

EL AGUA DE LA ALPUJARRA

Todas las personas que han paseado por la vertiente meridional de Sierra Nevada, a lo largo de la cual se disponen una serie de núcleos de población que conforman la conocida Alpujarra, han podido disfrutar en toda su magnificencia un esplendor paisajístico que embarga al viajero. Ese esplendor es debido por un lado a un relieve rejuvenecido tras una última elevación continental que, a partir del Plioceno Medio (~ 3,6 Ma), conoce una nueva reactivación con varias pulsaciones tectónicas durante todo el Cuaternario, efecto que produce el espectacular encajamiento de la red fluvial sobre un relieve previamente arrasado, antes incluso de los periodos glaciares. Por otro lado, la diversidad de flora y fauna caracterizan a la Alpujarra, así se puede contemplar una gran densidad de vegetación típicamente mediterránea la cual, debido a la singularidad que presenta Sierra Nevada, se distribuye en una zonación vertical coincidente con la zonación latitudinal existente en Europa, por lo que en 1700 km² de parque natural contemplamos un alto porcentaje de las especies vegetales que pueblan el centro y sur de Europa.

Si analizamos la pluviometría y el régimen de temperaturas de la región, se puede comprobar que los datos corresponden a un clima árido. Cabe preguntarse por tanto como es posible que exista tal densidad de vegetación en dicho clima, la respuesta es fácil, y cualquier nativo no tardaría en respondernos. Efectivamente, a todos los senderistas de la Alpujarra nos acompaña en el camino el frescor y dulce resonar del agua, fuente de vida, procedente fundamentalmente del deshielo de Sierra Nevada, si bien por su discurrir natural no hubiera originado el típico paisaje Alpujarreño. Una vez más debemos agradecer a nuestros, cuando no antepasados, si antecesores Andalusíes, los cuales, en un ejercicio que los dignifica, respondieron a su destierro dejándonos otro maravilloso legado, éste es, toda una serie de conducciones y canalizaciones del agua que siglos después siguen siendo útiles, y que en el camino hacia sus regadíos de destino, dejan gran parte del caudal en el trayecto, empapando el terreno y originando el efecto de un paisaje más húmedo de lo que realmente es.

Entendido esto, nos asalta la duda de dónde proviene el agua que posteriormente es conducida, y evidentemente a nadie se le escapa la gran cantidad de fuentes y manantiales existentes en la Alpujarra, y que por otra parte enjambran esta maravillosa región. Manantiales de vida que bien en forma de nacimiento natural, bien en forma de fuente artificial, se muestran al viajero de la forma más diversa, ofreciéndole fresca agua mineral, ferruginosa agua medicinal o recreativa agua termal.

Para entender esta variedad de surgencias de agua, previamente hay que conocer someramente la geología de la zona y la circulación del agua en su interior. Sierra Nevada corresponde a un gran anticlinal, originado por la convergencia entre la Placa Africana y la Placa Euroasiática. La totalidad de materiales que constituyen el macizo de Sierra Nevada son materiales metamórficos pero de diferente naturaleza. El núcleo del mencionado anticlinal está formado por materiales esquistosos que se agrupan en varios mantos bajo el término de complejo Nevado Filábride. Paradójicamente, estos materiales que originalmente estaban más profundos, hoy configuran las altas cumbres de Sierra Nevada, y se extienden desde el mismo Mulhacen hasta una altura de unos 1.200 metros. Se trata de materiales de tonalidad marrón-rojiza, presentan mineralizaciones de hierro, de hecho todavía quedan restos de las extintas explotaciones mineras, y, aunque a grandes rasgos son materiales impermeables por los que el agua discurre superficialmente, presentan fisuras por las que el agua se infiltra.

Bordeando al complejo Nevado Filábride, y estratigráficamente encima del mismo, se encuentra el complejo Alpujárride, igualmente metamórfico, pero de un grado de metamorfismo menor. Análogamente al Nevado Filábride se divide en varios mantos, cada uno de los cuales está constituido fundamentalmente por una base de material pizarroso que corresponde a Filitas, localmente conocidas como Launa, y coronado por un material carbonatado que corresponde a Calizas, Dolomías y Mármoles, localmente conocido como calar. Estos materiales afloran únicamente en las faldas de Sierra Nevada bajo la mencionada cota aproximada de 1.200 metros.

Las Filitas, que corresponden al material menos abundante, presentan una tonalidad grisácea-azulada y las encontramos en el campo de la forma más variada, desde verdaderas pizarras, a material arcilloso que deriva de la alta meteorización que sufren localmente esas pizarras. Se trata de un material altamente impermeable, no obstante los lugareños lo usan para impermeabilizar el techo de sus hogares. Por encima de las descritas Filitas encontramos los carbonatos, los cuales en su mayoría corresponden a calizas. Estas calizas son material rocoso igualmente de tonalidad grisácea, pero al corte fresco pueden tener un aspecto beige, incluso rojizo cuando se encuentran mineralizadas. Este material presenta una fracturación muy alta, sobre todo superficialmente, por lo que es muy permeable y constituye la mayoría de los acuíferos de la Alpujarra. Si bien, debido a su naturaleza kárstica, estos acuíferos están caracterizados por una gran heterogeneidad y son difíciles de modelizar, encontrando frecuentemente acuíferos multicapa debido a la comentada superposición de mantos.

