

MOOC sobre Sierra Nevada

MÓDULO 3

3.2 EL AGUA: EL GRAN TESORO DE SIERRA NEVADA

Por **Antonio Castillo Martín**

Científico Titular de Hidrología-Aguas Subterráneas del Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Sierra Nevada, una mina de agua

Ante un mapa de elevaciones del terreno (relieve) de la península ibérica, el macizo de Sierra Nevada se visualiza rápidamente como una notable prominencia o promontorio orográfico, con altitudes que sobrepasan los 3.000 metros sobre el nivel del mar. Un incremento de cota de 1.000 a 2.500 metros sobre los territorios adyacentes, en su mayor parte depresiones detríticas postorogénicas. Esa gran altitud imprime carácter, condicionando variables climáticas tan importantes como la precipitación y la temperatura. Esa es la principal razón por la cual Sierra Nevada posee asimismo una notable anomalía pluviométrica positiva. "Dadme montañas, y os daré aguas", reza un sabio proverbio. Consecuentemente, y con todo acierto, Sierra Nevada ha sido asimilada a una isla de precipitación o, si se quiere también, a una mina de agua si se la compara con territorios vecinos, especialmente con los existentes a sotavento (en la provincia de Almería). Pero hay otra peculiaridad hidrológica sumamente interesante, derivada de la altitud, la nieve. Sus valiosas precipitaciones en forma sólida proporcionan una regulación natural nada despreciable, sobre todo si tenemos en cuenta que nos encontramos ante una abrupta montaña, de elevada torrencialidad potencial, caracterizada por largos, calurosos y secos estiajes. Por tanto, aparte de mina de agua, también han hecho fortuna los símiles de Sierra Nevada como despensa de agua o, mejor, como "embalse sin paredes".

Ahora bien, establecer con cierta precisión cual es la riqueza en aguas de Sierra Nevada y, menos aún, cuál es su reparto espacio-temporal no ha sido (hasta el momento) tarea fácil. Ese es parte del trabajo que lleva a cabo el Observatorio de Cambio Global de Sierra Nevada. Ello se explica por los muy diferentes gradientes altitudinales de precipitación y temperatura, pero también en latitud (sur-norte) y, sobre todo, en longitud (este-oeste). Y también porque disponemos de pocas estaciones hidrológicas (meteorológicas y de aforos) fiables y de largas series, con ausencia hasta hace poco de localizaciones de altura. En su momento (1985) se levantó con los datos disponibles un mapa de isoyetas, en el que las precipitaciones medias superaban los 1.000 litros por metro cuadrado en las zonas de cumbres del tercio occidental, mientras que en los bordes del extremo oriental almeriense apenas alcanzaban los 300 litros. Por lo que respecta a los caudales específicos de sus ríos, un parámetro interesante para evaluar los recursos superficiales, se extrapoló (en 1996) un valor promedio de 9 litros por segundo y kilómetro cuadrado, con grandes oscilaciones según ríos y cotas



MOOC sobre Sierra Nevada

de estaciones de medida. Ello vendría a representar unos recursos superficiales próximos a 600 hm³/año, de los que cerca de 350 hm³/año corresponderían a la vertiente mediterránea (1.300 km²) y 250 hm³/año a la atlántica (700 km²). En cualquier caso, estos recursos tienden a disminuir con los años, no tanto por descenso de las precipitaciones medias, sino, sobre todo, por mayores pérdidas evapotranspirativas, con una notable disminución de nevadas por incremento de la temperatura. Con todas las cautelas, el reparto de recursos por cuencas podría ser aproximadamente el siguiente: Guadalfeo 300, Genil 180, Fardes 70, Adra 30 y Andarax 15 hm³/año. A esos recursos habría que sumar los subterráneos drenados por manantiales de borde, así como, sobre todo, por los transferidos de forma oculta hacia niveles acuíferos de sierras y depresiones limítrofes. Esa partida, por razones obvias, es más compleja aún de establecer que la anterior, pero se admite que su cuantía podría rondar los 150 hm³/año.

Así pues, si sumamos ambas partidas (aguas superficiales y subterráneas), los recursos hídricos medios de Sierra Nevada se estiman en unos 750 hm³/año. No están contabilizados ahí algunos recursos consumidos en el interior del macizo, en especial por evapotranspiración para generación de pastizales y regadíos. En fin, toda una mina de agua que es responsable de mantener la cubierta vegetal existente y de generar por escorrentía (superficial y subterránea) abundantes lagunas, ríos, arroyos, manantiales y aguas ocultas, tipos de aguas de las que hablaremos a continuación.

