

LA ANTIGUA LAGUNA DE ÁGREDA

EUGENIO SANZ PÉREZ, CARLOS PASCUAL ARRIBAS,
MARÍA DE LA LUZ SANZ DE OJEDA e
IGNACIO MENÉNDEZ-PIDAL DE NAVASCUÉS

E. T. S. I. de Caminos, Canales y Puertos
Universidad Politécnica de Madrid

RESUMEN: Los manantiales kársticos de los Ojillos condicionaron la creación de una barrera de toba en el cauce del río Queiles, con la consiguiente formación de una laguna plenamente funcional durante el Pleistoceno Medio, Pleistoceno Superior y Holoceno, aunque en los últimos siglos el ambiente fuera más pantanoso que lagunar propiamente dicho.

Dicha laguna se extendía en la zona actualmente ocupada por el Parque de la Dehesa hasta el Polígono Industrial de Ágredda, y llegó a tener 20 m de profundidad. El aluvionamiento de la misma por las riadas del Queiles, y la acción antrópica de drenaje y saneamiento, han sido posiblemente las principales causas de su desaparición.

PALABRAS CLAVE: Laguna, Manantial, Ágredda, Kárstico.

ABSTRACT: Los Ojillos karstic springs determined the formation of a tuff barrier in the riverbed of Queiles River, with consequent formation of a fully functional lagoon during Middle Pleistocene, Upper Pleistocene and Holocene, although in recent centuries was swamplier environment than lagoon itself.

Extension of such lagoon was from the area occupied by the Parque de la Dehesa to the Industrial Area of Ágredda, and achieved 20 m deep. Floods and alluvions from Queiles River filled it and human action, drainage and piping, have possibly been the main causes of their disappearance.

KEYWORDS: Lagoon, Natural spring, Ágredda, Karstic.

1. INTRODUCCIÓN

Muchos habrán oído hablar de la antigua Laguna de Añavieja, Laguna de agua dulce de casi 8 km de longitud, emplazada en el valle del río Manzano y Añamaza, y que fue desecada a mediados del siglo XIX, es decir, hace relativamente poco tiempo.¹ Era la última que desapareció de un conjunto de lagunas que se repartían a lo largo del fondo del valle estrecho de este río hasta el paraje de El Cajo, situado unos kilómetros aguas abajo de Dévanos, donde el río se precipita por un profundo barranco de alta pendiente. Así pues, el fondo de este valle estuvo ocupado por un rosario escalonado de varias lagunas de cierre tobáceo e hilvanadas por el río Añamaza, que saltaba por encima de las barreras en forma de cascadas y rápidos, con una configuración parecida a las actuales Lagunas de Ruidera (Ciudad Real y Albacete). El origen y desarrollo de estas lagunas se remontan a más de 200.000 años, según otros estudios.² La mayor parte de este complejo lacustre era todavía plenamente funcional en época romana,³ pero, con el tiempo, el cuenco de estos estanques naturales se rellenaron de sedimentos y las lagunas desaparecieron, aunque no hay que descartar la intervención humana de saneamiento y desecación de estas zonas pantanosas.

Exactamente igual ocurrió en Ágreda con el río Queiles, donde la presencia de los manantiales de los Ojillos condicionaron la creación de una barrera de toba en la misma población, con la consiguiente formación de una laguna de la que apenas queda constancia histórica, y de cuya existencia hay que deducir más bien por

1 E. SAavedra, *Memoria descriptiva concerniente al proyecto de desecación de la Laguna de Añavieja y aprovechamiento de sus aguas en el riego*. Dirección General de Obras Públicas, 1853 (Archivo del MOPU); C. SÁnchez, "Observaciones acerca de los lagos tobáceos", *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, Homenaje a Eduardo Hernández Pacheco, (1954); C. SÁnchez, y E. SÁnchez, "La Laguna de Añavieja", *Turismo* 9 t. I (1959), pp.225-243.

2 C. ARENAS, C. SANCHO et alii. "Las tobas cuaternarias del río Añamaza (provincia de Soria, Cordillera Ibérica): aproximación cronológica", *Geogaceta*, 49 (2010); A. Pérez, et alii, "El sistema fluvio-lacustre de Añavieja: facies y evolución sedimentaria durante el Holoceno, Cordillera Ibérica, NE de España", *Geogaceta*, 48 (2010), pp.39-42; M. A. Luzón, et alii, "Interrelated continental sedimentary environments in the central Iberian Range (Spain): Facies characterization and main palaeoenvironmental changes during the Holocene", *Sedimentary Geology*, 239 (2011), pp. 87-103.