Para entender la circulación del flujo de agua subterránea y su posterior salida a superficie en los manantiales o fuentes, es imprescindible conocer la estructura y disposición de los materiales descritos en profundidad. Esquistos, Filitas y Calizas se disponen tal y como se ilustra en el esquema adjunto, figura 1.

La lluvia caída en Sierra Nevada, mayormente durante el invierno y primavera, discurre en su mayor parte de forma superficial por las acequias, arroyos y ríos de la Alpujarra y rápidamente va a parar al mar, debido a que la gran pendiente existente en la zona favorece la escorrentía frente a la infiltración, si bien una fracción del total de agua procedente de la precipitación se infiltra alimentando los acuíferos y pasa a formar parte del flujo subterráneo. Si cuantificamos este agua infiltrada (la procedente de la precipitación) se aprecia que su volumen es mucho menor que el volumen de agua que surge por los manantiales y fuentes de la Alpujarra, y comoquiera que no es posible que salga del subsuelo más agua de la que entra, hay que buscar una fuente adicional a la precipitación que nos explique toda el agua que emana de las surgencias Alpujarreñas.

El mismo nativo que ya nos hubiera podido alertar de una cuestión obvia, no tardaría en indicarnos que al igual que pocas cosas en la vida son casuales, el nombre de Nevada a la Sierra en cuya falda meridional se encuentra la Alpujarra no es la excepción que confirma la regla. Ese maravilloso embalse sin paredes que representan las cumbres de Sierra Nevada, hasta una cota aproximada de 2000 m, nos tiene retenida el agua en forma de de nieve hasta el deshielo. A diferencia del agua procedente de la precipitación, el agua del deshielo se transfiere al terreno lentamente, por lo que su circulación es más lenta y la infiltración es mayor, si bien hay que tener presente que la infiltración en esta área es siempre menor a la escorrentía superficial. Esta transferencia lenta y paulatina de agua al terreno, o como diría un castizo, sin prisa pero sin pausa, explica que los manantiales y fuentes tengan agua durante todo el año y no solo en las estaciones húmedas, y lo que es más importante, regula de forma natural los arroyos y ríos que drenan Sierra Nevada, laminando así sus avenidas, por tanto cualquier inversión amortizada con fondos públicos, una presa por ejemplo, a la que le podríamos dar el nombre *ficticio* de Rules, que tenga la osadía de afirmar que con su ejecución se conseguirá una laminación de avenidas, no se justifica, al menos desde ese punto de vista, ni de muchos otros que no se entran a valorar. Pero como no se trata de perderse en batallas ya de por sí perdidas, las políticas me refiero, volvamos a la naturaleza que es mucho más gratificante. Una vez conocida la procedencia del agua subterránea que empapa la Alpujarra y que posteriormente sale por sus fuentes y manantiales, únicamente nos queda la incógnita de la circulación del flujo subterráneo, el cual queda en claramente evidenciado en el esquema que acompaña y completa el texto.

El agua, como es de sentido común, circula hacia las posiciones de menor cota, si le aplicamos un poco de ciencia diríamos que el agua circula hacia donde la carga o potencial hidráulico es menor, lo que viene a significar lo mismo. Como se ha comentado con anterioridad hay un volumen importante, que expresado en caudal está en torno a 100 hm³/año, de agua procedente de la lluvia y la nieve que se infiltra. Esta agua infiltrada genera un flujo subterráneo que, como tal, está sujeto a unas leyes físicas y químicas, las cuales, aunque no quiera, cumple sin protestar. Este flujo tiene un sentido hacia la descarga por manantiales, los cuales se aparecen cuando el flujo subterráneo intersecta con la superficie. Cuando el flujo de agua subterránea encuentra un obstáculo, por un principio que, de forma muy simplificada y con el permiso del

amigo Bernoulli, para el común de los mortales puede ser entendido de forma análoga al de los vasos comunicantes, entendiendo como tal la igualdad de cota alcanzada por una lamina de agua en dos depósitos independientes y conectados entre sí por cualquier tipo de conducción, principio que, dicho sea de paso, no sería muy obvio para la cultura Romana, en caso contrario menos acueductos hubieran visto la luz, y menos esclavos se hubieran dejado la vida en su construcción, aunque seguramente les hubieran buscado oficio. Después esta pequeña divagación, y de alguna otra perdida por el texto, que puede perder y alejar al lector del fundamento de estas líneas, viene al caso una disculpa del responsable de redactar, cuando no de narrar, esta introducción, pero ese mismo lector también entenderá que ciertos momentos de inspiración, el autor no es dueño de sus palabras y la objetividad, no nos llevemos a engaños, únicamente es un concepto. Volviendo al asunto que nos ocupa, y por el principio descrito, cuando el agua encuentra un obstáculo, como puede ser una capa impermeable de filitas, cambia su dirección en sentido ascendente hasta evitar dicho obstáculo, y ese flujo subterráneo que ha cambiado su dirección en sentido ascendente, puede llegar a aflorar en superficie originando un manantial.

