

HIDROGEODÍA

2025

GRANADA

ORGANIZAN:



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

**Instituto Geológico
y Minero de España**



**SIERRA
NEVADA**
PARQUE NACIONAL
PARQUE NATURAL

22 de marzo 2025
LANJARÓN
PAISAJES DEL AGUA

EXCURSIÓN GRATUITA Y GUIADA

* Plazas limitadas.

IMPRESCINDIBLE RESERVA PREVIA.

La inscripción se realizará a través del siguiente QR.
Las salidas se harán en grupos de unas 30 personas,
cada 30 minutos entre las 9:00h y las 10:30h.
Duración aproximada de la excursión 3,5 horas.



* También puede realizar su inscripción en el siguiente link:

[https://docs.google.com/forms/d/e/](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfAwOZHBqsEViZ3lg_ZiSoi40-R-Wf8dpWMJoa5w88xNrM4VQ/viewform?usp=header)

[1FAIpQLSfAwOZHBqsEViZ3lg_ZiSoi40-R-Wf8dpWMJoa5w88xNrM4VQ/viewform?usp=header](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfAwOZHBqsEViZ3lg_ZiSoi40-R-Wf8dpWMJoa5w88xNrM4VQ/viewform?usp=header)

PUNTO DE ENCUENTRO: Aparcamientos bajo Hotel Alcadima (Lanjarón),
Variante de A-348.

Más información en: www.aihge.org/hidrogeodia2025

* Se aconseja ropa cómoda, calzado de campo y agua.

EL HIDROGEODÍA

El **Hidrogeodía** es una jornada de divulgación sobre Hidrogeología que se celebra con motivo del **Día Mundial del Agua** (22 de marzo). Su objetivo es difundir la importancia de las aguas subterráneas, considerando aspectos geológicos, físico-químicos, biológicos y la acción del hombre. La jornada consta de **actividades gratuitas**, guiadas por hidrogeólogos y **abiertas a todo tipo de público**, sin importar sus conocimientos en la materia.

En Granada, el **Hidrogeodía 2025** se celebra el **día 22 de marzo en Lanjarón**, localidad con una estrecha relación histórica con el agua, tanto desde el punto de vista ambiental, como desde una perspectiva sociocultural y turística.

COMO LLEGAR

El punto de encuentro será en los **aparcamientos ubicados bajo el Hotel Alcadima de Lanjarón**, localizado a unos 300 m del inicio de la variante de la carretera A-348, que bordea el núcleo urbano de Lanjarón por el sur.

Este será el lugar de recepción de las personas inscritas en la jornada, desde donde se coordinará la actividad y los horarios para la salida de los **cuatro grupos previstos a las 09:00, 09:30, 10:00 y 10:30**. La duración del recorrido completo será de unas 3 horas y media, terminando en el Parque del Salado a unos 10 minutos a pie del lugar de partida.

El itinerario ofrece un recorrido guiado de 6,5 km, de los cuales 4,8 km se realizarán a pie. A lo largo del trayecto, hemos seleccionado seis paradas (Fig. 2) en puntos

específicos donde diversos especialistas compartirán sus conocimientos sobre las distintas temáticas que abordaremos durante la jornada. El recorrido entre la parada 1 y la parada 2, de 1,7 km de longitud, se realizará en minibús gratuito. **Es necesaria la inscripción previa** y la organización se reserva la opción de reorganizar los grupos para equilibrar el número de personas asistentes en cada turno.



Figura 1. Punto de encuentro en Lanjarón (Autor: Ángel Romero Martín).

QUÉ VEREMOS

Desde el punto de partida concertado en los aparcamientos (Fig. 1), nos dirigiremos a pie hacia la **Parada 1**, ubicada en el mirador del Castillo de Lanjarón. Desde esta estupenda atalaya, presentaremos la actividad y se realizará una breve descripción de las actividades que se llevarán a cabo durante el evento; se expondrán los excepcionales valores naturales y culturales del Parque Natural y Nacional de Sierra Nevada, describiendo el contexto geológico de la zona, así como los principales rasgos del Castillo desde el punto de vista histórico.

A continuación, nos desplazaremos en minibús hacia la **Parada 2**, ubicada en el Museo del Agua. En primer lugar, veremos el Lavadero de las Cimas, edificación tradicional relacionada con el uso antrópico del agua, situado a pocos metros del museo. Después

de disfrutar de un delicioso café, cortesía del Ayuntamiento de Lanjarón, nos sumergiremos en las explicaciones sobre el contenido del museo. Aprenderemos sobre la importancia y el funcionamiento de las acequias de careo, complementado con interesantes videos divulgativos que enriquecerán nuestra experiencia.

Desde este punto nos desplazaremos a pie durante 5 minutos hasta la **Parada 3**, la Estación de aforos del río Lanjarón. Conoceremos la dinámica del caudal del río, el funcionamiento de una estación de aforos y sus implicaciones en la gestión del balance hídrico de la cuenca.

Desde aquí, comenzaremos un recorrido a pie de unos 75 minutos de duración. El primer tramo discurre paralelo al río Lanjarón, hasta conectar con el sendero de la ruta de la acequia del Aceituno-Cecarta. Este tramo del recorrido, que seguiremos hasta llegar a la toma de la acequia, puede presentar cierta dificultad y esfuerzo, debido a las pronunciadas pendientes e irregularidad del terreno. Una vez en el sendero Aceituno-Cecarta, caminaremos pocos minutos junto a la acequia hasta llegar al punto donde se encuentran juntas las paradas cuarta y quinta.

La **Parada 4** se sitúa en la propia acequia del Aceituno, donde se explicará el peculiar manejo tradicional de las acequias, que se viene realizando desde hace más de mil años en Sierra Nevada. Además se realizarán medidas de caudal, temperatura y conductividad del agua en la propia acequia. La **Parada 5**, a pocos metros de la anterior, se localiza en una poza del río Lanjarón y servirá de escenario acuático para conocer los macroinvertebrados asociados al agua, sus características y la importante función que desempeñan en los ecosistemas acuáticos.

Para llegar a la última parada, volveremos sobre nuestros pasos por el mismo sendero, hasta llegar a la pista que nos adentrará en el casco urbano de Lanjarón. Tras un recorrido a pie de aproximadamente 30 minutos llegaremos al Parque del Salado, donde se ubica la **Parada 6**. En ella, veremos como se produce la formación de los travertinos, rocas relacionadas con las aguas termales, y reconoceremos in situ este tipo de roca. Durante el camino recorreremos las calles más emblemáticas de la localidad, como son las del **barrio del Hondillo**, donde podremos observar una muestra de la arquitectura típica de la ciudad y conocer más sobre su historia.

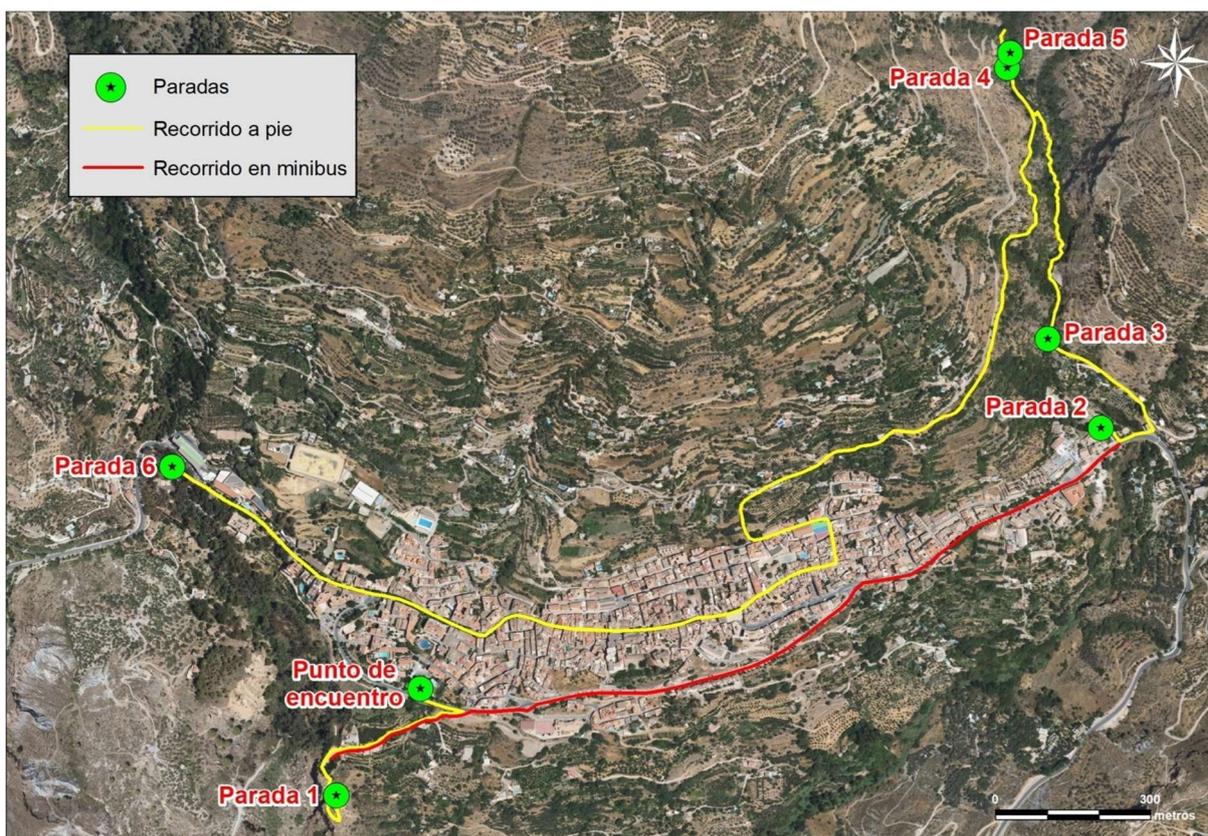


Figura 2. Recorrido de la ruta y situación de las paradas

ENTORNO GEOLÓGICO

Sierra Nevada está situada en el corazón de la Cordillera Bética, en sus zonas internas, y es el techo de la Península Ibérica, siendo su pico más alto el Mulhacén con 3.479 m s.n.m. La Cordillera Bética, gran unidad orográfica y geológica del S y SE de la Península Ibérica, se extiende desde la provincia de Cádiz hasta Alicante y por debajo del Mar Mediterráneo continúa hasta las Islas Baleares. Desde el punto de vista geológico, Sierra Nevada es un gran pliegue antiformal, con orientación este-oeste, que se extiende a lo largo de 90 km, con una anchura variable entre 15 y 40 km.