3 E. SÁnchez, "Vestigios arqueológicos de las guerras celtibéricas en las estribaciones del Moncayo", *Celtiberia*, 102 (2008), pp. 269-282.

las evidencias geológicas. El origen, antigüedad y evolución de esta laguna guarda una semejanza y un paralelismo muy grande con las lagunas de Añavieja y Dévanos, y eso no es de extrañar, ya que las características geológicas, hidrogeológicas y paleoclimáticas son en ambos casos muy parecidas, al estar situadas en la misma zona, a menos de 15 km unas de otras.

En las siguientes líneas intentaremos por tanto desarrollar el estudio de esta laguna de manera sintética, ya que se trata de un avance de un trabajo más extenso y especializado que está en fase de realización. Para este trabajo se han reconocido aquellas formaciones geológicas cuaternarias de Ágreda que guardan la historia de esta laguna, y se ha contado además con los resultados de dataciones radiométricas realizadas por nosotros de las formaciones tobáceas y que nos hablan de la antigüedad del fenómeno lacustre.

2. ORIGEN Y FORMACIÓN DE UNA LAGUNA DE BARRE- RA DE TOBA EN LA DEHESA DE ÁGREDA

2.1. LAS TOBAS

Como se sabe, las tobas son precipitados de carbonato cálcico que se originan en aguas de ríos, lagunas y manantiales incrustantes, muy cargadas en estas sales, tales como las de los manantiales de los Ojillos del Queiles, los Ojos de Añavieja y Dévanos, o los manantiales colgados de las laderas y en cascada de San Felices, por ejemplo. La presencia de rápidos y cascadas en las rupturas de pendiente de los cauces de los ríos, donde el régimen es turbulento, se produce una intensa desgasificación del CO_2 , lo cual disminuye la capacidad de disolución del agua y la precipitación de carbonatos. En estos medios de rompiente con menor profundidad, la buena oxigenación y luminosidad favorecen el crecimiento de las plantas. Los musgos y vegetación de ribera colaboran en esta precipitación química, ya que absorben el CO_2 del agua ocasionando la precipitación del CO_3Ca . El carbonato precipita sobre los tallos. Cuando mueren, se pudren los palos de madera del interior, quedando sólo los canutillos huecos de caliza soldados unos a otros. Algunas veces, en las tobas más recientes, se conserva todavía el tallo del interior. Por eso, muchas tobas están constituidas por tallos soldados unos a otros. En muchas partes de Ágreda se pueden apreciar tobas naturales "in situ" de estas características, como,

por ejemplo, en algún afloramiento del paseo de Invierno. Y también en la piedra de sillería hecha con toba de muchos edificios, como los contrafuertes de la Iglesia de Nuestra Señora de los Milagros, donde se aprecian muy bien los moldes petrificados de los tallos de plantas.

2.2. LAS LAGUNAS DE BARRERA DE TOBA

Como se ha dicho, las formaciones tobáceas están a menudo asociadas a cursos de ríos o arroyos originados en surgencias kársticas, como los manantiales de los Ojillos del Queiles en Ágreda. Esquemáticamente se pueden distinguir tres tipos geomorfológicos principales de formaciones tobáceas en relación con el curso de agua.

Existen los llamados complejos de resurgencia, constituidos por volúmenes masivos groseramente estratificados ligados a un manantial, tal como ocurre por ejemplo en Fuentetoba, o en los mencionados manantiales de San Felices. También existen precipitados de carbonatos en el fondo de las lagunas entremezclados con otros depósitos arcillosos fangosos, los cuales pueden cementar, o interestratificarse entre ellos. De manera parecida ocurre si no hay lámina de agua; en este caso, las tobas, pulverulentas o en capas, se asocian al resto de los sedimentos aluviales.

