

MOLDURA DE CAL DE LOS ARCOS DE HERRADURA DEL ALJIBE DE LA CASA DE LAS VELETAS DE CÁCERES, ESPAÑA

LIME MOULDING ON HORSESHOE ARCHES ON THE "CASA DE LAS VELETAS" WATER TANK AT CÁCERES, SPAIN

R. Bustamante (1), M. Cabezas (2), V. Gibello (3)

(1) Associate Professor, Universidad Politécnica de Madrid; (2) Archaeologist; (3) Archaeologist, Arqueocheck, S.L.
In collaboration with μ MICRA, Servicio de Estudios y Análisis Especializado en el Patrimonio Histórico

Resumen

Se describen las características constructivas de los enlucidos de cal de las fábricas de ladrillo de los arcos de herradura del aljibe de la Casa de las Veletas de Cáceres, que formó parte del desaparecido alcázar musulmán, y que es uno de los más grandes de la Península. Está construido con muros de tapial que delimitan una planta rectangular de 136,80 m² de superficie, y su datación está en torno a los siglos X a XII.

Durante el estudio se tomaron muestras de morteros y pinturas de distintas superficies del recinto con la finalidad de caracterizar los materiales registrados en la lectura de paramentos, y que fueron analizados por IR-FT. Sin embargo, la presencia de una moldura de cal aplicada sobre el enlucido también de cal de un arco de la nave 2, plantea la hipótesis de que el aljibe tenía decoraciones y que tal vez tuvo un uso anterior diferente.

La causa por la que las decoraciones no se han documentado en estudios anteriores, podría basarse en que la desaparición de las molduras se produjo hace siglos, a causa de una erosión hídrica, por la acción del impacto del agua de lluvia, y porque los arcos permanecieron sumergidos durante un tiempo que no se ha determinado, hasta una altura de 3,60 m aproximadamente, según la marca del nivel de agua existente, produciéndose la desagregación de los morteros de cal y consiguiente desmoronamiento.

Palabras clave: aljibe, arco de herradura, moldura de cal, enlucido de cal, mortero hidráulico, IRFT, erosión hídrica.

Introducción

El uso del aljibe de la Casa de las Veletas está documentado desde fines de la Edad Media, pero la primera planimetría del edificio y su descripción completa la realiza J.R. Mélida. El mismo describe cómo fue su primer encuentro con el monumento:

Abstract

The article describes the characteristics of the lime plaster on the brick masonry horseshoe arches in the water tank to the "Casa de la Veletas" at Cáceres. The tank, one of the largest on the Iberian peninsula, formed part of a Muslim fortress that has since disappeared. Its rammed earth walls, dating from the tenth to the eleventh centuries, describe a 136,80 m² rectangle.

During the survey, mortar and paint samples were taken from a number of surfaces in the enclosure for subsequent FTIR analysis. In light of the presence of lime moulding on the likewise lime plaster in one of the nave 2 arches, the tank may presumably have been decorated and perhaps initially put to a different use.

The reason that such decoration was not documented in prior studies may be that the moulding disappeared centuries ago due to erosion resulting from the impact of rainwater, and because, judging from the existing watermarks, the arches were submerged to an approximate height of 3,60 m for an unknown length of time. The combination of these two factors would have caused the lime mortar to crumble and the moulding to eventually collapse.

Keywords: water tank, horseshoe arch, lime moulding, lime plaster, mortar, FTIR, water-induced erosion.

Introduction

While the earliest documented use of the Casa de las Veletas water tank dates back to the Middle Ages, detailed floor plans and a full description of the building were first drawn by J.R. Mélida in the twentieth century. About his first encounter with the monument he wrote:

"Al verlo en noviembre de 1914, para los fines de este Catálogo no podía bastarme modo tan fugaz y fantasmagórico de conocer un monumento tan interesante. Pregunté a la persona que me acompañaba y facilitaba este examen, don Alfredo Villegas, administrador de los bienes del señor Marqués de la Mina, propietario de la finca, si había medio de bajar al aljibe y me dijo que no, que él nunca había entrado ni recordaba puerta que lo permitiese. Habiéndome, pues, de resignar a hacer mi estudio de una manera deficiente hice lo que me fue dable: desde la ventana medí primero, no sin trabajo el ancho de la nave que es de 2,20 m, y por las galerías de los sótanos que claustrean el aljibe medí la longitud y la latitud de sus muros, que dan un rectángulo de 13 metros por 18; y habida cuenta del espesor de sus muros deduje que el interior debía constar de cinco naves" (1).