La formación de estos relieves tuvo su origen en la colisión entre tres placas tectónicas: la placa Ibérica, la placa africana y la placa de Alborán, hace 25 millones de años, durante la orogenia alpina (etapa de formación de las principales cadenas montañosas del sur de Europa y Asia). La colisión continental produjo la subducción y enterramiento de sedimentos marinos de edad Paleozoica y Triásica a profundidades de hasta 60 kilómetros y su consiguiente transformación en rocas metamórficas. Posteriormente, hace unos 10 millones de años, estas rocas emergieron y se plegaron configurando importantes relieves como Sierra Nevada. La elevación de Sierra Nevada debido al choque entre las placas ha continuado hasta la actualidad, con una tasa de 400 metros por cada millón de años, o lo que es lo mismo 0,4 mm/año. Una vez emergidos los materiales

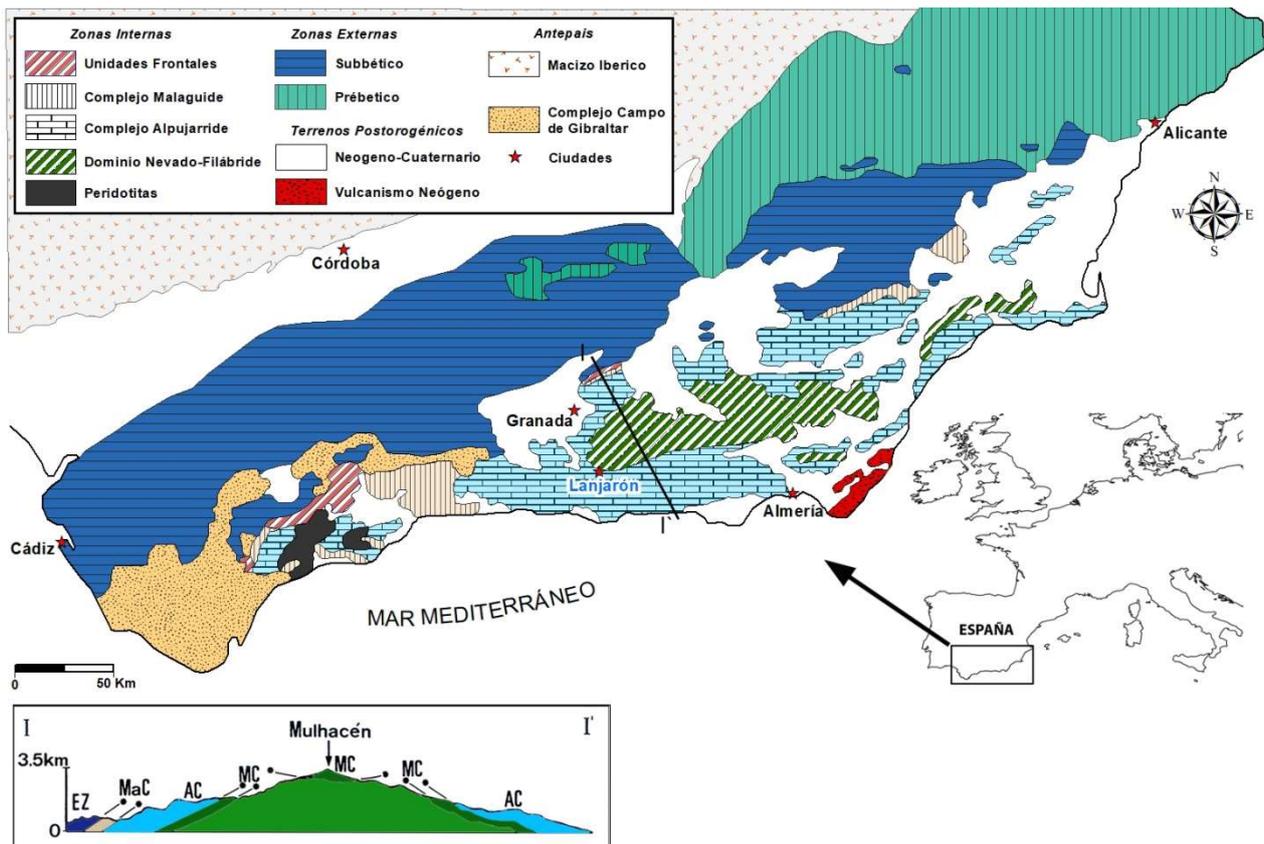


Figura 3. Mapa geológico de las Cordilleras Béticas. Fuente: Díaz Puga M.A. (2016)

comienza el efecto de los procesos geológicos externos, que erosionan los relieves y depositan los sedimentos en las cuencas intramontañosas, convirtiendo esas rocas mesozoicas en sedimentos fluviales y aluviales neógenos y cuaternarios.

Las Zonas Internas Béticas están formadas por tres complejos tectónicos superpuestos, de abajo arriba, Complejo Nevadofilábride, Alpujárride y Maláguide. En Sierra Nevada afloran los dos primeros.

Debido a su estructura, que a grandes rasgos es la de un gran antifórme con orientación E-W de unos 95 kilómetros de extensión, y a la erosión progresiva que durante su elevación produjo el desmantelamiento de los materiales que componían las zonas más elevadas, sus formaciones rocosas se disponen actualmente en tres bandas más o menos concéntricas, desde la zona central más elevada a la periferia, configurando principalmente tres contextos geológicos diferentes:

1. El núcleo de la Sierra, que comprende sus picos más elevados, está formado por rocas metamórficas del Complejo Nevadofilábride que localmente llegan a superar los 300 millones de años de antigüedad. Está constituido esencialmente por micaesquistos, (rocas oscuras y claras con aspecto pizarroso) y cuarcitas (las cuales suelen dar lugar a crestones y tajos por su mayor resistencia a la erosión) y, en menor proporción, por otras rocas metamórficas como anfibolitas, serpentinitas, gneises, mármoles, etc. En este contexto geológico destacan por su especial importancia y peculiaridad geológica dos aspectos, por un lado, en las altas cumbres están presentes morfologías producidas por los glaciares más meridionales de Europa, que se desarrollaron en diversos momentos fríos del Cuaternario durante los últimos 260.000 años (circos, morrenas y valles glaciares, entre otros). Además, entre unidades de origen continental se intercala una unidad ofiolítica de origen oceánico, formada por los únicos restos

existentes del océano Tetys, que se formaron hace 180 M.a en una dorsal oceánica similar a la actual Dorsal Atlántica y que, por la acción de la tectónica de placas, fueron trasladados hasta su ubicación actual.

2. Bordeando el núcleo aparece una orla de rocas metamórficas del Complejo Alpujárride, de más de 200 millones de años de antigüedad, mayoritariamente compuesta por calizas y dolomías, que generan relieves escarpados de colores blanquecinos o grisáceos y, en menor proporción, por filitas de colores azules, violáceos o grises brillantes, conocidas en la región como “launas”.

3. Por último, la banda de rocas más externa de Sierra Nevada corresponde a materiales sedimentarios mucho más recientes. Están formados por bloques, cantos, gravas y arenas, depositados en los últimos 15 millones de años, en el fondo de las pequeñas cuencas marinas que rodeaban el relieve de Sierra Nevada, como productos resultantes de la erosión de esta.