Por último, tenemos los llamados complejos de harrera, que se hallan situados en el curso del río donde hay una ruptura brusca de la pendiente, provocando una cascada y un estanque aguas arriba. Como se ha explicado antes, en la zona de cascada hay una precipitación intensa de carbonato cálcico por la acción de musgos y de algas incrustantes que colonizan el lecho permanentemente húmedo y bien oxigenado. Estas acciones determinan un crecimiento del complejo travertínico hacia arriba y hacia adelante por progradación progresiva dando lugar a un cierre a todo lo ancho del valle del río. Con el tiempo esta presa se va haciendo cada vez más grande y alta, aumentando la profundidad y capacidad del embalse natural que va creando (Fig. 2).

El crecimiento y desarrollo de la presa dependerá de la capacidad del río por producir incrustaciones de toba, que a su vez dependerá, entre otras causas, del caudal, de las características químicas del agua y del desarrollo vegetal. En esto último influye mucho el clima: la génesis de los edificios travertínicos necesitan

un medio climático favorable al desarrollo de la biocenosis vegetal, donde las condiciones de humedad y de temperatura, al menos en Europa, suelen estar asociadas a las fases interglaciares o interestadiales, que son las cálidas. Las tobas calizas constituyen registros sedimentarios con potencial paleoclimático, ya que, como se ha dicho, son en general indicadores de condiciones interglaciares cálidas durante el Cuaternario. En la Cordillera Ibérica son frecuentes las formaciones de tobas asociadas a la red fluvial y a los manantiales kársticos y que han tenido su mayor crecimiento durante estas fases cálidas.

Desde el punto de vista ingenieril, cabría preguntarse, por un lado, si estas presas son estables o conllevan riesgo de rotura y, por otro, si son presas filtrantes por donde se escapa el agua del embalse que crean. Hay que responder que, por lo general, suelen ser presas muy seguras, construidas con caliza resistente que ha sido creada poco a poco por precipitación durante tiempos largos, de escala geológica; son además muy gruesas y anchas, de amplia base bien anclada al sustrato del lecho del río o a las laderas del valle. En lo que respecta al riesgo de fugas de agua, habría que decir que, aunque la toba suele ser porosa, las aguas que circulan por el propio cuerpo de presa van cementándolas y rellenando sus huecos, disminuyendo la permeabilidad de la roca. Es decir, el propio sistema natural de filtración va cerrando y sellando la presa, aunque siempre puede haber vías de escape de agua. El resultado final es una presa muy segura y estanca, apta para la retenida y formación de un lago.

2.3. EL ORIGEN DE LA LAGUNA DE ÁGREDA

LA FORMACIÓN DE LA BARRERA TOBÁCEA DE LA ANTIGUA LAGUNA DE ÁGREDA

La formación de las tobas que constituyen la represa de la antigua laguna de Ágreda no están relacionadas en sí con una ruptura de pendiente del río Queiles, sino por la llegada de agua subterránea rica en carbonatos y sulfatos, procedente de los Ojos u Ojillos del Queiles, y de otros manantiales sulfatados como el "ojo" que está detrás del cuartel de la Guardia Civil. El agua infiltrada en las próximas sierras calcáreas de la Sierra de Fuentes y cerros cercanos a Campicerrado, sobre todo en las calizas arrecifales del Kimmeridgiense marino (jurásico Superior), son el área de recarga de estas fuentes, que fueron decisivas para la existencia de aquella laguna.

Los Ojillos del Queiles tienen un caudal medio de entre 60 y 100 l/s y una temperatura de unos 14° C.⁴ Son aguas de facies con bicarbonatos y sulfatos cálcicos, muy incrustantes. El carácter sulfatado acentúa la incrustabilidad del agua. Los sulfatos no proceden de la disolución de los yesos (sulfato cálcico hidratado) que no existen en las formaciones geológicas de la zona, si no de la reducción de la pirita (disulfuro de hierro (II)), que abunda mucho y de manera diseminada, en las calizas del Jurásico marino y en las facies detríticas de la facies Purbeck-Weald. Igual ocurre con los manantiales de Añavieja, también de carácter bastante sulfatado. En cierta manera, podríamos decir que las piritas han condicionado de manera indirecta la formación de las tobas y por ende el de las lagunas.

