

ANÁLISIS GEOARQUEOLÓGICO DE LA FASE DE ABANDONO DEL ACUEDUCTO DE VALDEPUENTES EN UN SECTOR DE SU TRAMO FINAL (CÓRDOBA, ESPAÑA).

GEOARCHAEOLOGICAL ANALYSIS OF THE ABANDONMENT STAGE OF THE VALDEPUENTES AQUEDUCT, IN A SECTOR OF ITS LAST SECTION (CORDOBA, SPAIN).

MIGUEL ÁNGEL NÚÑEZ GRANADOS

MED_SOIL RESEARCH GROUP (RNM-364). UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.

✉: man_largo@hotmail.es

JOSÉ MANUEL RECIO ESPEJO

MED_SOIL RESEARCH GROUP (RNM-364). UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.

✉: bv1reesj@uco.es

DAVID GÓMEZ ROMERO.

MED_SOIL RESEARCH GROUP (RNM-364). UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.

✉: (*) dgomezromero@gmail.com

Fecha de recepción: 10 / 11 / 2011 / Fecha de aceptación: 22 / 01 / 2013

RESUMEN

Se analiza un perfil geoarqueológico representativo de la etapa de abandono del acueducto de *Valdepuentes* en su tramo inferior (entorno de Cantarranas). Se ha diferenciado una primera fase representada por la formación de una costra carbonatada tipo *laminita* sellando el fondo del *specus*; dicha unidad se formó bajo condiciones de flujo hídrico y en relación con la interrupción de las labores de limpieza y mantenimiento del canal. Una segunda fase, caracterizada por tres unidades sedimentarias superpuestas que obliteraron el canal, se corresponde con la entrada masiva de material en relación con el colapso de la estructura de la obra (bóveda y paredes). La datación por C^{14} de dos muestras de carbones localizados en sendas unidades superiores da cronologías dentro del siglo X (997 AD \pm 25 y 933 AD \pm 43).

Palabras clave: acueducto romano, Valdepuentes, carbono-14, Geoarqueología.

SUMMARY

This paper deals with the giving up and filling period of the final section of *Valdepuentes* roman aqueduct. We found evidences related to two phases. Firstly, a carbonated crust on the channel bottom was precipitated; it points out water was flowing after maintenance works

ANÁLES
DE ARQUEOLOGÍA
CORDOBESA
NÚM. 23-24 (2012-2013)

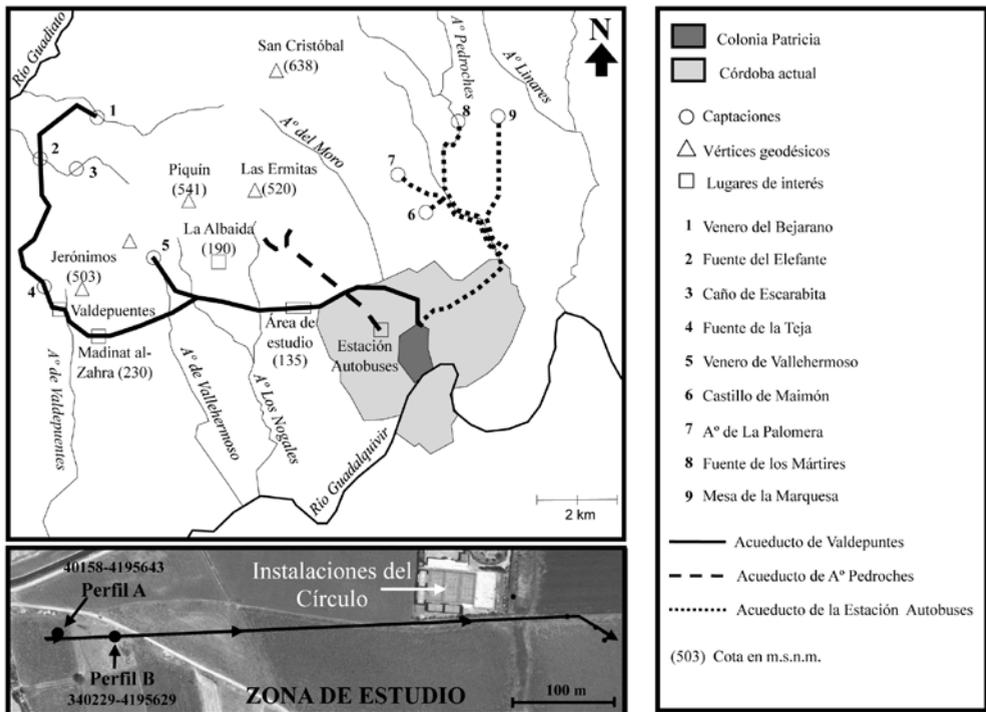
was abandoned Later, as we can analyze in three sedimentary units, final *specus* filled up happened. Radiocarbon dating of two charcoals located inside of the upper channel sediments shows chronologies belonging to tenth century (997 AD ± 25 y 933 AD ± 43).

Key words: Roman aqueduct, Valdepuentes, carbon-14, geor-
chaeology.

