

# Ciempozuelos subterráneo: agua, sales y humedales

*23 de marzo de 2024*



*Entidades colaboradoras:*

## EL HIDROGEODÍA

El **Hidrogeodía** es una jornada de divulgación de la Hidrogeología, ciencia que estudia las aguas subterráneas analizando sus propiedades físicas, químicas y biológicas, así como su interacción con el medio físico, biológico y humano. Se celebra con motivo del **Día Mundial del Agua (22 de marzo)**.

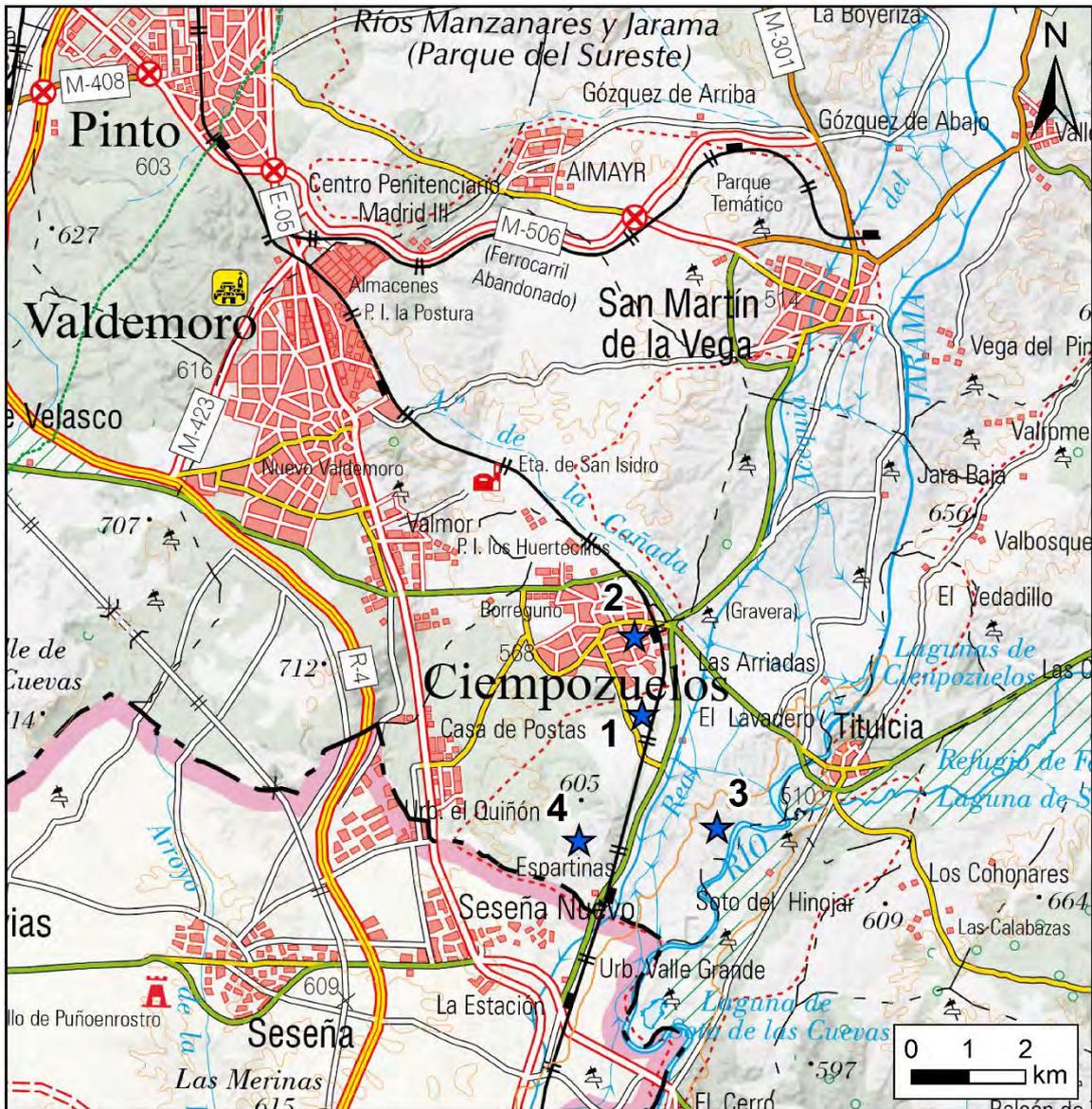
Esta jornada está promovida por el Grupo Español de la Asociación Internacional de Hidrogeólogos (AIH-GE), en colaboración con el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y otras instituciones, universidades y empresas privadas. El Hidrogeodía consta de **actividades de divulgación, abiertas al público general (Fig. 1)**.

El **objetivo** de esta **séptima edición** es dar a conocer la geología e hidrogeología del entorno de **Ciempozuelos**, descubrir su patrimonio hidráulico y visitar un proyecto de restauración medioambiental en una antigua gravera del río Jarama. Realizaremos las siguientes paradas temáticas (Fig. 2):

- 1) **Mirador del Parque de Valdehinojos: geología e hidrogeología del entorno.**
- 2) **Visita a una bodega y mina de agua en el casco histórico de Ciempozuelos.**
- 3) **Recorrido por el humedal de la gravera de Tranzones (río Jarama).**
- 4) **Salinas de Espartinas (visita virtual).**



Figura 1. Hidrogeodía 2023 - Madrid (Fuente de los Geólogos, Puerto de Navacerrada).



- 1) Mirador Parque de Valdehinojos (entorno geológico e hidrogeológico). 2) Bodega y mina de agua.  
3) Humedales de la gravera de Tranzones (río Jarama). 4) Salinas Espartinas (visita virtual).

Figura 2. Mapa de localización con las paradas del Hidrogeodía 2024 - Madrid.

## ENTORNO GEOLÓGICO

### Aspectos geológicos de la Comunidad de Madrid

Desde el punto de vista geológico, la Comunidad de Madrid se encuentra ubicada en la denominada Cuenca de Madrid, cuenca continental de origen endorreico y de forma triangular que se sitúa en la zona central de la península, estando delimitada por el Sistema Central (Sierras de Guadarrama y Somosierra), la Cordillera Ibérica, la Sierra de Altomira y los Montes de Toledo (Fig. 3).

Dicha cuenca forma parte, casi en su totalidad, de la cuenca hidrográfica del Tago, recogiendo las aguas de los ríos Jarama, Tajuña, Henares, Manzanares y Guadarrama entre otros, así como de un sinfín de afluentes tributarios.

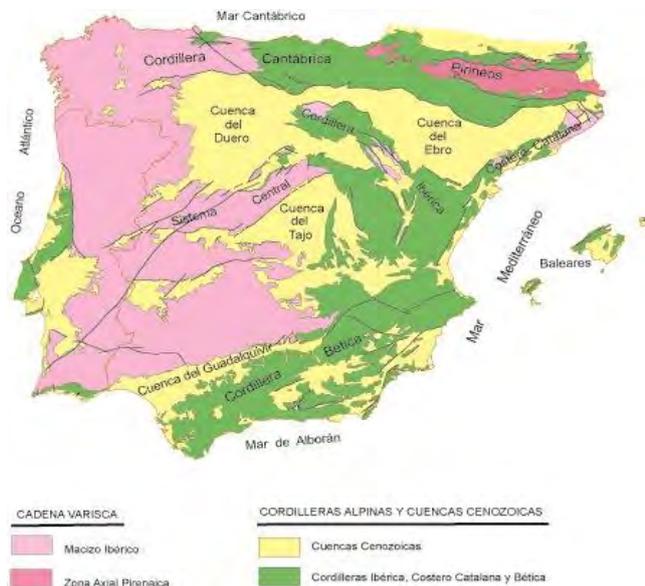


Figura 3. Esquema de las grandes unidades geológicas de la Península Ibérica (Vera, 2004).

La estructura de la cuenca está caracterizada por la existencia de un basamento varisco formado por gneises y granitoides del Paleozoico. Sobre ellos se apoya una coberte-

ra de materiales calcáreos y detríticos del Mesozoico (entre 100 y 66 millones de años de edad) que afloran en los bordes de la cuenca y se adelgazan gradualmente hacia el oeste, tanto en superficie como en el subsuelo, hasta desaparecer.

El relleno de la cuenca tuvo lugar durante el Cenozoico (entre 65 y 5 millones de años) y está formado por un conjunto de sedimentos evaporíticos y detríticos paleógenos, una potente serie neógena, en parte detrítica y en parte evaporítica y carbonatada, y finalmente por depósitos detríticos cuaternarios (2,6 millones de años hasta la actualidad) formando principalmente terrazas fluviales y otros depósitos aluviales y de ladera (Fig. 4).

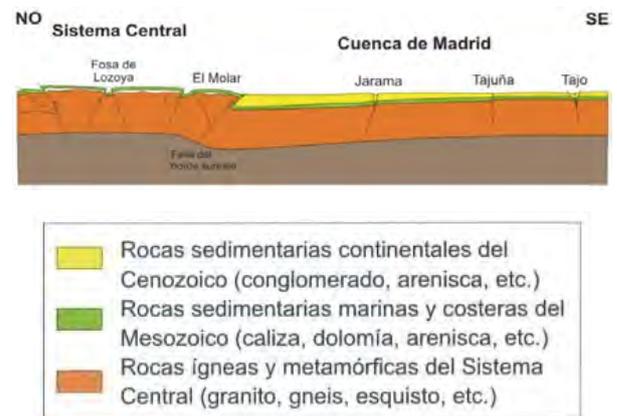


Figura 4. Corte esquemático de la Cuenca de Madrid y su relación con el borde del Sistema Central.

Los depósitos cenozoicos presentan una potente sucesión cuyo espesor máximo alcanza los 3.500 m en las proximidades del Sistema Central. Los materiales detríticos aflorantes en Madrid capital y su entorno próximo proceden de la Sierra de Guadarrama y pasan lateralmente hacia el sureste, en las zonas centrales de la cuenca, a depósitos lacustres evaporíticos y calcáreos. En sondeos al norte de Madrid, el espesor de la serie miocena se aproxima a los 1.000 m (Tres Cantos), si bien disminuye a los 800 m (San Sebastián de los Reyes) y a los 600 m (El Pradillo) aunque en el valle del Tajuña (Tielmes) vuelve a aumentar a los 1060 m.

La sucesión del Neógeno de la Cuenca de Madrid fue dividida en tres grandes unidades (Junco y Calvo, 1983), que por su disposición estratigráfica fueron denominadas: Unidad Inferior, Unidad Intermedia y Unidad Superior, separadas entre sí por importantes discontinuidades y cada una de ellas con una clara tendencia progradante y granocreciente hacia el centro de la cuenca (Fig. 5).

### ESQUEMA LITOESTRATIGRÁFICO DE LA CUENCA DE MADRID

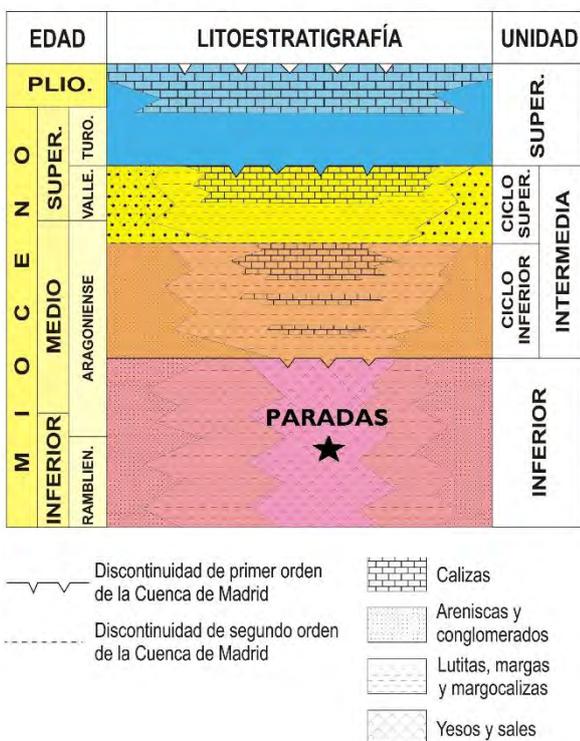


Figura 5. Esquema litoestratigráfico del Mioceno de la Cuenca de Madrid.