Básicamente, en la presa de Ágreda se distingue un único nivel que coincide con su coronación, y con la plataforma superior de unas masas de toba que se extienden aguas abajo de la citada población, a unos 2 km (Fig. 1). La mayor parte de los afloramientos tobáceos sobre los que se asienta Ágreda (Barrio Moro, Paseo de Invierno, La Muela, Plaza Mayor) forman parte de la barrera de la laguna que había en la Dehesa (Fig. 2). Asociada a esta represa, se desarrolló por prolongación en el reborde occidental un dique-terrazza travertínico que luego quedó en alto tras la desecación de la laguna y que es donde se asientan el barrio comprendido entre la carretera de Ólvega y La Dehesa. Aquí se pueden apreciar como dos niveles a +2 y +5 m (cotas respecto del cauce del Queiles) y que representarían el nivel de la laguna alcanzado hace 180.000 y más de 200.000 años, respectivamente (Fig. 3).

La presa de toba de Ágreda es un complejo masivo constituido de capas groseramente estratificadas, porosas y cavernosas, y con buzamiento subhorizontal o según la pendiente del río. En ciertas zonas se pueden apreciar en ellas una zonación concéntrica grosera y las flexiones en bandera alargadas relacionadas a las antiguas caídas del agua, y que refleja el ritmo de crecimiento de la asociación de briofitas-cianofitas-bacterias.

Aguas abajo de Ágreda, la toba se presenta en formas de masas discontinuas en una longitud de 2 km, las cuales tiene una

4 E. SANZ, *El karst del sur y oeste del Moncayo*. Universidad Complutense de Madrid, Tesis Doctoral, 1984.

plataforma superior a +25 m por encima del río, ligeramente inclinada en sentido de la pendiente del mismo (Figs. 1 y 3). El espesor de las tobas es de unos 20 m, pero decrece hacia las laderas. Se encuentran estratificadas en capas horizontales con una suave inclinación en sentido transversal al río. El sedimento carbonatado se halla algo contaminado en sus bordes por sedimentos finos procedentes de las laderas laterales, reconociéndose incluso pirritas aisladas insertadas dentro de las tobas. Estos afloramientos tobáceos no tienen por qué indicar necesariamente que hubiera en el pasado complejos lagunares hoy en día desaparecidos, podría simplemente tratarse de un gran relleno aluvial de masa travertínica y que la erosión posterior del Queiles lo destruyera en parte y dejara las tobas en forma de terrazas. Esto último se visualiza en uno de los cortes geológicos de la Fig. 3, donde se observa cómo la erosión posterior del río ha reprofundizado el contacto de la base de las tobas (línea de trazos en la figura), y ha dejado incluso bloques del sustrato inferior pegados a las mismas en el techo de las balsas tobáceas, como testimonio residual y visible de la erosión por debajo de este contacto.

¿QUE ANTIGÜEDAD TIENE LA LAGUNA?

Según las dataciones de muestras recogidas de toba, utilizando el método de U/Th, la presa de toba de la Laguna de Ágreda empezó a formarse hace unos 200.000 años, (Fig. 3) y es de la misma edad que las tobas de las terrazas que aparecen en el camino de Pataroldan y en el Llano de Santa María, donde probablemente hubiese otras lagunas de las que no han quedado rastro, ya que la morfología inicial ha sido desmantelada por la acción erosiva remontante posterior del río Queiles. Es decir, el fenómeno lagunar tuvo seguramente una época inicial antigua de mayor esplendor, pero que las fases frías y erosivas posteriores destruyeron en parte sus manifestaciones. La presa de Ágreda resistió el embate erosivo aunque se halla parcialmente erosionada por la acción fluvial posterior y ligeramente modificada por la acción antrópica, ya que la población de Ágreda se asienta sobre ella y ha utilizado este tipo de piedra para su construcción. La permanencia de esta presa natural ha servido por otra parte para frenar la erosión remontante del Queiles hacia aguas arriba, y que el barranco de relieve bravío que hay detrás de la población, no continuará hasta Ólvega.

2.4. ¿QUÉ EXTENSIÓN Y PROFUNDIDAD TENÍA LA LAGUNA DE ÁGREDA?