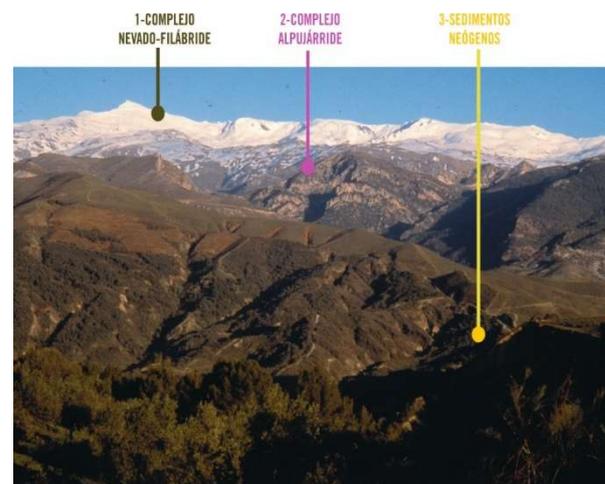
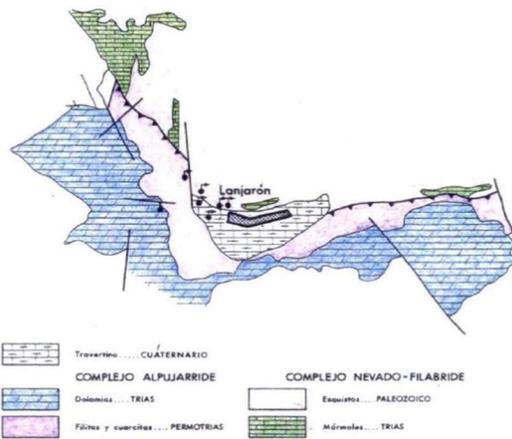


Figura 4. Contextos geológicos de Sierra Nevada. Fuente: Rodríguez Fernández, R. (2017)

En la zona de Lanjarón, donde transcurrirá la jornada, afloran rocas del Complejo Nevadofilábride (principalmente micaesquistos y mármoles) y del Complejo Alpujárride (calizas, dolomías y filitas). Además, hay que destacar el potente conjunto de sedimentos postorogénicos, de

edad Cuaternaria, formados por derrubios de ladera, suelos y travertinos. Estas últimas rocas, sobre los que se sitúa la población de Lanjarón y que veremos en la parada 7, están ligadas a la actividad hidrotermal del agua subterránea. Se da la circunstancia de que el pueblo de Lanjarón se localiza sobre la zona de contacto entre los dos complejos geológicos, lo que favorece en gran medida la circulación del agua subterránea y el afloramiento de numerosos manantiales.



CORTE ESQUEMATICO

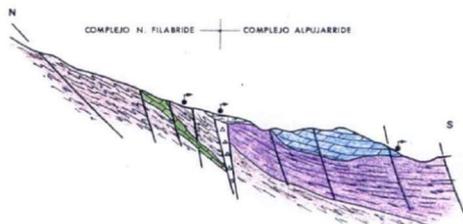


Figura 5. Mapa y corte geológico de la zona de Lanjarón. Fuente: Evaluación del estado actual de las aguas minerales en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Estudio de detalle de la provincia de Granada. Tomo II. IGME y Junta de Andalucía, 1990-1991

Filábride, por encima de los 2000-2500 m de altitud (acuíferos alpinos), 2) los afloramientos de la capa de alteración de las rocas duras, mayoritariamente esquistos, que ocupan la mayor parte de la montaña (acuíferos en pendiente), y 3) los afloramientos de rocas fundamentalmente carbonatadas como mármoles, dolomías y calizas, que afloran al oeste y al sur de Sierra Nevada (acuíferos carbonáticos de la Alpujarra).

Los espesores de los **acuíferos alpinos** pueden superar la trentena de metros. Bajo las formaciones glaciares y periglaciares, permeables, se encuentran los esquistos sin alterar, de muy baja permeabilidad, que hacen de base del acuífero asociado a esa zona de alteración superficial. Su alta permeabilidad favorece que existan pocos manantiales, de alto caudal. El agua subterránea almacenada en estos acuíferos se limita a una delgada capa saturada que se acomoda a la pendiente de la zona de contacto entre la roca sin alterar y la base de los materiales cuaternarios.

En los **acuíferos en pendiente**, destaca la presencia de una extensa y delgada zona superficial de alteración y fracturación por la que el agua subterránea circula y que da lugar a amplios acuíferos desarrollados en las laderas de la montaña. El nivel piezométrico queda muy próximo a superficie, debido a la moderada permeabilidad general de la zona de alteración de los esquistos, descendiendo durante el estiaje en las zonas altas de las laderas. En estos acuíferos, la alta pendiente del terreno, la presencia de numerosos afloramientos de la roca fresca y la existencia de barrancos de primer orden encajados en los esquistos da lugar a la existencia de muchos manantiales de muy bajo caudal. El agua que surge por estos manantiales se vuelve a infiltrar aguas abajo, dando lugar a un flujo en cascada a lo largo de las laderas.

En estas zonas, el regadío por inundación y los canales de riego, excavados en el terreno sin revestir, incrementan la recarga de estos acuíferos de forma notoria y dan lugar a

ENTORNO HIDROGEOLÓGICO

La configuración geológica de Sierra Nevada hace que existan tres grandes conjuntos de materiales acuíferos, con un comportamiento hidrogeológico claramente diferenciado, que de mayor a menor altitud serían los siguientes: 1) las formaciones cuaternarias de alteración glacial y periglacial que afloran, sobre los esquistos del Complejo Nevado-

muchos manantiales de bajo caudal y a descargas de agua subterránea en los cauces de primer orden, que permiten la existencia de números bosquetes de ribera. Las aguas que drenan los manantiales de estos acuíferos son, fundamentalmente, bicarbonatado cálcicas y cálcico-magnésicas, con salinidades inferiores a 300-350 mg/l y temperaturas comprendidas entre 2 y 16 °C.

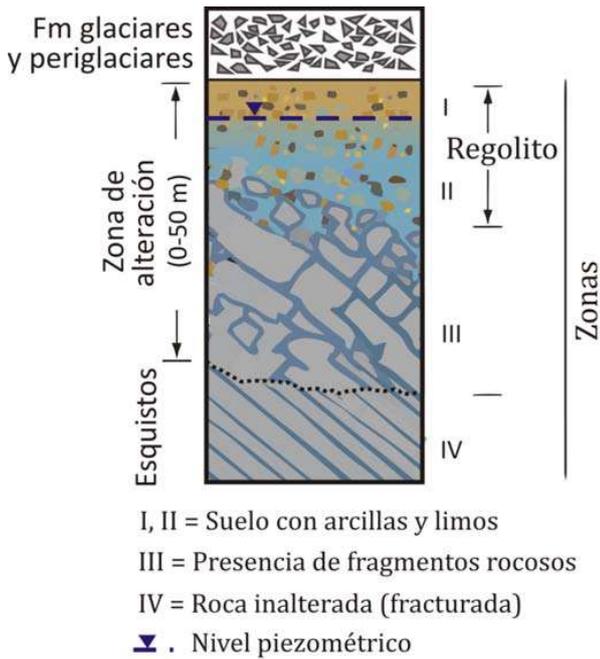


Figura 6. Columna litológica sintética del acuífero en rocas duras Nevado-Filábride de Sierra Nevada. Fuente: Martos-Rosillo, S. et al. (2019)

Los **acuíferos carbonáticos** de la Alpujarra están formados por potentes materiales carbonatos triásicos, intensamente plegados y deformados, que rodean a la sierra por el sur y especialmente por el oeste y noroeste, destacando el acuífero de la Sierra de Padul, con una extensión de afloramientos permeables de 135 km² y espesores de hasta 1000 m en el sector de La Silleta. Son acuíferos de tipo fisurado y kárstico, en ellos el agua circula preferentemente a través de fracturas y cavidades, y se caracterizan por una gran permeabilidad y capacidad de almacenamiento. Se caracterizan también por su elevada compartimentación, debido a la

complejidad geológica de su estructura. Esto da lugar a la presencia de un número elevado de manantiales que no suelen presentar grandes caudales medios. La alta capacidad de recarga de estos acuíferos y su alta permeabilidad hace que el nivel piezométrico se encuentre muy profundo en buena parte de su superficie de afloramiento. El nivel solo queda próximo a superficie aguas arriba de los manantiales que se forman en la zona de contacto entre los carbonatos y otras rocas metamórficas de menor permeabilidad y en las riberas de los ríos en los que se produce buena parte de la descarga de estos acuíferos. Las aguas drenadas por los carbonatos alpujárrides presentan facies bicarbonatada cálcica a cálcico magnésica, con elevadas concentraciones de sulfatos en algunos sectores. Su salinidad suele estar comprendida entre 300 y 800 mg/l, y presentan un pH ligeramente básico.

Los acuíferos en esta zona se desarrollan en los potentes materiales carbonatados (calizas y dolomías), son acuíferos de tipo fisurado y kárstico, el agua circula preferentemente a través de fracturas y cavidades, y se caracterizan por una gran permeabilidad y capacidad de almacenamiento.

EL ACUÍFERO DE LANJARÓN

Los materiales aflorantes en la zona de Lanjarón están formados fundamentalmente por micaesquistos y en menor medida gneises y mármoles, todos ellos del Complejo Nevado-Filábride. Las primeras decenas de metros de estos materiales, debido a la intensa meteorización y fracturación que presentan, dan lugar a una zona de cierta permeabilidad por la que se produce el flujo del agua subterránea. Pertenecen por lo tanto a los llamados acuíferos en pendiente, anteriormente mencionados.

Otros materiales de naturaleza acuífera ligados a los anteriores, aunque de menor importancia debido a su escasa superficie de afloramiento y espesor, son los derrubios de ladera y los suelos, todos ellos permeables debido a la porosidad existente en los huecos entre granos de sedimentos. Y por último los travertinos, de permeabilidad media-alta, conferida fundamentalmente por los conductos y poros dejados por los restos de tallos, hojas y materia orgánica tapados por los depósitos calcáreos de las aguas termales.

