

# geología 19

Albacete 

## GEO-QVIJOTE DE LA MANCHA EN RUIDERA

**“De cómo y por dónde se abrieron paso las aguas y otras cosas de mucho gusto y pasatiempo...”**



**11 de mayo de 2019**

## **Cueva de Montesinos en Ossa de Montiel**

**Autores:** David Sanz, Esperanza Montero, Mario Sánchez-Gómez, Juan José Gómez-Alday

ISSN: 2603-8889 (versión digital)

Colección Geología.

Editada en Salamanca por Sociedad Geológica de España.

## ¿Qué es el GEOLODÍA?



[www.geolodia.es](http://www.geolodia.es)

Geología es un conjunto de excursiones gratuitas coordinadas por la SGE, guiadas por geólogos y abiertas a todo tipo de público. Con el lema “Mira lo que pisas”, su principal objetivo es mostrar que la Geología es una ciencia atractiva y útil para nuestra sociedad. Se celebra el mismo fin de semana en todo el país.

**Geología 2019 Albacete** propone una excursión gratuita y guiada por geólogos profesionales que estará orientada para todo tipo de público. Se trata de una excursión con paradas explicativas donde los participantes observarán y comprenderán la geología del entorno de las lagunas de Ruidera en la localidad Albaceteña de Ossa de Montiel. Durante el recorrido propuesto se explicará la formación de este singular humedal así como su funcionamiento hidrogeológico en un contexto geológico regional. Además descubriremos parte de los procesos y materiales geológicos que subyacen en algunos de los pasajes más famosos de las aventuras de don Quijote y Sancho Panza, y que constituyen parte de la iconografía tradicional de la región manchega. Con todo ello aprenderemos un poco de la maravillosa ciencia que es la GEOLOGÍA.

**Geología 2019 Albacete** es posible gracias al Instituto de Estudios Albacetenses “Don Juan Manuel”. Además, las ideas para las sucesivas ediciones del Geología Albacete provienen de la colaboración científica entre el Instituto de Desarrollo Regional de la Universidad de Castilla – La Mancha (UCLM) y el Departamento de Geología de la Universidad de Jaén (UJA). En este evento también han colaborado, la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, la Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha (JCCM), el Parque Natural de las lagunas de Ruidera y por supuesto, el excelentísimo Ayuntamiento de Ossa de Montiel. Una parte importante del contenido científico de esta guía se basa en los trabajos de la Dra. Esperanza Montero de la Universidad Complutense de Madrid. Los autores quieren expresar su agradecimiento por la autorización para la transposición didáctica de sus investigaciones.

**!!! A DISFRUTAR CON LA GEOLOGÍA !!!**

Podemos empezar este geología parafraseando a Cervantes en boca del propio Montesinos:

*“Luengos tiempos ha, valerosos asistentes al Geología, que los que estamos en estas soledades encantados esperamos veros, para que deis noticia al mundo de lo que encierra y cubre la profunda cueva por donde habéis entrado, llamada la cueva de Montesinos... Venid con nosotros, señores clarísimos, que os queremos mostrar las maravillas que este transparente alcázar encubre, de quien somos nosotros (los geólogos) alcaide y guarda mayor perpetua...”*