Lagunas y ríos

Las lagunas y los ríos son las manifestaciones de agua más vistosas y atractivas de Sierra Nevada. Proceden de la escorrentía, tanto de fusión de nieve, como de precipitación, pero también del aporte de nacimientos, la única alimentación que poseen en los largos, secos y calurosos estiajes. Si nos dejamos llevar por el ciclo del agua, desde las más altas cumbres hasta las depresiones de borde, las primeras aguas que nos encontramos en estiaje, cuando no queda nieve, son las de lagunas glaciares, así como las de *borreguiles*, *chancales* y *chortales* (topónimos locales relativamente similares que aluden a praderas encharcadas y nacimientos de agua). Las lagunas son auténticas reliquias, que aún perviven colgadas a más de 2.600 metros de altitud tras la última glaciación, ocurrida hace unos 10.000 años. Cerca del cordón cimero de los *tresmiles* (en la mitad occidental del macizo) podemos contabilizar hasta 74 lagunas, lagunillos y charcas. Por sus elevados valores ambientales, paisajísticos y científicos, disponen de la máxima figura de protección, como Zonas de Reserva dentro del Parque Nacional de Sierra Nevada.

En general, son pequeñas, poco profundas y bastantes de ellas temporales. La mayoría son de circo y abiertas, algunas con emisario permanente (como la de la Mosca o Mulhacén, Hondera, Borreguil, Misterioso, Gabata y Puesto del Cura, entre otras). Las cerradas, o sin emisario, son por el contrario poco numerosas (Caldera, Caballo y Vacares, entre las más importantes).

Precisamente, son los emisarios de las lagunas abiertas el origen de los ríos más caudalosos, aquellos que nacen en circos glaciares, habitualmente colmados de nieve hasta la primavera. Otros muchos cauces de menor cota no disponen de morfologías glaciares en sus cabeceras. No obstante, y pese a las diferencias, los ríos de esta montaña comparten un "sello" relativamente similar. Se trata de cauces de elevadas pendientes, caudales mínimos invernales y máximos, incluso torrenciales, en



MOOC sobre Sierra Nevada

primavera (durante el deshielo), aguas puras, desmineralizadas y frías, y un típico funcionamiento nivo-pluvial, que transiciona a pluvio-nival e incluso pluvial hacia el este.

En concreto, las cuencas orientales tienen menor altitud, superficie y precipitación, y una mayor temperatura media, por lo que dan lugar a ríos bastante modestos, con deshielos atenuados y adelantados con respecto a los del sector occidental. En este último sector, el de mayores altitudes, se encuentran los ríos más torrenciales y caudalosos. El principal es el Genil (con un caudal medio próximo a 2.500 l/s), al que siguen los ríos Poqueira y Trevélez, y detrás los de Dílar, Monachil y Lanjarón. Tras nacer y discurrir por el núcleo esquistoso de la alta montaña, muchos de ellos se encajan en profundos desfiladeros al paso por la orla carbonatada de la media y baja montaña. Muy bellos son, al respecto, los cañones de los Cahorros (en el río Monachil), de los Alayos (río Dílar), de las Buitreras (río Dúrcal) y del Bajo Trevélez.

Nacimientos y fuentes

Nacimientos, manantiales y fuentes son términos relativamente equivalentes, que se pueden agrupar bajo la denominación genérica de surgencias. Con ese nombre nos referimos a cualquier tipo de salida al exterior de aguas subterráneas. Durante mucho tiempo, el papel ejercido por las aguas subterráneas de Sierra Nevada fue minimizado, al considerar que los materiales esquistosos (las tres cuartas partes de la superficie del macizo, no confundir con la del espacio protegido, 1.500 km²) tenían un comportamiento bastante impermeable. Con el paso de los años fue poniéndose en valor el papel ejercido por las aguas subterráneas de los esquistos, de circulación más lenta y mayor regulación, imprescindibles para entender el mantenimiento de lagunas y de caudales estivales, en ausencia de nieve y precipitaciones. Sobre el terreno, especialmente en la alta montaña, se comprueba que existe poco arrollamiento, indicio de que la mayor parte de las aguas de fusión de nieve y de precipitación se infiltran, discurriendo por el interior de la franja de alteración y de depósitos glaciares y periglaciares que tapizan la roca virgen, intensamente plegada y fracturada. Con mayor dificultad se produce circulación también a través de fracturas y otras discontinuidades geológicas, así como de las capas de suelo (a cotas más bajas).