Las rocas carbonatadas del Complejo Alpujárride, aflorantes al sur de la localidad de Lanjarón, en ocasiones como bloques aislados por falla y/o erosión (como el del Castillo), son permeables por fisuración y por karstificación. La base impermeable de estos acuíferos está compuesta por el contacto con las filitas del Complejo Alpujárride, no en vano, estas rocas son utilizadas en la arquitectura popular alpujarreña como material de construcción para la impermeabilización de tejados. Los manantiales ligados a estos materiales, como los de Albercon, Escolta, Pedro Calvo y Las Adelfas forman parte de un acuífero que drena en el río Lanjarón, cerca de su encuentro con el río Ízbor.

En el entorno de Lanjarón existe un elevadísimo número de manantiales, con características muy diversas en lo que se refiere a temperatura del agua, salinidad, facies hidroquímica, contenido en gases, presencia de depósitos (ferruginosos, por ejemplo) en el área de surgencia, etc. De acuerdo con estas características se clasifican en tres grupos: el primer grupo corresponde a aquellas surgencias (Baño termal, Capuchina, Ferruginoso, etc.) que presentan una salinidad elevada (varios g/l) y una clara anomalía térmica (20-29°C). Sus aguas son empleadas tradicionalmente para los baños por sus propiedades curativas. El segundo grupo (San Vicente, Nicasio, etc.) lo integran los manantiales de baja temperatura de surgencia (15-18°C), coincidente con la temperatura media anual del aire en el

sector, y débil mineralización (por debajo de 500 mg/l). Finalmente, existe un tercer grupo de manantiales (Capilla, Salud II, San Pedro,



Figura 7. Mapa geológico con situación de los puntos de agua en la loma Bordaila. Fuente: Rodríguez del Rosario, M. et al, (2023)

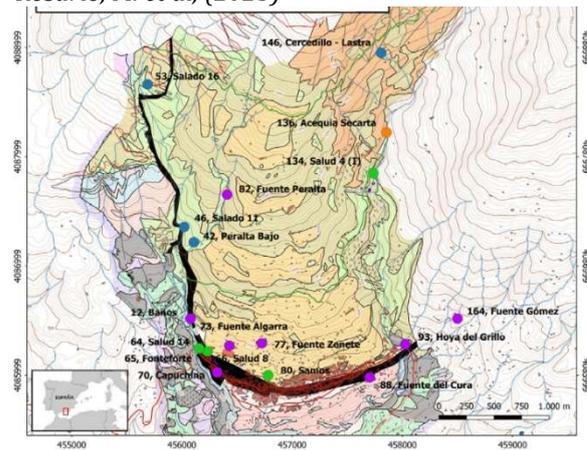


Figura 7. Mapa geológico con situación de los puntos de agua en la loma Bordaila. Fuente: Rodríguez del Rosario, M. et al, (2023)

etc.) con características intermedias entre los dos anteriores. La inmensa mayoría de las surgencias están situadas en las inmediaciones del pueblo y más particularmente en sus bordes oriental y occidental, que coinciden, a su vez, con los cauces de los cursos fluviales que delimitan la loma de la Bordaila: el río Lanjarón, al Este, y el arroyo Salado, al Oeste.

La situación de las surgencias está fuertemente condicionada por las características geológicas, coincidiendo mayoritariamente con un importante contacto geológico, el cabalgamiento de los materiales del Complejo Alpujárride (filitas con niveles de cuarcita y yeso) sobre los micaesquistos del Complejo Nevado-Filábride. Este contacto está marcado por una banda de milonitas, es decir, de rocas fracturadas por efectos de la tectonización.

El modelo de funcionamiento hidrogeológico que explica estas diferencias físico-químicas

de las aguas de los manantiales mencionados es el siguiente:

La recarga se produce en primer lugar, mediante la precipitación sobre los propios afloramientos, a la que hay que añadir, y con importancia prioritaria, la alimentación adicional representada por la compleja red de acequias, el retorno de los riegos y las aguas superficiales, por lo menos en la parte alta del sistema.

La capa meteorizada desarrollada sobre los micaesquistos mantiene una zona saturada, desigual y discontinua, que produce descarga subterránea a distintas cotas: manantiales dispersos en la loma de Bordaila y alrededores y descargas a la red superficial, particularmente al río Lanjarón.

minerales silicatados de las rocas por las que circula.

Una parte de la recarga se infiltra aprovechando fracturas en los micaesquistos. La débil permeabilidad de esa red de fisuras y el largo recorrido del agua, que alcanza una importante profundidad antes de surgir, de nuevo a superficie, hace que el agua esté en el acuífero durante mucho tiempo. Este hecho, unido a las altas temperaturas que pueden llegar a los 100°C debido al gradiente geotérmico ($\approx 30^{\circ}\text{C}/\text{km}$), propicia que el agua adquiera una alta mineralización.

Al llegar el agua en su recorrido a la zona de contacto entre los micaesquistos y las filitas (impermeables), su flujo asciende a través de la banda de rocas milonitizadas. Estos materiales presentan sin duda una mayor

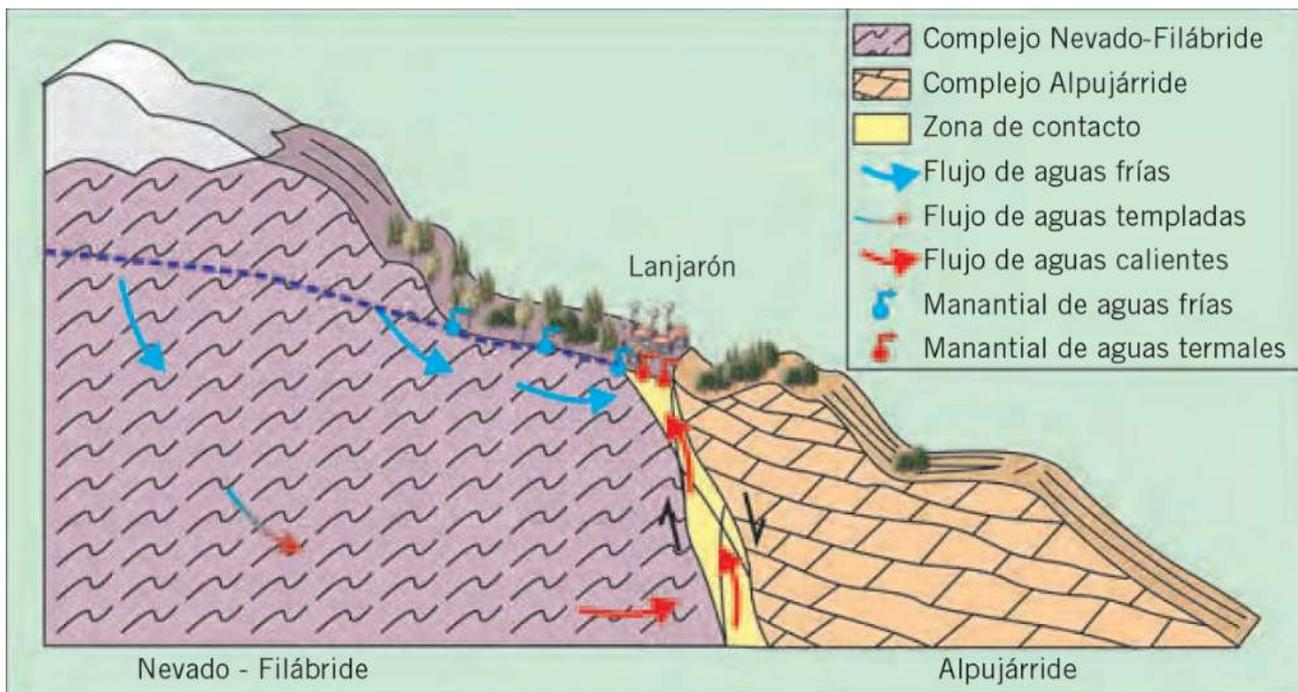


Figura 8. Corte y modelo hidrogeológico del acuífero de Lanjarón. Fuente: Alfaro et al., 2003

En todo caso, buena parte de la descarga se realiza en la parte más baja de estos afloramientos, en el sector de Lanjarón. Estos manantiales representan la salida de un flujo sub-superficial, de recorrido relativamente breve, de modo que el agua se encuentra a baja temperatura (la media anual del aire en el lugar) y presenta una débil mineralización, coherente con la baja solubilidad de los

permeabilidad que los micaesquistos, pero tampoco muy elevada, de modo que el flujo debe ser suficientemente lento para que se produzca un progresivo enfriamiento del agua, aunque en superficie permanezca parte de la anomalía térmica alcanzada en profundidad. Estas aguas se caracterizan, además, por emisiones de gases (CO_2) de cierta envergadura. Una parte de esa

descarga puede producirse a la capa meteorizada, al travertino, etc., de modo que de ello resulta una mezcla en proporciones diversas con el agua fría de flujo subsuperficial.

cuando los ríos de Sierra Nevada ven reducido su caudal drásticamente tras el deshielo.