Monumento arquitectónico artístico desde 1931, sobre su origen existen varias hipótesis. Mérida lo considera del tiempo del Califato, del siglo X o de principios del XI. Lampérez y Romea databa su construcción también durante el siglo XI. Ortí Belmonte lo compara con el aljibe tunecino de Sofra, *"se ha sospechado si fue baño; desde luego es monumento árabe de la época del califato cordobés, de fecha incierta, pero que puede oscilar del siglo IX al XI y sólo comparable a los aljibes de la mezquita de Córdoba y la Alhambra, y en la provincia de Cáceres, a los de los castillos de Trujillo y Montánchez" (2).*

Leopoldo Torres Balbás lo consideró almohade, construido a la vez que el recinto amurallado y fechado en la segunda mitad del siglo XII. Coincidiría con la gran ampliación de la alcazaba de Badajoz en 1169, que se acompañó de mejoras hidráulicas. *"No es fácil fijar la fecha de construcción de este aljibe, obra fuerte y tosca, desprovista de elementos decorativos. Convendría ver si sus bóvedas, hoy enlucidas y enjalbegadas, tienen el mismo aparejo que las de la galería inmediata, al parecer contemporánea. Las españolas semejantes que conozco son de los siglos XIII y XIV. Probablemente el aljibe de Cáceres se construiría por los almohades al mismo tiempo que las murallas, en la segunda mitad del siglo XII" (3).*

Para Basilio Pavón Maldonado es de época pre almohade, siglos X-XI. *"Una lápida con inscripción árabe encontrada en Cáceres se fecha en siglo XI, tratándose por tanto de cisterna pre-almohade" (4).*

"When I saw it in November 1914, I realized that for the purposes of this catalogue a mere brief and phantasmagorical contact with such an interesting monument would not suffice. I asked my guide, Alfredo Villegas, property administrator for the owner, the Marquis of Mina, whether there was any way to access the water tank. He replied that there was none, and that he had never gone down or remembered any door leading into the pit. Having, then, to resign myself to an incomplete study, I did the best I could: from the window, first I measured – with some difficulty – the width of the nave: 2,20 m. Then from the basement galleries enclosing the tank I measured the length and breadth of its walls to be 13 by 18 metres. Given the thickness of the walls I deduced that there must be a total of five naves" (1).

A number of hypotheses have been put forward about the origin of the tank, which was declared an artistic architectural monument in 1931. Mérida dated it from the times of the caliphate, in the tenth or early eleventh century. Lampérez y Romea also dated construction in the eleventh century. Ortí Belmonte compared it to the Tunisian water tank at Sofra: *"it may have been a bathhouse; it is indisputably an Arabic monument built during the Cordoban caliphate, between the ninth and the eleventh centuries and only comparable to the tanks in the mosque at Cordoba or the Alhambra and, in the province of Cáceres, to the ones in the Trujillo and Montánchez Castles" (2).*

Leopoldo Torres Balbás considered it to be Almohad, built at the same time as the city walls in the second half of the twelfth century. This would have concurred with improvements in waterworks attendant upon the major enlargement of the fortress at Badajoz in 1169. *"It's not easy to date the construction of this strongly but coarsely built water tank, lacking in any adornment. This would require ascertaining whether the brickwork on its vaults, now plastered and whitewashed, was built with the same bond as the surrounding and apparently contemporary gallery. Any similar Spanish water tanks that I know of date from the thirteenth and fourteenth centuries. The Cáceres water tank was very likely built by the Almohads at the same time as the city walls, in the second half of the twelfth century" (3).*

Basilio Pavón Maldonado believed it to be pre-Almohad, tenth-eleventh centuries. *"A stone with an Arabic inscription found in Cáceres is dated in the eleventh century; this would make the tank a pre-Almohad structure" (4).*

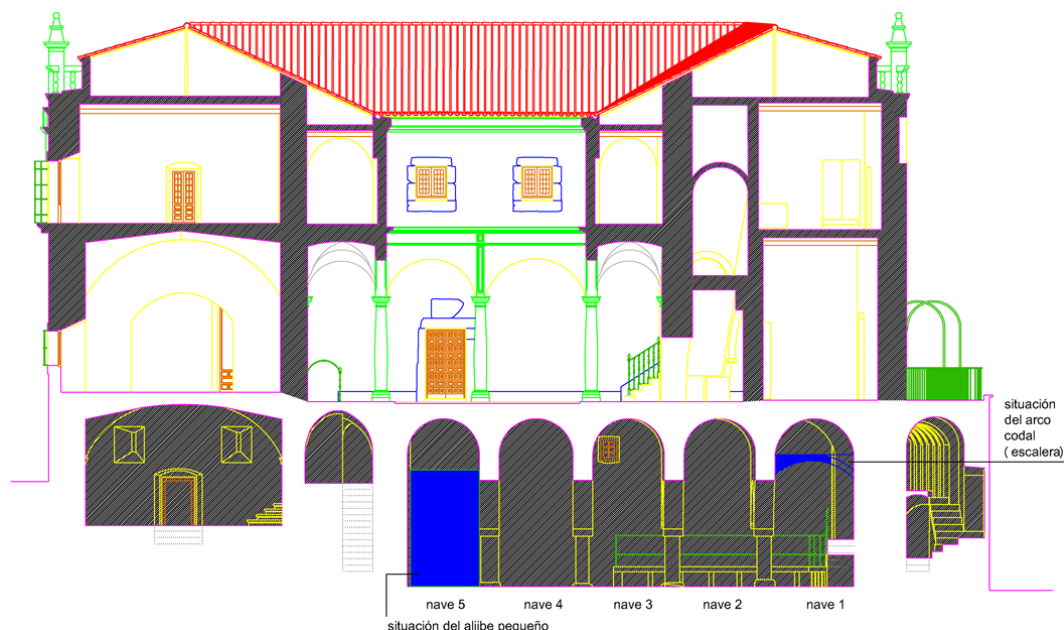


Fig. 1. Sección Norte-Sur de la Casa de las Veletas (5).
North-south cross-section of the Casa de las Veletas. Water tank naves.