En base a diferentes reconocimientos y prospecciones geológicas, en las Figuras 1 y 2 se reconstruye de manera aproximada la extensión y límites que tenía esta laguna en épocas anteriores. Como podemos ver, se trataba de una laguna alargada de más de 2 km según el valle del río Queiles, ajustándose al territorio actualmente ocupado por La Dehesa y el resto de la vega del río en una anchura de unos 250 a 300 m, desde la entrada al Parque hasta más allá del Polígono industrial. Incluía por lo tanto el actual Instituto de bachillerato, kiosco de la música, el Campo de Fútbol, Los Ojillos, Fuente Sulfurosa y todas las huertas y campos de labor hasta el Polígono Industrial de la Vega, e incluso algo más aguas arriba.

Nos tenemos que imaginar una laguna de orillas rocosas, escarpadas y aterrazadas de toba en el lado occidental, desde la estación vieja del FFCC hasta el pueblo. Precisamente junto al borde de la presa la laguna adquiría su profundidad mayor, que superaba los 20 m en el período de su máximo apogeo. El resto de la laguna tenía profundidades variables, pero los 10m eran normales, aunque hacía cola disminuían. La cola de la laguna hay que imaginársela fangosa y cenagosa, con fondos someros y una gran cantidad de vegetación palustre y de freatofitas (plantas que toman el agua de capas freáticas con las que sus raíces están muchas veces en contacto permanente, como los juncos).

2.5. VIDA Y MUERTE DE LA LAGUNA DE ÁGREDA

La vida y muerte de una laguna de este tipo en régimen natural depende por un lado del balance hidráulico y de la acción de relleno de sedimentos por parte del río afluente, o de la acción incisiva erosiva vertical del río emisario en la presa que podría cortarla (río Queiles en ambos casos). Para que la laguna permaneciese como tal, el balance hidráulico tenía que ser positivo, es decir, que las entradas de agua (manantiales de los Ojos y otros, río afluente Queiles procedente de Olvega y lluvia caída directamente sobre la laguna) fueran superiores a las salidas (evaporación, transpiración de las plantas, filtraciones subterráneas a través de la presa de toba y salidas por el río emisario). Para que la laguna permaneciese como tal, la velocidad de relleno en el cuenco de la laguna por los sedimentos arrastrados por el río afluente deberían

ser también menor que el crecimiento hacia arriba de la presa de toba. Un cambio en las condiciones climáticas podría variar el balance hídrico. En periodos fríos (periodos glaciares, por ejemplo), la creación de toba disminuiría por inhibición de la acción vegetal, y podría aumentar la erosión remontante del río emisario, con la consiguiente destrucción de la presa.

Los manantiales de los Ojillos, que manarían en aquella época por las orillas y también por el fondo de la laguna, garantizaban de alguna manera su permanencia, ya que la aportación de agua proveniente de Queiles que nace en Vomitrosa podía sufrir severos estiajes en periodos cálidos.

Según los datos que disponemos, la laguna fue funcional en la mayor parte del período comprendido desde hace 200.000 años hasta la actualidad, aunque pasando por fases de precariedad y acaso de desaparición temporal. Los sedimentos de relleno alcanzan edades de más de 40.000 años según dataciones hechas con C14, es decir, en el último interglaciar empezó el relleno más importante.

En nuestra opinión, las principales causas naturales de la desaparición de esta laguna ha sido el aluvionamiento del cuenco por parte de las riadas del río Queiles y la inhibición del crecimiento de la presa de toba durante el último período glacial hace unos 28.000 años. Es muy posible que en los últimos 5.000 años, el ambiente fuera más pantanoso que lagunar propiamente dicho y así debió seguir hasta prácticamente la actualidad como consecuencia del régimen geohidrológico. Y probablemente la razón principal de su desaparición haya sido la desecación de la misma por parte del hombre en periodos históricos, más o menos antiguos.

EL ASENTAMIENTO DE ÁGREDA EN EL BORDE DE LA LAGUNA DE LA DEJESA

Para hablar de esta posible desecación de origen antrópico, es inevitable hablar del asentamiento humano antiguo en Ágredda, ya que la presencia de agua en una región relativamente árida como esta, era lugar apetecible para su colonización por las tribus primitivas. Si exceptuamos el paludismo, las ventajas de una laguna de agua dulce para las gentes del Neolítico, Edad de Hierro y Época Celtibérica eran muchas: abundancia de caza y pesca, y sobre todo, prados frescos y húmedos de verano para el ganadn. La

laguna podía constituir además un foso natural de defensa para el castro de la antigua Arekorata, pero esto es mera suposición.

