

5.4.- SINGULARIDADES HIDROGEOLÓGICAS

Las Aguas Subterráneas

La Comunidad de La Rioja pertenece en su práctica totalidad a la cuenca del Ebro. La precipitación que recibe la Comunidad varía desde los más de 1000 mm anuales de la parte occidental, a los 500-600 mm de la zona oriental; parte de esta precipitación alimenta a los acuíferos, que son las formaciones geológicas capaces de almacenar y transmitir el agua subterránea.

Los acuíferos se clasifican en función de la presión del agua en:

- libres o freáticos, que son en los que el agua está a presión atmosférica; cuando se perfora en ellos el agua aparece cuando se alcanza el nivel freático, y se mantiene a esa profundidad.
- confinados o cautivos, en los que el agua está a una presión superior a la atmosférica, por tener una capa de materiales menos permeables encima; cuando se perfora en ellos, el agua asciende hasta alcanzar el llamado nivel piezométrico.

También se pueden clasificar en función del tipo de materiales que constituyen el acuífero:

- materiales no consolidados, donde el agua circula a través de los huecos existentes.
- materiales consolidados, donde el agua circula por fracturas y grietas.

Las características químicas naturales del agua dependen de la naturaleza geológica del acuífero, y del comportamiento hidrogeológico del mismo. La alteración de las características naturales, por causas antrópicas, se conoce como contaminación.

Los acuíferos riojanos

Dada la naturaleza geológica de La Rioja, existen dos tipos principales de acuíferos:

- a.- acuíferos en materiales aluviales, desarrollados en materiales cuaternarios, asociados a las terrazas del Ebro y sus afluentes. Tienen una elevada capacidad de almacenamiento.
- b.- acuíferos en materiales carbonatados, que presentan porosidad por fisuración y disolución. Tienen menor capacidad de almacenamiento, pero el agua se mueve a gran velocidad.

Unidades hidrogeológicas

Se definen como uno o varios acuíferos agrupados a efectos de un uso racional y eficaz del agua. En La Rioja se definen 9 unidades hidrogeológicas, agrupadas en cuatro dominios:

1.- Dominio de la Depresión del Ebro

Este dominio viene caracterizado por la presencia de acuíferos aluviales, constituidos por gravas, arenas y arcillas que descansan sobre el sustrato de los materiales terciarios impermeables de la Cuenca del Ebro.

Se diferencian cuatro grandes unidades:

- a.- Aluvial del Tirón: Es un acuífero libre en el que el nivel freático está próximo a la superficie del terreno y cuyas oscilaciones están influenciadas por el caudal del río. Su recarga o alimentación tiene lugar a partir de la infiltración directa del agua de las precipitaciones y de los retornos de riego y de los barrancos afluentes al Tirón.
- b.- Aluvial del Oja o Glera: Se trata de un acuífero libre de unos 12 m de espesor medio, y un espesor saturado (empapado en agua) del orden de 7-8 m. La recarga de este acuífero procede por un lado de la infiltración directa del agua de lluvia en su superficie, y por otra de la infiltración de la escorrentía superficial procedente de los afluentes del Oja; otra fuente importante de recarga son los retornos de riego debido al elevado aprovechamiento de los recursos del acuífero, que tiene lugar en primavera y verano fundamentalmente, coincidiendo con la época de riego.

c.- Aluvial del Ebro: Se trata de un único acuífero de carácter libre constituido por las formaciones aluviales actuales y las terrazas bajas conectadas hidráulicamente con los cauces principales; las terrazas altas se encuentran generalmente desconectadas, dando lugar a pequeños acuíferos colgados de escasa entidad. Su sustrato poco permeable lo constituyen los materiales terciarios de la Depresión del Ebro. La alimentación principal de este extenso acuífero se produce de manera preponderante por infiltración de los ríos, seguido de la infiltración de las precipitaciones y de barrancos laterales y por retornos de riego. Dentro de esta unidad se pueden diferenciar 2 sectores diferentes:

- Desde Cenicero a Lodosa
- Desde Lodosa a Tudela

2.- Dominio vasco-cantábrico

Incluye la zona de contacto entre la unidad de calizas del Cretácico de Miranda-Urbasa y la Depresión del Ebro.

Dentro de La Rioja, y de este a oeste, podemos diferenciar dos unidades: Sierra de Cantabria, situada al este del cauce del Ebro a la altura de las Conchas de Haro y Montes Obarenes, situada al oeste del mismo.