1. Objeto de la investigación

El objeto del estudio fue caracterizar los materiales de los revestimientos del aljibe, asumiendo que éstos eran lisos sin decoración alguna. Con tal propósito se efectuaron varias catas (18 muestras en total), en distintas superficies del aljibe, para conocer las características de los morteros de junta, de los enlucidos de los muros y arcos, posibles pinturas y otros componentes, como las cenizas del tapial que en gran proporción presenta el muro Norte.

En la observación macroscópica los morteros tenían granos de áridos finos, nódulos de cal sin hidratar, arcillas, cenizas y fibras vegetales en su composición. Se planteaba la hipótesis de que tratándose de una obra árabe, se habría usado yeso en alguno de ellos. Sin embargo, el análisis previo por ataque con ácido clorhídrico diluido al 35% produjo efervescencias en todas las muestras, lo cual indicaba la presencia de cal y que se confirmó posteriormente en los análisis por IRFT, con amarilleamiento de la reacción en la mayoría de ellas.

1. Purpose of the study

The study aimed to characterize the presumably plain and unadorned rendering lining on the water tank. Eighteen samples were taken for this purpose from different parts of the tank to ascertain the characteristics of the joint mortars, the plaster on walls and arches, possible paint and other components, as well as ashes that were particularly abundant on the north wall.

Macroscopically, the mortars were observed to contain fine aggregate, unhydrated lime nodules, ashes and plant fibres. The tank being Arabic, one of the hypothesis posed was whether gypsum might have been used in any of the mortars. The effervescence observed in all the samples in a preliminary analysis with 35 % hydrochloric acid, however, denoted the presence of lime. This was subsequently confirmed by FTIR analysis, with yellowing in most of the samples.

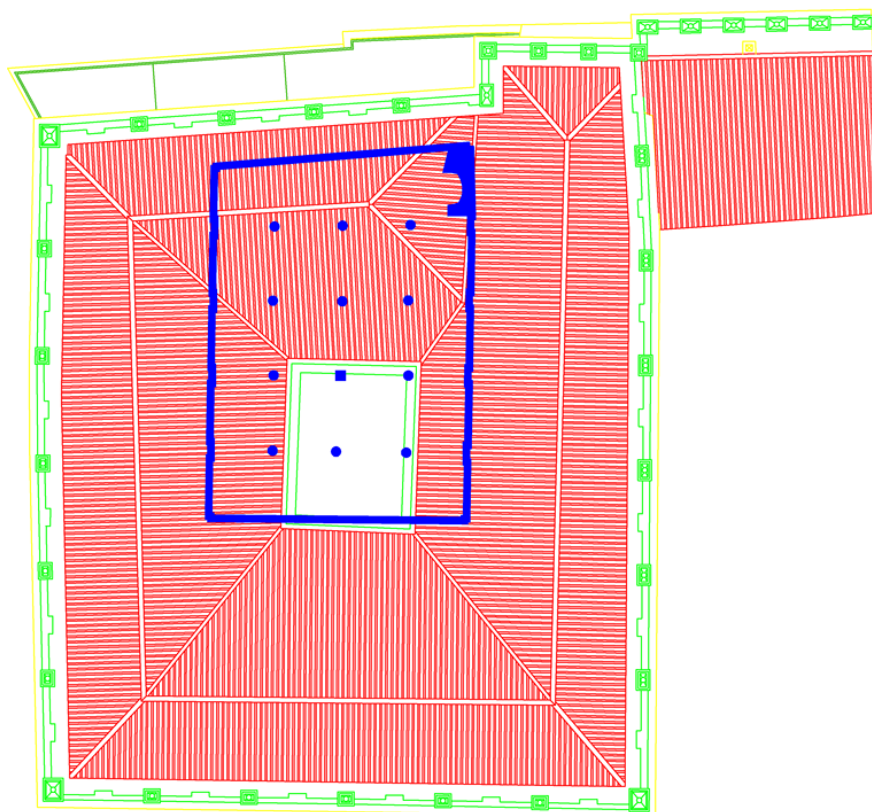


Fig. 2. Planta del aljibe (azul). Tejado actual de la Casa de las Veletas (rojo) (5)
Water tank floor plan (blue). Current roof of the Casa de las Veletas (red).

2. Características constructivas del aljibe y hallazgo de la moldura

2.1. El aljibe

El aljibe está cubierto por cinco bóvedas de cañón de ladrillo cuyos estribos se apoyan en dieciséis arcos de herradura y doce columnas de granito, posiblemente de expolia, con los muros testers cerrando los lados Este y Oeste. Como bien indica Torres Balbás habría que verificar la antigüedad de las mismas. Los cimacios de piedra y los capiteles están también revestidos con morteros de cal de espesores que varían de 15 a 20 mm. Igualmente los muros de tapial con machones de ladrillo en las esquinas, también están enlucidos aunque presentan pequeñas excoriaciones en toda su extensión.