- La Unidad Inferior abarca una edad comprendida 16,5 y 14,0 m.a. (millones de años) (Rambliese y Aragoniense inferior-medio), aflora y se extiende por buena parte de la cuenca, principalmente por la mitad meridional de la Comunidad, presentando espesores entorno a los 800 m. Se caracteriza por la presencia de sedimentos lutíticos y evaporíticos (margas y yesos grises) en los sectores centrales de la misma, aflorando en las zonas bajas de los valles de los ríos

Manzanares, Jarama, Tajuña y Tajo. Hacia el norte y noroeste, es decir hacia la sierra, pasan a depósitos detríticos de naturaleza arcósica (areniscas y conglomerados), mientras que hacia el oeste y suroeste lo hacen a sedimentos lutíticos-carbonatados (arcillas y calizas). En Madrid capital se localizan varios yacimientos de vertebrados que permiten su datación (San Isidro, Príncipe Pío, etc.).

- La Unidad Intermedia, abarca un intervalo entre los 14,0 y 9,5 m.a. (Aragoniense medio-Vallesiense inferior), muestra un carácter menos evaporítico, predominando los sedimentos carbonatados (margas y calizas) en las zonas centrales y las areniscas arcósicas en el resto, con variaciones composicionales en función de su procedencia. Dentro de esta unidad se observan discontinuidades que permiten la individualización en otras subunidades de orden menor. Existen también importantes yacimientos, como el de Somosaguas, que han permitido establecer la cronoestratigrafía de estos materiales.
- La Unidad Superior presenta una edad comprendida entre 6,0 y 3,4 m.a. (Turoliese superior-Plioceno inferior) y espesores inferiores a 50 m, estando constituida por depósitos detríticos en la base y por un conjunto calcáreo lacustre conocido tradicionalmente como "calizas de los páramos" que paisajísticamente confieren un relieve meseteño allí donde se localizan.

A finales del Plioceno y ya a comienzos del Cuaternario, hace unos 2 m.a., tuvo lugar un progresivo drenaje de la península Ibérica hacia el Océano Atlántico, de tal forma que las cuencas cenozoicas de origen endorreico que había en el interior de la península, como por ejemplo la del Tajo, comenzaron a 'vaciar', configurándose una red fluvial que es la que actualmente constituyen las diferentes cuencas hidrográficas.

Al margen de los materiales que conforman la Sierra de Guadarrama y Somosierra, el sustrato de una buena parte de Madrid es aparentemente monótono, de aspecto arenoso y tonalidades claras, estando formado por areniscas arcósicas y conglomerados del Mioceno en disposición horizontal, originalmente depositados por abanicos aluviales procedentes de la sierra. Sin embargo, por el sureste destacan los yesos, margas grises y calizas blancas, típicos de ambientes lacustres formados por evaporación del agua. También se reconocen arcillas verdes y limos oscuros depositados en los bordes de esos lagos por decantación del sedimento que llegaba en suspensión en el agua de ríos y arroyos.

Los materiales más antiguos aflorantes en Madrid capital y alrededores corresponden a la denominada Unidad Inferior, que al encontrarse en disposición horizontal o subhorizontal, se localizan siempre en la parte baja de los valles, como ocurre en el valle del Manzanares y en localidades próximas (Rivas-Vaciamadrid, Ciempozuelos y Aranjuez), reconociéndose muy bien siempre en los cantiles y farallones a favor de los ríos que drenan esas zonas. Por encima se sitúa la Unidad Intermedia ocupando las zonas topográficamente más altas de Madrid y de sus alrededores (Moncloa-Dehesa la Villa, Fuencarral, Vallecas). Al sureste de la Comunidad se localizan ya los depósitos más modernos de la Unidad Superior, formando extensas planicies que configuran el paisaje meseteño de las zonas altas de ese sector y que se denominan “páramos” (Campo Real,

Villarejo de Salvanes, Colmenar de Oreja y Chinchón).

Por último, los depósitos cuaternarios, principalmente las terrazas fluviales, se localizan en los valles los ríos Manzanares, Henares, Jarama, Tajuña y Tajo entre otros y están formados por gravas y arenas que han sido objeto de intensas explotaciones, si bien a veces se pueden identificar restos de terrazas altas por encima de los cantiles que delimitan esas arterias.

### Geología de Ciempozuelos y del área visitada

La localidad de Ciempozuelos y sus alrededores, se sitúa al sur de la capital sobre los materiales neógenos más bajos de la Cuenca de Madrid y en la margen derecha del valle del río Jarama, muy cerca de su confluencia con el Tajuña. Se trata de un paisaje monótono y grisáceo interrumpido por los valles de dichos ríos y por los impresionantes escarpes que los delimitan.

En concreto el área visitada se ubica sobre los materiales yesíferos (yesos y margas) de tonalidades grises y aspecto masivo de la denominada Unidad Inferior del Mioceno (Junco y Calvo, 1983) (Fig. 6), anteriormente descrita, encontrándose en algunas zonas afectada por un cierto grado de karstificación, lo que ha dado lugar al desarrollo de dolinas y cuevas en algunos puntos de la región. Sobre estos materiales han sido excavadas las denominadas “minas de agua” y las bodegas o cuevas características de la localidad.

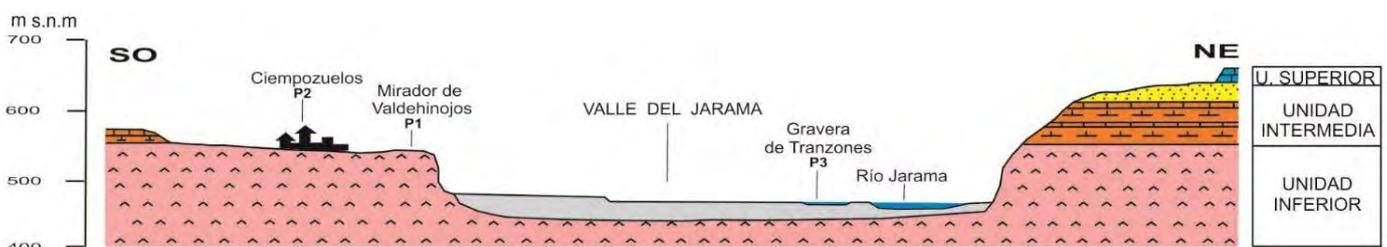


Figura 6. Corte geológico esquemático del área visitada.

El contenido mineralógico en sales minerales de esta unidad (yeso, glauberita, thenardita, etc.) es muy variado y a veces abundante, lo que hace que desde la antigüedad estos materiales hayan sido objeto de explotación. Un ejemplo de ello son las Salinas de Espartinas, actualmente abandonadas, y donde a través de galerías se llevaba a cabo la extracción de materiales con posterior disolución y precipitación en balsas por evaporación, proceso en parte observable hoy en día gracias a los efectos de la escorrentía superficial y por las tonalidades blancas que presentan las sales precipitadas.

Por otro lado, las zonas más deprimidas como los fondos de los valles, y en particular la vega del Jarama, están rellenas de depósitos aluviales cuaternarios, encontrándose delimitado dicho valle por llamativos cantiles y escarpes rocosos desarrollados sobre los

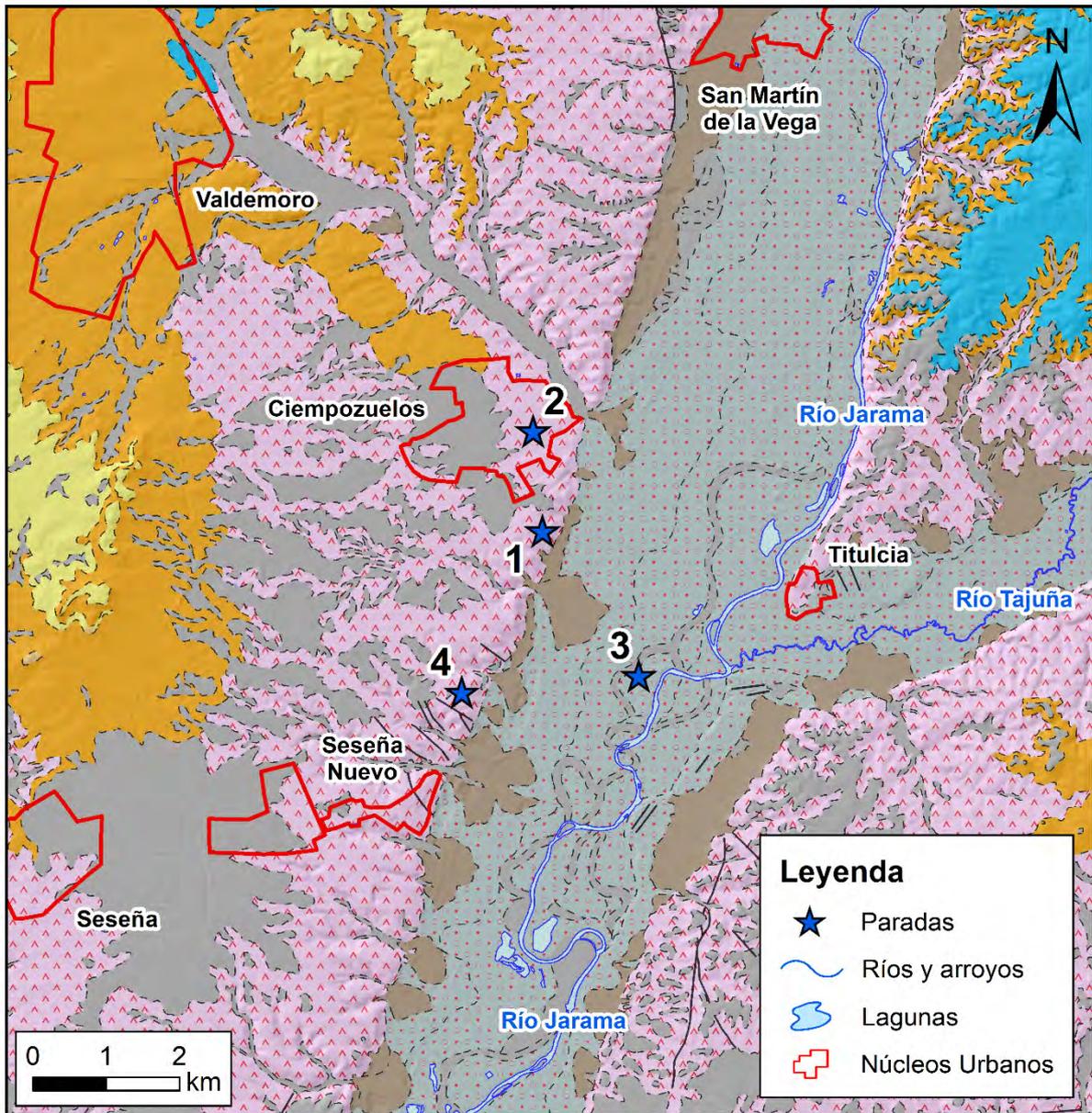
materiales yesíferos y margosos a los que se ha hecho referencia (Fig. 7).

Al pie de estos escarpes, en el fondo del valle y relacionadas con el río Jarama, se reconoce un sistema de terrazas fluviales bajas que, en ocasiones, han sido objeto de una intensa explotación de áridos. Posteriormente, al quedar abandonadas las graveras, se han desarrollado sobre ellas lagunas artificiales, hoy día humedales de alto valor ecológico. Por último, destacar en la zona visitada el carácter divagante y meandriforme del río Jarama en su tramo final, pudiéndose reconocer algunos cursos abandonados (Fig. 8).

Por todo lo anterior y por su importancia medioambiental, esta zona se encuentra incluida dentro del espacio natural protegido “Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama”.