El esquema conceptual general del funcionamiento hidrogeológico de las acequias de careo es el siguiente. El agua derivada por las acequias de careo se vierte para su infiltración en zonas denominadas "Simas", zonas de baja pendiente y de mayor permeabilidad debido a la naturaleza del terreno y a su fracturación. El agua recargada surge, tiempo después, por numerosos manantiales que se generan en la media y baja ladera de los valles, además de ser drenada por los arroyos encajados en el acuífero superficial y por los ríos. A mediados de junio, las acequias de careo dejan de utilizarse y otra extensa red de acequias de riego, situada a menor altitud, comienza a derivar agua de los ríos para el riego de las zonas de cultivo intensivo. Con este procedimiento de uso conjunto de agua superficial y

LAS ACEQUIAS DE CAREO

Para poder abastecer de agua a las poblaciones de Sierra Nevada y para regar los pastos y las terrazas de cultivo construidas en sus abruptas pendientes, fue necesario aumentar el caudal y la duración de los manantiales que surgían por encima de las poblaciones y, sobre todo, aumentar el caudal de los ríos durante el estiaje. Este problema se resolvió durante la época de Al-Ándalus mediante la construcción de una extensa red de canales de infiltración, excavados en el terreno sin impermeabilizar,

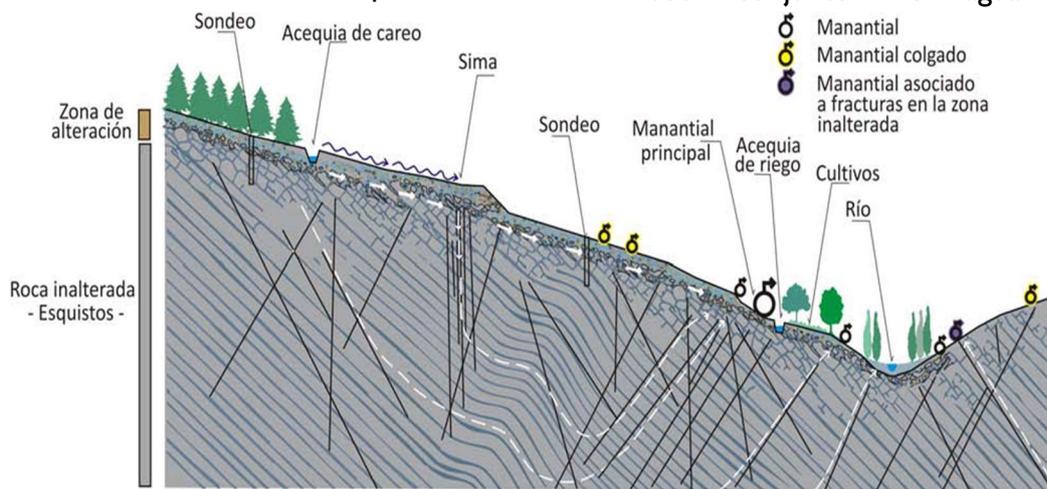


Figura 9. Esquema conceptual de funcionamiento hidrogeológico. Fuente: Martos-Rosillo, S. et al. (2019)

denominados acequias de careo. Se entiende por "carear" al proceso por el que se recolecta el agua de escorrentía de las cabeceras de los ríos, durante la época de deshielo (marzo-junio), para infiltrarla en la zona de alteración de las rocas duras que se desarrolla en las partes altas de las laderas. Parte del agua infiltrada se recupera tiempo después, aguas abajo, disponiendo así del preciado recurso durante la época estival,

subterránea se optimiza la capacidad de retención/almacenamiento del acuífero en rocas duras de Sierra Nevada.

Por el momento, se contabilizan en Sierra Nevada 720 km de acequias de careo y de careo/riego, a los que hay que añadir unos 3000 km de acequias de regadío. La magnitud de estas cifras pone de manifiesto la importancia que este sistema de manejo del agua tiene en el funcionamiento de los ríos que drenan Sierra Nevada.

Con este sistema se consigue además de un beneficio social (agua de abastecimiento a la población y para riego) un indudable beneficio ambiental. La mayor parte del agua infiltrada por el careo se descarga en los arroyos encajados en el acuífero, contribuyendo a sostener la fauna acuática y la asociada a los bosques de ribera que tapizan estos cauces. Donde se realiza recarga con las acequias de careo conviven parcelas de regadío con zonas de mayor densidad de vegetación natural, lo que da lugar a paisajes culturales, resultado de siglos de una interacción sostenible entre las comunidades campesinas y el medio.

Para mantener estos ancestrales sistemas de Gestión Integral del Agua, es fundamental el papel de las comunidades de regantes. Cuando los acequeros, personas de la comunidad a cargo de las acequias, dejan de



Figura 10. Acequero gestionando el agua en la acequia de Mecina (Autor: Sergio Martos Rosillo)

realizar su función, las acequias pierden su funcionalidad, teniendo graves efectos en cascada sobre el ciclo hidrológico, la vegetación, la fauna y el paisaje.

Este sistema de manejo del agua ha provocado una intensa transformación del paisaje del valle de Lanjarón, en el que las terrazas de cultivo y los pastos coexisten con ecosistemas de alto valor ecológico. La recarga del agua de deshielo en las laderas regula el caudal nival de los ríos, favorecen la infiltración y disminuyen la escorrentía superficial y las pérdidas de suelo. El sistema de reparto y activación de las acequias, que tenían establecido los moriscos, recibía el nombre de dula (en árabe دولة), que en árabe quiere decir turno. Cada dula constaba de 14 días. Hoy en día se siguen aplicando estos turnos entre las comunidades de regantes.

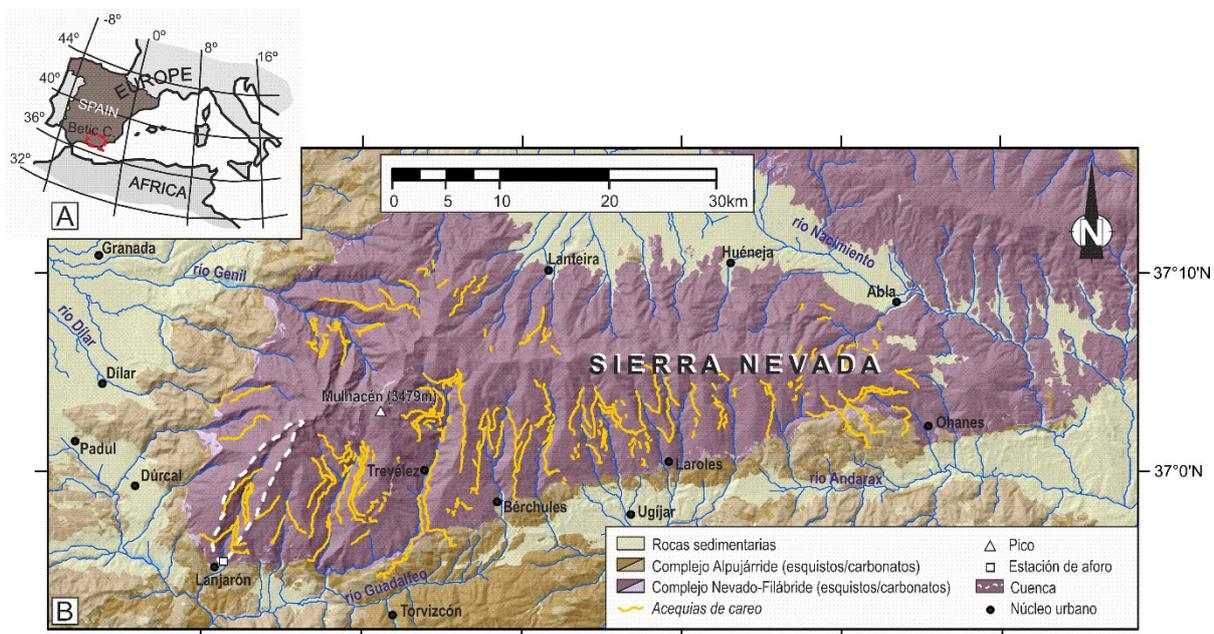


Figura 11. Situación de las acequias en Sierra Nevada (Autora: Irene Castillo Marín)



Figura 12. Acequero Nueva de Lanjarón (Autor: Ayuntamiento de Lanjarón)

Las acequias pertenecientes a la Comunidad de Regantes de las acequias y aguas de la Villa de Lanjarón son 21, con una longitud total de sus cauces de 50.328 m, que abastecen directa o indirectamente una superficie regable de 1.780,5 ha. Se localizan en la margen izquierda del río Lanjarón (9 acequias), en su margen derecha (6 acequias) y en el Arroyo Salado (6 acequias). Entre ellas, destacan por su importancia la acequia Alta de la Sierra con una longitud de cauce de 5.066 m y un caudal medio (Qm) de 16,76 l/s, la Acequia Rascabejal con 5.078 m y Qm de 12,87 l/s, la acequia de Prados Coloraos con 1.910 m y Qm de 5,33 l/s, o la acequia Mezquerina con 3.685 m y un Qm de 85,27 l/s.

PARADA 1. MIRADOR DEL CASTILLO

Desde esta privilegiada atalaya se observa una impresionante panorámica (Fig. 13). Hacia el norte, podemos ver gran parte del valle del río Lanjarón, localizado en la vertiente sur de Sierra Nevada. Su casco urbano y sus fértiles zonas de cultivo aledañas, dispuestas sobre bancales que descienden hasta el río, se localizan sobre la Loma Bordaila, delimitada por los valles del río Lanjarón al este y del

arroyo del Salado al oeste. Mirando hacia el Sur, observamos en primer término el Tajo Colorao y como telón fondo, Sierra de Lujar. La descripción del contexto geológico e hidrogeológico de la zona se detalla en sus correspondientes apartados introductorios de esta guía.