Es muy probable que en época romana se realizara un saneamiento y desecación para ganar tierras para la agricultura y ganadería, en una época en la que la tierra tenía mucho más valor que en la actualidad. Otra razón poderosa sería por higiene, como la de erradicar el paludismo, y conseguir así un lugar más habitable, muy de la mentalidad y civilización romanas. El hecho que exista una villa romana de los siglos IV y V metida en la Dehesa, aunque en su borde y a salvo de las crecidas del Queiles, parecen indicar que esta zona estaba en esa época bastante saneada. Es muy probable también que las obras de desecación y saneamiento pasasen por rozar y profundizar el cauce del Queiles en el Paseo de Invierno, excavando para ello las tobas de las orillas. Aunque el cauce está muy modificado e intervenido, no nos extrañaría que las primeras actuaciones de ingeniería importantes fueran romanas.

De aquella época puede proceder el descubrimiento y puesta en valor del venero sulfuroso, habida cuenta de lo aficionados que eran los romanos a las aguas mineromedicinales. Para encontrar una fuente o pozo con sulfhídrico una vez desecada la laguna, no había más que excavar en los sedimentos de relleno con abundancia de materia orgánica hasta encontrar el nivel freático; y esto los romanos ya lo sabían.

Efectivamente, el origen del sulfhídrico del agua de la fuente de la Dehesa se encuentra en el sedimento de relleno de la antigua laguna, el cual tiene gran cantidad de materia orgánica procedente de la acumulación de plantas acuáticas y palustres que había en el fondo y orillas. Las poblaciones bacterianas sulfato-reductoras que aquí se encuentran utilizan actualmente el sulfato presente en abundancia en el agua subterránea del aluvial y que procede del acuífero de Los Ojillos, como un aceptor terminal de electrones, es decir, utilizando el oxígeno del sulfato para su respiración anaeróbica. La fuente de energía de estas poblaciones de microorganismos es la materia orgánica del sedimento. Así pues, es la materia orgánica en presencia de exceso de sulfatos el factor disparador de la producción de sulfhídrico.

Pero si las obras de saneamiento no se cuidan, esta zona tiene la tendencia natural a apantarse, como ocurre incluso ac-

tualmente en las grandes crecidas del Queiles. Y eso debió ocurrir posteriormente, hasta que la Dehesa fue saneada tras la conquista cristiana por los hermanos Hospitalarios de la Orden de San Juan de Jerusalén; en siglo XV se cita como Dehesa Boyal Municipal y en XVIII ya se estaba creando el Parque de la Dehesa, todo ello tal como explica Manuel Peña.⁵

2.6. LA CONSTRUCCIÓN CON PIEDRA DE TOBA EN LOS EDIFICIOS DE ÁGREDA

La toba es una roca porosa y por ello poco densa, que unido a la facilidad con la que se labra y a la resistencia que tiene, ha sido empleada con preferencia, por ejemplo, para las bóvedas de las iglesias. En otras ocasiones aparece como una masa blanca terrosa y pulverulenta poco consistente que suele aparecer mezclada con los otros sedimentos de los aluviales de los ríos.

Al estar la población de Ágreda asentada sobre las masas tobáceas que formaban la presa de su antigua laguna, este tipo de roca se ha utilizado con profusión en gran parte de los edificios civiles, religiosos y militares de la villa. Así por ejemplo, los contrafuertes de la Iglesia de la Virgen de Los Milagros, y otras hiladas de la fachada, están hechos con piedra de toba dura y muy porosa de tubos de tallos vegetales, como ya se ha dicho.

La sinagoga tiene sillares y sillarejos de toba, en su ábside, sobre todo. El arco de Santo Domingo esta hecho casi todo de este tipo de piedra. La puerta Árabe y el Torreón de la puerta están hechos con sillares de toba muy bien cuadrados, extraídos en su mayor parte del apoyo rocoso que sirve de cantera y para nivelar la cimentación. En el barrio Moro, gran parte de las casas han empleado también tobas para los mampuestos. Igual ocurre con los sillares del Torreón medieval de La Muela, que es todo el de toba. La base de la Ermita del Barrio está construida de sillares de toba en gran parte, aunque también se ha empleado ladrillo y sillarejos de otras piedras. El Arco Árabe (Puerta Emiral) es todo el de toba y es curioso ver como los sillares del arco superior los han elegido cuidadosamente con las caras paralelas a la estratificación original de la roca, a efectos de aumentar su resistencia. La muralla que se

