

Técnica constructiva de las columnas de la domus del Mithraeum en Augusta Emerita, elaboradas con mortero de cal



MARÍA DOLORES ROBADOR GONZÁLEZ

En el año 1999 se defendió en la Escuela Técnica de Arquitectura de Sevilla la tesis doctoral que, con el título *Cal y Arquitectura*, estudió cada uno de los elementos constructivos de la *domus* del *Mithraeum* de Mérida.

Se prestó especial atención a la técnica constructiva de las distintas fábricas, los morteros de revestimiento de los muros y columnas, y los revestimientos hidráulicos.

En el estudio realizado se observa cómo los morteros a la cal en la casa romana del *Mithraeum* están elaborados y aplicados de una forma magistral, con una tecnología más avanzada que todos los posteriores, incluida la época actual. Ellos cuidaban la elección de las materias primas, elaboraban y aplicaban los morteros de acuerdo al fin al que iban destinados, con un conocimiento pleno de la composición y características de los mismos.

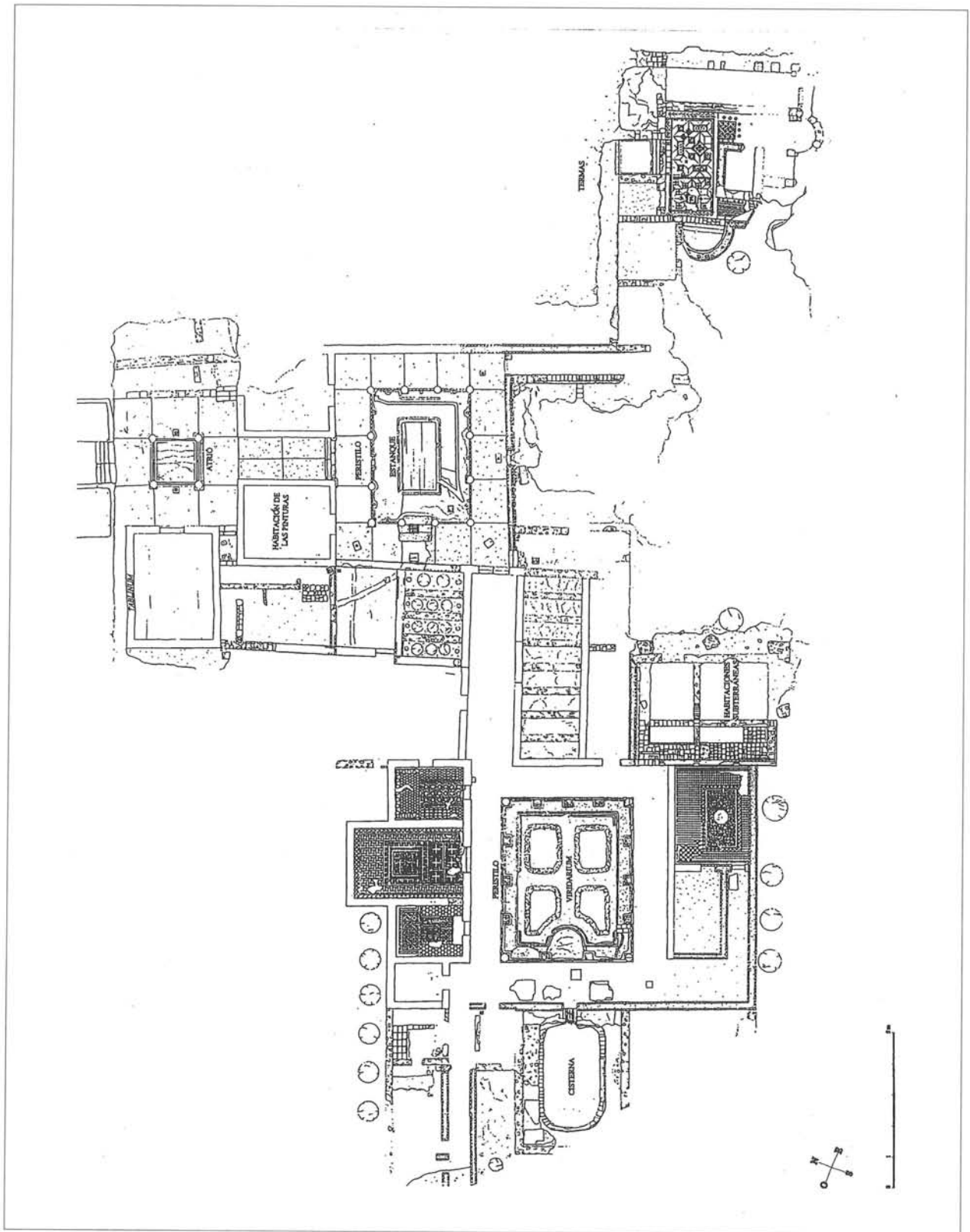
Solían partir de una cal grasa muy pura, la cual modificaban en su composición según el mortero que necesitasen elaborar, de acuerdo al lugar de aplicación y los resultados que querían conseguir con él. Estos morteros romanos no estaban supeditados ni condicionados en las cales hidráulicas, a tener que disponer de una cantera que por su composición la diera de forma natural. En la elaboración

de morteros a base de la adición de agregados de barro cocido y machacado, añadido de forma proporcional al mortero de cal, conseguían a voluntad morteros de distinta hidráulicidad en las zonas en contacto con el agua, como estanques, canales, cisternas, etc. Esta práctica de añadir agregados de arcilla cocida se perdió, pues no aparece en morteros de edificios posteriores.