1. INTRODUCCIÓN. EL ABANDONO DEL ACUEDUCTO DE VALDEPUENTES.

Los estudios generales de VENTURA (1993; 1996) complementados por otros como los

de MORENA (1994) y BORREGO (2008) han permitido la caracterización cada vez más exhaustiva del acueducto romano de *Valdepuentes*, profundizando en aspectos tales como su cronología, técnica edilicia, trazado y posibles reutilizaciones. En este sentido, se han descrito importantes refacciones del s. X



LÁM. 1: Trazado de los acueductos romanos de Córdoba (modificado de VENTURA (1996) y MORENO et al. (1997)). Localización de los perfiles estudiados.

asociadas al abastecimiento de *Madinat al-Zahra* como la del puente-acueducto sobre el arroyo de *Valdepuentes* (LÓPEZ, 1985; PAVÓN, 1989; VENTURA, 1993; 2002).

Sin embargo poco se ha publicado sobre la duración y evolución del uso de este acueducto aguas abajo de la ciudad áulica. VENTURA y PIZARRO (2010) proponen un abandono de la obra a mediados del s. III, como consecuencia de un terremoto que habría afectado a la región entre los años 259-265 d.C.

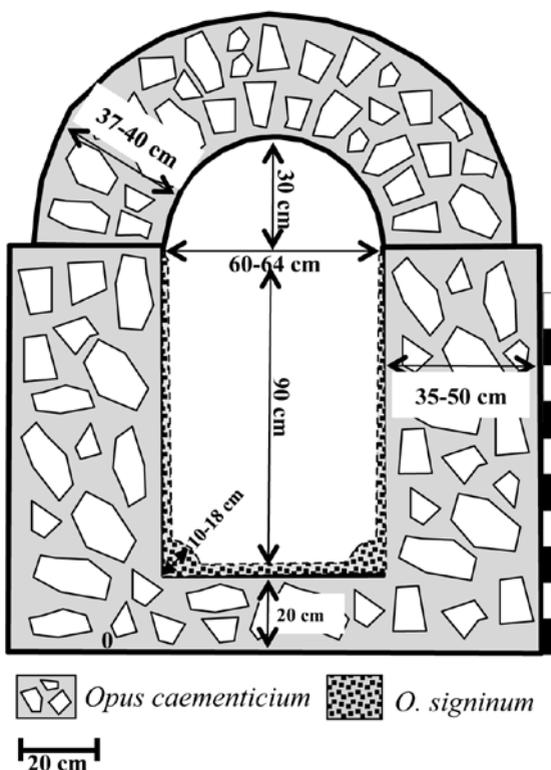
El presente trabajo, desarrollado a partir del análisis geoarqueológico de un perfil de relleno del *specus* del acueducto de *Valdepuentes*, aporta nuevos datos cronológicos y sedimentológicos sobre la fase de abandono del tramo final de dicha conducción.

2. EL TRAMO DE ESTUDIO

El acueducto de *Valdepuentes*, conocido en la Antigüedad como *Aqua Augusta*, fue el primero en construirse de los tres sistemas de canalizaciones que abastecían la *Corduba* romana (VENTURA, 1996; MORENO et al., 1997). Edificado a principios del s. I, en relación con el desarrollo urbanístico de la *Colonia Patricia* (VENTURA, 2002), tenía sus captaciones en el sector más occidental de la Sierra de Córdoba. Aunque no se han localizado con precisión sus *caput* y *castellum aquae* (CASTEJÓN, 1925; LÓPEZ, 1985; VENTURA, 1993; VENTURA, 1996; BORREGO, 2008) es conocida, sin embargo, la mayor parte de su trazado, con más de 10 km de canalizaciones fundamentalmente subterráneas, numerosos pozos de registro y

diferentes ramales (VENTURA, 1993; VENTURA y PIZARRO, 2010) (Lám. 1).

Las distintas intervenciones arqueológicas efectuadas sobre el acueducto han evidenciado la homogeneidad edilicia de la obra (Lám. 2) que, a grandes rasgos y con ciertas variantes, consiste en un canal rectangular o *specus* de 60-64 cm de anchura y 90 cm de altura, cubierto de una bóveda corrida de medio cañón de 30 cm de flecha. Los muros laterales (35-50 cm de grosor), la bóveda



LÁM. 2: Sección transversal del acueducto de *Valdepuentes* (modificado de Morena (1994) y Ventura (1996)).

(37-40 cm de grosor) y el fondo están contruidos de *opus caementicium* revestidos con una capa de *opus signinum* de 2-8 cm de espesor hasta su línea de impostas. Boceles en sus aristas inferiores denotan su uso hidráulico.

