

# El Tapial y los Morteros de Cal en las Construcciones Históricas de Tiripetio (Morelia, México)

/AURELIO ÁLVAREZ PÉREZ (1,\*), ELIA MERCEDES ALONSO GUZMÁN (2), J. A. BEDOLLA ARROYO (3)

(1) Departamento de Geología, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), Barcelona (España)

(2) Departamento de Materiales y C A - UMSNH-147, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México, 58040. (México)

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

## INTRODUCCIÓN.

La arcilla ha sido usada en construcción en todo el mundo. En el estado de Michoacán abundan las esmectitas en Santiago Undameo y sirvieron para edificar el tapial y para realizar las construcciones en adobes (Bardou & Aezoumanian, 1979; Houben & Guillaud, 1994; Norton, 1986).

El adobe es una mezcla de arcilla, arena y paja. Para estabilizarlo se puede añadir crin de caballo, heno seco y excrementos de determinados animales (caballos, vacas...) así como también fibras vegetales (hoinumo, ixtle, yute, copra) y aditivos orgánicos (muclago de nopal, estiércol de bovinos y equinos). También se les añadía una pequeña carga de componentes pétreos como yeso, cal y minerales componentes de las rocas volcánicas del entrono (plagioclasa, olivino) y fragmentos de estas mismas rocas.

Paralelamente era utilizado un mortero artesanal de cal que iba mezclado con aditivos orgánicos. Estos morteros son de gran calidad y durabilidad.

En los morteros el árido de la carga está formada por rocas volcánicas, arenas de río y materia orgánica. Los adhesivos son cal, arcilla, yeso y cenizas volcánicas puzolánicas.

## ADOBE Y TAPIAL.

El tapial tenía diversas variedades:

- tapia ordinaria, se empleaba solo tierra.
- tapia real, mezcla de tierra con un 10% de cal apagada en polvo.
- tapia calicostrada o acerada, tapias reales cubiertas por ambas caras de una mezcla de cal y arena.

- Tapia valenciana hecha con tierra, medios ladrillos y cal aplicados en capas horizontales.

Un ejemplo son las yácatas o pirámides ceremoniales construidas por los grupos Purhépecha en Michoacán (México). Son construcciones semicirculares, hechas a base de lascas sueltas, sin mortero ni ningún otro material de cimentación. Tienen forma piramidal y miden unos 30 m de largo y 15 de altura (Fig. 1).



fig 1. Yácata, o pirámide ceremonial de Tzintzuntzán (Morelia, Michoacán).

Las obras de restauración de la Parroquia de San Juan Bautista en Tiripetio, municipio de Morelia (Michoacán) propició una serie de estudios de caracterización de los materiales y ensayos para determinar sus propiedades técnicas. Entre estos materiales aparece gran cantidad de adobes y tapias que completan las edificaciones en piedra y madera llevadas a cabo en la iglesia y en el convento anexo.

Existen construcciones en tapial en las zonas anejas que rodean tanto la iglesia como el convento y que, en su tiempo, delimitaban los terrenos de cultivo y jardines, propiedad de la comunidad religiosa que tenía a su cargo el culto de la iglesia y las tareas docentes de la

casa de Estudios Mayores de Michoacán.

Observados al microscopio, los adobes utilizados en la construcción del tapial, aunque se hayan clasificado en diversas categorías, presentan globalmente características muy semejantes.

La dosificación es muy elevada (1:9) y la carga muy heterogénea formada por minerales de origen volcánico y formas muy angulosas, procedentes de zonas cercanas al lugar de utilización.

Pueden identificarse granos de cuarzo, muy fracturado y con extinción ondulante; placas de feldespatos y plagioclasas y finas láminas de biotita diseminadas por todo la matriz (Fig. 2).



fig 2. Microfotografía del adobe conocido como "franciscano". 1 cm. = 1,5 mm.

La porosidad es muy variable aunque normalmente es baja. Presencia de fibras vegetales visibles a simple vista.

## MORTEROS.

El tapial era construido con adobes de grandes dimensiones cementados entre sí con arcilla.

La introducción de la piedra para la construcción en los edificios coloniales de Morelia, por Fray Vasco de Quiroga, y

**palabras clave:** Arcilla, Adobe, Cal, Mortero

**key words:** Clay, Brick, Lime, Mortar.

la enseñanza de oficios, según las técnicas usadas en España, supuso una renovación en la preparación de morteros. Así pues los morteros de cal fueron ampliamente usados en toda la construcción colonial llevada a cabo en Morelia y, en parte, vinieron a sustituir los morteros de arcilla usados por los nativos en época precolonial para la construcción del tapial.

Las culturas prehispánicas de México habían llegado a elaborar morteros de gran calidad en los que empleaban aditivos orgánicos en sus mezclas (Sickels, 1981). Estos conocimientos fueron integrados en la elaboración de los nuevos morteros (Stedman, 1987).

