual un porcentaje significativo se transformará en recursos hídricos aprovechables durante los meses de estiaje, de mayo a julio. Las lecturas de espesor y densidad de la nieve se realizan en tres fases espaciadas durante los meses de acumulación nival: enero, marzo y primeros de mayo. Esta última es la de mayor interés porque está la mayor parte de la nieve acumulada durante el invierno.

Justo Mora, Jefe de Área de Coordinación Exterior de la Subdirección General de Planificación Hidrológica, señala que este año las previsiones de agua procedentes de la fusión nival están muy por debajo de la media, ya que las precipitaciones han sido inferiores con respecto a otros años. Según datos facilitados por Cesar Ferrer, Jefe del Servicio de Hidrología de la Confederación Hidrográfica del Ebro, las reservas calculadas con los datos correspondientes al mes de mayo ascienden a 853 hm³.

MEDICIÓN DEL MANTO NIVAL

Es muy importante seleccionar adecuadamente las zonas en las que se van a instalar los elementos que proporcionarán la información necesaria para calcular el volumen de agua que se puede prever tras el deshielo. Para ello varios equipos recorrieron el Pirineo Central en invierno y en verano para ver dónde debían de colocarse las pértigas encargadas de medir los parámetros de la nie-



■ Pértiga de control nival Río Seco en la cabecera del Poqueira. Sierra Nevada

ve. Una vez elegidos los emplazamientos que, por diferentes criterios, se consideraron representativos de las características del manto nival en su entorno, se instalaron unas pértigas graduadas en diferentes colores, para facilitar la lectura del espesor de la nieve en ese punto, medida que se complementa con la densidad de la nieve de las muestras extraídas en el lugar en cada una de las campañas de medición realizadas a lo largo del año. Actualmente la elección y lectura de los puntos se realiza con la ayuda de un helicóptero.

A largo plazo, el telenivómetro sustituirá a las mencionadas pértigas. El telenivómetro es otro instrumento para registrar, de forma continua, el espesor y densidad de la nieve acumulada y cuyos datos transmite por satélite. El inconveniente principal es que su instalación es mucho más cara. La tendencia futura será la de contar con este tipo de instrumentos que den información en tiempo real, situados en emplazamientos especialmente representativos, complementándose sus lecturas con otras

En un país como España, con distribución irregular del agua, es muy importante conocer el caudal que se originará tras la fusión nival



■ Sonda de vapor para practicar la perforación donde se alojara una baliza de control glaciar.

El programa ERHIN tiene como finalidad cuantificar la contribución de la fusión de nieve en los recursos hídricos de cada cuenca

obtenidas de forma esporádica por los procedimientos convencionales anteriormente descritos.

En España, se han instalado recientemente los cuatro primeros telenivómetros, en diferentes puntos de la cuenca del río Tajo.

El equipo se instala en lugares representativos de nieve acumulada y permite medir automáticamente el espesor de la capa de nieve local, su equivalente en agua, la temperatura del aire y la presión atmosférica. La transmisión de los datos procesados utilizada en el SAIH del Tajo es el sistema de comunicaciones por GSM. El resto de los datos se envían por el satélite HISPASAT.

No toda el agua de la nieve derretida llega a los embalses. Parte se sublima y otra se infiltra en los acuíferos, aproximadamente un 60 por ciento se transforma en escorrentía o agua superficial que acabará fluyendo por la red hidrográfica. Influyen entre otras variables: el grado de humedad, la temperatura, la velocidad del aire, el grado de exposición al sol y el coeficiente de albedo de la nieve (energía reflejada), entre otros factores.

Para la evaluación a medio plazo de los recursos potenciales por fusión nival se emplean los modelos hidrológicos de simulación diaria. Estos modelos, alimentados con predicciones a corto plazo de datos termopluviométricos, per-

miten también efectuar previsiones de hidrogramas de gran ayuda para la fijación de resguardos por los explotadores de los embalses en situación de avenidas.

El ASTER es un modelo matemático de cálculo desarrollado en España, inspirado en un modelo canadiense, que se viene aplicando con éxito para la evaluación de este tipo de recursos en distintas subcuencas del Ebro (Aragón en Yesa), Duero (Tormes en Santa Teresa, Esla en Riaño, Porma), Guadalquivir (Genil en Canales).