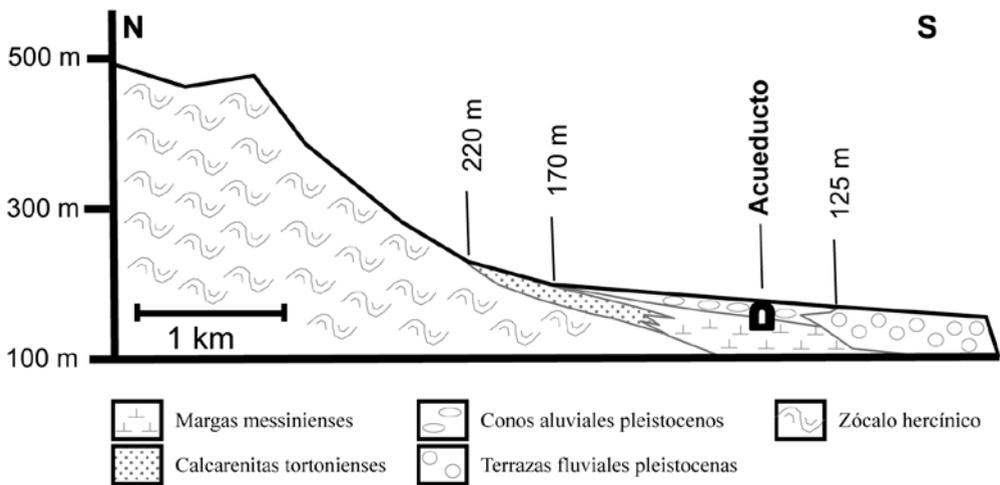
El sector estudiado en el presente trabajo es un tramo mayoritariamente subterráneo de 670 m de longitud, situado a 4,4 km de *Madinat al-Zahra* y a unos 4 km de los *Jardines de Colón*, posible emplazamiento de su *castellum aquae* (VENTURA 1993). Más concretamente el tramo se localiza en el entorno de *Cantarranas*, al sur de la carretera de *Santa María de Trassierra* y próximo a las antiguas instalaciones deportivas del *Círculo de la Amistad*, en las excavaciones arqueológicas correspondientes al PAU-04 (Lám. 1).

En esta zona la conducción en el área de estudio presenta una orientación aproximada O-E con un cambio de sentido al final del

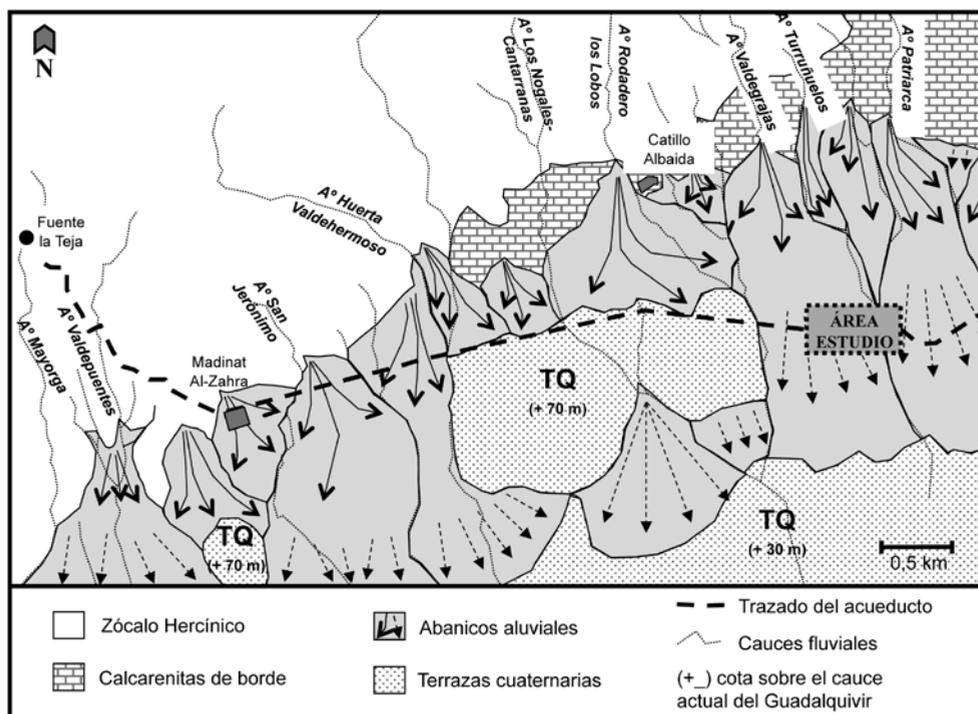
tramo hacia el SE, con cotas para su fondo entre 131 y 128 m.s.n.m. y una pendiente media estimada del 0,4 %.

3. CONTEXTO GEOMORFOLÓGICO. EL PIEDEMONT DE SIERRA MORENA.

A lo largo del tramo de estudio, el acueducto atraviesa el sistema geomorfológico del *pie-demonte* de Sierra Morena, constituido por diferentes conos aluviales y terrazas fluviales de cronología cuaternaria, suprayacentes a los materiales de la cuenca alpina del Guadalquivir (margas y biocalcarenitas del Mioceno Superior) (Lám. 3 y 4). Desde el punto de vista edafológico predominan los suelos poco evolucionados, intensamente afectados por las actividades humanas.



LÁM. 3: Situación geomorfológica del acueducto en el área de estudio.