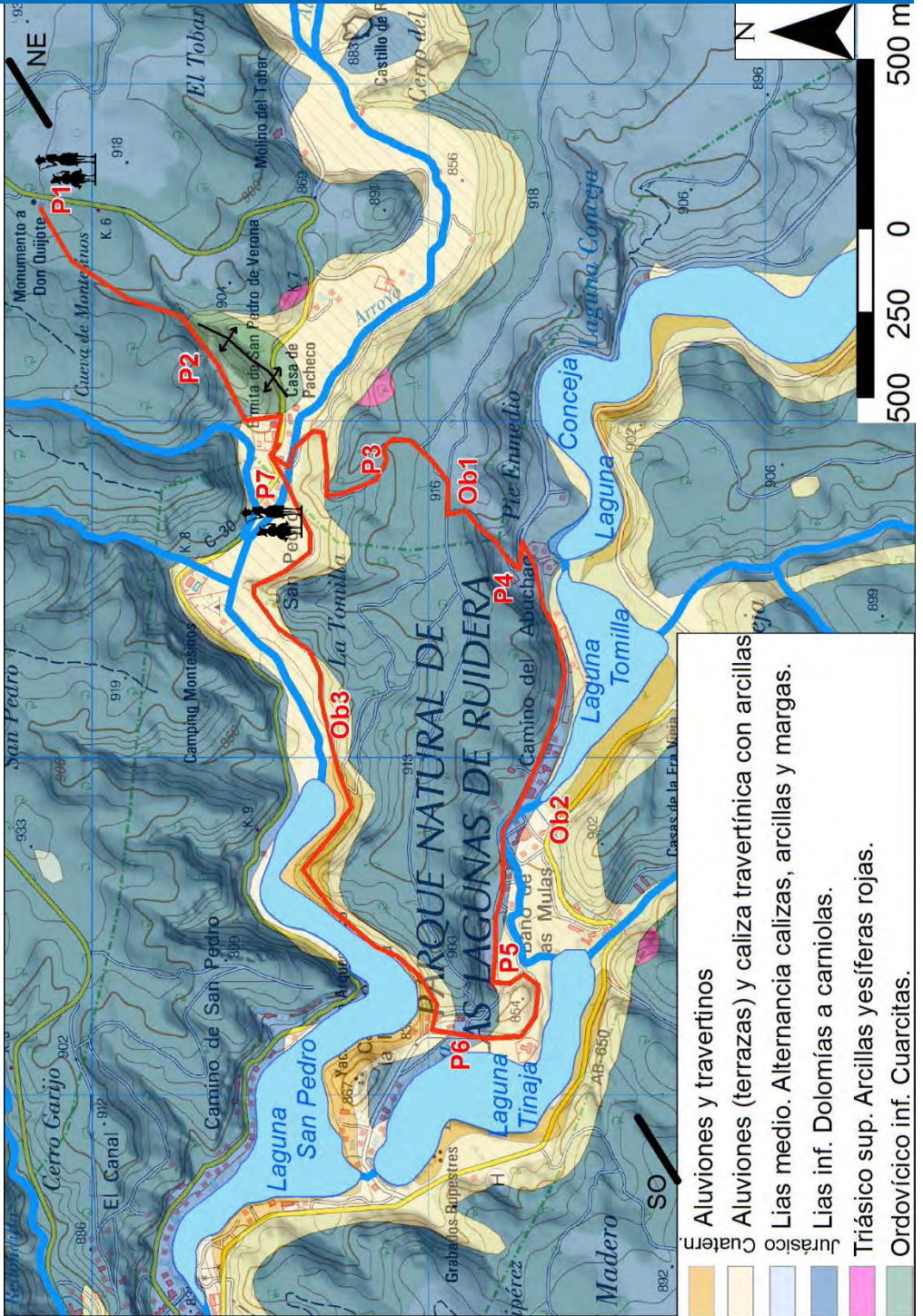
El descenso y la cueva son descritos con inusitada precisión y detalles espeleológicos: cómo describe la sala interior “a la derecha mano”, la forma de pedir sogas y de perderse las voces, cómo duda seguir bajando una vez que ha perdido la tensión de la cuerda, etc. Todo ello sugiere que Cervantes conocía la cueva personalmente o había oído de primera mano acerca de su exploración, y añade al Quijote entre sus innumerables títulos, el ser uno de los primeros relatos espeleológicos.

Después, sigue Cervantes describiendo cómo estuvieron aquí encerradas por tiempo inmemorial, Ruidera y sus siete hijas y dos sobrinas y su escudero guardián, Guadiana, antes de ser transformados en lagunas y ríos. No sabemos si por intuición propia, o por adaptación de alguna leyenda local, el hecho es que no hay mejor ni más simple alegoría para explicar el origen de las lagunas que aquí vamos a mostrar.

En efecto, el agua que alimenta estas lagunas comienza su andadura en lugares similares a la Cueva de Montesinos, ejemplo visitable del interior del acuífero kárstico que retiene el agua de lluvia un promedio de 40 años. De ahí saldremos a la superficie, ya que el paso del agua se hace impracticable, pero seguiremos su mismo camino. Conoceremos las rocas que atraviesa y las que retienen el agua, y las que se forman a su paso. Cómo la estructura subyacente controla la forma y cualidades de las lagunas. Aprenderemos también a reconocer las marcas que nos informan de su evolución reciente.

Es un viaje tan alucinado, o tan alucinante, como el que propone el Quijote, con conceptos igual de imposibles, grandes y admirables. Y volviendo a parafrasearlo: *“...Sancho...todas las cosas que tienen algo de dificultad te parecen imposibles, pero andará el tiempo, y yo te contaré algunas de las que allá abajo he visto... cuya verdad ni admite réplica ni disputa”*.

# ITINERARIO



Este geolodía se organiza por grupos, que se crearán a la salida y a los que se les asignará un geólogo monitor que les acompañará en todo momento.

El recorrido propuesto parte de la Cueva de Montesinos en Ossa de Montiel a las 09:00 horas (ver mapa de la página adyacente). La ruta comprende un recorrido circular de unos 7 km catalogado por la red de Áreas Protegidas (Parque Natural de las lagunas de Ruidera) como senda de la Cueva de Montesinos y senda del Pie de Enmedio. La primera parte empieza en la cueva de Montesinos, desciende por la cuesta de Almagra hasta la Ermita de San Pedro Mártir. Seguidamente la senda toma su nombre al discurrir por la aldea del pie de Enmedio bordeando 3 de las 15 lagunas de Ruidera (lagunas Tomilla, la Tinaja, y la de San Pedro). El recorrido consta de 7 paradas explicativas y varias observaciones las cuales se describen en esta guía y a lo largo de la excursión.