El revestimiento de paramentos verticales en las distintas estancias está realizado con gruesas capas de mortero de cal y acabado de estuco de variados colores; es de tal calidad que se ha mantenido en buen estado con el paso de los siglos. La calidad de los morteros no es fruto de secretas fórmulas sino de la idónea selección de las materias primas, perfecta dosificación, amasado y puesta en obra, todo ello con un conocimiento profundo de la técnica y un buen control en la construcción. Las columnas de la casa constituyen en sí todo un tratado de la técnica romana de elaboración de columnas fingidas a base de morteros a la cal.

A continuación se realiza una descripción de la casa y se analiza, a través del estudio de diversas muestras de morteros, uno de los elementos estudiados de esta *domus*: la elaboración de las columnas de los patios con mortero de cal.





LA DOMUS DEL MITHRAEUM

La casa se conoce con este nombre por su proximidad con los restos arqueológicos, relacionados con el culto a Mitra¹, aparecidos en el solar ocupado por la plaza de toros, donde se localizaron restos de inscripciones y esculturas fechadas a mediados del siglo II d. de C. Esta circunstancia, unida a ciertas características que presenta la arquitectura de este edificio —habitaciones subterráneas— y su decoración —mosaico cosmológico—, ha hecho que algunos investigadores consideren el conjunto relacionado con el santuario mitraico. No obstante, la escasez de datos que puedan dar validez a esta hipótesis, ha llevado a interpretarla de forma más generalizada por su configuración espacial y características, como una *domus*, casa señorial.

La casa, ubicada extramuros de la ciudad romana, debió construirse en los últimos años del siglo I d. de C., o principio del siglo II d. de C. Sin embargo, el uso de la misma durante varios siglos, hace que se produzcan numerosas remodelaciones tanto en sus estructuras como en su decoración. Este conjunto arqueológico se encuentra situado al sudoeste de la ciudad de Mérida, en la ladera del Cerro de San Alvíñ, al pie de la actual Plaza de Toros.

Las referencias sobre la casa del *Mithraeum* son abundantes dado el interés de la misma. Por ello son muchas las noticias o intervenciones practicadas en este lugar a lo largo del tiempo. Las referencias más antiguas, que proceden de D. José Ramón Mérida, hacen mención al descubrimiento de importantes piezas como consecuencia de las obras practica-

das para la construcción del coso taurino. D. José Calasanz Serra Rafols, en 1954, vuelve a hacer mención a la importancia de esta zona. En 1964 D. Eugenio García Sandoval practicará la excavación de todo el espacio de la casa propiamente dicha, poniendo al descubierto todas sus estructuras domésticas². En el año 1970 los técnicos del Museo Nacional de Arte Romano de Mérida realizan nuevos cortes en su interior.

En 1994 la Dirección General de Patrimonio de la Consejería de Educación y Cultura de la Junta de Extremadura procedió a la colocación de una cubierta sobre este yacimiento para salvaguardarlo, dado su enorme valor. Los autores del proyecto fueron los arquitectos D. Rafael Mesa y D. Jesús Martínez. A raíz de estos trabajos se realizó una intervención arqueológica en varias zonas de la *domus*. Los resultados se encuentran recogidos en el "Informe preliminar sobre las excavaciones practicadas en la casa del Mitreo durante los meses de julio a octubre de 1994"³.

La importancia de la *domus Mithraeum* radica en conservar de una manera bastante completa su planta y buena parte de su organización interna, de tal modo que, gracias a ello, se puede obtener una idea bastante aproximada de la tipología de las *domus* itálicas de atrio, provistas de peristilo y *viridarium*, a los que confluyen una serie de espacios que concentraban las actividades privadas y sociales de los moradores de la casa, con grandes estancias derivadas de prototipos helenísticos como: *triclinia*,

1 Divinidad solar-celeste, asociado a Varuna para mantener el orden cósmico. En el orden de las cosas, Mitra es el guardián de la luz y vela por la buena marcha del sol. Incorpora elementos residuales de arcaísmos cultos agrarios de procedencia telúrica. El mito mitraico nacido en Irán se extendió desde España hasta la India y desde Germania hasta África a través de los mitreos o santuarios de Mitra. Cfr. POUPARD P. *Diccionario de las religiones*. Ed. Herder. Barcelona, 1987. CUMONT, F. *Textes et monuments figurés relatifs aux mystères de Mitra*, II. Bruselas.

2 GARCÍA SANDOVAL, E. Informe sobre las casas romanas de Mérida y excavaciones en la "Casa del Anfiteatro". Ed. Servicio Nacional de Excavaciones Arqueológicas en España. Ministerio de Educación. Volumen 49. Madrid.