- a.- Montes Obarenes: Los materiales permeables más importantes corresponden a las calizas del Cretácico superior, estos materiales se encuentran bastante plegados por pliegues, estructura que se complica hacia el este por la presencia de fracturas y fallas y limitados al sur por el cabalgamiento surpirenaico. La recarga de esta unidad tiene lugar de manera fundamental a partir de la infiltración directa del agua de lluvia.
- b.- Sierra de Cantabria: la recarga tiene lugar a partir de la infiltración de las precipitaciones, mientras que la descarga tiene lugar en varios puntos. En La Rioja se sitúan los pequeños manantiales El Toro, Torralate, etc. (0,2 hm³/año) y el resto de las salidas se efectúan en el río Ebro en las Conchas de Haro (0,9 hm³/año).

3.- Dominio Demanda-Cameros

Este dominio incluye los acuíferos carbonatados comprendidos entre la cuenca del Alhama y el cauce del río Tirón, incluidos en el conjunto geológico Cameros-Demanda.

En este dominio se desarrollan acuíferos esencialmente en las rocas carbonatadas del Jurásico marino.

- a.- Pradoluengo-Anguiano: La alimentación o recarga de los acuíferos tiene lugar fundamentalmente a partir de la infiltración del agua de lluvia de las precipitaciones y, en menor medida, a partir de las pérdidas de agua que experimentan los cauces al atravesar las calizas. La descarga tiene lugar en manantiales y directamente a los cauces de forma no localizada (difusa) en los puntos en que los ríos principales atraviesan la banda de calizas.
- b.- Fitero-Arnedillo: Esta unidad abarca el conjunto de acuíferos desarrollados en calizas del Jurásico que se desarrollan, a lo largo de una estrecha banda, en el contacto geológico entre la sierra de Cameros y la Depresión del Ebro, en el tramo comprendido entre el río Tirón y el río Iregua. La extensión aproximada de este conjunto de acuíferos es de 24 km². La alimentación o recarga de los acuíferos tiene lugar fundamentalmente a partir de la infiltración del agua de lluvia de las precipitaciones y de los aportes que se producen subterráneamente y en profundidad. La descarga tiene lugar en manantiales y directamente a los cauces de forma no localizada (difusa) en los puntos en que los ríos principales atraviesan la banda de calizas.
- c.- Mansilla-Neila: Esta unidad abarca el conjunto de acuíferos desarrollados en calizas del Jurásico en el entorno de la sierra de la Demanda. La recarga tiene lugar de la misma manera que en el caso de la Unidad de Pradoluengo-Anguiano.

4.- Dominio Central-Ibérico

a.- Añavieja-Valdegutur: Incluye los acuíferos calizos de la cuenca del Añamaza, afluente del Alhama por su margen derecha. Son zonas preferentes de recarga los afloramientos de materiales permeables que en profundidad constituyen acuíferos; la descarga de esta unidad tiene lugar en el entorno del Embalse de Valdegutur; continuando el flujo hacia la zona de Baños de Fitero dónde tiene lugar la descarga conjuntamente con la unidad de Fitero-Arnedillo. En esta zona el embalse de Valdegutur alimenta a los acuíferos, ya que a través de grietas y sumideros, pierde agua que subterráneamente alimenta a los mismos.

Las aguas termales mineromedicinales

El valor del gradiente geotérmico, es decir, la variación de temperatura con la profundidad en la Tierra, es de $3,3^{\circ}\text{C}$ por cada 100 m de profundidad. Cuando el agua subterránea profundiza, a través de planos de fracturas, en un área donde existe un elevada temperatura, se produce un calentamiento de este agua. Si el agua caliente, a través de otro plano de fractura asciende, se produce un manantial de aguas termales.

Los manantiales de La Rioja están clasificados como hipertermales, ya que presentan temperaturas superiores a 40°C , y su formación está relacionada con una falla inversa que hace descender los materiales jurásicos, que son los materiales del acuífero, hasta tres kilómetros de profundidad, donde la temperatura por el gradiente geotermico puede llegar a alcanzar los 100°C .

A través de la fractura el agua vuelve a ascender hasta alcanzar la superficie, y en su recorrido va cargándose de las sales que disuelve de los materiales triásicos; por lo que su composición final es muy salina.

Las aguas minero-medicinales son las alumbradas natural o artificialmente que, por sus características y cualidades, sean declaradas de utilidad pública. La calificación de un agua como minero-medicinal lleva

implícita dicha declaración, y su calificación responderá a sus propiedades medicamentosas o efectos terapéuticos, bien por su contenido en sales disueltas, bien por sus características físico-químicas (radiactividad, etc) que se transmiten ya sea por ingestión, uso tópico, inhalaciones, duchas, baños, etc.

Existen manantiales de aguas termales en La Rioja en dos áreas:

- a.- En el valle del Cidacos, donde la temperatura del agua es de 48° C, y la composición del agua es sulfatada. Existen múltiples surgencias que se sitúan a lo largo del cauce del río Cidacos y en el balneario de **Arnedillo**. Los depósitos asociados a la surgencia son de yeso, que se deposita a partir de la evaporación del agua.
- b.- En el balneario de Fitero, donde existe una única surgencia, con un caudal de 30 a 40 l/s. La composición del agua es más clorurada que en el valle del Cidacos. Los depósitos asociados a la surgencia son de calcita y goethita.