Se debe tener en cuenta que el recorrido discurre por un entorno natural por lo que se ruega que se sigan las pautas normales de comportamiento en estos lugares:

**No hacer fuego -- No alterar los cultivos -- Respetar la propiedad privada**

**No recolectar, plantas, minerales ni rocas.**

**No arrojar basura. Lo que llevamos en la mochila vuelve en la mochila.**

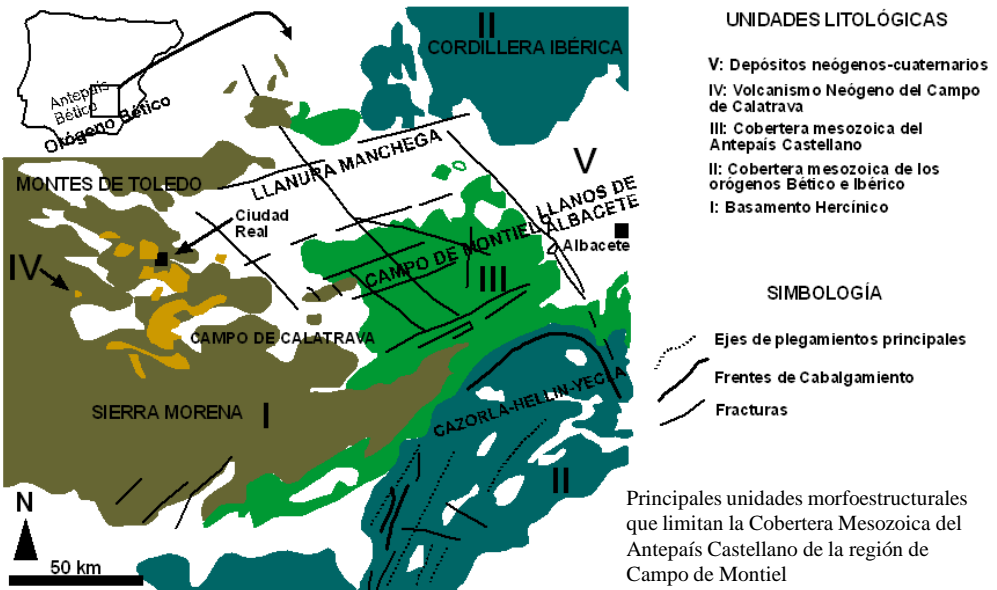
Se recomienda llevar atuendo cómodo, gorra/sombrero y calzado deportivo. Se aconseja llevar agua, así como un tentempié. Se advierte que el recorrido puede ser cansado para personas no preparadas.

Las personas asistentes asumen voluntariamente los posibles riesgos de la actividad y, en consecuencia, eximen a la organización de cualquier daño o perjuicio que pueda sufrir en el desarrollo de la misma.

# CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Cuando Don Quijote cabalgaba junto a su fiel escudero por el Campo de Montiel no sabía que lo hacía sobre la Cobertera Tabular del Macizo Varisco. En esta región predominan los afloramientos de carbonatos del Jurásico inferior (Lías), escasamente deformados, aunque también están presentes materiales Cretácicos, Triásicos y Paleozoicos. El Campo de Montiel está poco deformado, algunas fracturas mayores acomodan parte de la deformación asociada con la colisión Bética, cuyo efecto más patente en las proximidades es el Arco (tectónico) de Cazorla-Alcaraz.

Sobre el basamento de la Meseta de carácter metamórfico e intensamente deformado durante la Orogenia Varisca, se depositaron de forma discordante las arcillas y yesos del Triásico en facies Keuper. Estos materiales, de carácter impermeable, rellenan e igualan el paleorelieve que configuraba Iberia al final del Paleozoico, por lo que pueden presentar espesores variables. Sobre ellos, y ya de forma tabular, se depositan las calizas y dolomías del Jurásico inferior (Lías), propias de mares poco profundos. Los empujes tectónicos y/o los movimientos diapíricos de los materiales del Keuper, deforman al Jurásico formando pliegues suaves de gran radio. El paquete jurásico se hunde hacia el norte a favor de fracturas, de modo que queda cubierto por el Terciario de la llanura manchega y por el glacis cuaternario. Algunas fallas como la de Viveros-Ruidera parecen condicionar el trazado de los ríos en la comarca.



# CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

Los materiales que afloran en el Campo de Montiel (zona de la excursión), de muro a techo son:

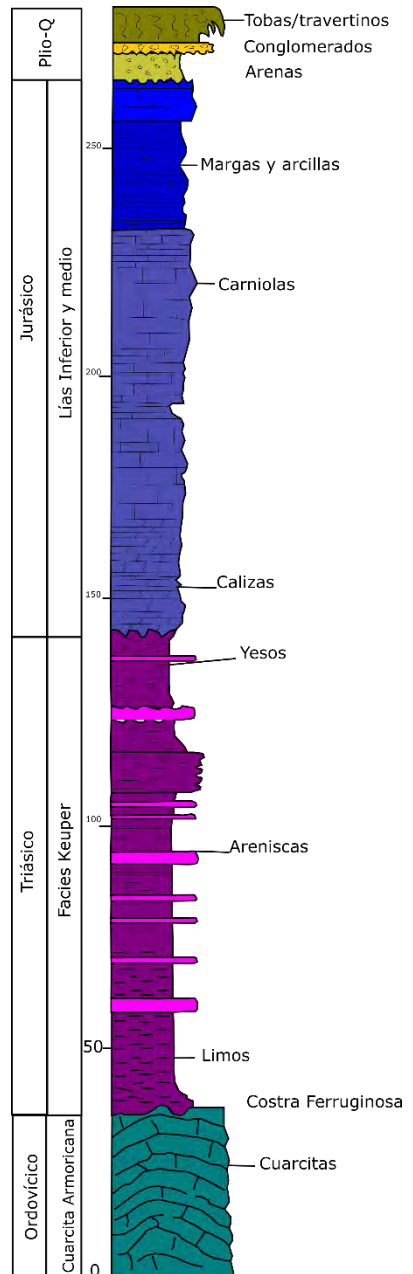
El **Paleozoico** constituye el zócalo Varisco metamórfico sobre el que se depositan discordantes los materiales mesozoicos. En las proximidades de la Ermita de San Pedro afloran cuarcitas ordovícicas (450 Ma).

El **Triásico** son materiales formados por margas y arcillas yesíferas que se conocen como “Facies Keuper” (240-200 Ma).

El **Jurásico** se compone de una serie carbonatada de edad Lías (200-180 Ma). En la base aparecen calizas dolomíticas arcillosas de color rojizo. Una de las texturas que las caracterizan es la presencia de cavidades irregulares con aspecto brechoide y oqueroso (Carniolas). El Lías medio: margas y arcillas de tonalidades verdes y rojas. El Lías superior: calizas y dolomías oolíticas con intercalaciones margosas.

**Terciario** (20 Ma): suele estar formado por conglomerados y limos rojos con intercalaciones carbonatadas que tapizan los relieves mesozoicos. No aparece en la zona de la excursión.

**Pliocuaternario** (5 Ma): característico conglomerado cuarcítico (rañas), seguido de un glacis arcilloso con cantos de caliza angulosos y de cuarcita redondeados. En las lagunas aparecen depósitos de travertinos asociados a humedales antiguos (c.a. 80.000-140.000 años) y a las actuales lagunas de Ruidera (c.a. 10.000 años).



Serie estratigráfica en el entorno de Ossa de Montiel (zona de la excursión). La existencia de importantes lagunas sedimentarias se traducen en importantes saltos en el tiempo geológico

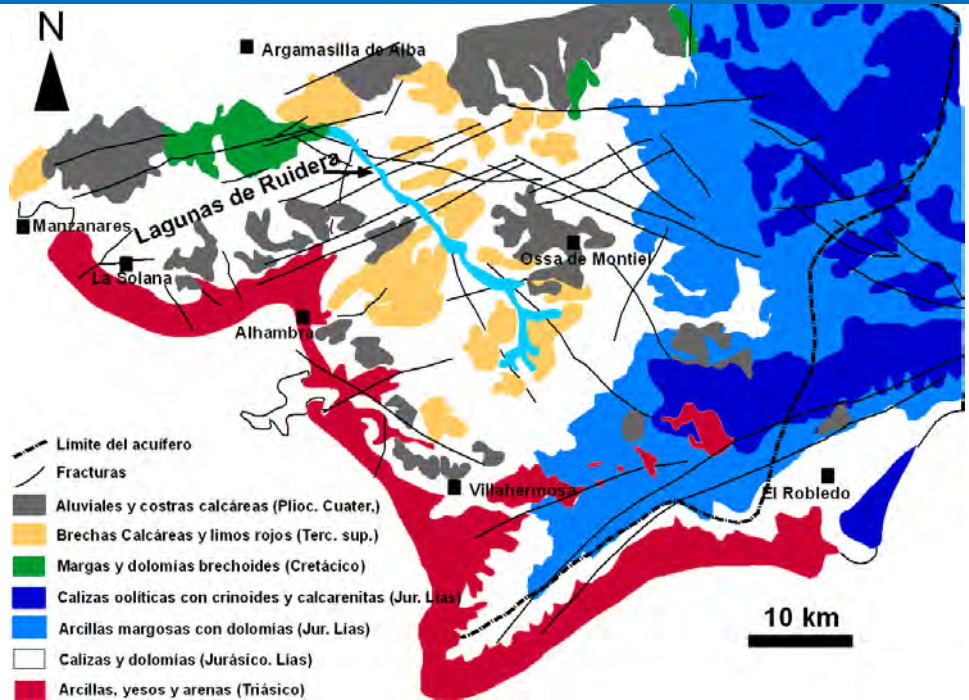
Según Montesinos le contaba a Don Quijote, “la Dueña Ruidera, sus 7 hijas y sus 2 sobrinas junto con su escudero Guadiana” están convertidos en el mundo de los vivos en **Las Lagunas de Ruidera**, “*famosas ansimismo en toda la Mancha, y a un en toda España*”. En realidad forman un complejo sistema hidrológico de 15 lagunas que pertenecen a la masa de agua subterránea denominada Campo de Montiel (2,221 km<sup>2</sup>).