3 GIJÓN GABRIEL, M. E. "Informe preliminar sobre las excavaciones practicadas en la Casa del Mitreo durante los meses de julio a octubre de 1994". Departamento de Arqueología de Mérida.



*oeci y exedrae*⁴. Esta vivienda muestra un lenguaje arquitectónico maduro, de cuidada geometría en sus proporciones y depurada técnica constructiva.

La casa se organiza en torno a tres patios, que sirven para articular la estructura de la casa y la vida en el interior de la misma. En torno a ellos se distribuyen las dependencias en las que se desarrollan las diferentes actividades, desde las más íntimas en la escala doméstica, paisaje intimista y elementos de referencia a interioridad —dormitorios, comedores familiares...—, hasta las que cumplen una función social derivada del estatus del dueño de la casa —sala de recepción, comedor para invitados...—. Alrededor de las estancias al aire libre también se pretendía una integración de la naturaleza en la casa, mediante la luz, el agua y la vegetación.

La entrada de la casa estaba limitada por dos tiendas. La situada al oeste del vestíbulo debió tener una función comercial, mientras que la ubicada al este está en relación con la industria del hueso. La existencia de estas tiendas y la calzada que lo separa de la actual plaza de toros, donde aparecieron las esculturas mitraicas, hace pensar en la desvinculación e independencia del templo de Mitra y la *domus* suburbana del *Mithraeum*.

Desde la entrada, a través de un largo pasillo o fauces se accede al primer patio, el *atrium* tetrástilo, con hueco cenital y cubierta con pendiente al interior a través de la cual cae el agua al *impluvium* y entra la luz llenando el ambiente interior. El atrio aparece como un elemento de representación y prestigio, como elegante ambiente de recepción y comunicación entre el exterior y la zona más privada de la *domus*. A este patio se abren otras dependencias de la casa, entre las que destaca el *tablinum*, con su mosaico cosmológico⁵.

En el mismo eje del atrio se sitúa el segundo

patio, el *peristilum*, en el que en torno al *impluvium* se ubica una amplia galería delimitada por columnas que mantienen parte de su magnífico revestimiento de estuco. A este patio se abren diversas estancias, entre las que se singulariza la denominada “habitación de las pinturas”, que conserva casi intactos los revestimientos del zócalo y parte de la zona media, con paneles rojos separados por interpaneles de fondo azul, que tienen en su interior las interesantes decoraciones de candelabros⁶.

El tercer patio, que se sitúa en el eje perpendicular al formado por los dos anteriores, contiene en su parte central el *viridarium*. Este jardín se encuentra rodeado por un canal de agua, columnas y una gran galería alrededor de la que se accede a numerosas dependencias, todas ellas con pavimento de mosaico y pinturas parietales. El agua recogida en el canal del *viridarium* era conducida a una gran cisterna, situada al oeste, sobre la cual estuvo ubicado el *triclinium*. Al sur de este patio se sitúan las habitaciones subterráneas de la casa, a las que se desciende a través de una escalera de dos tramos cuyos paramentos están decorados con imitaciones de mármoles brocateles. Las habitaciones subterráneas posiblemente fueron utilizadas como almacenes o dormitorios de invierno.

Al sur de la casa se sitúan las termas: edificación compleja que incorpora el *hipocaustum*, el *praefurnium*... y restos de fragmentos de una gran superficie abovedada cuya decoración era un paisaje marino con gran número de peces y plantas acuáticas de diversos colores y tamaños⁷.

El programa edificatorio de la casa destaca por su solidez estructural, su calidad constructiva y su riqueza decorativa. Todas las fábricas de los muros están apoyadas sobre zócalos o basamentos de mampostería *opus incertum* asentadas con mortero

4 GIJÓN GABRIEL, M. E. “Informe preliminar sobre las excavaciones...”, op. cit.

5 GARCÍA SANDOVAL, E., “El mosaico cosmogónico de Mérida”, BSEAA.

6 ABAD CASAL, L. *Pintura romana en España*. Ed. Universidad de Alicante y Universidad de Sevilla, 1982.

7 *Ibidem*.

de cal. Estos zócalos, que sobresalen ligeramente por encima del pavimento 20-40 cm., impiden la ascensión de humedad por capilaridad y dan rigidez y estabilidad al muro. Sobre los zócalos se apoyan los diversos muros de la casa, cuyos espesores varían en cada una de las estancias. Estas fábricas incorporan sillares de granito que las refuerzan y encuadran en las esquinas de las habitaciones, en los huecos de paso y en algunos cerramientos exteriores.

Todos los paramentos están revestidos con una gruesa capa de mortero de cal y acabado de estuco pigmentado, de gran riqueza decorativa. Las columnas de los patios son de alma de piedra de granito o de cerámica aparejada. Tanto unas como otras están revestidas de mortero de cal y con acabado de estuco de gran calidad en toda su superficie. Las partes bajas incorporan en el enfoscado un mortero hidráulico.