El Castillo de Lanjarón (Fig. 14), conocido en la localidad como Castillo de los Moros, data del periodo nazarí, aunque casi todas las estructuras visibles actualmente fueron construidas por los castellanos entre finales del siglo XV y comienzos del XVI. Fue edificado inicialmente en el marco del programa defensivo desarrollado en el reinado de Yūsuf I (1333-1354) o de su hijo Muḥammad V, en el que también se crearon



Figura 13. Vistas desde el mirador del Castillo de Lanjarón (Autor: Miguel Ángel Díaz Puga).

las fortalezas de Restábal, Mondújar y Moclín. En 1592 cesa definitivamente su uso militar y queda abandonado desde entonces

La planta del castillo se adapta al sustrato rocoso, generando un trazado irregular. En las caras este y oeste el terreno se corta en precipicios verticales, lo que lo hace inexpugnable por estos flancos. El castillo está compuesto por dos recintos. Todas las fábricas son de mampostería en hiladas, con refuerzos de cantería caliza a soga y tizón en las esquinas. Los muros tienen todos un grosor uniforme de 1,20 m.



Figura 14. Castillo de Lanjarón (Autor: Miguel Ángel Díaz Puga)

Sierra Nevada se encuentra en el sureste ibérico, entre las provincias de Almería y Granada. Es el relieve montañoso más meridional de Europa y el más alto tras Los Alpes. Presenta una superficie de 200.000 ha, de las que 172.238,05 forman parte del Espacio Natural de Sierra Nevada (85.883 ha de Parque Nacional y 86.335 ha de Parque Natural). Con una longitud aproximada de 90 km y una anchura de 15 km en su extremo oriental, progresa en superficie y altitud hacia su extremo occidental, donde alcanza 40 km de ancho aproximadamente y 3.482 m de altitud en el Pico Mulhacén, techo de la Península Ibérica.



Figura 15. Límites del Parque Natural (gris) y del Parque Nacional (verde)

Sierra Nevada es reconocida a nivel mundial por su extraordinaria diversidad biológica, geológica y por sus ecosistemas únicos. De hecho, es un espacio especialmente protegido, declarado Reserva de la Biosfera (1986), Parque Natural (1989), Parque Nacional (1999). También forma parte de la Red Natura (2000) como Zona Especial de Conservación denominada (Z.E.C), es zona

de especial protección para la aves (Z.E.P.A) y lugar de importancia internacional para las aves migratorias (RAMSAR). Por último, en el año 2024 el Espacio Natural Sierra Nevada a pasado a formar parte de la Green List de la Unión Internacional de Conservación de la Naturaleza (UICN).

En la actualidad es el centro de diversidad vegetal más importante del Mediterráneo occidental, con 2.353 taxones registrados de plantas vasculares entre las que se encuentran 84 especies exclusivas del macizo. Contiene casi el 30 % de la flora de la España peninsular en el 0,4 % de su extensión y el 7% de la flora de la Región Mediterránea en el 0,01% de su superficie, datos sobresalientes para esta reducida superficie. De igual forma, presenta una rica comunidad faunística con alrededor de 4.000 especies de artrópodos entre los cuales 146 son especies endémicas que solo se encuentran en el macizo. El número de vertebrados registrados en Sierra Nevada asciende a 260 especies, destacando su rica avifauna, con especies como el águila real, águila perdicera o el quebrantahuesos, reintroducido en el macizo montañoso en los últimos años. Además, Sierra Nevada alberga la mayor población de cabra montés de la Península Ibérica y 300 especies exclusivas de insectos.



Figura 16. Quebrantahuesos volando en Sierra Nevada (Autor: Francisco Contreras Parody)

Es el único relieve peninsular donde están representados cinco de los seis “pisos bioclimáticos” de la región Mediterránea, desde el Termomediterráneo en las zonas

basales del macizo hasta el Crioromediterráneo en la zona de altas cumbres, donde aparecen la mayor parte de las especies endémicas, raras y/o amenazadas. A estos valores debemos añadir, por supuesto, la gran geodiversidad que posee. Destacando por ejemplo, que en altas cumbres se desarrollaron los sistemas glaciares más meridionales de Europa, formados en diversos momentos fríos del Cuaternario durante los últimos 260.000 años. En estas áreas cacuminales, se observan formaciones como circos y valles glaciares, morrenas y cubetas de sobreexcavación convertidas en espectaculares lagunas de alta montaña.

Los cursos de agua de Sierra Nevada se distribuyen entre las dos vertientes de macizo. En la vertiente norte, las aguas de las cuencas del río Genil y del río Fardes, llevan su caudal hasta el Parque Nacional de Doñana, a través del río Guadalquivir que desemboca en el océano Atlántico. En la vertiente sur, los cursos de agua se distribuyen entre las cuencas de los ríos Guadalfeo, Adra y Andarax, que llevan su caudal al mar Mediterráneo.

PARADA 2. EL MUSEO DEL AGUA

El Museo del Agua de Lanjarón (Fig. 17) se encuentra situado en el extremo este de la población, junto al cauce del río Lanjarón y debajo de la acequia de riego de la Ermita, que bordea unas antiguas construcciones utilizadas como matadero municipal. Es un proyecto del arquitecto español Juan Domingo Santos, que recupera una estructura que originalmente pertenecía a un conjunto de molinos de agua.

La sala exterior del museo está inspirada en la estructura de madera que en el siglo XVIII cubrió el Manantial de la Capuchina, famoso nacimiento de agua termal de Lanjarón. La exposición se extiende en su interior a través

de cuatro salas con contenidos audiovisuales de diferentes temáticas: “El recorrido del agua”, “Los recursos del agua” y “Los recuerdos del agua”. En la nave más antigua un vidrio con proyecciones sobre su superficie emerge del suelo inundado con agua de la acequia, creando un juego de reflejos sobre los antiguos muros del molino.

En sus diferentes recursos audiovisuales se nos explica la estrecha relación de Lanjarón con el agua, tanto en aspectos científicos (ciclo del agua en la naturaleza), como medioambientales (vegetación), por su gestión (red de acequias), turísticos (balneario de aguas termales y minero-medicinales) o industriales (embotelladora de agua mineral de Lanjarón). Especial atención se presta a la importancia de las acequias de careo y a su gran distribución en la comarca de Lanjarón.



Figura 17. Museo del agua de Lanjarón (Autor: Miguel Ángel Díaz Puga)

Junto a la espalda del museo, encontramos el Lavadero de las Cimas (Fig. 18), una ancestral infraestructura relacionada con el uso antrópico del agua. En la Alpujarra, como en tantos otros sitios, antes de contar con una construcción específica para esta finalidad, las lavanderas utilizaban como lavaderos las rocas de las orillas de los ríos y arroyos. Las piedras se elegían por su disposición y forma como plataformas sobre las que refregar la ropa. Posteriormente, en España, se construyeron una gran cantidad de lavaderos públicos desde principios del siglo XIX hasta la primera mitad del siglo XX. La lavadora,

que data de 1901, era un bien del que sólo un porcentaje privilegiado de la población disfrutaba, no popularizándose su uso hasta la década de los 70.

Este lavadero de las Cimas, se construyó en Lanjarón en los años 30 del siglo pasado, gracias a la donación de una lugareña pudiente (Pilar Fiestas). Aprovechando el agua de la acequia de la Ermita, se construyó el tipo de lavadero más común, que presentaba una canal o acequia por donde circulaba el agua, alineándose en sus bordes un número variable de piedras inclinadas o lajas. En la década de los 70 se modernizó mediante pilas prefabricadas de hormigón y ya en los 90 se cubrió con un tejado de hormigón para proteger a las personas del sol.



Figura 18. Lavadero de las Cimas (Autor: Miguel Ángel Díaz Puga)



Figura 19. Estación de aforos del río Lanjarón (Autor: Miguel Ángel Díaz Puga)

Existen diversos tipos de estaciones de aforo. Las que presentan:

- **Escalas limnimétricas:** se trata de escalas graduadas y firmemente sujetas en el suelo, a veces adosadas al pilar de un puente o estructura próxima a la estación. Es necesario que un operario acuda periódicamente a tomar nota de la altura de agua.

- **Limnígrafos:** miden el nivel del río guardando un registro continuo gráfico o digital del mismo a lo largo del tiempo. El gráfico que nos proporcionan (altura del agua en función del tiempo) se denomina limnigrama.

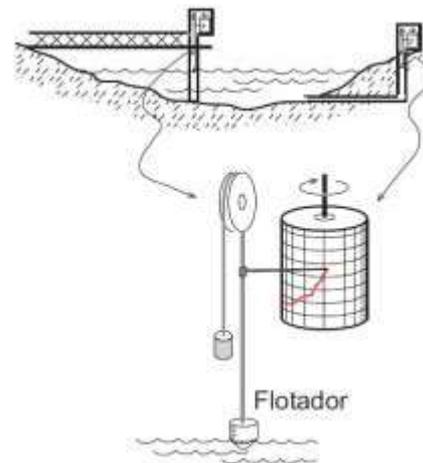


Figura 20. Ejemplo de limnógrafo con flotador clásico instalado. <https://hidrologia.usal.es/temas/Aforos.pdf>

PARADA 3. ESTACIÓN DE AFOROS

Una estación de aforo consiste en una estructura que se construye en la sección transversal de un río con el fin de poder medir, almacenar e incluso transmitir medidas en continuo del caudal (cantidad de agua que circula por el río). En este caso, la estación de aforos del río Lanjarón (Fig. 19 y 22) pertenece a las Cuencas Mediterráneas Andaluzas.