Todo ello explica el notable número de manantiales dispersos existentes, especialmente visibles en verano al originar características manchas verdes de vegetación, como son las ligadas a incipientes arroyos o a *chortales* y *borreguiles*. En general, se trata de manantiales difusos, de rápido agotamiento, y aguas muy frías y casi desmineralizadas. Eso sí, conforme descendemos en altitud, los nacimientos tienden a ser más escasos, puntuales y permanentes, con aguas de mayor temperatura y mineralización. Por fin, en las partes bajas volvemos a encontrar nuevos manantiales, muchos adentados por la mano del hombre como fuentes de boca, entre las que destaca una sorprendente variedad de calidades, en respuesta a flujos profundos, intermedios y subsuperficiales, y a la mezcla de ellos. Quizás el caso más representativo sea el de la localidad de Lanjarón, con aguas frías y ligeras, pero también termales y salinas, y una actividad balnearia y minero medicinal reconocida desde 1765.

En las partes bajas del macizo es frecuente la coincidencia en el espacio de aguas profundas y antiguas que han circulado por fracturas, con otras someras y jóvenes, originadas (o mantenidas) por la recarga anual desde ancestrales prácticas de derivación por acequias, careo y riego en bancales. Esta singular



MOOC sobre Sierra Nevada

"siembra", "cultivo" o "entretenimiento" de aguas en las laderas es responsable de muchas de las fuentes frías y de baja mineralización que encontramos cerca de los pueblos de Sierra Nevada. Las fuentes urbanas de los barrancos del Poqueira (Pampaneira, Bubión y Capileira), Trevélez, Bérchules, y otros muchos, son pintorescas y bellísimas. En la callejuela o placeta más humilde de cualquier pueblo serrano, podrá uno toparse con una fuente-abrevadero (algunas además con lavadero y alberca), en rincones que parecen auténticas pinturas. También son destacables las fuentes de aguas minero-medicinales, en gran parte ferruginosas (agrias) y gaseosas (picantes), entre las que tienen fama las de Pórtugos, Lanjarón, Válor y Ferreirola.

Un caso diferente es el de los manantiales ligados a los acuíferos kársticos (dolomías sobre todo) de la media y baja montaña del sector occidental de Sierra Nevada, donde ocupan 300 km², el 15% de la superficie del macizo. En el fondo de los desfiladeros encajados por los ríos, y en sus bordes de falla con materiales detríticos de las depresiones postorogénicas del contorno, encontraremos nacimientos de agua (muchos difusos al lecho de cauces) extraordinariamente puros, de baja a media mineralización y lentos agotamientos. A este tipo de surgencias se debe, por ejemplo, el humedal de la turbera de Padul. En numerosas ocasiones, estos acuíferos dolomíticos son explotados además por sondeos para abastecimiento y regadío. Los recursos subterráneos drenados de forma oculta hacia depresiones limítrofes constituyen auténticos tesoros para su explotación en abastecimiento y regadío, pero de eso trata el epígrafe siguiente.

El agua, el gran tesoro de Sierra Nevada

Para concluir, este último apartado retoma el nombre dado a este apartado (cápsula), y que era: "El agua: el gran tesoro de Sierra Nevada". Que Sierra Nevada es una mina de agua ya se justificó en el primer epígrafe, al tiempo que sus abundantes lagunas, ríos y manantiales fueron objeto de los dos siguientes. Pero una cosa es ser generosa en aguas y otra que estas lleguen a alcanzar la categoría de tesoro. Y de eso hablamos ahora, de las diferentes bondades que atesoran estas aguas. En primer lugar, habría que resaltar los beneficios ecosistémicos que brindan a la vida animal y vegetal. "Donde hay agua, hay vida", dice otro sabio proverbio. Y esa vida incluye también a la de los hombres, que desde la Prehistoria se asentaron, precisamente por la riqueza en aguas, en los bordes de Sierra Nevada, con la posterior colonización de laderas por el ascenso de pastores y labradores. En la domesticación de las torrenciales aguas de los deshielos, para acompañarlas a las necesidades agrícolas y de abastecimiento, y a su empleo en ingenios hidráulicos, se construyó sobre todo en época árabe todo un denso entramado de acequias de careo y riego, que recorre las laderas a diferentes cotas y en todas direcciones. Un eficiente sistema de regulación y recarga que ha conformado un paisaje cultural diverso y valioso, en el que destaca su aspecto húmedo, arbolado y fértil. Un hermosísimo y genuino paisaje cultural, que tiene su cenit en la turística comarca de la Alpujarra.