La pavimentación está realizada con mosaico en las habitaciones y corredores. En ella destaca el citado mosaico cosmológico del *tablinum*, rodeado de una composición de motivos geométricos. Puesto que el *tablinum* habitualmente contaba con escaso mobiliario y su propietario realizaba en él las recepciones, con el mosaico cosmológico se buscó un derroche de belleza, grandiosidad y buen gusto decorativo. De ahí que constituya el elemento central de esta estancia. El resto de los pavimentos responden a la técnica de *opus signinum*, y se localizan

en las zonas próximas o en contacto con el agua⁸. En la pavimentación de las fauces aparecen suelos de tierra compactada.

La casa posiblemente recogía agua de las conducciones generales de *Augusta Emerita* —por sus inmediaciones discurría el acueducto de Cornalvo—, pero, además, la *domus* realiza, a través de los estanques de los patios, la recogida de agua pluvial que, mediante una red de canales, es conducida a la gran cisterna. Asombra ver el programa de estas obras hidráulicas que informa del gran conocimiento sobre la construcción y los materiales, su esencia, y el orden que le daba a cada uno su sitio. Los hormigones y los morteros hidráulicos empleados en las conducciones y el almacenamiento de agua son de una gran calidad.

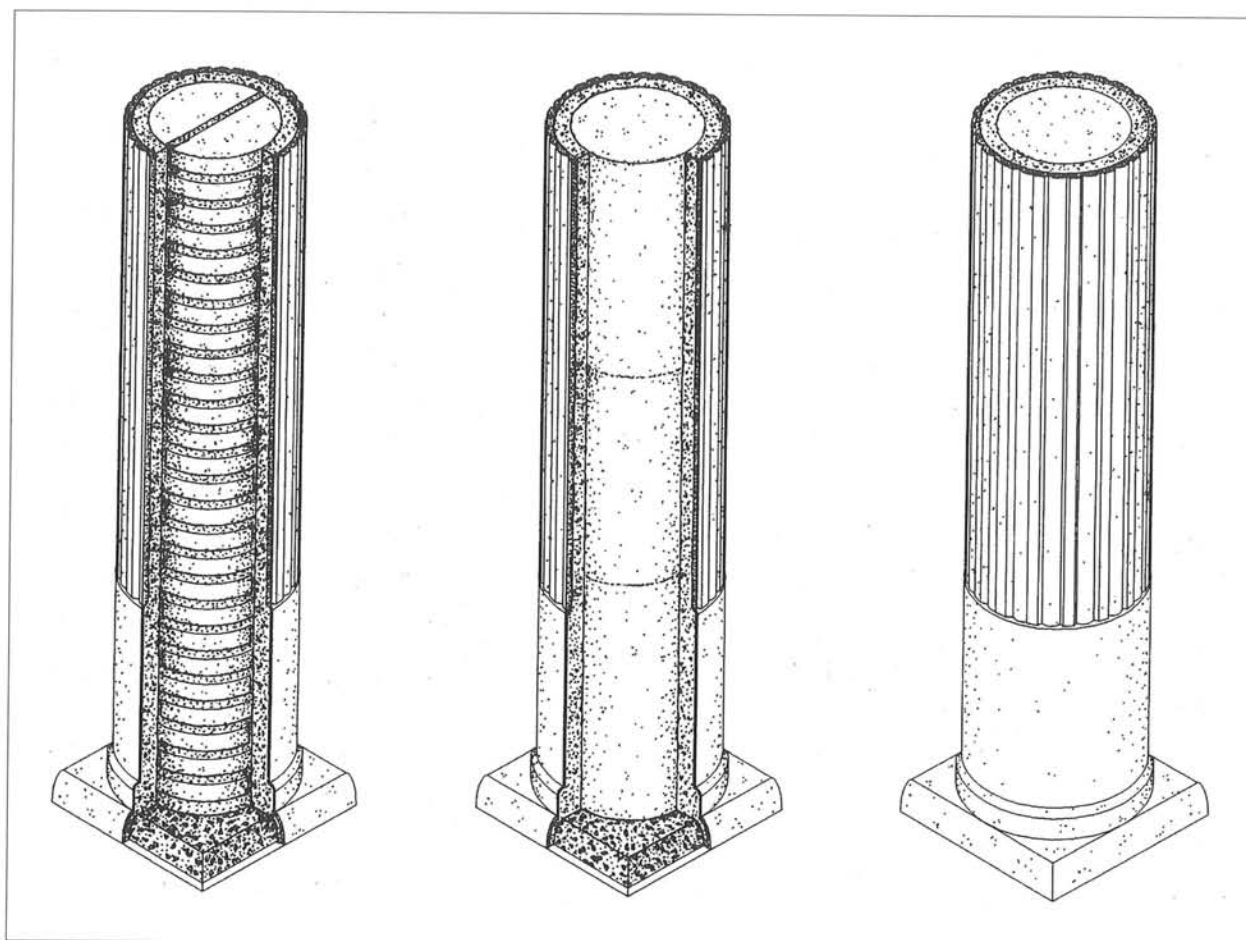
Al ver la *domus* del *Mithraeum* se descubren conceptos ancestrales sobre la casa en su sentido más amplio, un sentimiento originario de los elementos de la arquitectura, los patios, la luz cenital entrando al interior, el jardín,... referencia a la arquitectura actual y se recuerdan las palabras que escribió Le Corbusier mientras croquizaba la casa *delle Nozze di Argento*:

*Cielo abierto, inmenso
colosal vestíbulo, altura de catedral
lleno de sombra y al fondo el estallido del jardín
masas luminosas y volúmenes oscuros.*⁹

8 Con respecto a estos pavimentos, en el informe arqueológico se indica que bajo ellos aparece una preparación mediante rollos de río y piedras menudas, con el objeto de nivelar el terreno. Cfr.