*Figura 7. Escarpes yesíferos en el valle del Jarama pertenecientes a la Unidad Inferior.*



Materiales geológicos	
	Cuaternario - Terrazas y llanuras de inundación de los ríos Jarama y Tajuña (gravas, arenas y limos)
	Cuaternario - Abanicos aluviales y conos de deyección (gravas, cantos y arenas)
	Cuaternario - Glacis y fondos de valle (gravas, cantos, arenas y limos)
	Mioceno - Unidad Superior (conglomerados, areniscas y lutitas)
	Mioceno - Unidad Intermedia Ciclo Superior (margas, margocalizas, calizas y dolomías)
	Mioceno - Unidad Intermedia Ciclo Inferior (arenas, margas, microbrechas y calizas)
	Mioceno - Unidad Inferior (yesos y margas yesíferas)

Figura 8. Mapa geológico simplificado del entorno de Ciempozuelos. Modificado de GEODE - IGME

## ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS DEL ENTORNO DE CIEMPOZUELOS

### Los tipos de acuíferos de Ciempozuelos

El Texto Refundido de la Ley de Aguas define **aguas subterráneas** como todas las aguas que se encuentran bajo la superficie del suelo en la zona de saturación y en contacto directo con el suelo o el subsuelo (artículo 40 bis.c), y se considera **acuífero** a una o más capas subterráneas de roca o de otros estratos geológicos que tienen la suficiente porosidad y permeabilidad para permitir, ya sea un flujo significativo de aguas subterráneas o la extracción de cantidades significativas de dichas aguas (artículo 40 bis.d).

En el término de Ciempozuelos se localizan dos formaciones acuíferas diferentes, no sólo distintas por su edad geológica sino por sus condiciones hidrogeológicas.

- **Acuífero mioceno:** se desarrolla en los sedimentos miocenos formados por yesos, margas y arcillas, y son sus aguas las que circulan bajo el núcleo urbano de Ciempozuelos. Estos sedimentos son poco permeables de forma masiva, sin embargo, los yesos presentes en los mismos son muy solubles. Debido a ello, el agua de lluvia que se infiltra en el terreno, al alcanzar los niveles de yesos, los disuelve, desarrollando conductos que van conformando una red de grietas y huecos. Este fenómeno se denomina karstificación y es característico de las rocas susceptibles de disolución como las evaporíticas (halita, yeso y anhidrita) o las carbonáticas (calizas y dolomías).

El acuífero mioceno es un acuífero libre, o freático, por encontrarse el nivel superior del agua (nivel freático) a presión atmosférica.

Su dimensión es pequeña, se extiende desde las zonas altas situadas al noroeste de Ciempozuelos hasta el arroyo de La Cañada, donde descargan sus aguas. La recarga del acuífero se produce por infiltración de la precipitación en toda su superficie, y por las pérdidas de agua de las redes de abastecimiento y alcantarillado.

La circulación del agua subterránea en el acuífero se produce de oeste a este, como evidencia el mapa de isopiezas realizado por el IGME en el año 2014 (Fig. 9). Un mapa de isopiezas es similar a un mapa de curvas de nivel, pero en este caso se representan líneas que conectan puntos con igual nivel piezométrico. El nivel piezométrico se define como la altura que presenta la superficie de agua del acuífero respecto del nivel del mar. En acuíferos libres al nivel piezométrico también se denomina nivel freático.

Como se ve en la figura 9, el acuífero local tiene su recarga de agua en la zona oeste del casco urbano y su área de descarga se sitúa al este, hacia el aluvial del río Jarama. La velocidad del flujo es menor, más lenta, hacia el oeste, como se deduce de la mayor separación de las líneas que forman las isopiezas, siendo más rápida hacia el este, favorecido por la pendiente del terreno, donde las curvas piezométricas están menos separadas.

Este mapa también pone de evidencia la proximidad del nivel del agua del acuífero con la superficie del terreno. En su zona “más profunda”, como es la plaza de toros, el agua se encuentra a 5 m de la superficie del terreno.

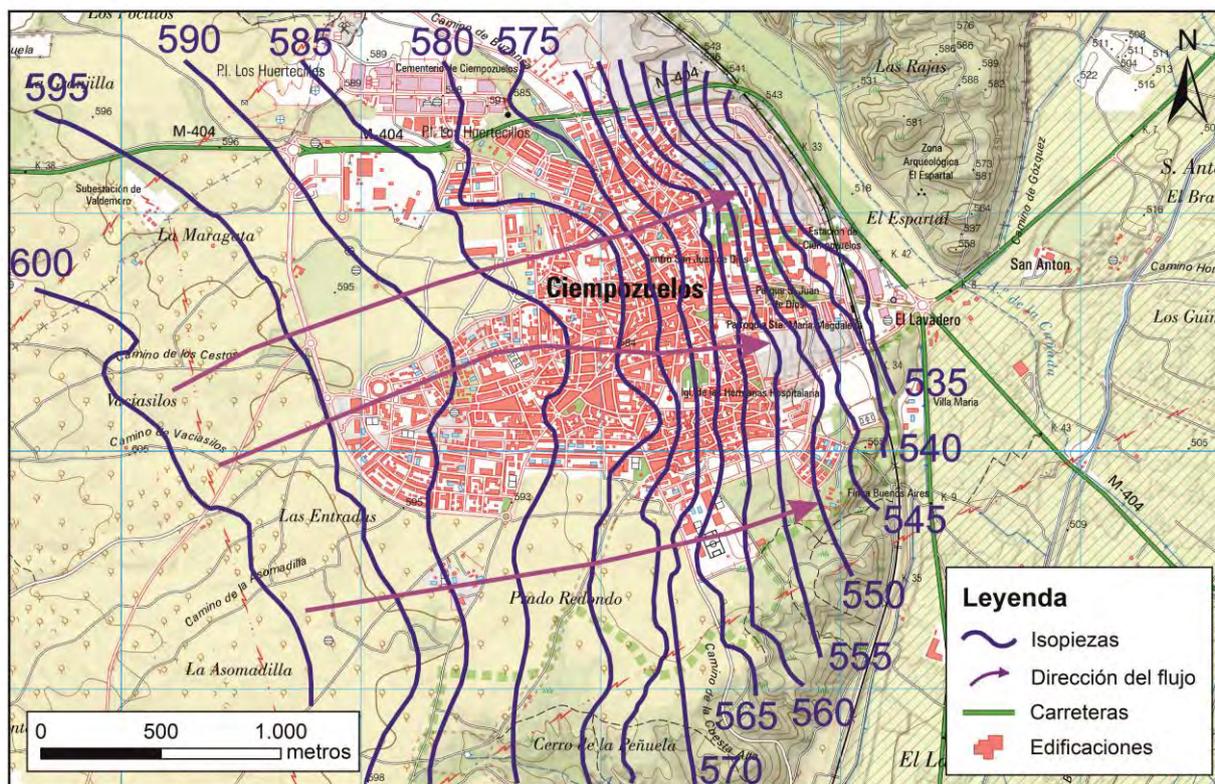


Figura 9. Mapa de isopiezas del acuífero mioceno de Ciempozuelos (noviembre de 2014). Adaptado de IGME, 2015.

Debido a la naturaleza de las rocas que componen el acuífero, sus aguas son sulfatadas cálcicas (Fig. 10) y su conductividad eléctrica natural es ligeramente menor al límite admisible para consumo humano, 2.500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , aunque su contenido en sulfatos supera ampliamente su límite admisible en el Real Decreto 3/2023, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro.

La pobre calidad natural de estas aguas no fue óbice para su uso y eventual consumo desde tiempos históricos hasta mediados del siglo XX. Hoy en día, las mismas se encuentran totalmente degradadas por la contaminación causada por fugas en la red de alcantarillado y otros vertidos, detectándose la presencia de hidrocarburos y microorganismos (coliformes, enterococos etc.) en las aguas muestreadas en distintos estudios (Villaroya et al., 2008, 2009; IGME, 2015).

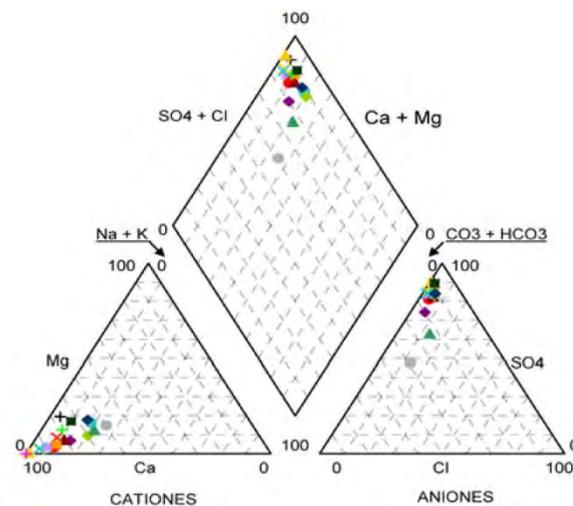


Figura 10. Diagrama de Piper-Hill-Langelier de muestras de agua de pozos de Ciempozuelos (Villaroya et al., 2008).

Dado su carácter kárstico, en el acuífero mioceno el agua circula preferentemente por los conductos desarrollados por disolución de los yesos. Sin embargo, estos conductos se desarrollan en una matriz de muy baja permeabilidad como es la marga yesífera.

Debido a ello, la circulación del agua en este tipo de medio es marcadamente heterogénea, por lo que caracterizar la permeabilidad ( $k$ ) de estos acuíferos resulta muy dificultoso, a la par que la representatividad del valor obtenido es limitada. En el caso del acuífero de Ciempozuelos estos aspectos “negativos” se acrecientan por la presencia de galerías y pozos y las pérdidas de las redes urbanas que distorsionan la circulación natural del agua. Una valoración similar se puede hacer respecto a la caracterización del almacenamiento ( $S$ ). Un reflejo de ellos es que, de los estudios referenciados, sólo el IGME (2015) procuró mediante 3 ensayos de bombeo identificar estos parámetros y, de éstas pruebas hidráulicas, los resultados de 2 de ellas no fueron válidos por verse afectados por perturbaciones antrópicas del tipo antes señaladas. Por otro lado, los valores de los parámetros obtenidos en la tercera prueba son propios de medios poco permeables como la matriz margo-yesífera ( $k = 1 \cdot 10^{-7}$  m/s,  $S = 0,005$ ).

- **Acuífero cuaternario:** constituye un acuífero de escala regional formado por los depósitos sedimentarios fluviales de los ríos Jarama, Tajuña, Henares, Manzanares. El acuífero cuaternario en Ciempozuelos presenta un funcionamiento similar a otros escenarios distantes del mismo y esta continuidad en la circulación hace que incidan en las características locales de sus aguas, no sólo los rasgos hidrogeológicos y perturbaciones antrópicas locales, sino también rasgos y acciones los escenarios situados aguas arriba.

El acuífero cuaternario está constituido por materiales aluviales como gravas, arenas, limos y fragmentos de yesos y margas, en los depósitos de aluviales, fondos de valle y terrazas bajas en los ríos principales, y a estos

materiales se le suma la presencia de arcilla en los depósitos de terrazas medias y altas. Su base son las margas yesíferas miocenas. El acuífero es heterogéneo, anisótropo, permeable por porosidad, libre y su nivel piezométrico está condicionado por el nivel del río Jarama y se encuentra próximo a la superficie del terreno.

La recarga del acuífero se produce por la infiltración directa del agua de lluvia; en sus bordes, por el agua que circula por los arroyos y barrancos afluentes al río Jarama y sus respectivos aluviales; por su base, en los flujos ascendentes a través de las margas yesíferas y, como producto de la actividad agrícola, por el retorno del agua de riego, es decir, el agua no consumida por las plantas. Villarroya *et al* (2008) evaluaron esta recarga en 225 mm/a. La descarga se produce al río Jarama y a las lagunas que se desarrollaron en las antiguas graveras, desde donde se evapora. Debido a los aportes de agua de las recargas de borde y profunda, la facies hidroquímica dominante es la sulfatada cálcica. Si bien la influencia de los yesos es menor que en el acuífero mioceno, debido a la dilución que producen el agua de lluvia, los retornos de riego y los flujos procedentes de aguas arriba y esta menor carga en sales se evidencia en una conductividad eléctrica más baja: 1700  $\mu$ S/cm, Villarroya *et al* (2008). La permeabilidad de este acuífero es por porosidad intergranular y oscila de media a muy alta ( $k = 25-75$  m/d), al igual que el almacenamiento ( $S = 0.05-0.25$ ) (IGME, 2009).