Más recientemente, la capacidad de regulación se incrementó con la construcción de grandes embalses en las partes bajas (Quéntar, Beninar, Béznar, Canales, Francisco Abellán y Rules, en el orden en el que fueron construidos, desde 1976 el de Quéntar, hasta 2004 el de Rules). Y, en los últimos años, se vienen construyendo además cientos de pantanetas, balsas, depósitos y albercas, en



MOOC sobre Sierra Nevada

una carrera por una más intensa regulación y aprovechamiento de las aguas, que, siendo loable, es necesario que respeten unos mínimos caudales ecológicos, que sean garantes de una obligada sostenibilidad ambiental, que a fin de cuentas es también económica.

Pero las aguas de Sierra Nevada, aparte de constituir un tesoro ambiental y socioeconómico de primera magnitud, son también un tesoro para el cuerpo y el espíritu. Entra ahí una enorme variedad de actividades de disfrute y ocio. Es el senderismo y el montañismo que busca la amable compañía de las aguas, pero también es la aventura de los deportes de agua (barranquismo, natación, pesca, piragüismo, etc.). Y no me olvido del deporte de mayor impacto económico, el esquí, que se realiza a fin de cuentas sobre agua, aunque sea sólida. Y tampoco quiero olvidarme del beneficio que prestan a la salud estas aguas en áreas recreativas, zonas de baños, fuentes de boca, fuentes minero-medicinales y usos balnearios.

Como se ve, un rico mosaico de tesoros ligados al agua, que hacen de ella un recurso natural indispensable para entender y apreciar más a Sierra Nevada. Aguas que debemos usar con respeto y sostenibilidad para el disfrute de las generaciones venideras.



MOOC sobre Sierra Nevada

BIBLIOGRAFÍA

CASTILLO MARTÍN, Antonio (2016). *Lagunas de Sierra Nevada* (2ª edición). Editorial Universidad de Granada, 317 páginas.

CASTILLO MARTÍN, Antonio; DEL VALLE CARDENETE, Manuel; RUBIO CAMPOS, Juan Carlos y FERNÁNDEZ RUBIO, Rafael (1996). "Síntesis hidrológica del macizo de Sierra Nevada (Granada y Almería)". 1ª Conf. Intern. Sierra Nevada, I: 389-417

FERRER MUÑOZ, Manuel (1985). *Sierra Nevada y la Alpujarra*. 4 vols. Editorial Andalucía. Granada

FERRER MUÑOZ, Manuel y FERNÁNDEZ DURÁN, Eugenio (1993). *Aguas de Sierra Nevada*. Ed. EMASAGRA. 302 páginas.

VV.AA. (1990). *Atlas hidrogeológico de la provincia de Granada*. Ed. Diputación de Granada e ITGE.

Enlaces a algunos artículos sobre las aguas de Sierra Nevada:

Sobre aguas superficiales y subterráneas en Sierra Nevada (1985)

- <https://proyectoaguas.es/download/Articulos/1985.a2.pdf>

Sobre las aguas de Sierra Nevada (1993)

- <https://proyectoaguas.es/download/Articulos/1993.a1.pdf>

Sobre la síntesis hidrológica de Sierra Nevada (1996)

- <https://proyectoaguas.es/download/Articulos/1996.a4.pdf>

Sobre caudales específicos y estimación de recursos hídricos de Sierra Nevada (1996)

- <https://proyectoaguas.es/download/Articulos/1996.a5.pdf>

Sobre aguas y acequias de Sierra Nevada (1999)

- <https://proyectoaguas.es/download/Articulos/1999.a3.pdf>

Sobre las aguas de Sierra Nevada y de Lanjarón (1999)

- <https://proyectoaguas.es/download/Articulos/1999.a4.pdf>