GIJÓN GABRIEL, M. E. "Informe...", op. cit., págs. 5 y 9.

9 LE CORBUSIER, *Vers une Architecture*. Ed. Vincent Féral and Cie. París, 1996, pág. 149.



LÁMINAS 1, 2 y 3

Secciones constructivas de la elaboración de columnas con mortero de cal. El interior de las columnas es de cerámica (lámina 1) o de piedra granítica (láminas 2 y 3). Sobre este núcleo y soporte de la columna se aplicaba una o varias capas de mortero de cal. Antes de secarse la última capa aplicada, mediante terrajas, se configuraban los fustes acanalados, las estrías y demás motivos decorativos. En la basa de las columnas próximas al agua, el mortero empleado incorpora agregado cerámico para aportar hidraulicidad. Una vez seca la última capa de enfoscado se aplicaron dos capas de estuco, la primera de estuco blanco y la de acabado con incorporación del pigmento mineral. Finalizada la aplicación del estuco, se le sometía a un intenso planchado con la llana hasta obtener lustre y una textura superficial marmórea del elemento. En las columnas se obtiene una gran armonía entre la forma y el color, dando una gran riqueza a los espacios (Dibujo de María Dolores Robador)

ELABORACIÓN DE LAS COLUMNAS DE LA CASA DEL MITHRAEUM CON MORTERO DE CAL

Las columnas de la casa del *Mithraeum* constituyen en sí todo un tratado de la técnica romana de elaboración de columnas fingidas de mármol, a base de mortero de cal (láminas 1-3).

Este tipo de columnas aparecen en la mayoría de los edificios de la época romana, como se comprueba en el foro de Roma, en la ruinas de Pompe-

ya, etc. En esta casa, por los restos que se mantienen, se constatan diversas técnicas empleadas en la ejecución de las simbólicas columnas romanas.

Estas columnas contienen un interior, que es el verdadero soporte, el fuste labrado con piedra granítica en los dos primeros patios (láminas 2 y 3). En el peristilo del *viridarium*, además de núcleos inter-