El acuífero del Campo de Montiel, es un acuífero libre. La alta permeabilidad, generada a partir de procesos de fisuración y disolución de los materiales carbonatados jurásicos, hace que se infiltre en el acuífero la mayor parte del agua procedente de la precipitación, por lo que la escorrentía superficial es casi nula sobre el páramo calcáreo. La descarga del acuífero de Campo de Montiel se produce a través de manantiales y a través de los materiales terciarios a la Llanura Manchega. Bajo un punto de vista hidroquímico, las aguas subterráneas son bicarbonatadas cálcicas, factor por el cual se ha favorecido la formación de travertinos en las lagunas de Ruidera. El estudio isotópico de las aguas del acuífero indica que los tiempos medios de residencia de las aguas se aproximan a los 38,5 años. Este periodo de renovación resulta lógico si tenemos presente la estructura del acuífero, que permite el almacenamiento de importantes volúmenes de agua por debajo del nivel de drenaje.

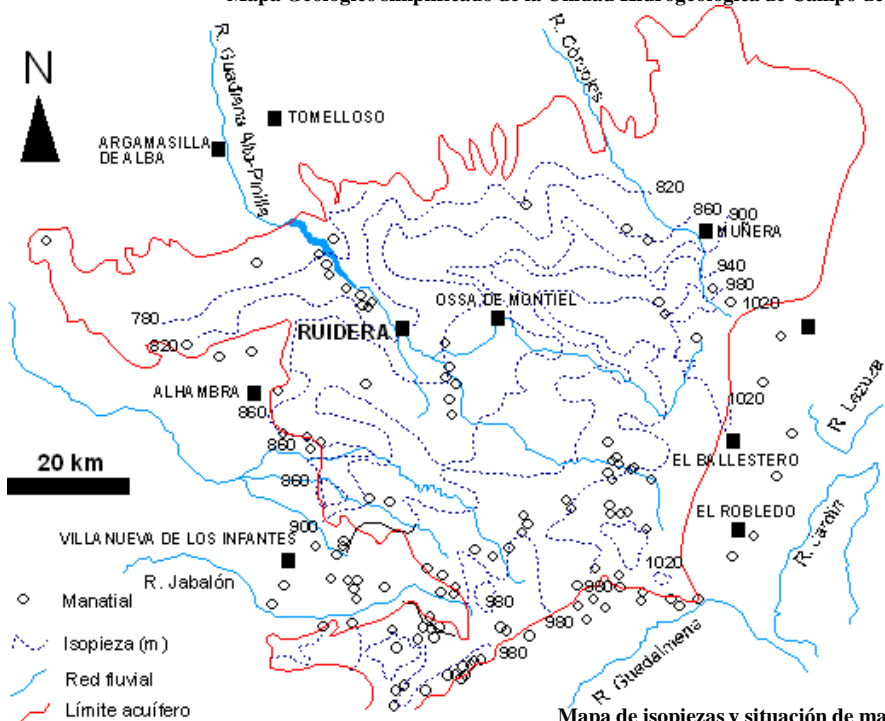
Es conocido que el funcionamiento hidrológico de los humedales está directamente vinculado a la posición del nivel freático, que normalmente se localiza próximo a la superficie topográfica, y a su geometría. En las lagunas que nos ocupan, además, desempeñan un papel fundamental las características geológicas y propiedades hidráulicas del sustrato que las alberga. El sustrato de las lagunas está compuesto por espesores importantes de calizas y dolomías permeables del Jurásico y formaciones de travertinos del Cuaternario. La permeabilidad de estos materiales permite la existencia de un flujo subterráneo que intercomunica las lagunas entre sí. Esta comunicación entre lagunas sólo queda parcialmente interrumpida por la presencia de fracturas y fenómenos de diapirismo que elevan los materiales impermeables triásicos en “Facies Keuper”.



# CONTEXTO HIDROGEOLÓGICO



Mapa Geológico simplificado de la Unidad Hidrogeológica de Campo de Montiel.