¿Cómo se mide el caudal?

Los niveles de agua obtenidos necesitamos convertirlos en caudales. El caudal se obtiene

aplicando al limnigrama (nivel-tiempo) la función matemática conocida como “curva de gastos” que relaciona la altura de la lámina de agua con el caudal que pasa por el río (Fig. 19), obteniendo así el hidrograma (caudal-tiempo) del río. Las unidades en las que se suelen expresar estas magnitudes son los metros (m) y metros cúbicos por segundo (m³/s) respectivamente.

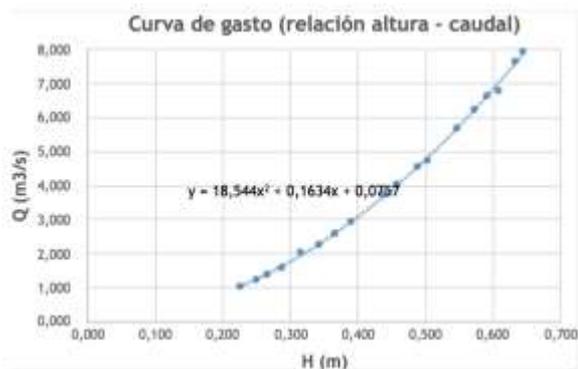


Figura 21. Representación gráfica de una curva de gasto

¿Qué información nos aporta una estación de aforo y cuál es su importancia?

Con la estación de aforos podemos obtener medidas continuas del caudal que discurre por el río que estamos midiendo, a la altura que se encuentra la estación. Sabemos el agua que ha podido recoger y transportar la cuenca hidrográfica de forma superficial a esa altura. Una de las claves que nos aporta esta información es poder conocer los recursos hídricos disponibles que tendremos y así poder gestionarlos mejor.

En la estación de aforo del río Lanjarón se encauza el río y se dirige hacia la margen izquierda, alcanzando el canal de aguas bajas (canal más pequeño con el que se consigue medida de mayor precisión cuando el río lleva poca agua). Junto al lado de este canal existe un pozo de registro que es donde se realizan las medidas de caudal. El agua que circula por el canal de aguas bajas entra por una rejilla en el pozo de registro, donde se queda a la misma altura que en el canal. En

este pozo hay instalado un sensor de presión que mide y registra la altura de la lámina de agua de forma periódica, de manera que así se puede conocer con precisión el caudal que circula por el río.



Figura 22. Canal de aguas bajas de la estación de aforos (Autor: Miguel Ángel Díaz Puga)

Las estaciones de aforo son esenciales para saber cuánta agua circula por una cuenca o qué caudal se genera cuando hay lluvias torrenciales. Estos datos son fundamentales para gestionar el agua de nuestros ríos y para conocer qué zonas se pueden inundar aguas abajo cuando se producen lluvias torrenciales.

PARADA 4. ACEQUIA DEL ACEITUNO

La acequia del Aceituno con 1.400 m de longitud, toma sus aguas de la margen derecha del río Lanjarón y abastece una superficie regable de 30 ha. Su caudal medio es de 6,85 l/s, lo que aporta un volumen máximo anual de 216.000 m³. En esta acequia, durante la actividad, tendremos la oportunidad de medir algunas propiedades físico-químicas del agua, como la temperatura, la conductividad y el pH, así como también su caudal utilizando diferentes métodos.



Figura 23. Acequia del Aceituno (Autor: Ángel Romero Martín)



Figura 23. Acequia del Aceituno (Autor: Ángel Romero Martín)

El caudal se puede medir de forma directa, mediante distintos aparatos que miden la velocidad del agua, o bien de forma continua, como vimos en la parada anterior, mediante una estación de aforo. Los molinetes son los equipos más usuales de medida directa. Estos aparatos cuentan con una hélice tarada. Conociendo el número de vueltas que da la hélice en un periodo de tiempo determinado, se puede conocer la velocidad del agua. La medida de dicha velocidad y la del ancho y la altura de la lámina de agua permite conocer el caudal que circula por el río o acequia en ese momento. Este tipo de labores exige el desplazamiento de una o dos personas para realizar una medida de caudal puntual. Otra forma de medir el caudal o aforar, que

también practicaremos en esta parada, es mediante el método químico.

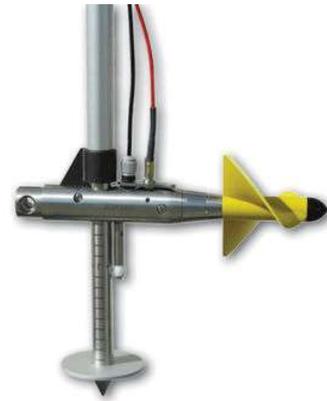


Figura 25. Molinete para medir caudal

PARADA 5. MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS

Los ecosistemas acuáticos de agua dulce son un componente esencial de la naturaleza, mantienen la biodiversidad del planeta y la calidad de vida de las personas mediante los servicios ecosistémicos que nos proporcionan. Proveen de recursos hídricos a las zonas urbanas, agrícolas e industriales y tienen un papel clave en la provisión de alimentos, las actividades recreativas y en el mantenimiento del ciclo del agua. Por tanto, es un recurso vital que influye en múltiples aspectos de la vida humana, desde la economía hasta la cultura.

El agua dulce que existe en nuestro planeta representa el 2,5% del total de agua disponible, el resto es agua salada. Las actividades humanas y los efectos del cambio climático están causando un gran impacto en los ecosistemas acuáticos a nivel mundial. Por lo tanto, es crucial que todos nos comprometamos a conservar y gestionar este recurso de manera responsable. Para reducir estos efectos adversos, es fundamental poner en marcha estrategias educativas que ayuden a concienciar a la comunidad sobre la vulnerabilidad de este valioso recurso natural. En este contexto, el estudio de los macroinvertebrados acuáticos es una

herramienta didáctica rápida, económica y eficaz, que nos permite conocer el estado ecológico de los hábitats de agua dulce, debido a que son excelentes bioindicadores de la calidad del agua y del estado de conservación de los bosques de ribera.

En esta parada, ilustraremos los diferentes grupos faunísticos que se utilizan para este propósito. Por un lado, aquellos grupos más sensibles a las alteraciones del medio, como los plecópteros (moscas de las piedras), efemerópteros (efímeras), tricópteros (frigáneas), odonatos (libélulas y caballitos del diablo) y coleópteros acuáticos (escarabajos). De otro lado, analizaremos los grupos que muestran mayor tolerancia a las variaciones ambientales como los hemípteros (chinchas acuáticas), la mayoría de los dípteros (moscas y mosquitos), oligoquetos (lombrices), crustáceos, sanguijuelas, etc.



Figura 26. Macroinvertebrados acuáticos (Autor: Ángel Romero Martín)

El municipio de Lanjarón presenta dos cursos de agua bien distintos entre sí. El río Salado se distingue por su elevada concentración de sales y cierto carácter hidrotermal, resultado de su nacimiento en manantiales profundos y en las zonas de fallas. Por otro lado, el río Lanjarón es un típico ejemplo de río de alta montaña nevadense, con aguas muy puras de

carácter oligotrófico (pocos nutrientes), frías y muy oxigenadas. El gran desnivel que presenta su cauce, desde la laguna de Lanjarón (3.180 m) al embalse de Rules (230 m), condiciona la distribución de las comunidades de flora y fauna a lo largo de su recorrido, debido a la velocidad y baja temperatura del agua. En estas circunstancias, la comunidad de insectos acuáticos presentes en el río Lanjarón y en el río Salado es sustancialmente distinta.



Figura 27. Poza en el río Lanjarón (Autor: Miguel Ángel Díaz Puga)

El objetivo primordial de la quinta parada es reflexionar sobre el impacto de nuestras acciones cotidianas en el medio natural y sensibilizar a los participantes sobre la problemática social y ecológica del agua en el sureste ibérico.

RECORRIDO POR EL TÍPICO BARRIO HONDILLO

De la mano de un guía de turismo visitaremos el Barrio Hondillo, camino a la parada seis. El barrio es un conjunto arquitectónico integrado por estrechas calles, placetas y “tinaos”, con viviendas de entre dos y tres alturas en torno a la calle Hondillo o Castejón. Durante el recorrido observaremos que conserva una gran cantidad de casas de origen antiguo y gran número de fuentes.

Son especialmente destacables los “tinaos” y portales, como el de La Chispas, del Tío Pedro, de la Chirinas, callejón de Dieguito y

la placeta Colorá. Además, alberga algunas hornacinas religiosas en fachadas. Su existencia se menciona ya en época musulmana y es, junto al castillo fortaleza, uno de los vestigios más evidentes del recuerdo de la época medieval en el municipio. En el barrio aún se pueden observar los elementos típicos de una arquitectura que parece tener raíces bereberes, con callejuelas estrechas, tinaos, casas que se sostienen y se pisan unas sobre otras



Figura 28. Fuente pública de la calle Cañuelo (Autor: Miguel Ángel Díaz Puga)



Figura 29. Arquitectura típica "Tinao" (Autor: Ángel Romero Martín)

está edificada la población y cuya suave topografía contrasta marcadamente con el relieve mucho más abrupto, propio del modelado desarrollado sobre las restantes rocas del entorno. Esta formación travertínica es de edad reciente (Cuaternario) y consiste en un depósito de carbonato cálcico que aglutina abundantes restos vegetales (localmente puede mostrar enriquecimientos de hierro, de materia orgánica, o incluso de niveles más detríticos); se trata de depósitos típicamente asociados a zonas de descarga de aguas subterráneas; de hecho, en algunos puntos se observa la formación actual de tales rocas en relación con surgencias, en especial de las de mayor temperatura y salinidad, con desprendimiento de CO₂ (por ejemplo, el caso del manantial Ferruginoso Lanjarón, en las proximidades del cauce del río Lanjarón).