El hecho de que sus aguas tengan una carga en sales algo menor y que sus parámetros hidráulicos ( $k$  y  $S$ ) sean mucho mejores respecto a los del acuífero mioceno, no propició históricamente un mayor aprovechamiento del acuífero cuaternario. En cuanto al abastecimiento, el uso de sus aguas

hubiera requerido de unos recursos y esfuerzos que no compensaban la facilidad de captación de las aguas del acuífero mioceno. Respecto al uso agrícola, la accesibilidad de toma y distribución de las aguas superficiales, inicialmente del río Jarama y en los últimos dos siglos de la Real Acequia del Jarama, sí ofrecían un mayor atractivo que el empleo de las aguas subterráneas.

### Las masas de agua subterránea del entorno de Ciempozuelos

De acuerdo con el Texto Refundido de la Ley de Aguas, artículo 40 bis.f, una **masa de agua subterránea (MASb)** se define como un volumen claramente diferenciado de aguas subterráneas en un acuífero o acuíferos.

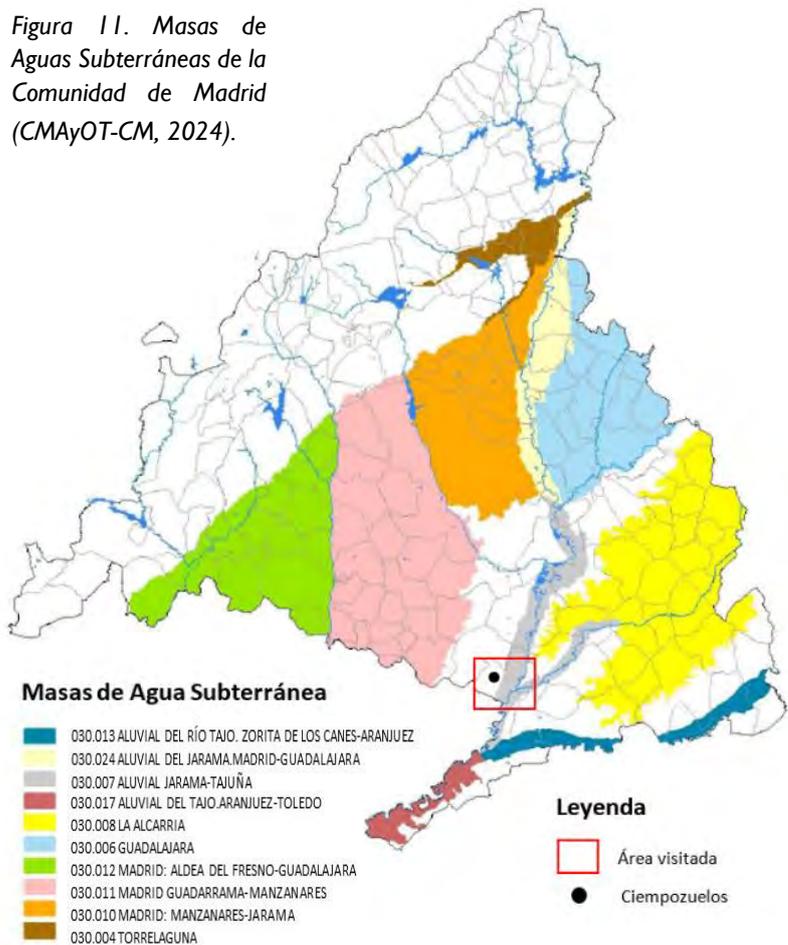
Las MASb constituyen unidades de gestión clave en la planificación hidrológica, definiendo los usos y extracciones permitidas de las aguas subterráneas, además de evaluar el cumplimiento de los objetivos medioambientales establecidos para conseguir un aprovechamiento sostenible del recurso hídrico subterráneo. Su delimitación corresponde a las Confederaciones Hidrográficas y atiende a la importancia o a la singularidad de los recursos hídricos de los acuíferos.

En la zona de visita, las formaciones yesíferas miocenas son consideradas un conjunto con escaso interés hidrogeológico. Esto se debe a su baja permeabilidad, deficiente transmisividad y coeficiente de almacenamiento y mala calidad química de sus aguas.

Respecto a los materiales cuaternarios, situados en el valle del río Jarama, su permeabilidad en condiciones naturales es mucho mayor que la de los materiales yesíferos y sus aguas presentan una mejor calidad química.

Por ello, en el término municipal de Ciempozuelos, a pesar de la singularidad que el acuífero mioceno representa a nivel local, su intrascendencia como recurso hídrico regional ha hecho que la Confederación Hidrográfica del Tajo (CHT) no lo haya considerado para definir una MASb. La CHT sólo delimita el acuífero cuaternario, incluyéndolo en la MASb 030.007 “Aluviales del Jarama-Tajuña” y que se extiende fuera del casco urbano de la localidad, sobre la vega fluvial del río Jarama (Fig. 11).

Figura 11. Masas de Aguas Subterráneas de la Comunidad de Madrid (CMAyOT-CM, 2024).



## EL PATRIMONIO HIDRÁULICO DE CIEMPOZUELOS: LAS MINAS DE AGUA

Las denominadas “minas de agua” que se conservan bajo el suelo del casco histórico de Ciempozuelos, también denominadas “galerías drenantes”, forman parte de un complejo sistema de captación, transporte y distribución de las aguas subterráneas. La facilidad de excavación en el sustrato yesífero y la robustez de las cavidades sin necesidad de revestimiento, hicieron proliferar estas infraestructuras desde comienzos del siglo XIV. El resultado fue una intrincada red de minas, galerías, pozos y cuevas que se extienden por el subsuelo, y que posiblemente diera lugar al nombre del emplazamiento: Ciempozuelos.

El origen de estos sistemas se establece en los llamados “qanats” de Próximo Oriente: galerías subterráneas de trazado horizontal y leve pendiente que captan, conducen y distribuyen el agua para su uso. Los primeros ejemplos en la península ibérica se corresponden con la época de Al-Ándalus, conservándose numerosas galerías, en especial en ámbitos rurales. En la ciudad de Madrid estas galerías se han conocido como “viajes de agua” (Fig. 12), cumpliendo funciones de abastecimiento desde finales del medioevo hasta principios del siglo XX, alcanzando los 124 kilómetros de longitud (60 km fueron galerías de captación y 54 km galerías de conducción).

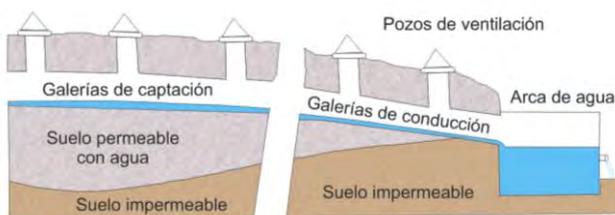


Figura 12. Esquema de los antiguos viajes del agua en Madrid (modificado de López Carcelén, 2004).

En las islas Canarias, este tipo de sistema de captación también ha sido muy importante desde hace siglos y, aún hoy, se mantienen activas algunas galerías para uso agrícola y abastecimiento urbano.

El patrimonio subterráneo que se encuentra bajo el casco urbano de Ciempozuelos es bien conocido en la localidad, habiéndose realizado tres campañas de identificación y documentación entre los años 2004 a 2006 por Núñez Herrero y Murillo Fragero. Dichos estudios describen las minas de la siguiente manera:

*“Las minas de Ciempozuelos son un conjunto de galerías subterráneas que recorren el subsuelo de la población. Con unas dimensiones aproximadas de 0,50 x 1,80 m, permiten, por lo general sin muchas dificultades, la circulación por las mismas de una persona a pie.*

*Se encuentran excavadas y talladas en las margas y terrenos yesíferos que configuran la estratigrafía geológica del sustrato más inmediato sobre el que se ubica el actual asentamiento, no contando con ningún tipo de revestimiento añadido.*

*Su construcción, al margen de los propios tramos de galerías, se caracteriza por una serie de elementos claramente identificables: pozos rectangulares de 0,60 x 1,20 m, las captaciones o lugares de origen del abastecimiento de agua (a través de filtraciones del nivel freático o de manantiales), y las denominadas salidas o desembocaduras que, volcando el agua en depósitos a modo de estanques, aljibes o pilones, permitirían su redistribución a huertas y campos de cultivo a través de norias o acequias”*

Por lo tanto, existen dos tipos de infraestructuras hidráulicas diferentes (Fig. 13):

1. **Las cuevas o bodegas:** habituales en Ciempozuelos y en otras localidades del entorno (Chinchón y Colmenar de Oreja) y vinculadas al almacenamiento de enseres, víveres y vinos. Se excavaban en los sótanos de los edificios.
2. **Las minas de agua:** relacionadas con la búsqueda y explotación de las aguas subterráneas. La función de las minas es actuar como galerías drenantes, conduciendo las aguas desde los manantiales hacia las zonas de cultivo. Los pozos excavados para captar el agua subterránea de las minas tienen entre 5 y 7 m de profundidad, siendo, generalmente, más profundos que las bodegas.

**ESQUEMA DE LAS CUEVAS, POZOS Y MINAS DE CIEMPOZUELOS**

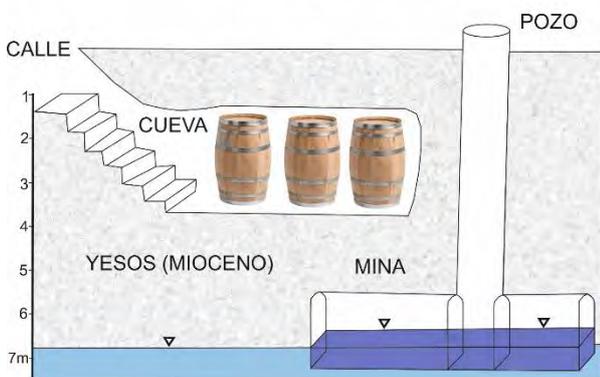


Figura 13. Representación esquemática de una cueva o bodega y de una mina de agua de Ciempozuelos (adaptado de Villarroya et al., 2009).

**La cueva de la Plaza Mayor**

A mediados del año 2020 se iniciaron las obras de rehabilitación de la cueva que se halla bajo la Plaza Mayor de Ciempozuelos. Esta estructura fue descubierta tras unas obras en la red de saneamiento bajo el cruce del paseo de la Estación con la calle Padre Benito Menni.

El objetivo fue acondicionar y poner en valor este espacio, permitiendo su visita guiada. Se procedió a abrir el acceso a la cueva, que se hallaba sellada bajo una capa de escombros, conectándola en superficie mediante un tramo de escaleras conservado (Fig. 14),

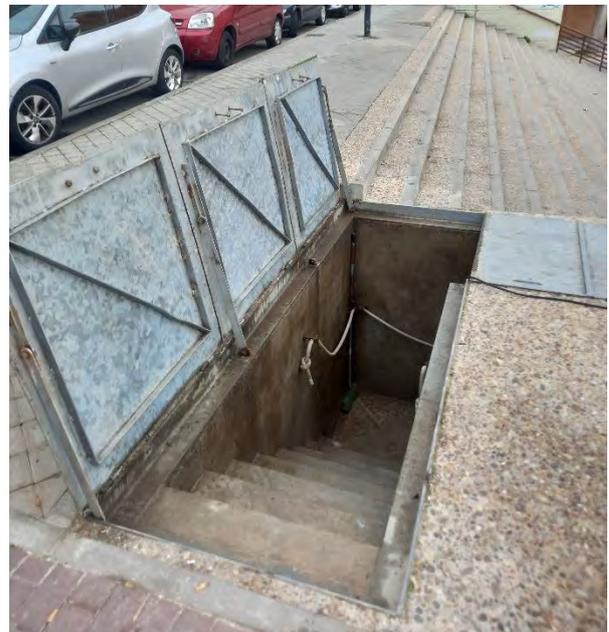


Figura 14. Entrada a la cueva bajo la Plaza Mayor.

La cueva (Figs. 15 y 16) presenta un pozo en su extremo oeste y dos minas de agua: la primera se inserta en la esquina suroeste, al lado de las escaleras de acceso, y la otra se sitúa en el extremo sureste de la bodega, continuando en dirección este, hacia la zona de las primitivas huertas que eran regadas por el agua conducida por las minas.