Mapa de isopiezas y situación de manantiales

# FUNCIONAMIENTO HIDROGEOLÓGICO DE LAS LAGUNAS

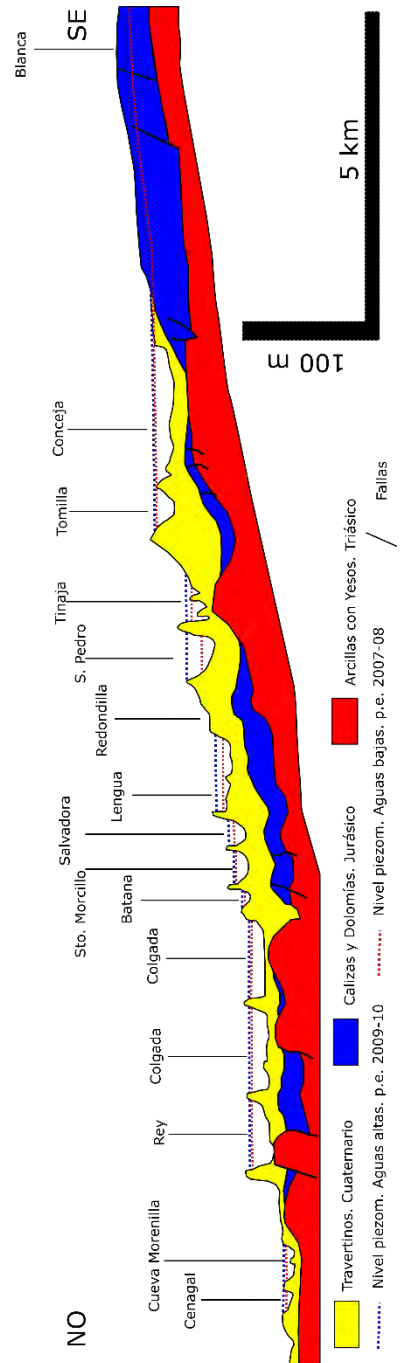
Se pueden establecer 4 conjuntos de lagunas en función del funcionamiento hidrogeológico:

**Lagunas altas** (Blanca, Conceja y Tomilla) se encuentran sobre materiales jurásicos muy transmisivos y reflejan el nivel piezométrico del acuífero. Las zonas elevadas se secan cuando el nivel desciende, como ocurre en el caso de la Blanca. Las lagunas del Concejo y la Tomilla, al estar situadas a cota bastante inferior, reciben aportes subterráneos y siguen siendo “ganadoras”.

**Lagunas intermedias** (Tinaja, San Pedro, Redondilla, Lengua, Salvadora, Sto. Morcillo y Batana). A partir de la laguna Tomilla se produce un fuerte incremento en el gradiente hidráulico y una disminución en la permeabilidad del acuífero. Este fenómeno explica la disminución importante del flujo subterráneo desde la laguna Tomilla a la Tinaja. Cuando se interrumpen las aportaciones superficiales, las lagunas intermedias comienzan a vaciarse.

**Lagunas Colgada y del Rey.** Su alimentación se realiza de forma superficial. La posición elevada de los materiales impermeables dificulta los aportes subterráneos, pero también permiten que el agua permanezca embalsada durante más tiempo.

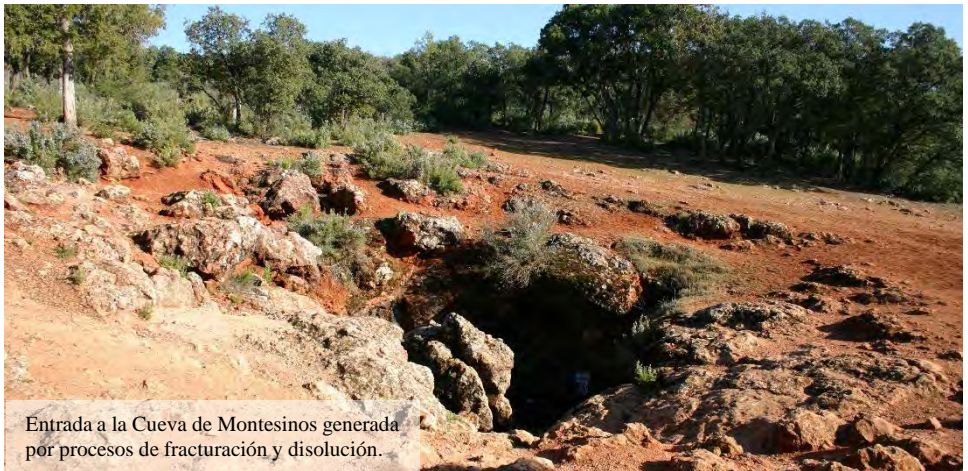
**Lagunas bajas** (Cueva Morenilla, Coladilla y Cenagal). La barra impermeable situada después de las anteriores, provoca la desconexión hidráulica entre ellas, alimentándose, casi exclusivamente, por aportes superficiales de la laguna del Rey.