El suelo del aljibe se encuentra a una profundidad de – 6,00 m respecto al nivel del patio de la Casa que actualmente está encima de las bóvedas 3, 4 y 5 (figs. 1 y 2), del cual le llega el agua pluvial a través de unas luceras abiertas en la clave de las mismas, aunque también tiene una igual la bóveda 1 y el revestimiento presenta manchas por escorrentías de agua. Por lo que es probable que el patio original fuera mucho más grande, es decir, cubría las cinco naves del aljibe.

2. Construction characteristics of the water tank and discovery of the moulding

2.1. The tank

The water tank is roofed by five brick barrel vaults whose piers rest on sixteen horseshoe arches and twelve granite columns, possibly looted from other buildings. The front and rear walls face east and west. As Torres Balbás correctly noted, these vaults would have to be aged. The stone cymatia and the capitals are covered with 15- to 20-cm layers of lime mortar. The rammed earth walls have brick buttresses at the corners. Their plaster finish is scaling throughout.

The floor of the water tank lies 6,00 m below the building's courtyard, presently positioned over vaults 3, 4 and 5 (Figures 1 and 2). The rainwater is collected through openings at the vault crowns, although vault 1 also has a similar opening with water stains on the surrounding plaster. In all likelihood, then, the original courtyard was much larger, covering all five naves of the water tank.

2.2. Moldura

Las muestras 3, 3-A y 3B fueron tomadas de la enjuta que forma el arco de herradura 2 que se apoya sobre el pilar 2, entre las naves 1 y 2 (fig. 2). La muestra 3-A de 21cmx21cmx25cm, contenía una moldura también de cal (figs. 3 y 4), y está aplicada sobre una fábrica de ladrillos de 4 cm de grueso con juntas de mortero de cal de 2 cm de espesor. Presenta una baja dureza superficial (43,33 U Shore C) y un alto coeficiente de absorción de agua, 36,86 %, con una capa de tierra fuertemente adherida en el reverso.

2.3. Sistema constructivo del enlucido-moldura

Se puede concluir que el sistema constructivo del revestimiento del arco de herradura analizado es el siguiente (desde el soporte hacia el exterior), pues no se puede aseverar que sea extensivo a todas las fábricas a falta de mayores indagaciones:

2.2. Moulding

Samples 3, 3A and 3B were taken from the spandrel formed by horseshoe arch 2, which rests on column 2 between naves 1 and 2 (Figure 2). Sample 3-A, measuring 21x21x25 cm, contained a moulding also made of lime (Figures 3 and 4) and attached to the 4-cm brick wall with 2-cm thick lime mortar joints. The moulding exhibited low surface hardness (43,33 Shore C units), a high water absorption coefficient (36,86 %) and a layer of soil tightly bound to the rear side.

2.3. Plaster-moulding construction system

Based on the foregoing, the construction system used to surface the horseshoe arch analyzed (but not necessarily any of the other masonry structures, pending further research) may be concluded to be as follows, from the innermost layer outward:



Fig. 3: a) Cara posterior de la muestra, presencia de la capa terrosa en contacto con la fábrica de ladrillo.
b) Cara vista de la muestra 3 A con media caña decorada a la izquierda de la muestra.

a) Rear side of the sample, with layer of soil bound to the brick wall.

b) Exposed side of sample 3 A, with decoration on the left side of the half round moulding



Fig. 4: a) Unión enlucido-moldura, presencia de formaciones laminares y nódulo de cenizas.
b) Vista de la sección; c) Macrofotografía de la superposición de la media caña sobre el enlucido.

a) Plaster-moulding bond, presence of layered formations and ash nodule.

b) Cross-sectional view. c) Macrophotograph of the half-round mould attached to the plaster.

- capa terrosa marrón con presencia dominante de un carbonato cálcico junto con sílice, arcillas y óxidos de hierro (montmorillonita); es decir, el mortero de cal no está aplicado directamente sobre la fábrica de ladrillo, sino sobre arcilla, posiblemente con fines de impermeabilización (fig. 3 a),
- mortero liso, ejecutado en base a tres tongadas según el análisis microscópico, de espesor desigual que varía de 15 a 16 mm,
- interfaz de contacto, sin haberse confirmado la presencia de elementos de adherencia (fig. 4 a), y
- media caña de superficie rugosa con posibles decoraciones, de 50 a 60 mm de ancho por 45 mm de espesor aplicada sobre el enlucido liso (fig. 4 b y 4c).

3. Análisis microscópico de la moldura

La presencia del conglomerante de cal y de los componentes orgánicos e inorgánicos que presentaba la muestra, se verificó mediante el análisis IR-FT (Espectroscopía de Infrarrojos por Transformada de Fourier), descartándose totalmente la presencia de yeso en la composición como se explica a continuación.