LÁM. 4: Contexto geomorfológico del acueducto de Valdepuentes. Conos aluviales y terrazas fluviales del piedemonte de Sierra Morena en el sector Madinat Al-Zahra-Córdoba.

El perfil A, representativo de estas situaciones y situado en el sector más occidental del área de estudio ha permitido definir las siguientes unidades estratigráficas (UE) (DUCHAUFOR, 1975; GUITIÁN y CARBALLAS, 1976; F.A.O., 1977; SOIL SURVEY OF ENGLAND AND WALES, 1982; MUNSELL COLOR, 1990) (Tabla 1) (Lám. 1 y 5):

UE-A.I (desde la base a -125 cm): Nivel de arcillas de facies masiva y segregación de carbonatos correspondiente a las margas *messinienses* de la Cuenca del Guadalquivir. Límite superior brusco y ondulado. Piedras: 0-5 %. Manchas ocreas de hidromorfía. 60 % de nódulos carbonatados poco cristali-

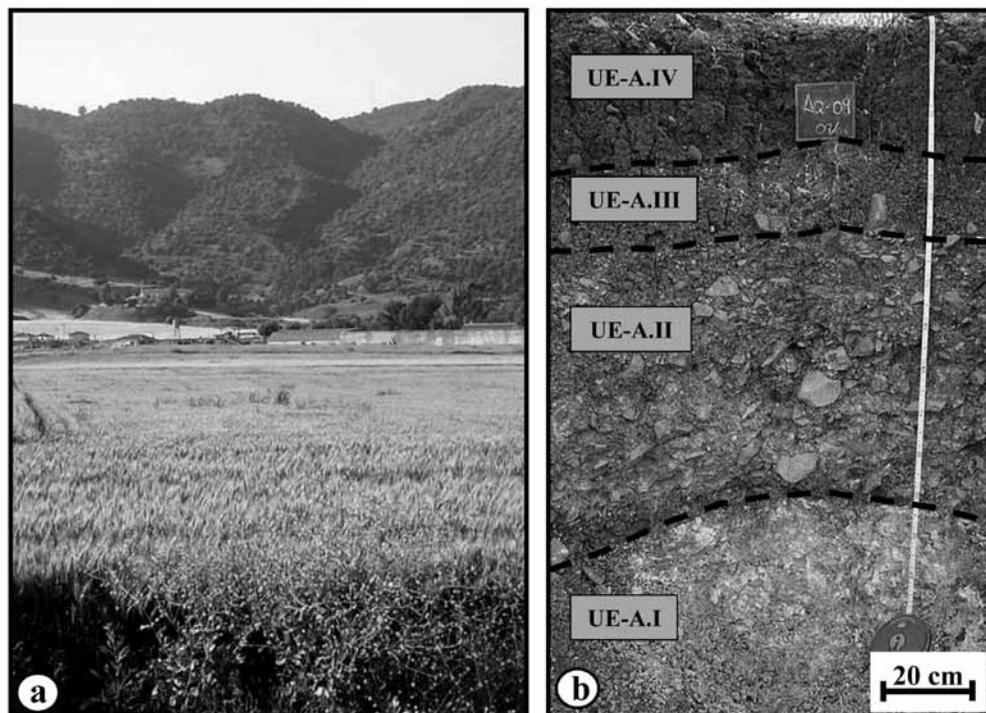
nos. Consistencia blanda. Color oliva oscuro. Estructura masiva. Sin bio-restos ni arqueorestos.

UE-A.II (desde -125 cm a -60 cm): Nivel de clastos angulosos sin seleccionar (depósito *debris-flow*). Límite superior neto y ondulado. Piedras: 70-80 %. Poros escasos y finos. Raíces frecuentes y finas. Bioturbación por artrópodos. Manchas ocreas de hidromorfía localizadas a muro en contacto con las margas. 0-5 % de nódulos carbonatados. Consistencia dura. Color pardo amarillento. Sin estructura.

UE-A.III (desde -60 cm a -35 cm): Nivel de finos. Límite superior difuso y plano.

Tabla 1.
PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y TEXTURALES DE LAS MUESTRAS DETRÍTICAS
 (INAP.: INAPRECIABLE; CO₃⁼: CARBONATOS).

UNIDAD ESTRATIGRÁFICA	pH	CO ₃ ⁼ %	Color (seco)	Piedras %	Gravas %	Textura
UE-A.I: Margas miocenas	7,8	25	2,5Y6/3	Inap.	Inap.	Arcillosa
UE-A.II: <i>Debris flow</i>	7,9	13	2,5Y6/3	70-80	50	Franco-arcillosa
UE-A.III: Abanico aluvial	7,9	4	2,5Y6/2	0-5	7	Arcillosa
UE-A.IV: Abanico edafizado	7,7	Inap.	2,5Y5/2	5-10	7	Arcillosa
UE-B.III: Detrítico inferior	7,9	3	2,5Y6/2	0-5	Inap.	Arcillosa
UE-B.IV: Detrítico intermedio	7,9	10	2,5Y6/3	0-5	2	Franco-limosa
UE-B.V: Detrítico superior	8,1	7	2,5Y6/2	30-40	11	Franco-arcillosa



LÁM. 5: a) Piedemonte de Sierra Morena en el área de estudio. b) Estratigrafía del perfil A.