LOS MANANTIALES DE AGUAS SULFUROSAS

En el interior de la Sierra de Cameros, dentro de *las facies Weald*, pertenecientes al Cretácico inferior, son frecuentes los manantiales de aguas sulfurosas. Estas aguas se caracterizan por su mal olor, y su localización ha quedado recogida en la toponimia de la zona: Fontpodrida (Grávalos), Caserío de Aguas Podridas (Navajún), etc.

Estas aguas han sido tradicionalmente utilizadas en el tratamiento de diversas enfermedades, fundamentalmente de la piel. Los balnearios de **Grávalos** (situado a las afueras de la villa, en la carretera de Alfaro), **La Pazana** (200 m al Este del punto kilométrico 6,200 de la carretera local de Cornago a la LR-123) y **La Albotea** (200 m al Este del punto kilométrico 33,800 de la carretera LR-123), localizados al pie de estos manantiales, son el vestigio de una importante actividad humana y económica que tuvo su auge a finales del siglo XIX y principios del XX. Desde entonces su actividad ha decaído paulatinamente hasta encontrarse en la actualidad prácticamente abandonados.

El origen de estas aguas está en relación con la circulación de las mismas por los niveles detríticos y carbonatados, ricos en yeso y piritas, de *las facies Weald*. Las aguas incorporan sulfatos y calcio procedentes de la disolución del yeso y de la oxidación de las piritas y cuando salen a la superficie, una parte del azufre disuelto, ayudado por la actividad reductora de algunas bacterias, se desprende como gas sulfídrico que es el responsable del mal olor característico de estas aguas. El análisis químico de las mismas pone de manifiesto su fuerte mineralización (entre 2.000 y 2.500 miligramos/litro), constituida fundamentalmente por sulfato y calcio (aguas sulfatado-cálcicas).

LOS MANANTIALES DE AGUAS CARBONATADAS

Además de los manantiales de aguas sulfurosas o termales, la región del Alhama-Linares también cuenta con muchos manantiales de aguas carbonatadas cálcicas, utilizadas generalmente para el abastecimiento de agua potable a los pueblos de la zona y para regadío.

La mayor parte de estos manantiales, al igual que los de aguas termales, se localizan en los materiales carbonatados jurásicos que ocupan la franja de contacto entre la Sierra de Cameros y la Cuenca del Ebro. La buena porosidad y permeabilidad de estos materiales, localmente karstificados (cuevas de Muro de Aguas, simas de Peñalmonte), los convierte en unos buenos acuíferos. Sin embargo, la extremada complejidad estructural del área, afectada por numerosos pliegues y fallas, no favorece su continuidad lateral, por lo que no reúnen las características idóneas como roca almacén de agua, petróleo, etc.

Los tres manantiales más importantes de aguas carbonatadas cálcicas localizados en estos materiales son los de Muro de Aguas, barranco Cantares y barranco Blancares.

El primero se sitúa en la plaza de la localidad de Muro de Aguas y su caudal aproximado es de 7-8 litros/segundo y ocasionalmente de 12 litros/segundo.

El segundo, se encuentra en el lecho del barranco Cantares, 200 m al

Sur del punto kilométrico 18 de la carretera local Alfaro-Grávalos. Esta surgencia se relaciona con el cabalgamiento de los yesos y calizas mesozoicas sobre arcillas, areniscas, conglomerados y yesos terciarios. Su caudal aproximado es de 40 litros/segundo. Un hecho a destacar es que 4 km aguas arriba, en el kilómetro 22,200 de la carretera citada, el barranco pierde todo su caudal al atravesar la falla que separa la Sierra de Cameros de la Cuenca del Ebro. La comparación de los análisis químicos realizados sobre el agua, antes de su infiltración en la falla y en el manantial del barranco Cantares, pone de manifiesto que son aguas prácticamente iguales. Este hecho permite suponer que existe una relación directa entre las mismas, que se puede explicar por la presencia de un sistema kárstico en la zona.

El manantial del barranco Blancares se localiza a la altura del punto kilométrico 2,600 de la carretera que con dirección Sur une Fitero con la C-101. Se sitúa dentro de materiales sulfatados del Triásico y su caudal es de 10 litros/segundo.

De entre todos los manantiales de aguas carbonatadas existentes en La Rioja se quiere destacar el **Manantial de Peñaclara**, por ser un agua mineral que se comercializa. Esta agua proviene de un acuífero carbonatado, situado en profundidad, que se encuentra en contacto con materiales evaporíticos.

Los puntos de interés hidrogeológico estudiados aparecen situados en el siguiente mapa.