Para la carga se siguieron usando las mismas arenas empleadas por los nativos en la fabricación de adobes y las mismas fuentes minerales para la preparación de la cal.

#### **Morteros de enlucido.**

En dependencias interiores y en algunos muros exteriores existe una capa de acabado (enlucido) hecha a base de mortero con muy poca carga.

Las muestras estudiadas proceden del deambulatorio norte del recinto conventual. Están formadas por una parte interior que corresponde al mortero de rebozo del muro y de una parte exterior con tres capas que representa el enlucido propiamente dicho (Fig. 3).



fig 3. Microfotografía del mortero de enlucido mostrando las tres capas que lo forman. 1 cm.= 1,5 mm.

#### **Morteros de reboco de los muros.**

El mortero de reboco de los muros está cubierto en su parte externa por el mortero de enlucido formado por tres

capas. En general la carga no es excesivamente abundante (dosificación 1:1), heterogranular no seriada, de tamaño fino a medio y bien distribuida, aunque a veces se ven cristales de tamaño grande acumulados por zonas. Porosidad baja con poros pequeños y redondeados, concentrados en la zona de contacto con la capa de enlucido.

Los principales componentes de la carga son: cuarzo, ortosa, plagioclasa, augita y fragmentos de rocas (andesita, basalto) (Fig. 4).

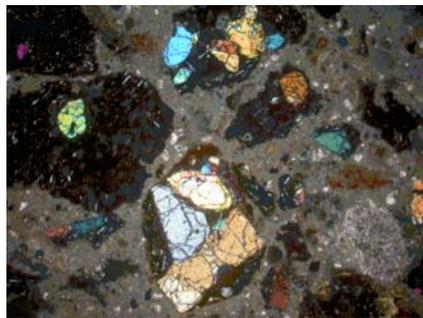


fig 4. Microfotografía del mortero de reboco. 1 cm.= 1,5 mm.

#### **Morteros de Junta y de Relleno.**

Estos morteros no difieren demasiado de los morteros de reboco, 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.

Son morteros de buena calidad, bien preparados con los granos de la carga bien separados entre ellos. Carga formada por fragmentos de tamaño grande y forma redondeada de olivino y augita y fragmentos de andesita.

Un aditivo orgánico importante es el mucílago obtenido del nopal mediante una lenta cocción que libera una especie de gel que se mezcla con la cal del mortero y mejora sus propiedades.

#### **CONCLUSIONES.**

La elaboración de adobes y tapial con minerales de arcilla utiliza las mismas técnicas en todos los países del mundo. La conformación podrá ser más o menos perfecta, el secado más o menos intenso, llegando incluso, a veces, a la

utilización del fuego en hornos parecidos a los de la cerámica, pero el resultado es siempre el mismo.

Los adobes y el tapial utilizados en Tiripetio no escapan a esta norma y han soportado perfectamente el tiempo transcurrido desde su elaboración. Sus componentes y su textura están también dentro de los cánones que podríamos definir como universales.

La técnica de preparación de morteros era altamente evolucionada y obedecía a las exigencias requeridas por los textos y las tradiciones antiguas que en Europa arrancaban, fundamentalmente, de época romana (Adam 1996). Efectivamente, no se observan grietas de desecación, originadas por un exceso de agua en la preparación de la pasta; la separación entre los granos de la carga es buena, no apreciándose contactos directos entre ellos; la porosidad no es excesivamente abundante y el tamaño de los poros es pequeño; la selección de la carga en cuanto al tamaño de los granos es seriada lo que da mayor consistencia al mortero ya fraguado y, por último, cuando se añaden fragmentos de roca, normalmente de origen volcánico, no se usan rocas que estén alteradas y que, por ser reaccionables, puedan romper el equilibrio químico del mortero.

#### **REFERENCIAS.**

- Adam, J.P. (1996): *La construcción romana, materiales y técnicas*. Editorial de los oficios. León, Spain
- Bardou, P. & Aezoumanian, V., (1979): *Arquitecturas de adobe*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.
- Houben, H. & Guillaud, H. (1994): *Earth construction. Intermediate technology publications, 1994*. London.
- Malinowski, R. (1981): *Ancient Mortars and Concretes- Durability Aspects*. Symposium of Mortars, Cements and grouts used In the Conservation of Historic Buildings, Roma, 1981.
- Norton, J. (1986): *Building with earth. A handbook*. IT Publications, London, United Kingdom.
- Sickels, L.B. (1981): *Organic Additives in Mortares*, Edinburgh Architecture Research, en E. A. R., 8, pág. 15.
- Stedman, M. and Stedman W. (1987): *Adobe architecture*. The Sunstone Press, Santa Fe, New Mexico.