Piedras: 0-5 %. Poros escasos y finos. Raíces escasas y finas. Bioturbación por raíces. Micelios carbonatados. Consistencia dura. Color pardo oscuro. Estructura prismática. Agregados de 15 cm.

UE-A.IV (desde -35 cm a la superficie): Suelo antropizado con algunos cantos rodados cuarcíticos sin seleccionar. Piedras: 5-10 %. Poros frecuentes. Raíces frecuentes y finas. Bioturbación por raíces y artrópodos. Consistencia dura. Color pardo oscuro. Estructura prismática. Agregados de 15-20 cm.

Las importantes deformaciones que presenta la obra en su estructura original pueden ser puestas en relación con los procesos tanto de reptación asociados a la posición de *pedemonte* del área de estudio como con los ciclos de expansión-retracción propios de la naturaleza esmectítica de las margas *messinienses* que atraviesa el acueducto en este sector (Lám. 6).

Los empujes generados por dichos procesos (reptación y expansión-retracción) habrían dado lugar a las diferentes deformaciones detectadas en la estructura (Lám. 7): desplazamientos convergentes de ambos muros laterales, desplazamiento del muro norte y desplazamiento rotacional del conjunto. Los movimientos experimentados por la bóveda se ponen directamente en relación con dichos desplazamientos.

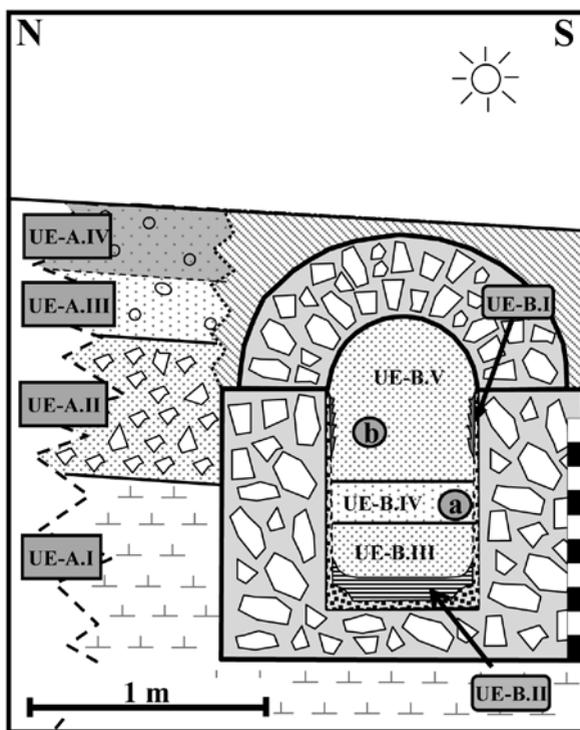
4. EL PERFIL DE COLMATACIÓN DEL ACUEDUCTO

Se ha seleccionado un perfil de relleno del *specus* situado en el sector más occidental del tramo de estudio (Perfil B) (Lám. 1). El

análisis macromorfológico y físico-químico de este perfil ha permitido describir sus diferentes unidades estratigráficas (Tabla 1) (Lám. 8).

UE-B.I: Carbonatos parietales del interior del *specus*, localizados en la parte superior de los muros laterales. Carácter cristalino, espesor milimétrico y perfil longitudinal ondulado (morfología en *chorreras*).

UE-B.II (desde el fondo del *specus* a -110 cm): Costra carbonatada tipo *laminita*