Semanalmente, durante la época nival, se realiza una simulación del Modelo Aster, con dos escenarios meteorológicos futuros a siete días vista, el primero de ellos es el más probable y el segundo el más desfavorable dentro de los probables. En base a esta simulación se genera un informe de la situación nival existente en la cuenca, así como de los caudales y aportaciones esperadas en los embalses, lo que permite prevenir las posibles avenidas y realizar una gestión óptima de los embalses.

EL LENGUAJE DE LOS GLACIARES

Actualmente los glaciares constituyen estupendos laboratorios naturales para numerosos investigadores y glaciólogos. Este legado de la naturaleza supone también una importante fuente de recursos turísticos. Y, en algunos lugares, como en Asia Central (Pamir), significan disponibilidad de agua durante todo el año. No es el caso de España, en la que sólo quedan 19 aparatos glaciares de los 36 contabilizados en 1980, localizados todos en los Pirineos y cuyos volúmenes son muy reducidos.

Los glaciares representan un alto interés científico como testimonio de los cambios climáticos. Motivo por el que merecen un seguimiento, ya que no sólo nos hablan del pasado, sino también del presente y del futuro. Por ello, la DGOH decidió incluir en 1990 el control de los glaciares españoles en el conjunto de actividades del programa ERHIN. Estas tareas incluyen estudios geofísicos, de balance de masa y de cuantificación del movimiento de glaciares en concreto, así como campañas de supervisión de la totalidad de los aparatos

para controlar sus evoluciones. La regresión de los glaciares pirenaicos españoles es un hecho constatado desde el S.XIX. En los últimos años en los Pirineos han desaparecido al menos diecisiete glaciares y su regresión mundial sirve para estudiar el cambio climático.

Tras el último inventario glaciar realizado en 2001, por el programa ERHIN, se contabilizaron que de los 19 aparatos glaciares, sólo 10 son glaciares blancos, 3 son rocosos y 6 heleros (los glaciares al disminuir se convierten en heleros, pequeños glaciares de circo). Todos ellos se hallan por encima de los 2.800 metros.

Los valles del Pirineo central español, que aun conservan aparatos activos pertenecen, de Oeste a Este, a las cuencas de los ríos Gállego, Cinca, Esera-Garona y Noguera Ribagorzana. Los glaciares mayores son los del Aneto y La Maladeta. Desde 1991 se viene realizando el seguimiento del glaciar de La Maladeta mediante diferentes sistemas de auscultación que permiten realizar su balance anual de masa.

2002 es el Año Internacional de las Montañas, declarado por la Organización de Naciones Unidas, y, por lo tanto, es un buen momento para potenciar la sensibilidad y protección hacia esta herencia de la naturaleza. El programa ERHIN ha



asumido la responsabilidad de proporcionar datos adecuados al WGMS (World Glacier Monitoring Service), organismo dependiente de la UNESCO y asociado a la IAHS (International Association of Hydrological Sciences), que reúne la información mundial relativa a estos temas, y del que es corresponsal para España el Catedrático de Geografía Física de la Universidad Autónoma Eduardo Martínez de Pisón. ■

■ Reposición de las balizas de control en el glaciar de La Maladeta.

OBJETIVOS FUTUROS

En la actualidad la DGOHCA pretende impulsar y reconducir el programa ERHIN respondiendo a un triple interés: evaluación de los recursos hídricos, carácter medioambiental y seguimiento del cambio climático. Por ello se prevé:

- ✓ Extender el programa a las cordilleras en las que la nieve como recurso es relevante.
- ✓ Definir una Red Oficial con los puntos más representativos para instalar los instrumentos de lectura adecuados.
- ✓ Sistematizar la lectura.
- ✓ Editar anuarios periódicos que permitan difundir los datos registrados.
- ✓ Decidir en qué lugares se instalarán más telenivómetros.
- ✓ Explorar las posibilidades de las nuevas tecnologías como la teledetección con sensores activos.
- ✓ Establecimiento de una Base de Datos que recoja todos los registros históricos y se actualice sistemáticamente.
- ✓ Integración de telenivómetros (ERHIN) en el Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH), para el seguimiento de datos en tiempo real.
- ✓ Reforzar el seguimiento de algunos glaciares como testimonios del posible cambio climático. Para ello se prevé intercambio de información con el Instituto Nacional de Meteorología (INM) conforme al Acuerdo DGOHCA-INM suscrito en mayo de 2001.