

Morteros de Cal antiguos y Morteros de Restauración en Tiripetio (Morelia, México)

/ A. ALVAREZ (1*),/ J. A. BEDOLLA (2)

(1) Departamento de Geología. Universidad Autónoma de Barcelona. 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallés, Barcelona)

(2) PID, Facultad de Arquitectura, UMSNH. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 58040.

INTRODUCCIÓN

En el año 1537 se inició la evangelización de la región de Morelia (México) por parte de los religiosos agustinos que planificaron la edificación del templo y dependencias adjuntas de lo que se convertiría en la ciudad de Tiripetio (lugar de oro).

Entre 1538-1548, se construyó un primer convento de dos plantas con un patio interior, al que se le añadió en 1543 la iglesia de San Juan Bautista. El conjunto sufrió un incendio en el año 1640 y se reedificó de una manera muy austera. (Fig. 1)



fig 1 Iglesia de San Juan Bautista junto al convento de los frailes agustinos en Tiripetio.

Fue común el uso de morteros en la construcción de mamposterías y en los acabados (enlucidos). Estos morteros antiguos suelen estar conformados por una carga constituida por áridos de distinta composición con predominio de rocas volcánicas y arenas de río. Los morteros de cal solían ir mezclados con aditivos orgánicos y su elaboración artesanal daba lugar a productos de gran calidad y durabilidad.

A finales del año 2007 se iniciaron las obras de restauración del conjunto en las que fue necesario recuperar la técnica de preparación de morteros de cal según el modo de elaboración empleado en la época de su construcción. (Fig. 2).



fig 2. Estado de la fachada de la iglesia de San Juan Bautista antes de iniciar las obras de restauración.

METODOLOGIA

En primer lugar se caracterizaron los morteros antiguos mediante la observación al microscopio petrográfico y se efectuó el análisis químico elemental y la determinación de los aditivos orgánicos empleados.

A partir de los resultados obtenidos se planificó la preparación de los morteros de restauración que mejor pudieran adecuarse a las diversas necesidades de cada una de las estructuras arquitectónicas.

LOS MORTEROS EN LA CONSTRUCCIÓN

El ex convento de Tiripetio se encuentra construido empleando como materiales de construcción roca volcánica, obtenida en los alrededores, unida con mortero. Las rocas empleadas son, sobretudo, basalto e ignimbritas. (Fig. 3)

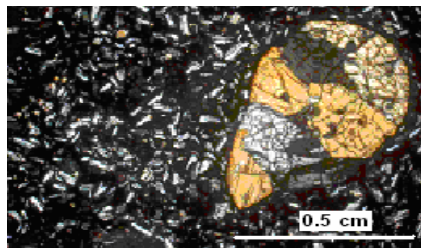


fig 3. Microfotografía de una muestra de basalto procedente del muro exterior de la iglesia de San Juan Bautista.

Los morteros en general presentan una porosidad baja, con poros pequeños y redondeados. Los componentes de la carga son de tamaño heterogranular no seriado y poco abundantes. La carga está bien distribuida, lo que da a estos morteros una inmejorable calidad.

a) Mortero exterior de enlucido

Está formado por la superposición de tres capas separadas por una fina pátina de color amarillento que podrían corresponder a diversas intervenciones en el acabado (Fig. 4).

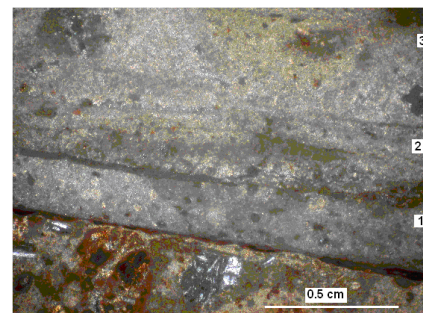


fig 4. Microfotografía que muestra las tres capas que forman el mortero de enlucido.