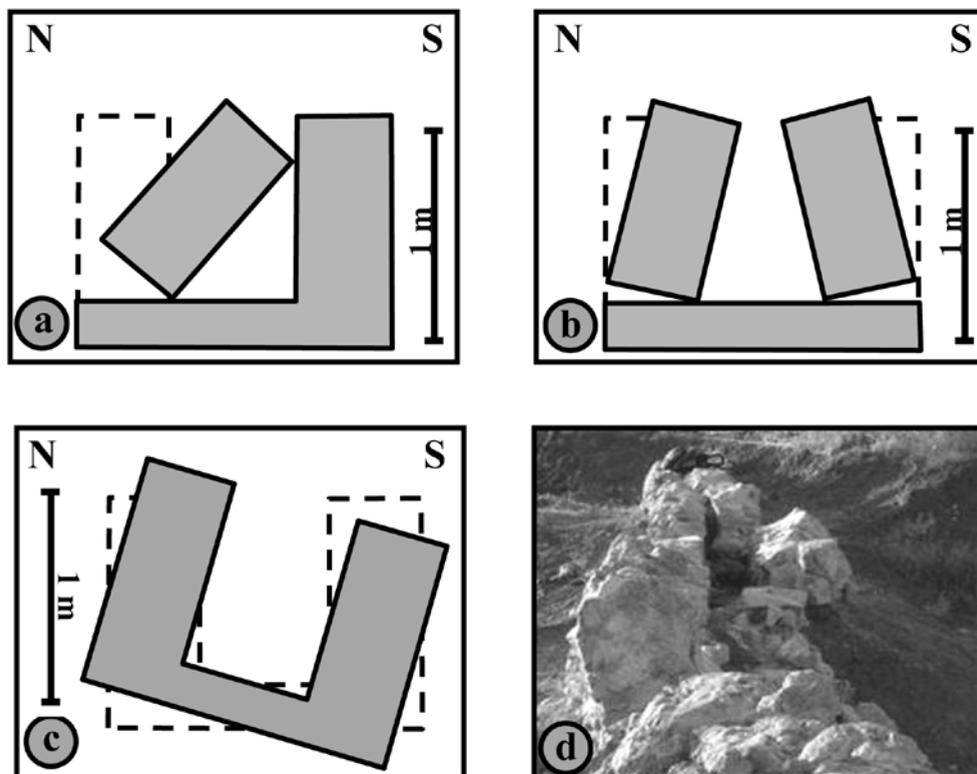
LÁM. 6: Unidades estratigráficas y posición del acueducto en el área de estudio. Localización de las muestras de carbones datadas radiométricamente (a= 997 ± 25 AD; b= 933 ± 43 AD). (Las cotas relativas entre unidades se han deducido del análisis de otros perfiles abiertos en el área de estudio).

Tabla 2.

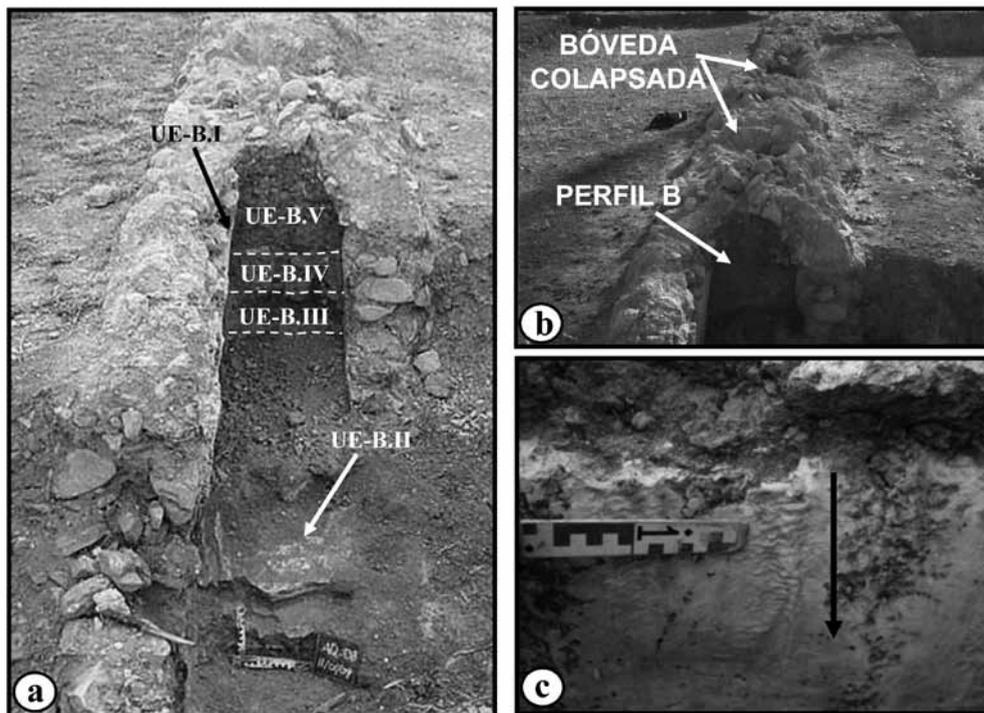
RESULTADOS DE LA DATACIÓN POR C¹⁴ DE LAS DOS MUESTRAS SELECCIONADAS DEL PERFIL B.

Muestra	Material	Lab código	Datación radiocarbónico (yrs BP)	Edad calibrada ^a (yrs BP)	Rango edad calibrada 1 sigma
UE-B.IV	Carbones	Erl-14014 AQ 0905/09-2	1047 ± 35	987 ± 68	972 AD-1022 AD
UE-B.V	Carbones	Erl-13089 AQ 10/08-6	1118 ± 40	1052 ± 117	890 AD-976 AD

(a) Datos de calibración según Reiner et al., IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration 0-26 cal kyr BP, Radiocarbon, 46 (3), (2004), 1029-1058.



LÁM. 7: Deformaciones del acueducto de Valdepuentes en el tramo estudiado; a: desplazamiento del muro septentrional; b: desplazamiento convergente de ambos muros laterales; c: desplazamiento rotacional; d: colapso de la bóveda por desplazamiento de los muros laterales.



LÁM. 8: a) Estratigrafía del relleno del acueducto (perfil B). b) Hundimientos de la bóveda. c) Detalle de los carbonatos parietales en chorreras (UE B.I).