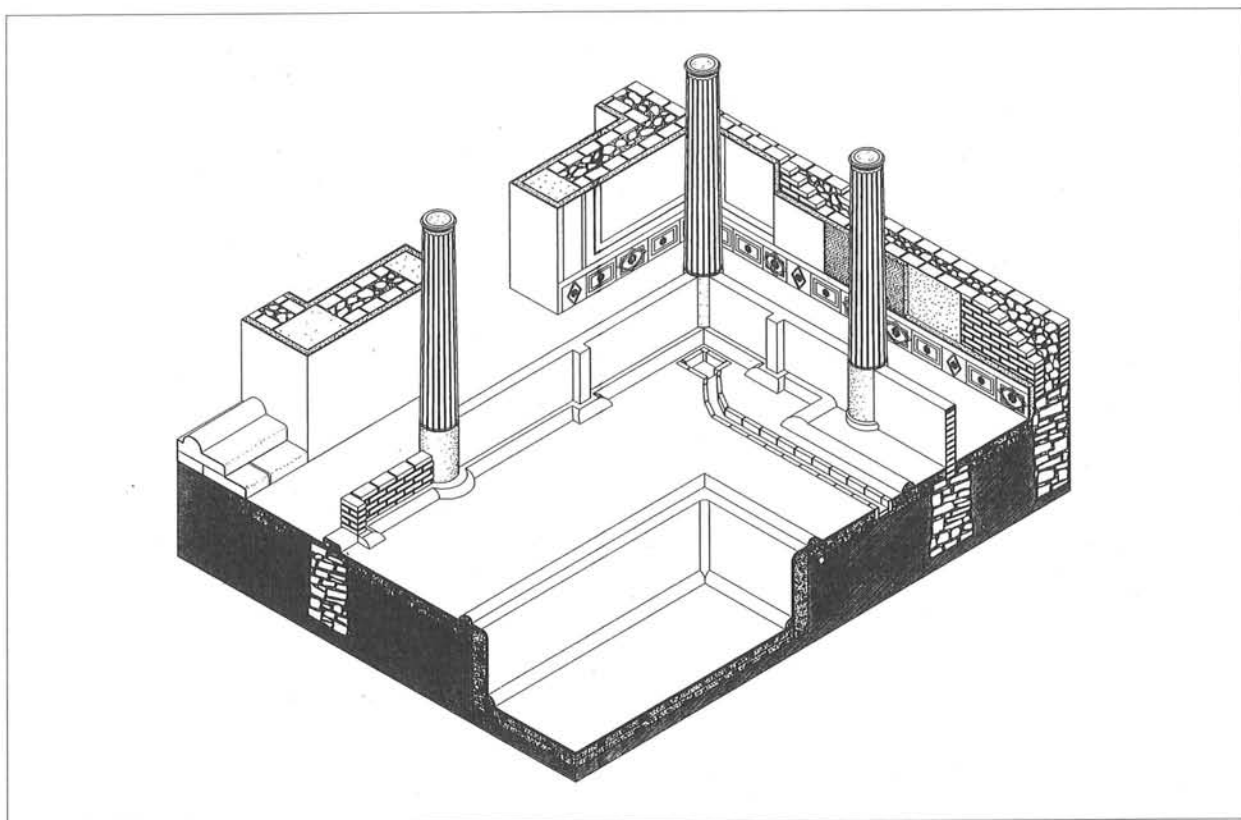


LÁMINA 4

Sección constructiva del peristilo. Ángulo noroeste, visto desde el sudeste (Dibujo de María Dolores Robador)

nos de piedra, otras columnas están construidas con ladrillos, en forma de medio disco, y aparejados en cada hilada (lámina 1).

Estos fustes, tanto el de piedra, como el de ladrillo, se revisten con una primera capa de mortero grueso de cal, de un espesor comprendido entre 30 y 40 mm. En las zonas bajas de algunas columnas se añade cerámica triturada a la mezcla, para aportar impermeabilidad (lámina 26). Sobre la primera capa, se le aplicó otra, de granulometría más fina para facilitar el terrajado y garantizar que se marquen bien las aristas, no siendo arrolladas por granos gruesos del mortero de cal; el espesor de esta capa es de aproximadamente 10 a 20 mm de espesor, en la que a base de terrajas se imprimían estrías, acanaladuras, etc., que decoraban cada tipo de columnas. Sobre la capa aterrajada, se aplicaron dos capas finas de mortero de estuco, blanco

y de color. Estas capas se describen a continuación, a través del estudio realizado a diversas muestras de los morteros de revestimiento con los que están elaboradas.

1.-MORTERO DE REVESTIMIENTO DE LAS COLUMNAS DEL PERISTILO. CAPA DE ENFOSCADO DE LOS FUSTES. MUESTRA 105.I.

La presente muestra corresponde al mortero empleado en la elaboración de las columnas del segundo patio, en concreto pertenece a uno de los fustes de una de las columnas (lámina 4).

Este mortero de la capa interior del revestimiento del fuste, capa de enfoscado o guarnecido, tiene como misión el recubrir la piedra base de granito y darle la forma propia de la columna que se trate de moldear. En la imagen de la figura 5 se aprecia cómo sobre el soporte de granito del núcleo