⁵ M. PEÑA, *Cuadernos Agredesños*, I (2002).

sitúa de cerca de este arco es también de toba, así como el sustrato de la cimentación, que presenta coloraciones ferruginosas. Y el resto de la muralla es en gran parte de sillarejos y mampostería de toba, con esquinazos de sillares de la misma roca. Tanto en San Miguel, como en el Palacio de los Cardejoues se han utilizado poco, y son en su mayor parte de arenisca oscura. El torreón del Tirador, es de arenisca naranja, pero también tiene algunos sillares de toba en los arcos. En la Iglesia de La Peña, en el Ayuntamiento, en la Iglesia de Nuestra Señora de Magaña y en Nuestra Señora de Yanguas el uso de la toba es muy escaso. Como vemos, de la cubicación de este material empleado en la edificación resultarían unos volúmenes importantes que indican que los afloramientos han sido esquilados en gran parte por la acción antrópica.

BIBLIOGRAFÍA

- ARENAS, C., SANCHO, C., VÁZQUEZ-URBEZ, M., PARDO, G., HELLSTROM, J., ORTIZ, J. E., DE TORRES, T., OSACAR, M. C. y AUQUE, L., "Las tobas cuaternarias del río Añamaza (provincia de Soria, Cordillera Ibérica): aproximación cronológica", *Geogaceta*, 49 (2010).
- LUZÓN, M. A., PEREZ, A., A. G. BORREGO, MAYAYO, M. J. y SORIA, A. R. (2011). "Interrelated continental sedimentary environments in the central Iberian Range (Spain): Facies characterization and main palaeoenvironmental changes during the Holocene", *Sedimentary Geology*, 239 (2011), pp. 87-103.
- PEÑA, M., *Cuadernos Agredeños*, 1 (2002).
- PEREZ, A., LUZÓN, A., SORIA, A. R., GARCÍA BORREGO, A., HOLMES Y MAYAYO, M. J., "El sistema fluvio-lacustre de Añavieja: facies y evolución sedimentaria durante el Holoceno. Cordillera Ibérica. NE de España", *Geogaceta*, 48 (2010), pp.39-42.
- SAAVEDRA, E., *Memoria descriptiva concerniente al proyecto de desecación de la Laguna de Añavieja y aprovechamiento de sus aguas en el riego*. Dirección General de Obras Públicas (Archivo del MOPU), 1853.
- SAENZ, C., "Observaciones acerca de los lagos tobaceos", *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural*, Homenaje a Eduardo Hernández Pacheco, (1954).
- SAENZ, C. y SANZ, E., "La Laguna de Añavieja", *Turiaso*, 9 t. I (1989), pp. 225-243.
- SANZ, E., *El karst del sur y oeste del Moncayo*. Universidad Complutense de Madrid. Tesis Doctoral, 1984.
- SANZ, E., "Vestigios arqueológicos de las guerras celtibéricas en las estribaciones del Moncayo", *Celtiberia*, 102 (2008), pp. 269-282.