La carga es prácticamente nula. La capa más interna (1) es de color gris claro con algunos pequeños granos de cuarzo muy fragmentado y dispersos por la masa de mortero. Está delimitada a ambos lados por una delgada película de color rojizo (óxidos de hierro). Las capas más externas (2 y 3) están compuestas de mortero sin apenas carga alguna.

b) Mortero de recubrimiento de los muros

Este mortero está cubierto en su parte externa por el mortero de enlucido. En general la carga no es excesivamente abundante (dosificación 1:1), tamaño de grano heterogranular no seriado, de fino a medio y bien distribuida, aunque a veces se ven cristales de tamaño grande

palabras clave: Morteros Antiguos, Aditivos Orgánicos, Morteros de Restauración

key words: Ancient Mortars, Organic Additive, Restoration Mortars

acumulados en forma de nódulos. La porosidad es baja con poros pequeños y redondeados, concentrados en la zona de contacto con la capa de enlucido. (Fig. 5).

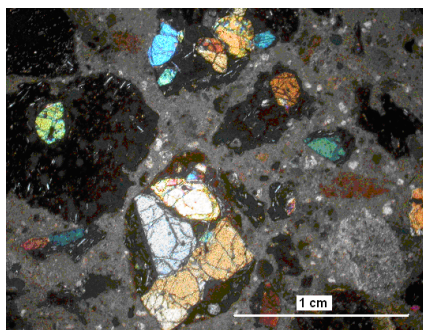


fig 5. Microfotografía de una muestra de mortero de recubrimiento. Presencia de cristales de agüita.

c) morteros de juntas y de relleno

Estos morteros no difieren demasiado de los morteros de revoco, por cuanto tanto el aditivo como la carga son de la misma composición, difieren sin embargo por la dosificación. La carga en estos morteros es más abundante que en los anteriores y puede cifrarse en una proporción de 1:3 (Fig. 6)

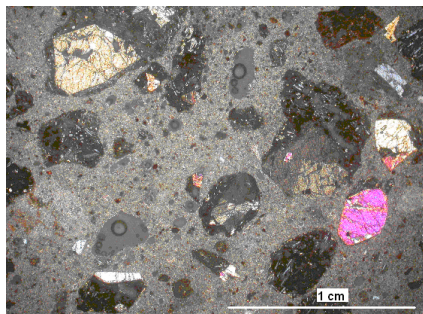


fig 6. Microfotografía de una muestra de mortero de relleno con presencia de cristales de agüita y olivino

LOS MORTEROS EN LA RESTAURACIÓN

Las construcciones llevadas a cabo en época colonial muestran un amplio conocimiento del uso de la cal habiendo llegado a elaborar morteros de gran calidad en los que empleaban aditivos orgánicos. Entre estos destaca el mucílago obtenido a partir del nopal.

La introducción de la piedra para la construcción en los edificios coloniales, y la enseñanza de oficios, según las técnicas usadas en España, supuso una avanzada técnica en la preparación de los morteros. Sin embargo, para la carga se siguieron usando las mismas arenas empleadas por los nativos y las mismas

fuentes minerales para la preparación de la cal. La composición de estos morteros era muy similar a la de los morteros de cal actuales (Tabla I)

| | |
|--|-----------|
| CaO (óxido de calcio) | 92-94 % |
| MgO (óxido de magnesio) | 0.7-1.5 % |
| R ₂ O ₃ (óxidos metálicos) | 0.3-0.5 % |
| Insolubles en CIH (silicatos) | 1.5-2.5 % |
| Pérdidas por calcinación | 3 - 5 % |

Tabla 1. Composición de un mortero, procedente de Tiripetio.

Entre los aditivos de origen animal cabe citar la cera y la miel de abejas, la sangre de diversos tipos de ganado, productos lácteos, estiércol, huevos, pelo, lana de oveja, orina de animales, plumas...