El estudio detallado del espectro detectó, por un lado, un complejo carbonato, fundamentalmente una dolomía (carbonatos de calcio con magnesio, hierro y manganeso), y por otro, un compuesto tipo arcillosos fundamentado en aluminosilicatos y filosilicatos de magnesio hidratado. Todo ello como parte de un aglomerante de características hidráulicas.

El espectro en color rojo de la fig. 5 es el del mortero de la moldura, toma obtenida del interior de la misma en la zona de la sección de 45 mm de espesor, que se corresponde totalmente con un patrón de carbonato cálcico. Igualmente, el espectro de color azul corresponde al mortero liso que corresponde a la sección de 15 mm de espesor.

Las diferencias entre uno y otro radican en el contenido de arcillas, más en el mortero liso, y una presencia importante de agua de hidratación por absorción (hay que añadir que la espectroscopia fue hecha después de los ensayos físicos con agua).

4. Análisis de los áridos

Los espectros muestran los tres tipos de áridos fundamentales observados en el mortero liso:

- Trozos cristalinos con buena formación y de color transparente que tienen correspondencia con un patrón de cuarzo.
- Partículas entre rojizas y negruzcas. Fundamentalmente se pueden detectar dos compuestos dominantes, por un lado un óxido de hierro

- brown soil-bearing layer, consisting predominantly of calcium carbonate, with silica, clay and iron oxides (montmorillonite); in other words, the lime mortar was not applied directly to the brick masonry, but to clay, possible as waterproofing (Figure 3 a),
- smooth mortar consisting, according to the microscopic analysis, of three 15- to 16-mm thick layers,
- interface, where the presence of bonding elements could not be confirmed (Figure 4 a), and
- possibly adorned, rough surface half-round mould, 50 to 60 mm wide by 45 mm thick, attached to the smooth plaster (Figures 4 b and 4c).

3. Microscopic analysis of the mould

The presence of the lime binder and organic and inorganic components in the sample was verified by FTIR (Fourier transform infrared spectroscopy), while the presence of gypsum in the composition was ruled out entirely, as explained below.

A detailed study of the spectrum revealed, on the one hand, a carbonate complex, essentially dolostone (calcium carbonates with magnesium, iron and manganese), and on the other, a clay-type compound with an aluminosilicate and hydrated magnesium phyllosilicate base. All the above formed part of a hydraulic binder.

The red line in Figure 5 is the spectrum for the moulding mortar, taken from the inner part of the 45-mm thick mould. Note that it concurs wholly with the pattern for calcium carbonate. Similarly, the blue spectrum corresponds to the smooth mortar, taken from a 15-mm thick sample.

The differences between the two lay in their clay content, which was higher in the smooth mortar, and the presence of substantial hydration due to the water absorbed (spectroscopic analysis was conducted after the physical tests with water had been run).

4. Aggregate

Figure 6 shows the spectra for the three main types of aggregate found in the smooth mortar:

- Well-formed, transparent crystalline pieces whose spectrum is indicative of quartz.
- Reddish and blackish particles. Two types of components prevail: iron and manganese oxide, and an aluminosilicate compound.

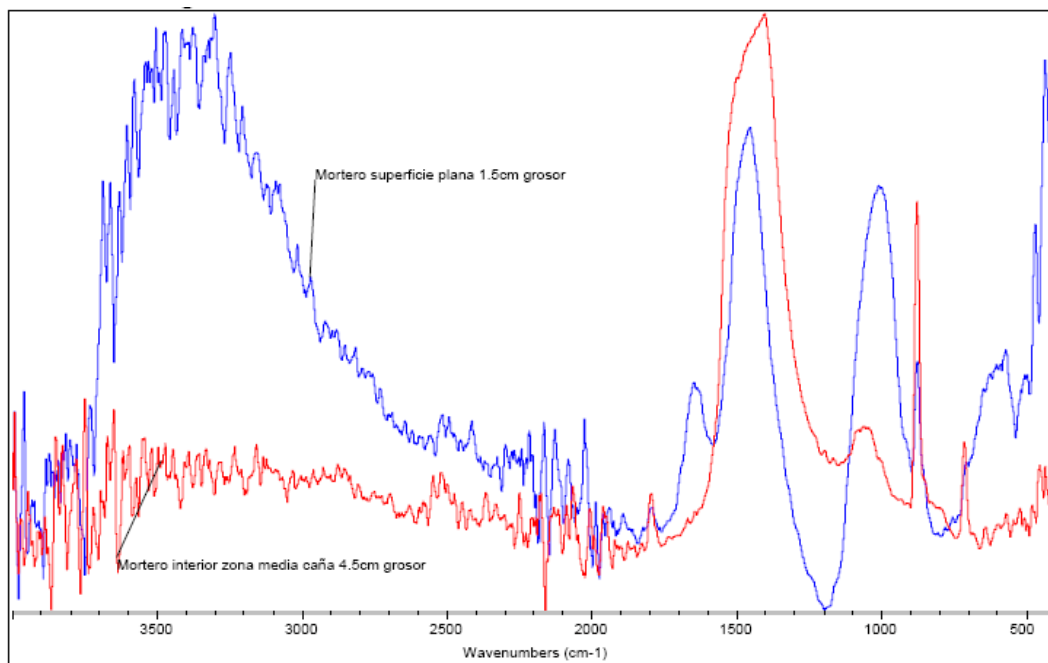


Fig. 5. Espectro de la moldura que se corresponde totalmente con un patrón de carbonato cálcico (rojo), y el mortero liso (azul).
Spectrum for the moulding (red), which concurs entirely with the pattern for calcium carbonate, and the smooth mortar (blue).

y manganeso y por otro, un compuesto de aluminosilicatos.