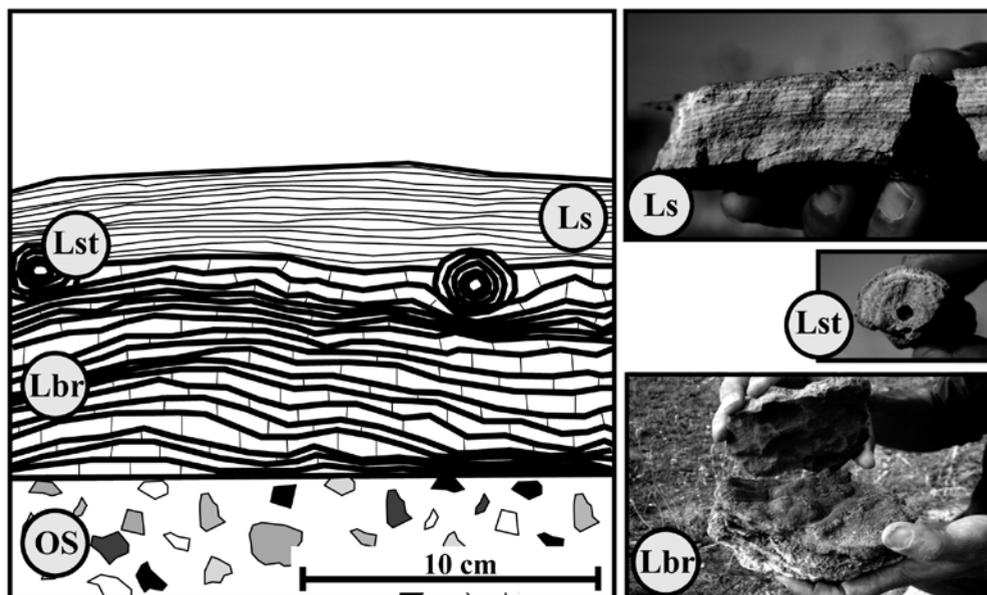
de 10 cm de grosor sellando el fondo del *specus*, organizada en al menos 39 capas superpuestas. Cada *laminae* pasa gradualmente de una facies terrígena a otra más cristalina. Sin hiatos ni fases disolutivas en toda la secuencia. A muro aparecen facies briofíticas en posición oblicua. En su interior se han localizado varios moldes de tallos vegetales en posición horizontal (**Lám. 9**).

UE-B.III (desde -110 cm a -88 cm): Nivel arcilloso con rasgos de hidromorfía. Límite superior neto y plano. Piedras: 0-5 %. Poros escasos y finos. Raíces frecuentes y finas. Manchas ocre de hidromorfía. Consis-

tencia blanda. Color pardo rojizo. Estructura masiva.

UE-B.IV (desde -88 cm a -70 cm): Nivel de finos. Límite superior neto y plano. Piedras: 0-5 %. Poros escasos y finos. Raíces escasas y finas. Bioturbación por artrópodos. Manchas ocre de hidromorfía. Consistencia suelta. Color pardo-rojizo. Estructura masiva. Con carbones y restos óseos.

UE-B.V (desde -70 cm a techo): Nivel de gravas sin seleccionar con matriz arcillosa y porosa. Piedras: 40-50 %. Poros frecuentes y grandes. Raíces frecuentes y finas. Bioturbación por artrópodos. Consistencia dura. Color



LÁM. 9: Corte transversal y detalle de las facies de la costra carbonatada del fondo del specus (UE-B. II). Lbr=facies briofítica; Ls=estromatolitos; Lst=moldes de tallos; OS=opus signinum.

pardo claro. Estructura prismática poco desarrollada. Agregados de 10 cm. Con carbones y restos óseos.

Se han datado por el método radiométrico del C^{14} dos muestras de carbones localizados en las unidades de relleno superiores UE-B.IV y B.V (Tabla 2) (Lám. 6), obteniéndose fechas medias a partir de los rangos de edades calibradas (1 sigma) dentro del s. X (997 AD y 933 AD respectivamente).

5. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

El análisis geoarqueológico de las distintas unidades que constituyen los perfiles estu-

diados ha permitido la caracterización de la fase final en el funcionamiento del acueducto de Valdepuentes en el tramo que nos ocupa.

En una primera etapa, como lo constata la costra carbonatada que sella el fondo del specus, el agua siguió circulando por el canal. El análisis macromorfológico de la costra laminada que sella el fondo del specus (UE-B.II) indica que fue formada bajo condiciones de flujo hídrico. La ausencia de labores de limpieza permitió la conservación de esta unidad carbonatada. Su carácter parcialmente detrítico así como la incorporación de tallos vegetales en posición horizontal evidencian el colapso, por falta de mantenimiento, de los sistemas de decantación de la obra.

Asimismo, la ausencia de hiatos y otras evidencias disolutivas sugieren una circulación regular del agua durante esta fase. El análisis de las 39 *laminae* en que se estructura la costra muestra una alternancia de facies cristalinas y otras más detríticas, derivada de cambios periódicos en el caudal circulante por el canal.