En la esquina noroeste se localiza un pasillo correspondiente con la progresión de otras minas o de los accesos tapiados al antiguo complejo hospitalario. En uno de los pasillos se puede observar una canalización empotrada en la pared y formada por tejas, posiblemente para evacuación de aguas procedentes de la superficie o de otras galerías.

El resto de la cueva se halla formada por una serie de concavidades, de planta semicircular y paralelas entre sí, destinadas a albergar, en su día, las tinajas o conservar frescos los alimentos y demás provisiones.

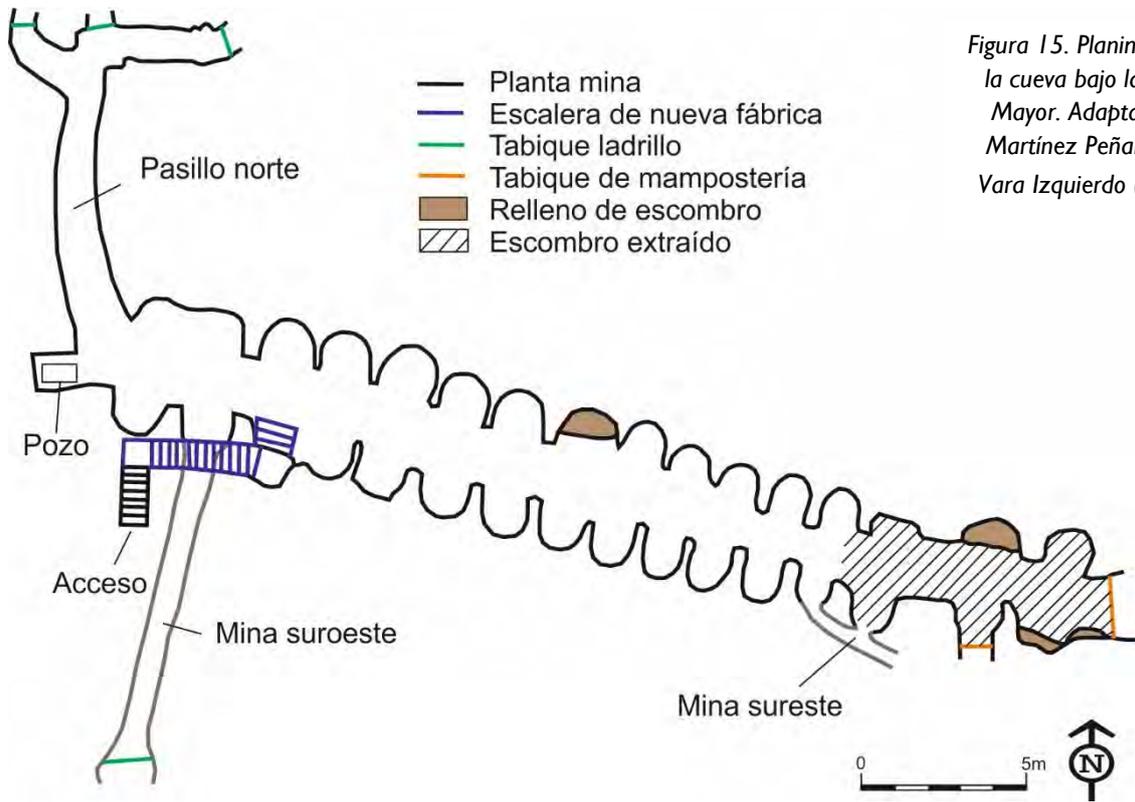


Figura 15. Planimetría de la cueva bajo la Plaza Mayor. Adaptado de Martínez Peñarroya y Vara Izquierdo (2022).



Figura 16. Antes (arriba) y después (abajo) de las obras de rehabilitación de la cueva de la Plaza Mayor.

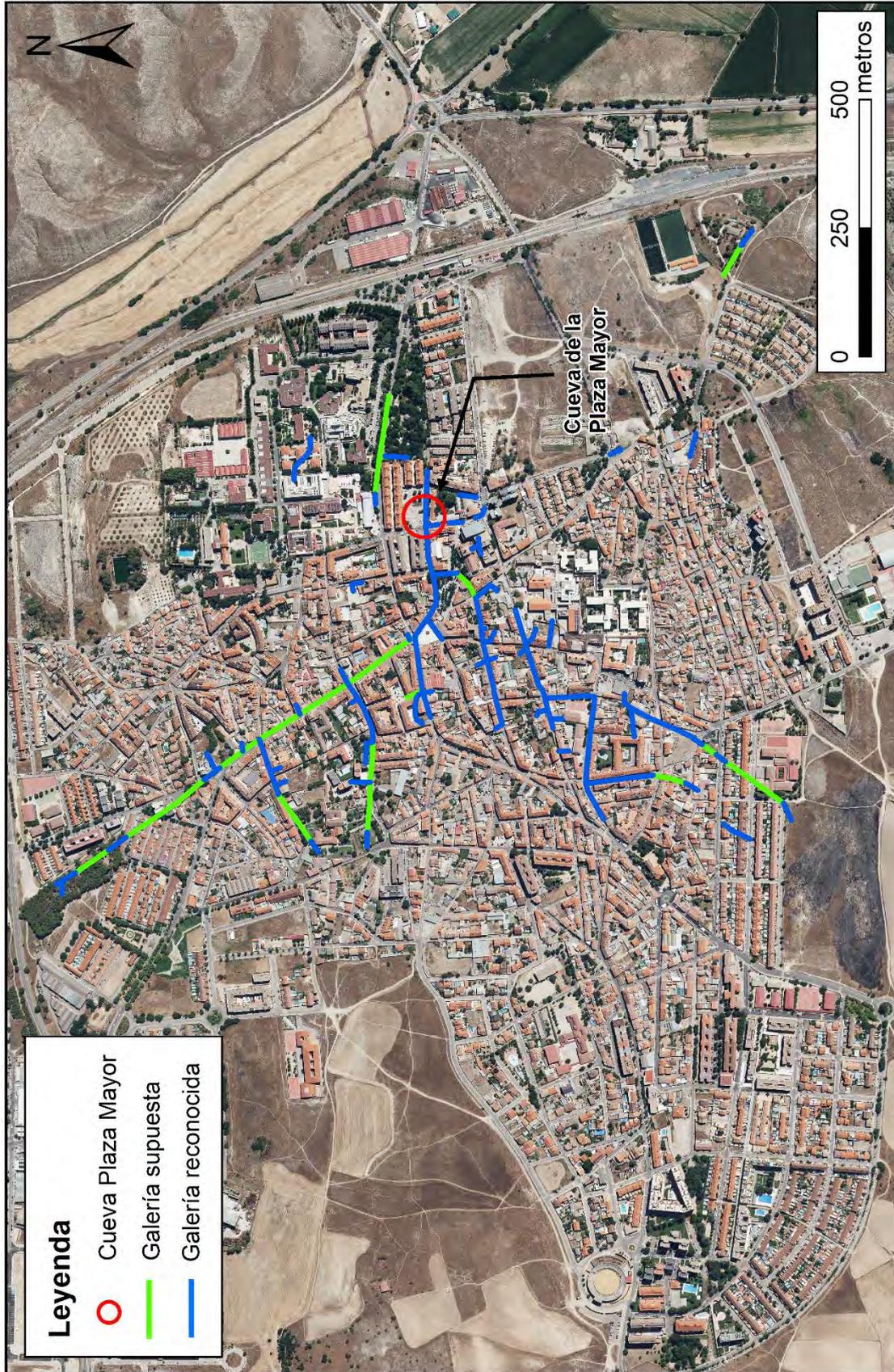


Figura 17. Mapa de las minas de agua (galerías) y localización de la cueva de la Plaza mayor de Ciempozuelos. Adaptado de Núñez Herrero y Murillo Fragero (2004 a 2006) e IGME (2015).

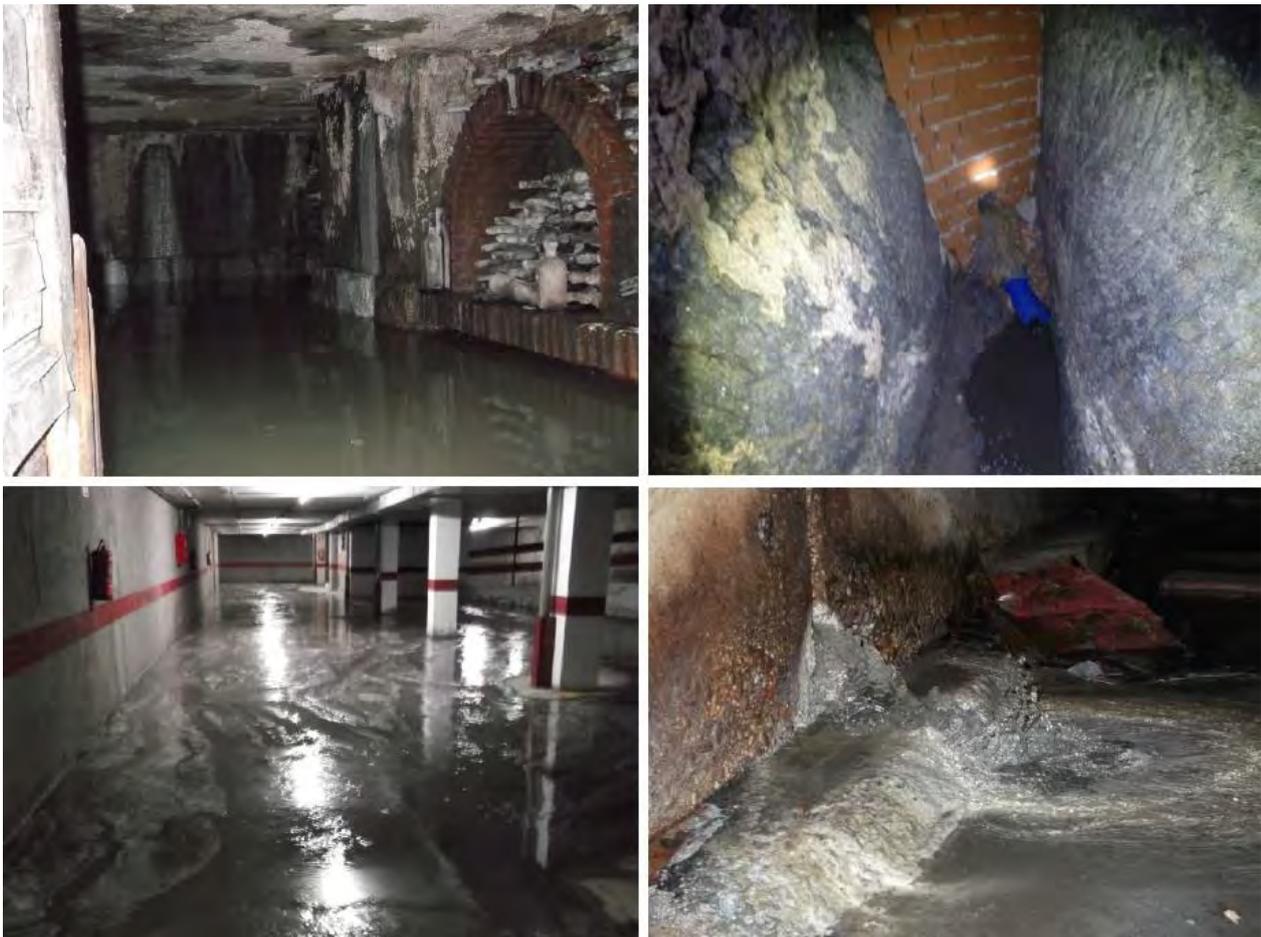
### **Problemas y riesgos hidrogeológicos asociados a las minas de agua**

Exceptuando el ejemplo de la cueva de la Plaza Mayor, la gran parte de las infraestructuras que componen este rico patrimonio hidráulico subterráneo está abandonadas o en fase de deterioro.