- Agrupaciones de color anaranjado. El espectro detecta la presencia de un compuesto arcilloso basado en aluminosilicatos de potasio, magnesio y un mínimo de hierro. Y, por otro lado, la presencia específica de compuestos de óxido de hierro, base del pigmento almagre usado en los morteros antiguos.

- Orange clusters. The spectrum denotes the presence of a clay compound containing potassium, magnesium and traces of iron aluminosilicates. In addition, the analysis identified iron oxides, the basis of the ochre pigment used in ancient mortars.

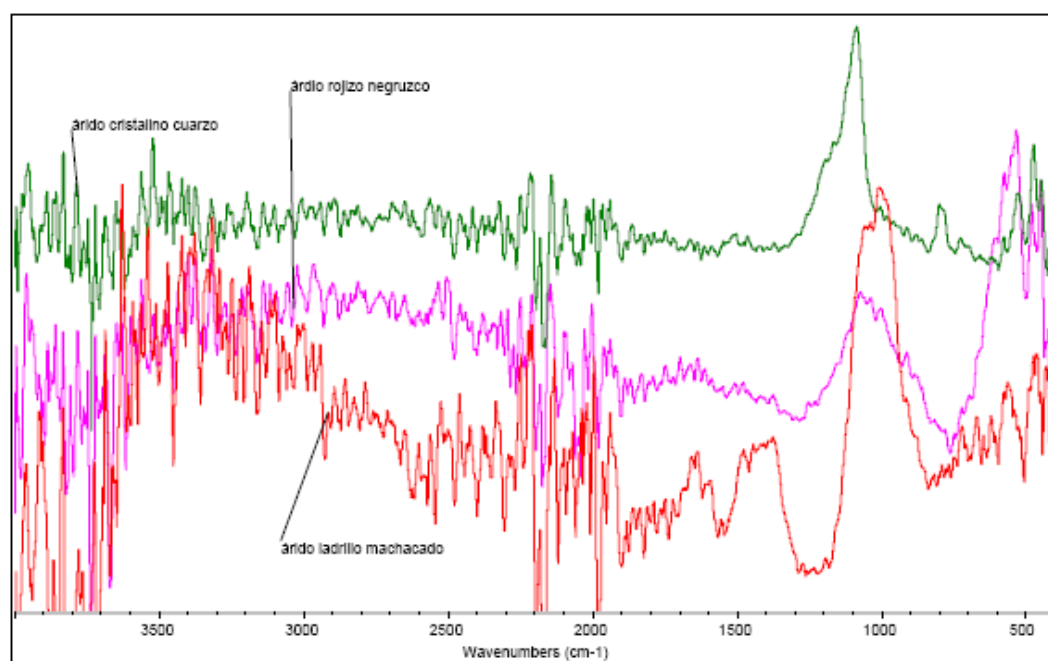


Fig. 6. Espectrografía de los áridos de la muestra analizada.
Spectrogram of the aggregate in the sample analyzed.

Finalmente hay que añadir la presencia de trozos y partículas de diverso tamaño de negro carbón, procedente de esquirlas negras quemadas que se caracterizaron ópticamente, dado que no se registra en las regiones que analiza la técnica FT-IR. Se observaron partículas alargadas de color negro, muy quebradizas y transformándose en un polvillo de partículas desde muy finas a algo más gruesas, sin caras cristalinas de ningún tipo, opacas a la transmisión o reflexión de luz polarizada, todo ello concordante con un negro de procedencia por ignición y en concreto por los restos de esquirlas encontradas entre la masa del mortero: negro carbón de origen lígneo, es decir, cenizas añadidas a la masa.

5. Granulometría del mortero

La muestra tras ser caracterizada fue tratada con el fin de aislar el árido silíceo obteniendo los siguientes resultados. Muestra en origen: 5,49 g, parte soluble: 4,20 g, muestra insoluble: 1,29 g.

Examinada la parte no soluble de la muestra se encontró que la mayor parte de las partículas correspondía a la categoría de finos, siendo el árido muy pequeño, por lo que se limitó a tamizar éste a partir del tamiz 0.60 mm. Presenta una granulometría que se corresponde fundamentalmente con la presencia dominante de arcillas, el 45% de peso retenido, así como el resto del árido correspondería a arenas muy finas.

6. Interpretación de los resultados

En el análisis de los morteros se ha comprobado el uso de la cal como conglomerante en esta obra de origen almohade, coherente con una obra cuya función está relacionada con el almacenamiento del agua. Esto implica el conocimiento de una tecnología diferente a la del yeso, por el lento endurecimiento de la pasta que se puede extender a varios meses, a lo cual se añade que su aplicación en un recinto de escasa ventilación, no habría facilitado un rápido endurecimiento.