La facies briofítica que caracteriza el tramo inferior del encostramiento estaría asociada a la llegada de luz al fondo del *specus*, probablemente a través de fisuras en la bóveda. Esto no habría supuesto aún entradas importantes de material detrítico desde el exterior. La disposición oblicua de las estructuras briofíticas señalan la dirección del flujo de agua circulante.

La obliteración del canal representa la última etapa en la evolución de la obra. Superpuestas a la costra carbonatada se han descrito tres unidades estratigráficas superpuestas, de carácter detrítico, que representan esta fase final de colapso. Las dataciones radiométricas de carbones localizados en las dos unidades superiores (UE-B.IV y UE-B.V) apuntan a que el sellado de este relleno se habría producido con sedimentos fechados en el s. X (997 AD y 933 AD respectivamente).

El carácter caótico de estas tres unidades, sin grano-selección ni estructuras laminares, así como la morfología angulosa de sus gravas, indica transportes espacio-temporales cortos de estos materiales, asociados a una interrupción del flujo hídrico en el interior del *specus*. Esta cercanía del área fuente con respecto al depósito viene también constatada por la similitud petrológica entre las gravas de las unidades estratigráficas del interior y del exterior del canal.

La entrada masiva de sedimentos al interior del *specus* debe relacionarse a su vez con las deformaciones y roturas producidas en la obra y constatadas en otros sectores del área de estudio.

Por último, el predominio de grandes clastos, con diámetros superiores a 5 cm, a techo de la unidad superior (UE-B.V), indicaría la práctica ausencia de transporte en la última fase de obliteración del acueducto. Grandes fragmentos de restos constructivos se habrían incorporado por desprendimiento de la bóveda a la unidad de colmatación.

6. CONCLUSIONES

El abandono de las labores de limpieza y mantenimiento cuando aún circulaba agua por el interior del canal permitió la precipitación de la costra carbonatada que sella el fondo del *specus* en nuestro tramo de estudio.

El análisis de esta unidad ha permitido concluir que el agua circulante incorporó restos vegetales y partículas cuya sedimentación respondió a cambios cíclicos del caudal. Asimismo roturas en la obra permitieron la llegada de luz y el consecuente desarrollo de flora briofítica en el fondo del canal.

Un mayor grado en el deterioro de bóvedas y muros dio lugar a la entrada masiva de sedimentos desde las inmediaciones del acueducto, produciendo su obliteración definitiva a partir del s. X.

Parte de las deformaciones que afectaron a la obra vendrían determinadas tanto por la naturaleza esmectítica de las margas por las que discurre el acueducto, como por su posición de piedemonte.

BIBLIOGRAFÍA

- BORREGO, J. (2008). "La entrada del Aqua Augusta Vetus a Colonia Patricia. Notas para el abastecimiento de agua a la Córdoba romana". *Anales de Arqueología Cordobesa*, 19, 99-124.
- CASTEJÓN, R. (1925). "Una excursión por la Sierra de Córdoba. Cómo surtieron los musulmanes de agua la capital del Califato, III". *Diario Córdoba*, 9 de agosto. Córdoba.
- DUCHAUFOR, Ph. (1975). *Edafología*. Editorial Toray-masson Barcelona.
- F.A.O. (1977). *Guía para la descripción de perfiles de suelos*. F.A.O. Roma. 70 pp.
- GUITIÁN, F. y CARBALLAS, T. (1976). *Técnicas de análisis de suelos*. Pico-Sacro. Santiago. 288 pp.
- LÓPEZ, S. (1985). *Medina Al-Zahra. Ingeniería y Formas*. Madrid.
- MORENA, J.A. (1994). "Nuevas aportaciones sobre el Aqua Vetus Augusta y la necrópolis occidental de Colonia Patricia Corduba". *Anales de Arqueología Cordobesa*, 5, 155-179.
- MORENO, M, MURILLO, J.F., VENTURA, A. y CARMONA, S. (1997). "Nuevos datos sobre el abastecimiento de agua a la Córdoba romana e islámica". *Arte y Arqueología*. 4, 13-23.
- MUNSELL COLOR (1990). *Munsell soil color chart*. Koll Morgen Instruments Corporation. Maryland.
- PAVÓN, B. (1989). *Tratado de arquitectura hispano-musulmana, I: El agua*. Madrid.
- SOIL SURVEY OF ENGLAND AND WALES (1982). *Soil Survey laboratory methods*. Technical monographs nº 6. Harpenden. 83 pp.
- VENTURA, A. (1993). *El abastecimiento de agua a la Córdoba romana I*. Córdoba.
- VENTURA, A. (1996). *El abastecimiento de agua a la Córdoba romana II*. Córdoba.
- VENTURA, A. (2002). Los acueductos de Córdoba y su rehabilitación omeya. *Empúries*, 53, 113-128.
- VENTURA, A. y PIZARRO, G. (2010). El "Aqua Augusta" (Acueducto de Valdepuentes) y el abastecimiento de agua a "Colonia Patricia Corduba". En *V Congreso de las Obras Públicas romanas*, 177-203.