A medida que progresa la urbanización del casco urbano, existen galerías que han sido destruidas mientras que otros tramos han sido interceptados y cortados por la cimentación de los edificios de nueva construcción, sin control ni autorización de técnicos municipales en muchos casos. La mayoría de las galerías no tienen continuidad y terminan su recorrido en barreras o muros

levantados a modo de tabique con ladrillo moderno. Algunos de estos muros están dispuestos de tal forma que mantienen el paso inferior, dejando un hueco o colocando una tubería por la que el agua continúa circulando libremente por la galería. Sin embargo, en varias ocasiones se han detectado que estos pasos inferiores, tras el paso del tiempo, terminan colmatándose, provocando un efecto de retención y “embalsamiento” del agua y un ascenso de su nivel.

Estas interferencias obligan al agua a circular por las zonas más permeables del sustrato o bien a infiltrarse por las juntas de las cimentaciones, inundando sótanos y garajes cercanos y creando problemas en la integridad estructural de los edificios (Fig. 18).



*Figura 18. Sótano inundado, mina de agua tapiada y filtraciones de agua en un garaje de la localidad. Fuente: IGME (2015).*

Además, existen varios puntos en donde las alcantarillas o las conducciones de la red de saneamiento presentan fugas o roturas, vertiendo las aguas residuales en las minas de agua. Este hecho deteriora considerablemente las condiciones de salubridad de las mismas, y por tanto, la calidad química de las aguas del acuífero.

Hacia el Sur, las galerías inspeccionadas por el IGME (2015) poseen mayor contaminación, encontrándose mayor espesor de lodos en la base de las galerías. Al remover dicho lodo, se detectó la presencia de gases (sulfhídrico) en el ambiente de la mina. El gas sulfhídrico es incoloro, más pesado que el aire, inflamable y con un olor característico a “huevos podridos”. La fuente natural de gas sulfhídrico puede ser, entre otras, un agua estancada y productos de degradación bacteriana en los suelos.

Además, en el reconocimiento de estas galerías ha sido habitual encontrarse con restos sólidos (papeles, bastoncillos, compresas, toallitas, paños...), los cuales pueden llegar a obstaculizar las salidas de aguas residuales provocando el embalsamiento de las aguas dentro de las galerías. Cabe destacar que se han encontrado y documentado estos restos en las paredes y techos abovedados de las galerías, por lo que en algún momento el nivel de agua ha alcanzado esas cotas.

Por último, reseñar que existe la posibilidad de que el origen del problema de las filtraciones no sea 100% achacable a la acumulación de aguas residuales en el terreno, ya que el nivel piezométrico natural se encontraría próximo a la superficie, teniendo una mayor incidencia en aquellas edificaciones que cuentan con sótano excavado (IGME, 2015).

## LA GRAVERA DE TRANZONES

Las graveras son depósitos aluviales formados por paquetes de grava y arena de edad cuaternaria, situados generalmente en las terrazas aluviales. Su extracción y explotación causan siempre una importante alteración en el paisaje y sobre los recursos naturales presentes en la zona (suelos, agua, vegetación, etc..), mayores cuando las explotaciones se acumulan en unos pocos kilómetros de ribera, como es el caso del río Jarama (Fig. 19).

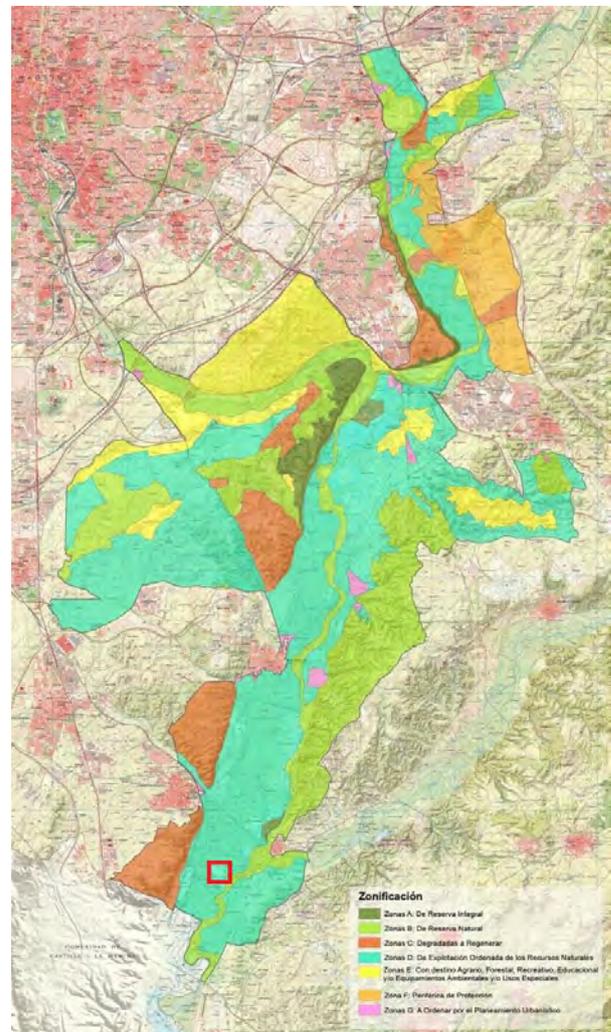


Figura 19. Localización de la gravera de Tranzones (en rojo) dentro del Parque Regional de Sureste.

Durante años, varias empresas han empleado una parcela de unas 53 hectáreas situada en el entorno de la Compuertilla - El Sotillo (Ciempozuelos), en el margen derecho del río Jarama, como cantera de gravas y arenas, denominada la gravera de Tranzones.

Tras la explotación llevada a cabo por la empresa Graveras Los Ángeles, la empresa Holcim España adquiere los terrenos y posteriormente lleva a cabo actuaciones de restauración ambiental entre los años 2019 y 2021. Entre estas actuaciones se incluye el desmantelamiento de la planta de tratamiento, repoblaciones forestales y la creación de varias lagunas artificiales en el entorno de la gravera, incrementando la calidad ambiental y paisajística del curso bajo del Jarama.

Durante los años en los que esta cantera no había sido explotada, la naturaleza ya se había abierto paso, y la vegetación autóctona y las aves ya estaban colonizando algunas zonas de la antigua gravera (Fig. 20).



Figura 20. Foto actual de la laguna ubicada en la gravera de Tranzones.

La generación de estas lagunas proporciona importantes funciones ecosistémicas en el entorno. Por un lado, contribuyen a aumentar la biodiversidad de la zona y a mitigar el calentamiento global, ya que son importantes sumideros de carbono.

Por otra parte, cumplen un rol fundamental en la adaptación al cambio climático, amortiguando el efecto de las tormentas y las inundaciones, y en este caso en concreto, la revegetación de la zona actúa de filtro verde, favoreciendo la retirada de los nitratos empleados en las parcelas de cultivo circundantes.

### **De gravera a Parque Regional: la transformación del entorno de La Compuertilla - El Sotillo en el siglo XX**

En el entorno de la laguna de Tranzones, conocido como la Compuertilla - El Sotillo, cerca del río Jarama, el nivel freático se encuentra condicionado por el río y se haya a escasa profundidad.

Durante los trabajos de extracción de áridos, cuando las máquinas excavan por debajo del nivel freático, aflora una lámina de agua que se va ampliando con el avance de la actividad minera, dando lugar a estas lagunas artificiales (Fig. 21), como es el caso de la de Tranzones. Sin embargo, cuando la cota del terreno está a mayor altura o el acuífero se encuentra a gran profundidad, estos humedales artificiales no se generan.

En la zona sureste de la Comunidad de Madrid, se localizan, junto a la laguna de Tranzones, una serie de lagunas que están directamente relacionadas con la actividad minera a cielo abierto llevada a cabo durante la segunda mitad del siglo XX. Esta intervención ha sido la causa de la gran transformación de esta zona.

A principio de los años 50 la vega del río Jarama presentaba un paisaje dominado por huertos y, en consecuencia, la economía se basaba en la agricultura. A finales de esta década, a raíz de la expansión urbanística de Madrid, aparecieron las primeras explotaciones de áridos (Fig. 22).

La demanda de materias primas que necesitó Madrid en su proceso de urbanismo en las décadas de los 60 y 70 y la cercanía de áridos naturales de excelente calidad, procedentes de la vega del Jarama, ocasionó que la extracción de estos materiales se intensificara durante décadas. En aquellos años, más de la mitad de la producción minera anual de la Comunidad estaba dedicada por completo a la extracción de gravas y arenas, concentrándose gran parte de estas explotaciones en la vega del Jarama.

Esto llevó a un cambio drástico en el uso del suelo, pasando de agrícola en la primera mitad del siglo XX a minero en la segunda mitad, aunque todavía existen algunas explotaciones agrícolas.

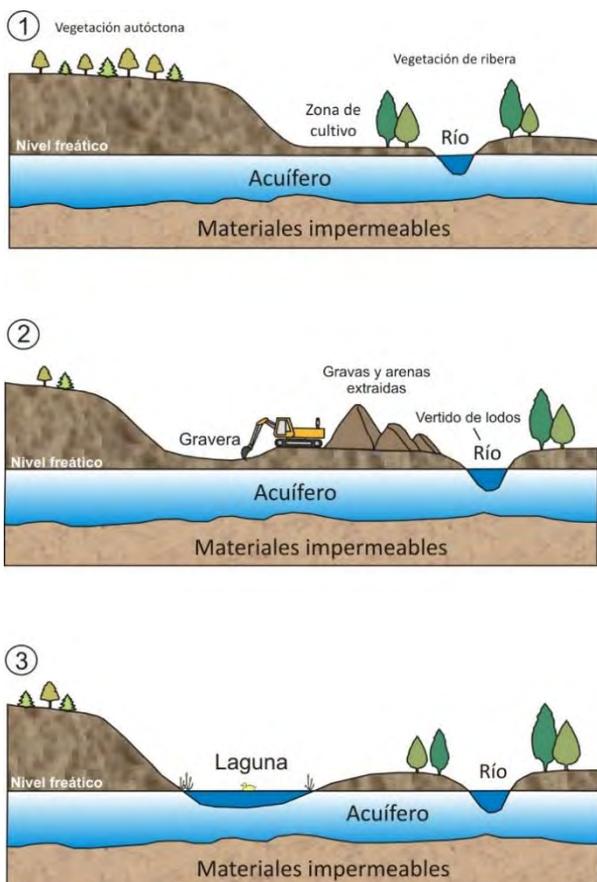


Figura 21. Esquema de explotación de una gravera.

Esta extracción se realizó con escaso control y planificación, lo que provocó tal deterioro en el medio que fue necesaria la intervención de la administración para proteger, conservar y utilizar de manera racional este entorno.



Figura 22. Explotación de áridos en el río Jarama.

Dicha intervención se consolidó en 1994 mediante la creación de un espacio protegido denominado “Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama”, comúnmente llamado “Parque Regional de Sureste” y en donde se incluye la laguna de Tranzones. Este espacio protegido presenta una gran variedad de ecosistemas con destacados valores ambientales, entre los que figuran los humedales; en 1997 existían 123 ecosistemas acuáticos leníticos inventariados por la Comunidad de Madrid.

La característica más destacada de estos ecosistemas acuáticos es el origen artificial de los mismos: de los 123 humedales encontrados, el 93,5% (115) son el resultado de intervenciones humanas en el medio, siendo sólo el 6,5% (8) de origen natural. Del conjunto de hábitats artificiales, exceptuando dos presas y dos balsas de riego, el 96,5 % corresponden a láminas de agua generadas por actividades extractivas (una cantera de yesos y 110 explotaciones de grava y/o arenas).

## El proyecto de restauración de la gravera de Tranzones

La gravera de Tranzones es un buen ejemplo de la restauración y recuperación de la biodiversidad autóctona en esta área, sometida a una intensa extracción de áridos. (Fig. 23).

Se ha llevado a cabo una reconstrucción topográfica y morfológica, configurando láminas de agua de diferente profundidad y charcas temporales. Además, se han suavizado las pendientes del perímetro de la cantera, con el objetivo de evitar la caída accidental de animales y personas a su interior, y se han plantado especies arbóreas y arbustivas autóctonas que aislaran parcialmente la zona.