Corte hidrogeológico longitudinal a la traza de las lagunas de Ruidera. Modificado de Montero (2002).

# DESCRIPCIÓN DE LAS PARADAS

**Parada 1. Cueva de Montesinos.** Al igual que en los capítulos 22 y 23 del segundo volumen del Quijote, visitaremos las admirables cosas que el *estremado hidalgo contó que había visto en la profunda cueva de Montesinos*, donde Cervantes ya intuía la estrecha relación entre las aguas superficiales y subterráneas. Esta cueva, formada dentro de las calizas jurásicas, muestra en su parte inferior cómo un pequeño curso de agua ha excavado un estrecho canal (meandro en términos espeleológicos) que nos da idea de la forma de circular el agua dentro del acuífero carbonatado.



Entrada a la Cueva de Montesinos generada por procesos de fracturación y disolución.

**Parada 2. Cuesta de la Almagra.** Según descendemos desde la cueva de Montesinos hacia las lagunas podemos ver los distintos materiales que atraviesa el agua. Entre las grietas y fracturas de las calizas jurásicas el agua circula rápidamente hasta encontrarse con materiales impermeables. Estos materiales (véase Geología-AB-17 del Estrecho del Hocino) son las arcillas del Triásico y las cuarcitas del Ordovícico.

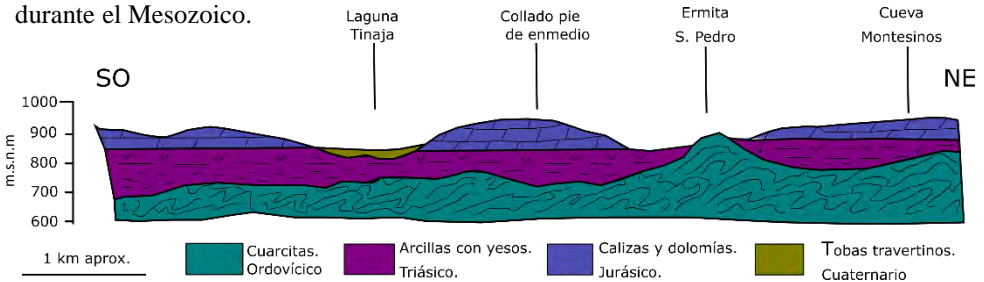
En la cuesta de la Almagra veremos una costra ferruginosa, asociada a un paleosuelo, a techo de las cuarcitas cuyo color rojizo característico da nombre al paraje. Asociados a dicha costra intentaron explotar los niveles de óxidos ricos en manganeso.



Contacto discordante entre cuarcitas y costra ferruginosa.

# DESCRIPCIÓN DE LAS PARADAS

**Parada 3. Corte geológico.** Siguiendo la senda del Pie de Enmedio, una vez pasado el arroyo de San Pedro, comenzaremos a subir al collado. A media ladera podremos ver los materiales aflorantes en la cuesta de Almagra (calizas jurásicas, arcillas triásicas y las cuarcitas ordovícicas). La disposición de estos materiales la podemos observar en el corte geológico inferior con dirección NE-SO. Se puede intuir cómo los materiales cuarcíticos de la Ermita de San Pedro, formarían un alto sin sedimentación en el fondo del mar durante el Mesozoico.



Corte geológico del transecto que se puede observar en el mapa geológico de la página 4 por el que realizaremos el itinerario de la excursión.

**Observación 1.** Desde lo alto del collado divisaremos las lagunas altas (lagunas Conceja y Tomilla), las cuales reflejan el nivel piezométrico regional del acuífero (véase pag. 8-9, Funcionamiento Hidrogeológico). Según vamos descendiendo por la senda nos encontraremos con numerosas cristalizaciones de calcita que rellenan huecos primarios o de un karst mucho más antiguo sobre los carbonatos jurásicos. Por la zona, estas cristalizaciones son conocidas por los paisanos como la “sal de moro”.



Cristales de calcita con hábitos caprichosos

# DESCRIPCIÓN DE LAS PARADAS

**Parada 4. Los Geomateriales: la cal, el yeso, y la Tierra.** Desde antes de la época de Don Quijote el ganado se guardaba en Tinadas. En esta parada veremos una de ellas. Según el arquitecto Paco Castilla (UCLM), estas construcciones se hacían con materiales geológicos locales, piedra y tierra, en forma de mampostería y tapia de tierra apisonada (construida con tapial tradicional). Los morteros utilizados para unir la fábrica de mampostería y reforzar las juntas de las tapias utilizan yeso y/o cal como conglomerante, lo que se aprecia en los restos existentes que quedan a la vista una vez que la tierra se ha erosionado con el paso del tiempo. La cara exterior de algunos muros está hecha con costra de tierra y cal, apareciendo restos de la misma en secciones de muro muy deterioradas donde se aprecia la alternancia de esta mezcla con la tierra ordinaria.