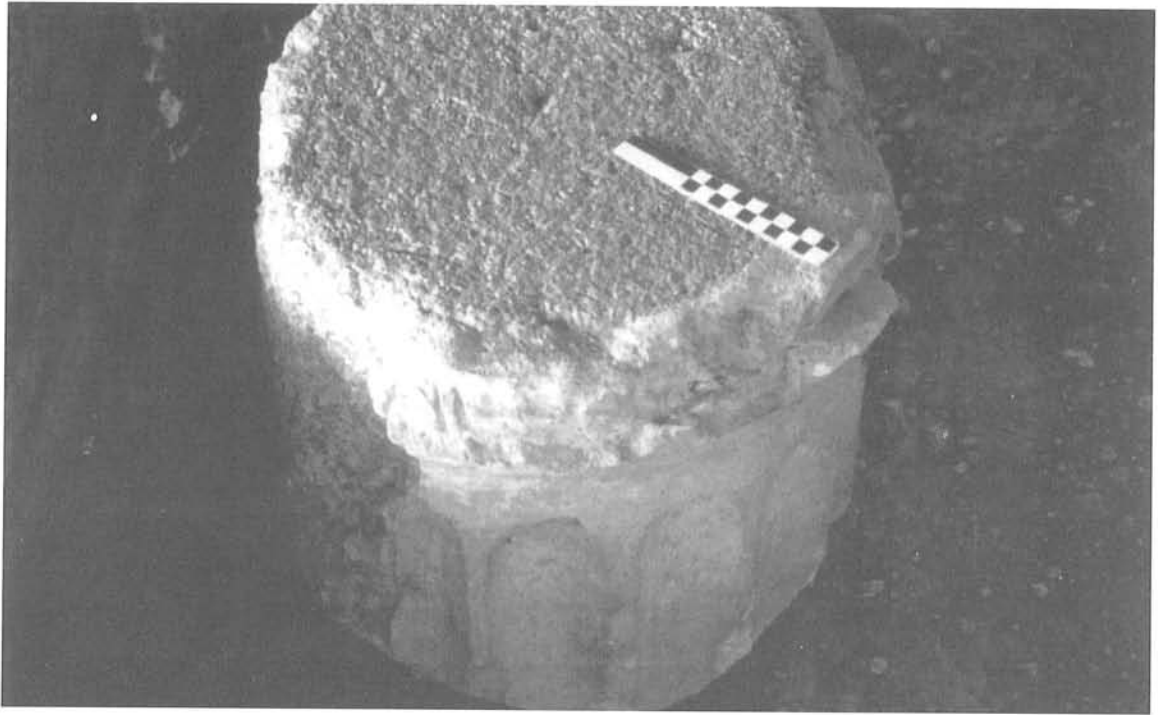


LÁMINA 5
Fuste de una de las columnas del peristilo

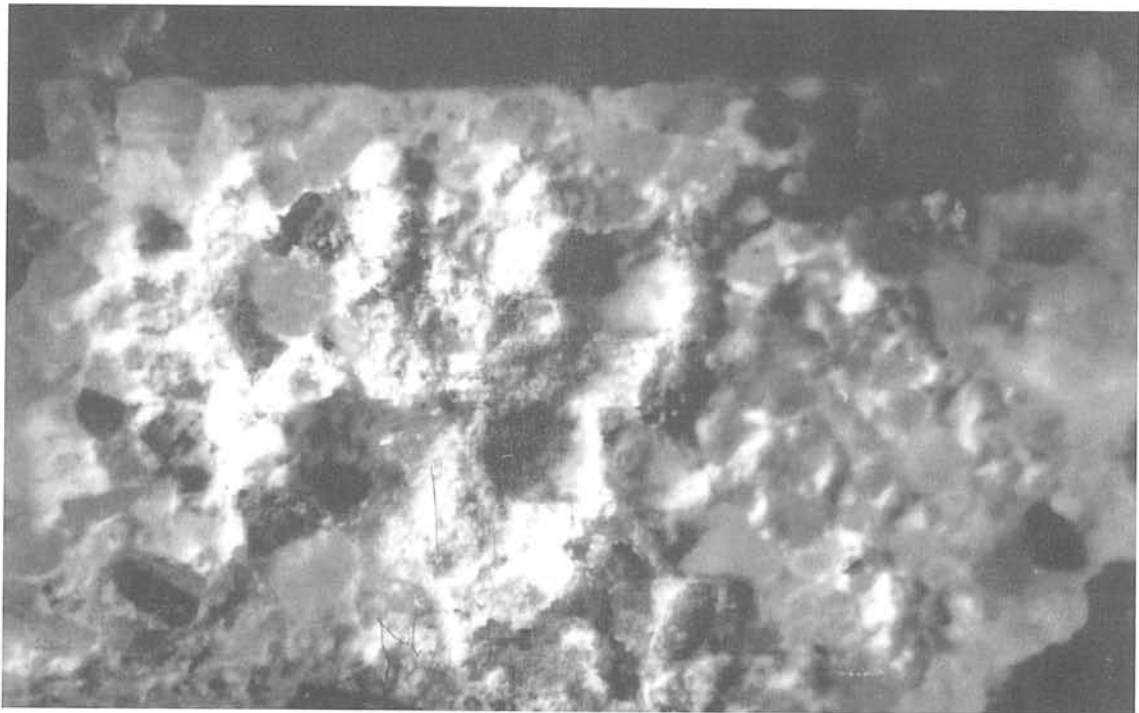


LÁMINA 6
Corte estratigráfico del mortero de enfoscado y del estuco de acabado de la muestra 105.I de la columna, ampliado 25 veces

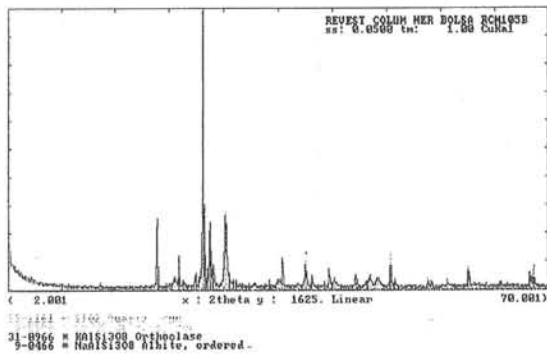


LÁMINA 7

Diagrama de difracción de rayos X de la muestra 105.I

de la columna se aplicó una primera capa de mortero de cal de 1,5 a 3 cm. de espesor. Una vez aplicada la capa de enfoscado, cuando había adquirido una cierta consistencia, mediante terrajas, se le daba forma imprimiendo las acanaladuras, que recorren el fuste simulando ser una columna de mármol tallado. Cuando esta capa había endurecido se aplicaban las capas de estuco de color, finalizando con un intenso planchado hasta conseguir el lustre característico de las columnas de mármol pulimentadas.

En este tipo de mortero se ha de conseguir un gran espesor. Por ello se requiere un árido de grano grueso y, por tanto, su proporción de cal es pequeña. La dosificación en peso es de una parte de cal, tres partes de árido silíceo y 0,2 partes de tejos, cerámica triturada. La proporción de cal de las dosificaciones ha sido calculada como valor objetivo de cal en polvo, si la dosificación se expresase en cal en pasta habría que corregir la proporción aumentando la cantidad variable de agua. En este mortero de revestimiento no es necesaria la propiedad de alta hidráulica, por lo que la proporción de arcilla cocida triturada es pequeña.