Cabe la posibilidad de que las molduras u obras ornamentales fueran prefabricadas y aplicadas en partes sobre el enlucido liso, previamente humedecido o picado, o que se le agregaran aceleradores de endurecimiento para evitar el descuelgue de las piezas, o bien que se incorporaran elementos o productos que mejoraran la adherencia enlucido-moldura.

7. Hipótesis sobre la pérdida de las molduras

Teniendo en cuenta la oscuridad del recinto, las dificultades para el acceso (actualmente existe una pasarela en uno de sus lados, que en cualquier caso no permite bajar al suelo del aljibe porque está cubierto de agua hasta una altura de 30 cm aproximadamente),

Finally, coal black fragments and particles of varying size were likewise found; these charred slivers were characterized optically, for they fell outside the range accessible to FTIR analysis. Long, black and brittle, these slivers were observed to crumble into a powder containing from very fine to somewhat coarser particles with no crystalline facies of any sort and opaque to the transmission or reflection of polarized light. All these characteristics were consistent with charred remains: i.e., ashes added to the mortar.

5. Mortar particle size distribution

After characterization, the sample was treated to isolate the siliceous aggregate. The findings were as follows: Initial sample: 5,49 g; soluble fraction: 4,20 g; insoluble fraction: 1,29 g.

Since an examination of the insoluble fraction of the sample revealed that most of the particles were fines, the aggregate was sieved from a mesh size of 0,60 mm and under. The particle size distribution was found to correspond essentially to clay, which accounted for 45 % of the retained weight. The remainder consisted in very fine sand.

6. Interpretation of results

The analysis of the mortars confirmed that the binder in this Almohad structure was lime, which would be consistent with its assumed use as a water tank. Consequently, the builders must have had a working knowledge of more than just gypsum-based technology, for lime paste may take several months to harden, particularly in an enclosure with scant ventilation.

The moulding and adornments may have been precast and subsequently attached to the smooth, previously moistened or chipped plaster, or hardening accelerators may have been added to prevent detachment, or elements or products added to strengthen the bond between plaster and moulding.

7. Possible explanation for the disappearance of the moulding

Given the lack of light in the enclosure, the difficult access (today there is a catwalk along one of the sides, but the floor of the tank, flooded to a height of about 30 cm, remains inaccessible) and the fact that findings were based on visual information, this scant moulding left very likely went unnoticed and unrecorded. More importantly, the moulds may well have disappeared at some unknown time.



Fig. 7. Naves 3, 4 y 5. Superficies erosionadas con excoriaciones y manchas.
Marcas de los niveles de sedimentación del agua en columnas y bóvedas. Costras en el pavimento.
Naves 3, 4 and 5. Eroded, scaling, stained surfaces. Water marks on columns and vaults. Crust on the floor.

y que los datos se basan en información visual, es probable que no se haya registrado este detalle, y en particular, porque habrían desaparecido en época no determinada.

En cualquier caso, las molduras fueron hechas para ser contempladas, por lo que existe la posibilidad de que tuvo un uso diferente al de aljibe, tal vez un baño árabe como señalaba Ortí Belmonte. O que se habría previsto que el agua no debía superar la altura del fuste de las columnas de granito, 1,80 m, almacenando en este caso 250 m³ aproximadamente. Por lo tanto, cabe plantear la hipótesis de la causa de la desaparición de las molduras por erosión hídrica, que explicaría la presencia de superficies con surcos y rugosidades. Además de excoriaciones, huecos, manchas, etc., como se apreciaba en la fig. 8.

Entendiéndose por erosión hídrica el resultado de la energía cinética de las gotas de agua sobre las partículas del mortero, provocando su disgregación ante este impacto. Pero por otro lado, también se tomó

Since the moulding would have been intended to be seen, the structure may have had some other initial use than as a water tank, perhaps as a bathhouse as suggested by Ortí Belmonte. Another possible explanation is that the water was not expected to rise above the granite column shafts, a height of around 1,80 m, for a storage capacity of about 250 m³. The mouldings may, then, have disappeared due to hydric erosion, which would explain the presence of their grooved, rough surfaces, as well as scaling, holes, stains and so on, as shown in figure 8.

By hydric erosion is meant the result of the kinetic energy generated by the impact of raindrops on the mortar, and concomitant disaggregation. A sample was likewise taken from the horizontal band over the arch extrados at the vault springing to determine its origin (sample 1, nave 2, wall W).



Fig. 8: a) Luceras en la bóveda. Manchas de óxido de hierro. b) Muestra tomada de cimacio sobre soporte de piedra caliza, con pequeñas estalactitas en el borde.

a) Openings in the vault. Iron oxide stains. b) Sample of cymatium attached to limestone with small stalactites around the edges.

una muestra de la banda horizontal encima del extradós de los arcos a la altura del arranque de las bóvedas para determinar su origen.(muestra 1, nave 2, muro Oeste).