**Observación 2.** En este punto nos encontramos en el paso entre las lagunas altas y las lagunas intermedias. Las lagunas altas reflejan el nivel piezométrico del acuífero. La posición relativa elevada de los materiales del Triásico en esta zona hacen que los aportes entre ambos tipos de lagunas se realicen casi exclusivamente por cursos superficiales. Existe un elevado gradiente hidráulico (diferencia de cota del agua en función de la distancia) entre ambos tipos de lagunas.



Azud que desvía los aportes de aguas superficiales hacia el baño de las mulas entre la laguna Tomilla y Tinaja

## DESCRIPCIÓN DE LAS PARADAS

**Parada 5 y 6. El agua hecha roca.** En estas paradas se observa el proceso de transformación del agua en piedra. Este proceso ya ha sido explicado en los Geolodías -12 (La Abejuela), -14 (Lietor) y especialmente -18 (Letur) donde se producen fenómenos similares. En este caso se tiene un acuífero (roca capaz de almacenar y transmitir agua por sus poros y/o grietas) formado por rocas calizas. El agua almacenada en estas rocas se encuentra saturada en bicarbonato cálcico. La desgasificación del CO<sub>2</sub> de estas aguas mediante diferentes procesos físico-químicos (turbulencias, saltos-cascadas, evaporación) y bioquímicos (fotosíntesis de macrófitos y micrófitos) hace precipitar los carbonatos tobáceos-travertínicos. En el entorno que nos encontramos aparecen edificios tobaceos antiguos y modernos situados en zonas relativamente cercanas pero a cotas sensiblemente diferentes, que nos indican una evolución y constante modificación del nivel del agua de las lagunas de Ruidera a lo largo de los últimos cientos de miles de años.



Foto superior: Calizas jurásicas altamente fracturadas, que en condiciones saturadas almacenan y transmiten grandes cantidades de agua, es decir “el acuífero”. Foto inferior izquierda: Lugar conocido como la Plaza de Toros. En esta pequeña depresión kárstica (que se produjo por una avenida acaecida en 1947), ubicada en un canal que atraviesa la rampa tobácea entre las lagunas Tomilla y Tinaja, se puede observar la formación de nuevos travertinos y formaciones estromatolíticas actuales. Foto inferior derecha: Replanos estromatolíticos emergidos en forma de visera en la laguna Tinaja

## DESCRIPCIÓN DE LAS PARADAS

**Observación 3.** De vuelta hacia la Ermita de San Pedro Mártir de Verona recorreremos el sendero que discurre por el margen izquierdo de la laguna de San Pedro. Durante el trayecto podremos disfrutar del color azul turquesa tan característico de las aguas de las lagunas de Ruidera. Dependiendo de la posición del sol y de la profundidad de las lagunas la variedad de tonalidades es extraordinaria. En concreto, es la luz procedente del sol reflejada tanto por el fondo de las lagunas (barros travertínicos blancos) como por la lámina de agua, la que nuestra retina convierte en la combinación azul verdosa (del espectro visible) tan característica. También discutiremos al ir recorriendo las distintas partes de la Laguna cómo los geólogos reconstruyen el clima pasado en sus sedimentos.



Aguas azul turquesa de laguna de San Pedro.

**Parada 7. El descanso-Llegada.** A la sombra de los álamos y con el bramido del agua que en tiempos de Don Quijote moverían los molinos de cereal, yeso o cal, y los batanes textiles, revisaremos todo lo aprendido y pondremos final a otro Geolodía de la provincia de Albacete.



*Pardiez Sancho... Qué buen gusto y pasatiempo hemos gastado con estos geológ@s de bien. Repetiremos al año que viene.*





# LAGUNAS DE RUIDERA

PALABRAS RELACIONADAS CON LA EXCURSIÓN



TOBAS

CAL

JURÁSICO

ACUÍFERO

MARGAS

TERCIARIO

CUARCITA

LAGUNA

RAÑA

YESO

KEUPER

CALIZAS

ARCILLAS

TRIÁSICO

FREÁTICO

Para más información sobre la geología-hidrogeología de las lagunas de Ruidera te recomendamos consultar el libro editado por el Instituto de Estudios Albacetenses escrito por **Montero, E. (2000)**. Contribución al estudio de la geometría y los límites del acuífero del Campo de Montiel. Instituto de Estudios Albacetenses. Albacete. 177 pp. Montero, E. (2000).

**Organizadores y monitores del Geología Albacete 2019:** Julián de Mora Moreno, Theo Guerra, Gloria Jódar, Marina Sánchez, Luis Trigueros, Ana Teresa Moreno, Rafael López, Esperanza Montero, Mario Sánchez Gómez y David Sanz.

# geología 19

## Albacete



### COORDINAN



### ORGANIZAN



### CON EL PATROCINIO DE



### COLABORAN