También se ha procedido a la eliminación de vegetación invasora, protegiendo las zonas colonizadas por vegetación autóctona, así como la revegetación con más de 3000 plantones, recreando cuatro ambientes ecológicos diferentes: bosque galería (terrazas fluviales bajas), saucedas (márgenes de las láminas de agua), setos densos (taludes perimetrales) y bosquetes de quercíneas (terrazas fluviales altas). Una de las actuaciones más importantes fue la plantación de unos 50 ejemplares de olmos (*Ulmus minor*) resistentes a la grafiosis.

Respecto a la fauna, se han realizado varias medidas con el objetivo de mejorar las poblaciones de Avión zapador (*Riparia riparia*), Abejaruco europeo (*Merops apiaster*), Martín pescador (*Alcedo atthis*), Carraca (*Coracias garrulus*), entre otras. Se han habilitado zonas de marjal con carrizos, ya que estos ecosistemas constituyen importantes zonas de paso de aves paseriformes e insectívoras, además de ser un hábitat de especial interés para los anfibios.

Además, se han colocado cajas nido para fomentar la nidificación de las aves, así como la creación de taludes verticales destinados a este fin. Además, se han instalado dos hoteles de insectos para facilitar la polinización y acelerar los procesos ecológicos en la zona restaurada.



Figura 23. Evolución del entorno de la gravera de Tranzones en los años 70 (sin explotación), años 90 (con explotación) y en la actualidad (proyecto de restauración).

## LAS SALINAS DE ESPARTINAS

Las **Salinas de Espartinas** constituyen un lugar de gran importancia histórica y geológica, incluidas en el Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG) del IGME, código TM038. Se encuentran situadas en el término de Ciempozuelos, cerca del límite provincial con Toledo, entre la línea férrea Madrid-Alicante y los escarpes yesíferos de la margen derecha del Jarama, en el Barranco de Valdelachica. El valle ha sido labrado en materiales sedimentarios del Mioceno, en la denominada “Unidad Inferior” o “Unidad Salina” de la Cuenca de Madrid. Se trata de margas yesíferas con intercalaciones de sales sódicas bajo potentes capas de yesos masivos y tableados. La cobertera, hoy denudada, la constituían series carbonatadas visibles en cerros testigos próximos como los vértices de Espartinas y Batallones, situados a unos 6 y 8 km. al noroeste.

Las sales se captaban mediante galerías subterráneas (Fig. 24) que penetraban en las series margosas y yesíferas, recogiendo las aguas de drenaje cargadas en sales: halita (cloruro sódico), glauberita (sulfato sódico-cálcico), thenardita (sulfato sódico) y anhidrita (sulfato cálcico). Esta agua era conducida exteriormente mediante canalizaciones y llevada a balsas calentadoras o de evaporación, donde se recogían las sales.



Figura 24. Salida de una galería en las Salinas de Espartinas.

### Historiografía de las Salinas de Espartinas y situación actual

La variedad de minerales evaporíticos de Espartinas, y en general de la zona yesífera del sur de la Comunidad de Madrid, ha sido muy relevante en la historia de la mineralogía. La thenardita fue descubierta en 1826 en las Salinas de Espartinas por Rafael de Rodas. El mineral fue analizado ese mismo año por José Luis Casaseca quién lo describió como nueva especie mineral y la bautizó en homenaje a su maestro, el químico francés Louis Jacques Thénard (1777-1857).

Anteriormente en 1807, Dumeril había descubierto la glauberita en las Salinas de Villarrubia de Santiago (Toledo) siendo analizados y descritos los primeros ejemplares por Brogniart en 1808, junto a otros procedentes de Ciempozuelos. La mirabílica, muy abundante en los niveles salinos de la Cuenca del Tajo está también presente en Espartinas y en otras explotaciones próximas de Ciempozuelos, San Martín de la Vega y Chinchón. En la mina Consuelo, Areitio reconoció dos variedades de este sulfato, uno de ellos desconocido hasta entonces, fue bautizado como Ciempozuelita.

Aunque se sabe que las Salinas de Espartinas han sido explotadas desde la Edad del Bronce, las primeras referencias históricas se remontan al siglo XII. Así en 1182 sus sales son objeto de venta entre las Ordenes de Santiago y Calatrava; en 1204 aparecen en el testamento de Alfonso VIII; en 1284 con motivo de una cesión de Sancho IV al monasterio de Santo Domingo de Madrid; en 1338 se mencionan en el testamento de Alfonso XI, y continúan apareciendo en documentos diversos de Enrique IV y de los Reyes Católicos.

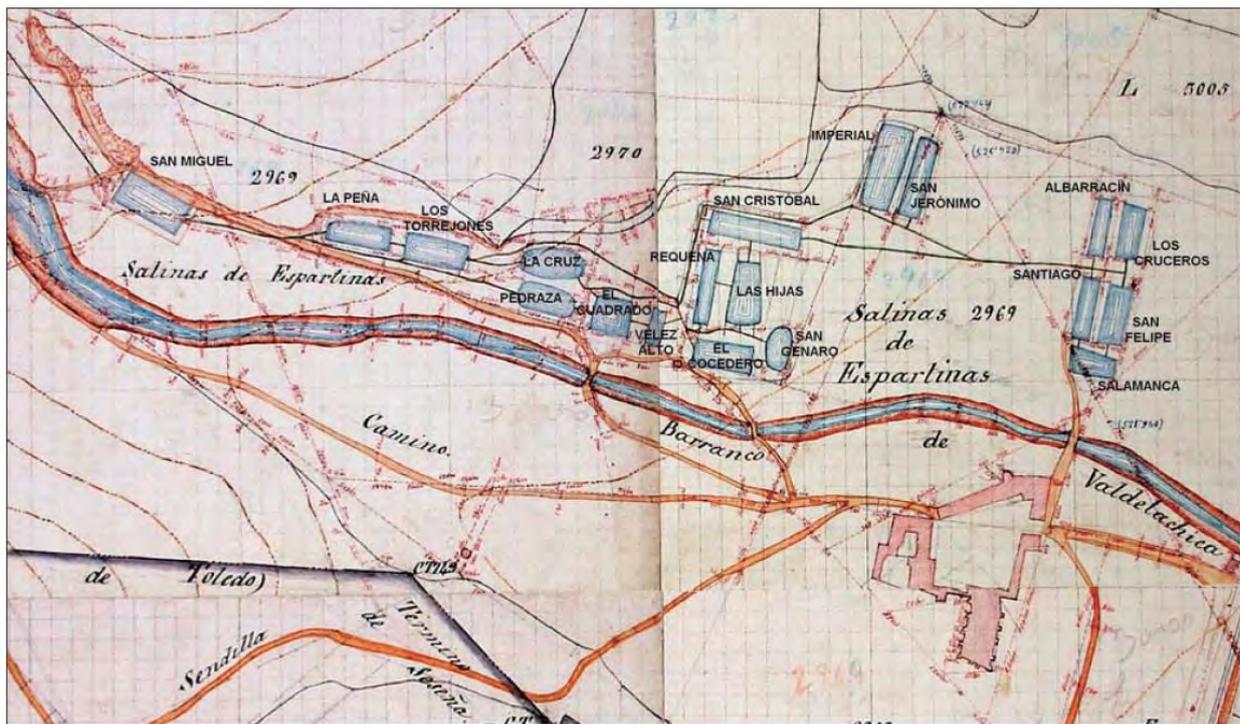


Figura 25. Balsas y calentadores de las Salinas Espartinas. Año 1860. Fuente: Valiente-Cánovas y Ayarzagüena-Sanz (2013).

En las Relaciones Topográficas de Felipe II las referencias a las Salinas de Espartinas son numerosas, pudiendo reconstruirse su área de influencia en el siglo XVI a partir de las respuestas de las localidades que se abastecían de sal en las mismas. Las relaciones topográficas realizadas por Tomás López en el siglo XVIII dan cuenta de la existencia de una "nueva fábrica" en las "salinas de agua nombradas de Espartinas" y en Madoz (1847) se cita el despoblado de San Juan de las Salinas de Espartinas y se da cuenta de los edificios asociados; almacenes, viviendas, administración y una iglesia o ermita de San Juan Bautista. Sergio Yegros en Apuntes sobre Salinas (1850) da cuenta de su producción y personal adscrito que vive en los edificios propiedad del Estado (Fig. 25). También había a mediados del siglo XIX una guarnición de infantería según el Cuadro Orgánico del Resguardo de las Salinas con arreglo al Reglamento de 1858, correspondiendo a Espartinas un total de 34 funcionarios.

En 1869 las Cortes aprueban la ley que liberaliza la fabricación y venta de sal, saliendo a subasta pública ésta y otras salinas de la provincia. En 1871, la producción se paralizó, pero se reanudó a finales de siglo con la elaboración de sal común y sales sódicas.

La producción de sal común en Espartinas y otras salinas interiores decayó en el siglo XIX por la competencia de las salinas costeras y otras de mayor capacidad productiva. Con el inicio de la producción de jabones, la sosa se convirtió en un producto de gran interés, reactivando la producción en Espartinas y dando lugar a la apertura de otras explotaciones en Ciempozuelos, San Martín de la Vega y Chinchón.

En 1926, durante el XIV Congreso Geológico Internacional en Madrid, Eduardo y Francisco Hernández Pacheco dirigieron una excursión a Espartinas. La publicación resultante es un valioso documento descriptivo y fotográfico (Fig. 26).



Figura 26. Foto de 1926 de las salinas, donde se aprecian las balsas, el caserío del antiguo convento y una canalización.

Entre otras informaciones se describe el método de aprovechamiento de sales en distintas épocas del año y la apertura de chimeneas de ventilación sobre las galerías para facilitar la precipitación del sulfato sódico o "compasto" en época invernal.

Durante la Guerra Civil de 1936 las salinas y sus instalaciones sufren importantes daños al convertirse el Barranco de Valdelachica en frente de combate. Tras la batalla del Jarama en febrero de 1937, las tropas republicanas se instalan en avanzadilla en las alturas inmediatas a Espartinas disputando el control de la Cuesta de la Reina y permaneciendo aquí casi hasta el final de la guerra. A excepción de la ermita y parte de un almacén, los demás edificios quedaron destruidos y la producción paralizada.

Terminada la guerra, las salinas volvieron a ponerse en marcha con grandes dificultades en los años 40. En la década de los 50 se realizan obras de reparación y ampliación, en 1956 algunas balsas antiguas permanecen activas y se desarrolla un plan de ampliación de la superficie de evaporación con gran número de pequeñas balsas (Fig. 27).

En los años 60 se produce el declive definitivo de las Salinas de Espartinas con el cese de su producción y la transformación de la ermita y restos de sus dependencias en decorados cinematográficos.



Figura 27. Salinas de Espartinas y su entorno en los años 50 (arriba) y en la actualidad (abajo).

La industria del cine tampoco tuvo continuidad y en la actualidad las instalaciones están prácticamente destruidas (Fig. 28) y sólo pueden observarse a simple vista unos cuantos restos: una balsa calentador, varias balsas de evaporación, las salidas de dos "minas" (denominadas Mina Grande y Mina Chica) por donde afloraba el agua salobre y en donde, actualmente, se acumulan precipitados salinos, además de la casa de administración de las salinas. Además, junto al Arroyo de las Salinas, existen diversas cuevas de gran antigüedad, algunas de las cuales se remontan como mínimo al periodo musulmán (Fig. 29).

Las gestiones realizadas a principios de los años 2000 por miembros de la Sociedad Española de Historia de la Arqueología (SEHA) y de la Asociación cultural "La Torre" de Ciempozuelos, encaminadas a solicitar mayor protección ambiental a estas históricas salinas, dieron como resultado el encargo por parte de la Dirección General de Patrimonio

de la Consejería de las Artes de la Comunidad de Madrid del estudio de viabilidad para la declaración de este espacio como Bien de Interés Cultural (BIC).



Figura 28. Estado actual de una de las balsas de las Salinas de Espartinas, en donde apenas se distingue su contorno.



Figura 29. Cuevas próximas a las Salinas de Espartinas.

Finalmente, debido a su importancia histórica y cultural, el 18 de mayo de 2006, las Salinas de Espartinas fueron declaradas BIC con la categoría de “zona arqueológica”, mediante el Decreto 45/2006 publicado el Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid.