Al ser analizada dicha muestra se descartó que fuera pintada, pues se trataba de la misma pintura de color marrón (óxido de hierro) que reviste las bóvedas. Es una marca de sedimentación de los contenidos del agua almacenada, similar a la de las bases y fustes, que explicaría una de las causas que provocó la pérdida, es decir, que el nivel de agua cubrió los arcos de herradura, por abandono o por falta de mantenimiento (incluyendo el del aliviadero), en un lapso de tiempo no determinado que podría estar comprendido entre 1229 a 1477, del que se carecen noticias del aljibe.

Por consiguiente, esta acción se habría sumado a la del ingreso de agua por las luceras que carecen de bordes o goterones para controlar el ingreso del agua de lluvia, y cuyas manchas de escorrentías en las bóvedas llegan hasta el intradós de los arcos. Esta doble erosión hídrica habría afectado a los revestimientos y en particular a la interfaz enlucido-moldura, por falta de una sólida adherencia.

The possibility that the colour of this mortar was the result of painting was ruled out, for the brown hue (iron oxide) was the same as found on the vaults. Like the marks found on plinths and shafts, the mark in question was the sediment left by the particles precipitating out of the water. This would provide evidence of one of the reasons that the moulding disappeared: i.e., of the rise in the water level to over the horseshoe arches due to abandonment or lack of maintenance (including the spillway) for an unknown period of time between 1229 and 1477, when there is a gap in the historical record.

This flooding would have been in addition to the inflow of water from the skylights that have no edging or dripstones to keep the incoming rainwater from wetting the plaster surfacing, as can be seen from the runoff stains that extend down to the arch intradoses. This dual hydric erosion would have affected the surfacing and in particular the plaster-moulding interface, due to its weak bond.

Cabe mencionar que la muestra de la moldura se encuentra en una de las naves que no está debajo del patio, situación que ha contribuido a su conservación, pues los revestimientos de los arcos que están en el centro del patio, se encuentran más deteriorados (fig. 8c). Presentando estalactitas, escamaciones y una estructura esponjosa, al estar afectados por las escorrentías de agua actualmente, con posible formación de brucita ($Mg(OH)_2$) por la retención de agua en las arcillas, debido a la falta de fases de mojado-secado que se produce normalmente en exteriores.

Finalmente, se desconoce si las costras que presenta el suelo del aljibe son un efecto de la acción erosiva.

Conclusiones

1. Aunque no existe bibliografía sobre el aljibe ni sobre otros edificios similares que documenten la existencia de molduras o decoraciones de cal, en este estudio se ha descrito el sistema constructivo del enlucido y de la moldura encontrada.
2. Los morteros del enlucido y de la moldura son iguales, en base a cal y a compuestos aluminosilicatos (caolinita), filosilicatos de magnesio hidratado (talco), óxidos de hierro, arenas de sílice, y adiciones de cenizas, fibras, y cerámica machacada. Excepto en las molduras que contienen menor cantidad de arcillas como se ha demostrado en el análisis por IRTF.
3. La hipótesis desarrollada trata de explicar la desaparición no documentada de las molduras por una doble erosión hídrica, que afectó la interfaz enlucido-moldura por un defecto de adherencia, y a confirmar en futuros estudios.

References

- (1) Mérida, J.R. (1924), Catálogo Monumental de la Ciudad de Cáceres, pp 233-234.
- (2) Ortí Belmonte M.A. (1933), Memoria del Estado Actual de la Inauguración en 12 de febrero de 1933. Museo Provincial de Bellas Artes de Cáceres, pp 2-3.
- (3) Torres Balbás, L. Cronología Arqueológica de la España Musulmana, pp154-155.
- (4) Pavón Maldonado B. (1990), pp32-33.
- (5). En base a la planimetría del Laboratorio de Fotogrametría Arquitectónica de la Universidad de Valladolid, diciembre 2000.
Based on the floor plans drawn by the University of Valladolid's Architectural Photogrammetric Laboratory. December 2000.

The moulding was found in one of the naves that is not underneath the courtyard, a circumstance that would have contributed to its conservation. The surfacing on the arches in the middle of the courtyard are more decayed (Figure 8c) and characterized by the presence of stalactites, scaling and a spongy structure, for they are even now exposed to rainwater runoff and the possible formation of brucite ($Mg(OH)_2$) as a result of water retention in the clay in the absence of the wetting-drying cycles normally found in building exteriors.

Finally, erosion could not be confirmed to be the origin of the crust on the tank floor.

Conclusions

1. Although none of the literature on the water tank or other similar buildings documents the existence of lime mouldings or adornments, this study describes the construction system used for the plaster and moulding found.
2. The mortars used for the plaster and the moulding are nearly identical, with a lime base and components including aluminosilicate (kaolinite) hydrated magnesium phyllosilicates (talco), iron oxides and silica sand as well as ash, fibre and crushed ceramic additions. The only difference is that the moulding has a lower clay content, as shown by the FTIR analysis.
3. A hypothesis is put forward to attempt to explain the undocumented disappearance of the moulding as the result of dual hydric erosion that would have affected the plaster-moulding interface, due to poor bonding. This would have to be confirmed in subsequent studies.