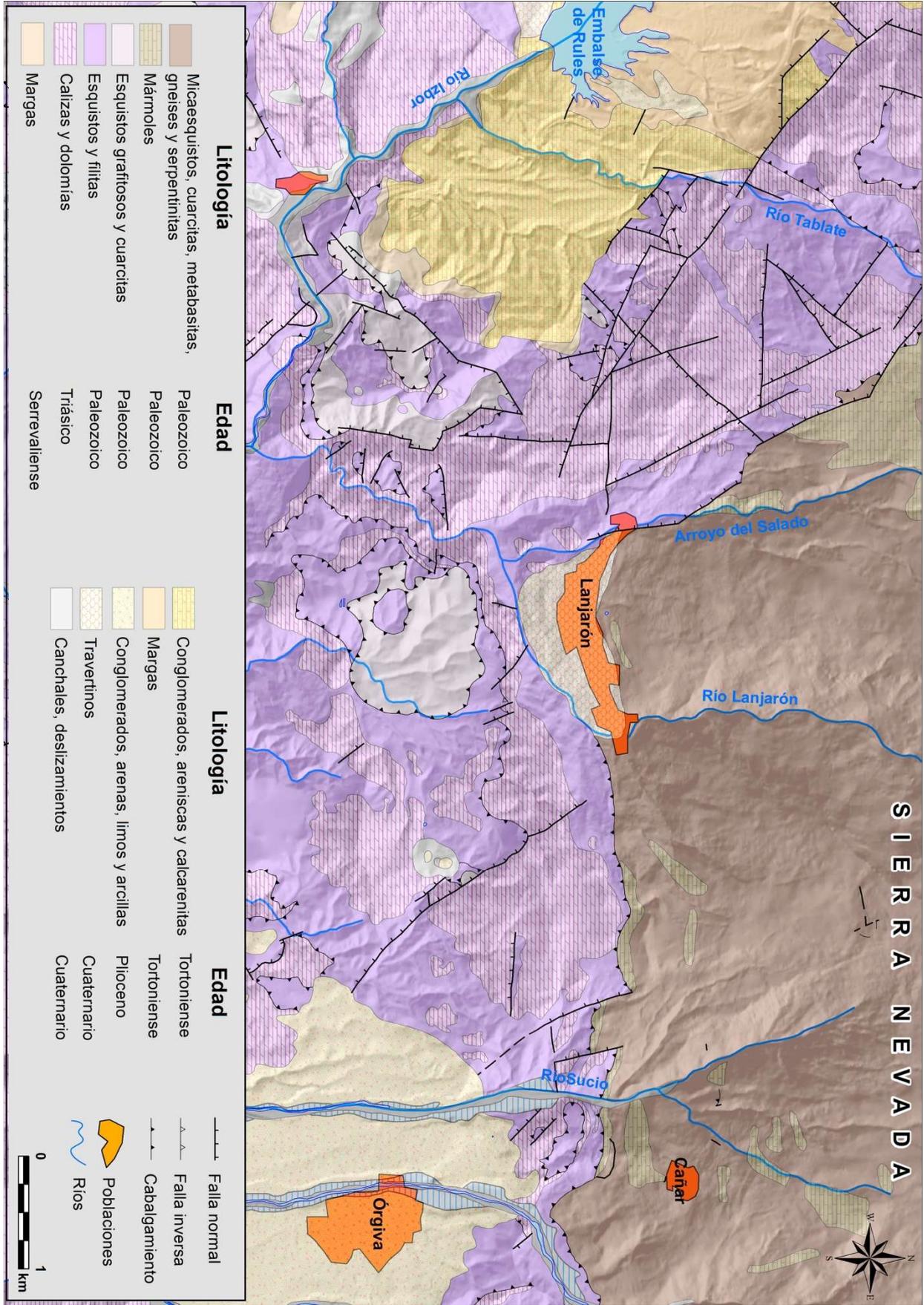


Figura 30. Travertinos en el Parque del Salado (Autor: Miguel Ángel Díaz Puga)

En el momento en el que las aguas de los manantiales surgen a la superficie, finalizando su viaje por el interior de la Tierra, se descomprimen y se enfrían. Esto provoca una pérdida del gas carbónico que llevan en disolución, un incremento en el pH y un desequilibrio en el grado de saturación en calcita. La consecuencia es que el agua se vuelve incrustante y precipita parte de las sales que lleva en disolución en forma de carbonato cálcico. Estos precipitados se producen en zonas donde la vegetación es abundante, como consecuencia, los precipitados envuelven los tallos y ramas de las plantas fosilizándolas.

PARADA 6. TRAVERTINOS DEL PARQUE DEL SALADO

En la zona de Lanjarón se depositó un potente afloramiento de travertinos, cuyo techo da lugar a la plataforma sobre la que



Mapa geológico de la zona. Hidrogeodía de Granada 2025 (Autor: Miguel Ángel Díaz Puga)

CONSIDERACIONES SOBRE EL HIDROGEODÍA GRANADA

- La excursión del Hidrogeodía 2025 tiene lugar en un espacio natural protegido. Por lo tanto, se ruega no alterar el medio natural ni arrojar residuos al entorno.
- Se ruega puntualidad.
- Llevar bebida y algo para comer (bocadillo).
- Llevar calzado cómodo para caminar.
- Es recomendable informarse de las condiciones meteorológicas para llevar: gorra y crema solar, paraguas, chubasquero, etc.
- Muy recomendable llevar cámara de fotos.
- El lugar de finalización de la excursión será el Parque del Salado.
- La hora de llegada es aproximada (12:30 a 14:00 dependiendo del grupo).

AGRADECIMIENTOS

Nuestro agradecimiento a las entidades que han apoyado y/o patrocinado el Hidrogeodía 2025-Granada: Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH-GE), Parque Nacional y Natural de Sierra Nevada, Instituto Geológico y Minero de España (IGME-CSIC), Diputación Provincial de Granada, Ayuntamiento de Lanjarón, Aguas DANONE SA y Hotel España-Balcón de Lorca.

Agradecemos a Nuria Rodríguez Linares, Ana María Fortes Carrera y Antonio Bolívar Romero su labor de guías durante esta jornada.

COLABORADORES DEL HIDROGEODÍA GRANADA 2025

Autores de la Guía:

Miguel Ángel Díaz Puga (Espacio Natural Sierra Nevada)

Ángel Romero Martín (Espacio Natural Sierra Nevada)

Sergio Martos Rosillo (IGME-CSIC)

Organizadores:

Miguel Ángel Díaz Puga (Espacio Natural Sierra Nevada)

Ángel Romero Martín (Espacio Natural Sierra Nevada)

Rocio García Lara (Espacio Natural Sierra Nevada)

Sergio Martos Rosillo (IGME-CSIC)

Nuria Naranjo Fernández (IGME-CSIC)

Irene Carrillo Marín (IGME-CSIC)

Thomas Zakaluk (IGME-CSIC)

Blas Ramos (IGME-CSIC)

Manuel López Chicano (UGR)

Jorge Jiménez Sánchez (IGME-CSIC)

Cesar Husillos (IGME-CSIC)

Károly Hidas (IGME-CSIC)

PARA SABER MÁS....

Para conocer más sobre los aspectos abordados en este documento se recomienda la lectura de los documentos que se indican a continuación, dado que estos han sido utilizados para la elaboración de esta guía y de ellos se han utilizado algunas de las figuras que ilustran este documento:

Castillo Martín, A., Cruz Sanjulián, J.J. y Benavente Herrera, J. (1999): Aguas de sierra nevada; aguas de Lanjarón. En: "Lanjarón: paisajes del agua". Ed. Balneario de Lanjarón, S.A. 35-64.

Díaz Puga, M.A. (2016). Caracterización Hidrogeológica e hidrogeoquímica del extremo occidental de la Sierra de Gádor y acuíferos cercanos. Universidad de Almería. Tesis Doctoral. 492 pp.

Evaluación del estado actual de las aguas minerales en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Estudio de detalle de la provincia

de Granada. Tomo II. IGME y Junta de Andalucía, 1990-1991.

Martos Rosillo, S., González Ramón, A., Ruiz Constán, A., Marín-Lechado, C., Guardiola Albert, C., Moral Martos, F., Jorge Jódar, J. y Pedrera Parias, A (2019): El manejo del agua en las cuencas de alta montaña del Parque Nacional de Sierra Nevada (Sur de España). Un ejemplo ancestral de Gestión Integral del Agua. Boletín Geológico y Minero, 130 (4): 729-742.

Rodríguez del Rosario, M., Manuel López Chicano, M. y Calvache Quesada, M.L. (2023): Caracterización hidroquímica e isotópica de las aguas subterráneas de Lanjarón (Sierra Nevada, Granada). Revista de la Sociedad Geológica de España, 73, 7-10.

Rodríguez Fernández, R. (2017): Guía Geológica del Parque Nacional de Sierra Nevada. Instituto Geológico y Minero de España. 321 pp.

NOTAS