Entre los de origen vegetal se encuentra la cebada, la cerveza, fibras vegetales (algodón, paja, rastrojo, corteza de olmo, jugo de frutas, azúcar, aceite vegetal, resinas, arroz, centeno, vino, carbón vegetal....

En la preparación de los morteros de restauración se ha recuperando, de un modo generalizado, la utilización de los aglutinantes orgánicos (Fig. 7), que mejoran la calidad de los morteros y los hace más resistentes a la acción de la humedad y a los cambios de temperatura (Fig. 8).

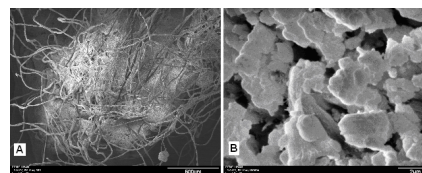


fig 7. Microfotografía de morteros con diversos aglutinantes orgánicos: A) lana de cordero; B) sangre de ganado bovino.(Elia Alonso 2008)

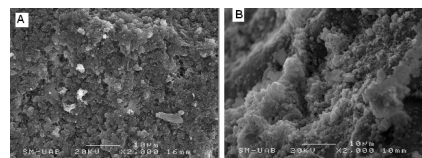


fig 8. Microfotografía obtenida con el microscopio electrónico de barrido A) mortero elaborado con cal, agua y arena. B) Mortero al que se le ha añadido mucílago obtenido del nopal.

La presencia de azúcares provoca un retardo en el fraguado y facilita el manejo del mortero. Las sustancias aromáticas y oleosas, con el tiempo, aumentan la resistencia mecánica del mortero. Las sustancias que fermentan producen micro poros que mejoran la durabilidad del material frente a los

cambios extremos de temperatura y humedad.

CONCLUSIONES

La utilización de aditivos de procedencia natural en los morteros de cal apagada, permiten obtener un mortero con las características adecuadas necesarias en los procesos de restauración de inmuebles históricos tanto en juntas como en recubrimientos.

En la restauración de la iglesia de San Juan Bautista de Tiripetio se han empleado morteros de reposición elaborados según las técnicas antiguas, empleadas en época colonial. Como aditivo orgánico se ha usado el mucílago obtenido a partir del nopal (*opuntia* sp), planta muy abundante en la zona.

La compatibilidad de estos morteros con los originales es completa y, con ello, se evitan tensiones diferenciales y reacciones de equilibrio que pueden originar eflorescencias y arenizaciones del material constructivo.

REFERENCIAS

- Baronio, G., Binda, L., (1998): *Characterization of mortars and Plasters from ancient Monuments of Milan (Italy)*. *The Masonry Society Journal*, January-June (1988), vol 7, nº 1 pp 48-54
- Bugini, R., Salvatori, A., Capannesi, G., Sedda, A. F., D'Agostini, C., Giuliani, C. F., (1993): *Investigation of the Characterization and properties of "cocciopesto" from the ancient roman period*. *Conservation of stone and other materials*. *International RILEM/UNESCO Congress, Paris June 29-july 1 (1993)*. Edited by M. J. Thiel. UNESCO, Paris.
- Malinowski, R. (1981). *Ancient Mortars and Concretes- Durability Aspects*. *Symposium of Mortars, Cements and grouts used In the Conservation of Historic Buildings, Roma, 1981*.
- Martínez, W., Alonso, E. M., Rubio, J. C., Bedolla, J. Ávalos, A. M., Velasco, F. A., Guerrero, L. F., (2008): *Módulo de elasticidad dinámico en morteros de cal y su correlación con el módulo de ruptura*. IX Congreso Internacional (CICOP) de rehabilitación del Patrimonio Arquitectónico y Edificación, Sevilla 2008.
- Sickels, L. B., (1981): *Organic Additives in Mortars*, In *Edinburgh Architecture Research*, en E. A. R., Vol 8, 1981, pág. 15.