Además, estos entornos albergan comunidades vegetales halófilas y gipsófilas extremófilas, capaces de sobrevivir en suelos con elevadas concentraciones de sales, como son los orzagales, entinares, espartales y jabunares. Debido a ello, las Salinas de Espartinas están incluidas dentro del “Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama”, dentro de un área calificada con grado de protección C: “zonas degradadas a regenerar” y su clasificación según el régimen jurídico de la Comunidad de Madrid es de Suelo No Urbanizable Especialmente Protegido (Fig. 30).

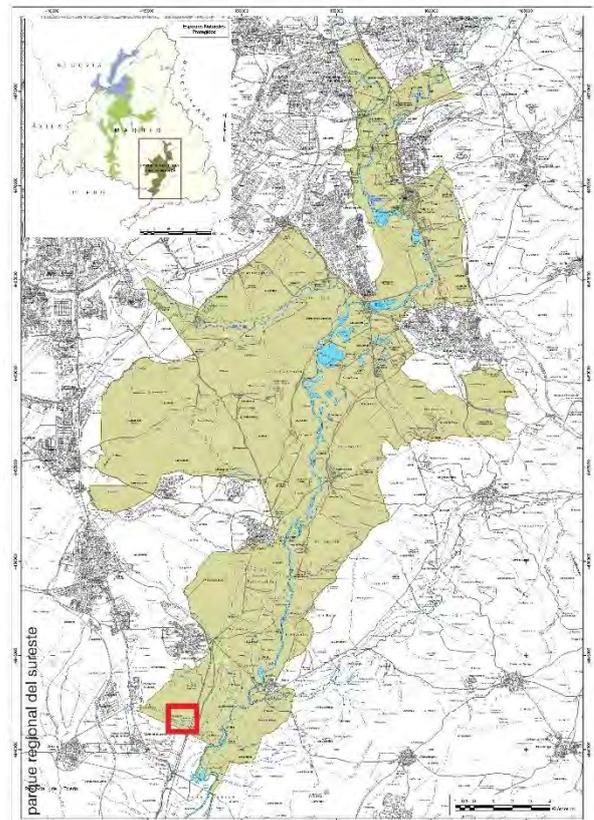


Figura 30. Localización de las Salinas de Espartinas (en rojo) dentro del Parque Regional de Sureste. Fuente: <https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/parque-regional-sureste>

## CONSIDERACIONES SOBRE EL HIDROGEODÍA- MADRID 2024

- El lugar de inicio y finalización de la excursión será la entrada del Instituto Geológico y Minero de España (IGME - CSIC) C/ Ríos Rosas 23, Madrid.
- La hora de salida será a las 8:30 h.
- Se ruega puntualidad.
- Llevar calzado cómodo.
- Llevar bebida y algo para comer (bocadillo).
- Es recomendable informarse de las condiciones meteorológicas para llevar: gorra y crema solar, paraguas, chubasquero, etc.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer en esta edición la importante colaboración del Ayuntamiento de Ciempozuelos, en especial a Verónica Fuentes, técnica de Turismo del Ayuntamiento, y Daniel Carvajal, miembro de la Sociedad de Amigos de la Historia de Ciempozuelos, por la información facilitada sobre las minas de agua y las Salinas de Espartinas.

Este año también hemos contado con el apoyo de Holcim España como empresa colaboradora. Agradecer las facilidades prestadas para la visita de la gravera de Tranzones, en especial a Pilar Gegúndez, Directora de Medio Ambiente y Sostenibilidad de Recursos.

Por último, también queremos agradecer el apoyo prestado por Fermín Villarroya, doctor y profesor titular en la UCM y Carlos Camuñas, Técnico Superior del IGME, por la información facilitada para la elaboración del contenido geológico e hidrogeológico de esta guía.

## COLABORADORES DEL HIDROGEODÍA MADRID 2024



Carlos Baquedano Estévez (IGME)



Elisabeth Díaz Losada (IGME)



Juan José Durán Valsero (IGME)



Javier Heredia Díaz (IGME)



Fabián Luis López Olmedo (IGME)



Almudena de la Losa Román (IGME)



Raquel Morales García (IGME)



Luis Moreno Merino (IGME)



Amalia Romero Prados (IGME)

## PARA SABER MÁS....

- Alonso-Zarza, A., Calvo, J.P., Silva, P.G. y Torres, T. (2004). Cuenca del Tajo. En: Vera, J.A. (Ed.). *Geología de España*. SGE-IGME, Madrid, 550-556.
- Ayarzagüena Sanz, M. y Carnaval García, D. (2005). Sistemas de explotación de la sal en las Salinas de Espartinas. *Minería y metalurgia históricas en el sudoeste europeo*. Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero SEDPGYM, 71-78.
- Calvo, J.P., Ordóñez, S., García del Cura, M.A., Hoyos, M., Alonso-Zarza, A., Sanz, M.E. y Rodríguez Aranda, J.P. (1989). Sedimentología de los complejos lacustres miocenos de la Cuenca de Madrid. *Acta Geológica Hispánica*, 24, 281-298.
- CMAyOT-CM. (2024) Consejería de Medio Ambiente y Ordenación Territorial. Com. Madrid. [https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/masas\\_de\\_agua\\_subterranea\\_ver3.pdf](https://www.comunidad.madrid/sites/default/files/doc/medio-ambiente/masas_de_agua_subterranea_ver3.pdf)
- Carvajal García, D., Tostón Menéndez, F.G. y Valiente Cánovas, S. (2002). Las Salinas de Espartinas (Cienpозuelos, Madrid): Un ámbito de explotación de la sal desde la prehistoria. *Ier. Simposio Latino sobre Minería, Metalurgia y Patrimonio Minero en el Mediterráneo Occidental*. Bellmunt del Priorat, 2002, 53-62.
- Carvajal García, D. (2003). Los descubrimientos minerales en la unidad salina de la Cuenca de Madrid durante el siglo XIX. Historia de una fiebre minera en el bajo Jarama. *IV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero Utrillas*, 2003, 365-376.
- Decreto 45/2006, de 18 de mayo, por el que se declara BIC, en la categoría de zona arqueológica “Las Salinas Espartinas”, en el término municipal de Cienpозuelos. BOCM del 24/5/2006 n° 122.
- Del Prado, C. (1998). *Descripción física y geológica de la Provincia de Madrid*. Instituto Geológico y Minero de España, 219 p.
- Díaz-Martínez E. y Rodríguez-Aranda, J.P. (2008). *Itinerarios geológicos en la Comunidad de Madrid*. IGME, Colección Guías Geológicas, n° 1, Instituto Geológico y Minero de España. 192 p.
- Escolano-Sánchez, F., Serna, A.M. y Campo-Yagüe, J.M. (2015). Evaluation of the risk associated with karstic processes in Miocene gypsum in south-eastern Madrid (Spain). *Acta Carsologica*, 44 (2), 251-263.
- IGME. (1975). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja y Memoria N° 582 Getafe. <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?language=es&id=582>
- IGME. (1981). Atlas Hidrogeológico y mapas asociados de la Provincia de Madrid. <https://info.igme.es/cartografiadigital/tematica/atlas-hidrogeologicomadrid.aspx?language=es>
- IGME. (1997). Mapa Hidrogeológico de España a escala 1:200.000. Hoja y Memoria N° 45 MADRID <http://info.igme.es/cartografiadigital/tematica/Hidrogeologico200Hoja.aspx?intranet=false&id=45>
- IGME. (2001). Mapa Geológico de España, escala 1:50.000. Hoja y Memoria N° 605 Aranjuez. <http://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/Magna50Hoja.aspx?intranet=false&id=605>
- IGME. (2009). Masa de Agua Subterránea 031.007 Aluviales Jarama-Tajuña. En: *Encomienda de gestión para la realización de trabajos científico-técnicos de apoyo a la sostenibilidad y protección de las aguas subterráneas Actividad 4: Identificación y caracterización de la interrelación que se presenta entre aguas subterráneas, cursos fluviales, descarga por manantiales, zonas húmedas y otros ecosistemas naturales de especial interés hídrico*. Informe Técnico.
- IGME (2015). *Caracterización hidrogeológica del entorno de Cienpозuelos (Madrid)*. Evaluación de las afecciones por agua subterránea. Informe Técnico.
- IGME. Inventario Español de Lugares de Interés Geológico (IELIG). Salinas de Espartinas, código TM038. [info.igme.es/ielig/LIGInfo.aspx?codigo=TM038](http://info.igme.es/ielig/LIGInfo.aspx?codigo=TM038)
- IGME. GEODE. Cartografía geológica digital continua a escala 1:50.000 del mapa geológico de España <https://info.igme.es/cartografiadigital/geologica/geode.aspx>
- Junco, F. y Calvo, J.P. (1983). Cuenca de Madrid. En: *Geología de España. Libro Homenaje a J.M. Ríos*. IGME, Madrid, Vol. 2, 534-542.
- López Carcelén, P. (2004). *Atlas ilustrado de la historia de Madrid*. 80 p.

Martín Álvarez, M. (2005). *El Parque Regional del Sureste de Madrid: flora, fauna, geología, rutas principales*. Ediciones Tierra azul. Serie Los Espacios Naturales Protegidos de la Comunidad de Madrid, vol. I, 153 p.

Martínez Peñarroya, J. y Vara Izquierdo, C. (2022). *Ciempozuelos subterráneo. Documentación arqueológica de mina de agua en un proyecto de adecuación de saneamiento*. Actas RAM 2022. Reunión de Arqueología Madrileña. Sección de Arqueología del Colegio de Doctores y Licenciados en Filosofía y Letras y en Ciencias de Madrid, 124-135.

Núñez Herrero, M. y Murillo Fragero, J.I. (2004, 2005 y 2006). *Estudio y catalogación del antiguo sistema de abastecimiento hidráulico de Ciempozuelos (Madrid). Origen y transformación de las minas o galerías subterráneas. Fases I, II y III*. Memoria inédita depositada en la Concejalía de Cultura del Ilustrísimo Ayuntamiento de Ciempozuelos.

Página web: Parque Regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los ríos Manzanares y Jarama <https://www.comunidad.madrid/servicios/urbanismo-medio-ambiente/parque-regional-sureste>

Real Decreto 3/2023, por el que se establecen los criterios técnico-sanitarios de la calidad del agua de consumo, su control y suministro. [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-628](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2023-628)

Real Decreto Legislativo 1/2001, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. <https://www.boe.es/eli/es/rdlg/2001/07/20/1/con>

Rodríguez Aranda, J.P. y Sanz Montero, M.E. (2007). El Registro sedimentario Neógeno y Paleógeno de la Cuenca de Madrid (Sectores central y oriental): Paleoambientes, Tectónica y Paisaje. *Cuadernos del Museo Geominero*, 8, 487-509.

Valiente Cánovas, S. y Ayarzagüena Sanz, M. (2013). La sal y su importancia en las ocupaciones humanas de un territorio: el ejemplo de Salinas de Espartinas (Ciempozuelos, Madrid). *Uso y gestión de recursos naturales en medios semiáridos del ámbito mediterráneo: II Encuentros Internacionales del Mediterráneo*. PHICARIA, 2014, 117-132.

Valiente Cánovas, S. y Ramos, P. (2009). Las Salinas de Espartinas: un enclave prehistórico dedicado a la explotación de la sal. En: *La explotación histórica de la sal: investigación y puesta en valor*. Sociedad Española de Historia de la Arqueología, 167-182.

Vera, J.A. (Ed.) (2004). *Geología de España*. Sociedad Geológica de España e Instituto Geológico y Minero de España. 884 pp.

Villarroya, F., Senderos, A.J. y Alcázar, M. (2008). Las «minas de agua» de Ciempozuelos (Madrid). *Geogaceta*, 44, 175-178.

Villarroya, F., Senderos, A.J. y Alcázar, M. (2009). Vinculación de Ciempozuelos (Madrid) con sus aguas subterráneas. *Observatorio Medioambiental*, 12, 207-238.

## **NOTAS**

## **NOTAS**



El escudo heráldico del municipio de Ciempozuelos contiene un caz (canal), posiblemente refiriéndose a sus minas de agua, representando la importancia histórica del agua en la vida de sus habitantes.