FIGURAS

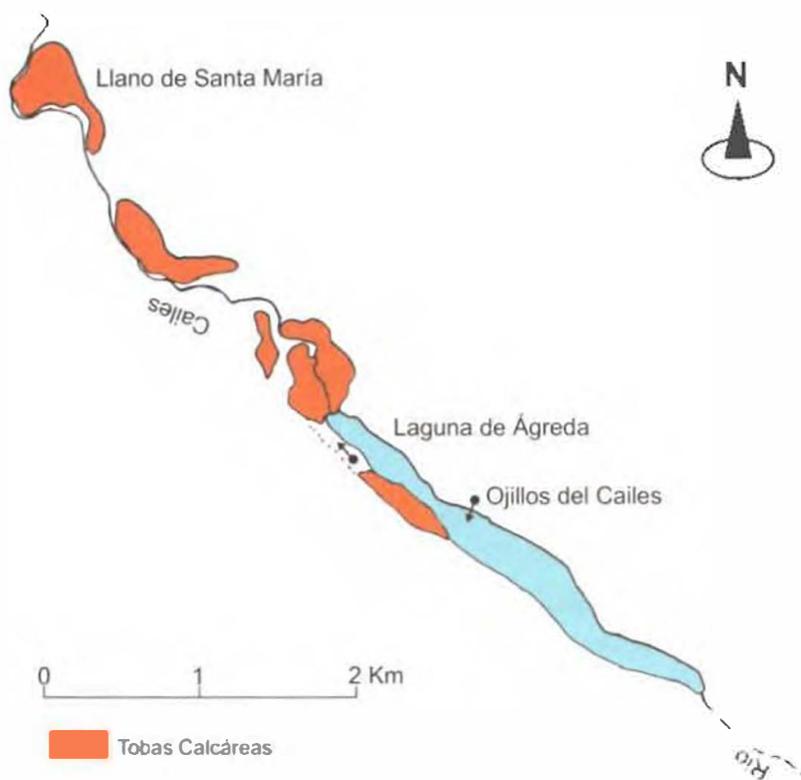


Figura 1. Reconstrucción aproximada en planta de la antigua Laguna de la Dehesa de Agreda antes de la época romana

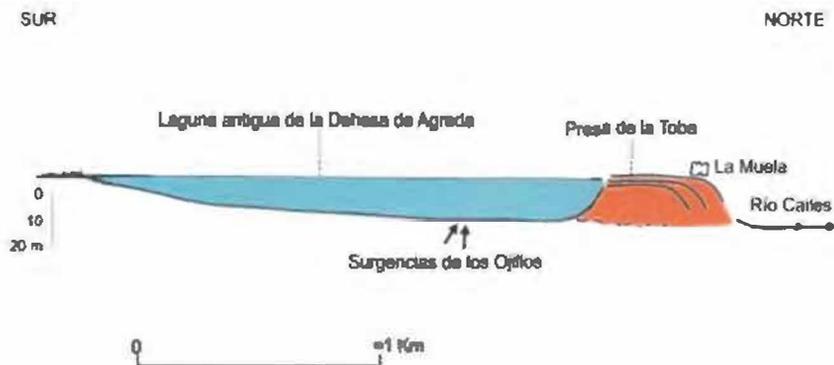


Figura 2. Perfil esquemático de la Laguna de la Dehesa de Ágreda.

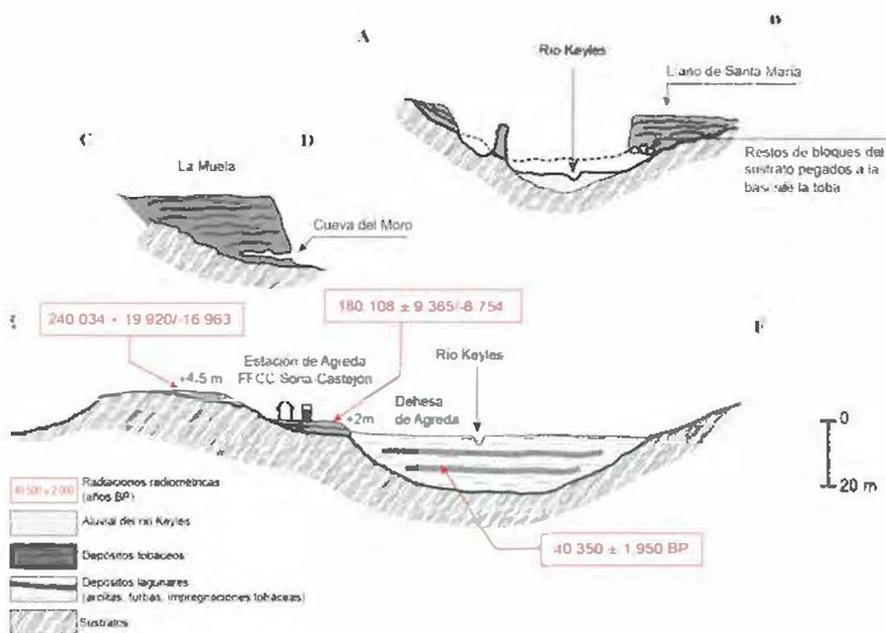


Figura 3. Cortes geológicos del Cuaternario aluvial del Queiles y formaciones tobáceas asociadas con indicación de dataciones cronológicas.