En función del recorrido seguido por flujo subterráneo, cuando éste aflora podemos tener diferentes tipos de fuentes y manantiales, ya que tenemos aguas que han circulado más profundas, otras más someras, y no forzosamente todas afloran en superficie al cambiar la dirección del flujo subterráneo en sentido ascendente, sino que la intersección del flujo subterráneo con la superficie puede ser debido también a un cambio en la pendiente de la mencionada superficie, como puede ocurrir en el cauce de algunos arroyos. De acuerdo con esto encontramos manantiales de aguas que, siguiendo un flujo subterráneo tipo 1 según el esquema presentado, se han infiltrado y no han alcanzado gran profundidad al circular fundamentalmente por canchales o depósitos glaciares y por fisuras que no tienen continuidad en profundidad, en definitiva materiales de permeabilidad muy alta, por los que el agua fluye a una velocidad igualmente alta. Como el agua proviene en origen del deshielo y no alcanza gran profundidad, se trata de un agua fría. Estas dos características, velocidad alta y temperatura baja, le confieren un bajo poder de disolución, por lo que finalmente por este tipo de manantiales surge un agua mineral fresca y muy pura. Por otro lado tenemos aguas que, siguiendo un flujo subterráneo tipo 3 según el esquema presentado, se infiltran por las grietas y fisuras de los materiales alcanzando varios cientos, incluso miles de metros de profundidad. El agua al alcanzar una profundidad considerable adquiere una temperatura alta, además es conocido que los materiales disminuyen su permeabilidad con la profundidad, por lo que la velocidad de flujo es lenta y, al contrario que sucedía en el caso descrito con anterioridad, estas características, velocidad lenta y temperatura alta, favorecen la disolución del material por el agua, consecuentemente este tipo de aguas pueden tener una alta concentración en sales, igualmente cuando este flujo subterráneo encuentra alguna de las numerosas mineralizaciones de hierro existentes en los materiales, puede disolver el hierro resultando aguas ferruginosas. Si la circulación del flujo subterráneo se realiza por materiales carbonatados, como es el caso de las calizas, la sal que disuelven es el carbonato cálcico, generando aguas carbonatadas. El gran poder de disolución de este tipo de aguas no se limita a los materiales sólidos, sino que debido a la presión a la que se encuentran en profundidad también pueden disolver gases, como es el caso de las aguas gaseosas. Cuando el flujo subterráneo encuentra un obstáculo, como se ha comentado con anterioridad, asciende y puede aflorar en superficie, ese ascenso puede producirse relativamente rápido al encontrar alguna fractura preferente, por lo que el agua aflora con una temperatura alta, resultando aguas termales. Como se puede comprobar el agua que ha circulado según un flujo tipo 3, surge por fuentes o manantiales en forma de agua salina, ferruginosa, carbonatada, gaseosa, termal o cualquier combinación de estas según la singularidad de cada caso. Entre estos dos extremos presentados podemos encontrar todos los flujos subterráneos intermedios que se nos ocurran, sería el caso por ejemplo de un flujo tipo 2, y así obtener aguas más o menos minerales, más o menos ferruginosas, etc.

Las fuentes y manantiales descritos se pueden encontrar de forma independiente a lo largo de toda la Alpujarra si bien, como quiera que el contacto entre unidades geológicas son los lugares preferenciales para el desarrollo de manantiales, podemos tener en un mismo manantial diferentes surgencias con variedades de agua muy distintas, aunque su circulación en profundidad, como ya sabemos, ha sido diferente.

DIRECCIÓN DEL FLUJO SUBTERRÁNEO.

PRECIPITACIÓN.

FISURACIÓN interna de los esquistos.

NÚCLEOS DE POBLACIÓN.

MANANTIAL o surgencia de agua.

FILITAS del complejo Alpujárride.

CARBONATOS del complejo Alpujárride, fundamentalmente Calizas.

ALUVIAL, procedente de la denudación reciente del relieve, rellena los valles fluviales originando las típicas Ramblas.

CANCHALES, originados por la alteración glaciaria de los esquistos.

ESQUISTOS del complejo Nevado Filábride.

Figura 1: Corte esquemático de Sierra Nevada

S

N

Generación de Borreguiles

1

Lluvia

Fracturación

R. Guadalfeo

Nieles

Juviles

S. NEVADA

3

1

1

2

3