La densidad del mortero es alta, por lo que su porosidad es baja. Con respecto al pH, de valor 7,3, se comprueba que el mortero es antiguo y aún le queda cal libre por carbonatar. En el análisis químico se percibe que no tiene compuestos agresivos (tabla I).

TABLA I. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MUESTRA 105-I

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
Densidad gr/cc	Porosidad %	pH
1,58	30,9	7,3

DOSIFICACIÓN DEL MORTERO	
Dosificación en peso (cal/arena/tejos)	Dosificación en volumen (cal/arena/tejos)
1 / 3 / 0,2	1 / 1,2 / 0,1

COMPOSICIÓN QUÍMICA					
Cal (CaO)	Silice (SiO ₂)	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Magnesia (MgO)	Pérdida al fuego
%	%	%	%	%	%
16,4	67,3	0,4	0,7	0	14,8

OTROS COMPUESTOS QUÍMICOS				
Sulfatos (SO ₄)	Cloruros (Cl)	Amoniaco (NH ₄)	Nitritos (NO ₂)	Nitratos (NO ₃)
%	%	%	%	%
0,3	0,015	0,0010	0	0,14

En el corte estratigráfico del mortero de enfoscado se percibe la blancura de la cal y la compacidad obtenida con el agregado (lámina 6). Se aprecia también la variedad de áridos, como se confirma con el diagrama de difracción de rayos X (lámina 7). En él aparece una gran proporción de cuarzo, marmolina en forma de calcita y, minoritariamente los feldespatos que acompañan al cuarzo: ortoclasas y albita. Éste último, formado por silicatos de aluminio y sodio, es comúnmente de color blanco. El diagrama de difracción de esta capa pone de manifiesto que la arena empleada en cada capa del revestimiento de las columnas es distinta: el feldespato predominante en ella es la ortoclase (lámina 7), mientras que en el estuco blanco de la siguiente capa es la albita (muestra 105.E, lámina 18) y en la capa de estuco amarillo-ocre prácticamente no aparecen feldespatos (muestra 105.E, lámina 19).

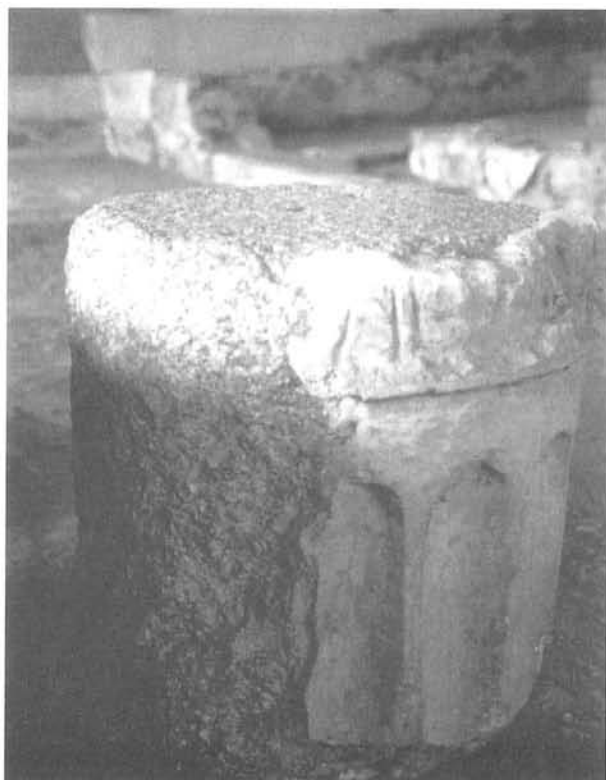


LÁMINA 8

Fuste de las columnas del peristilo

2.—MORTERO DE REVESTIMIENTO DE LAS COLUMNAS DEL PERISTILO. ESTUCO DE ACABADO DE COLOR AMARILLO-OCRE. MUESTRA 105.E.

Este mortero corresponde a la capa de acabado o de enlucido, de 2,2-5 mm de espesor, aplicado sobre la capa de enfoscado o guarnecido anterior (muestra 105.I). Entre ambos morteros se encuentra una fina capa de estuco blanco que regulariza la superficie, consiguiendo una mayor planeidad. Este estuco aporta una gran riqueza decorativa, tanto por su forma como por la belleza del color y su textura finísima de acabado.

Las características del enlucido son similares a las del material sobre el que está aplicado. Sin embargo, su granulometría es mucho más fina, lo que indica su proporción de cal mucho mayor. La composición de este mortero es principalmente de cal con árido silíceo, marmolina (mármol finamente triturado) y pigmento mineral para su coloración.

Así aparece una dosificación en peso de una parte de cal y 1,3 partes de árido silíceo (tabla II). El porcentaje de marmolina habría que deducirlo del porcentaje en cal. La proporción de cerámica triturada es de 0,1, prácticamente imperceptible.

TABLA II. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MUESTRA 105-E.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Densidad gr/cc	Porosidad %	pH
1,63	29,3	7,5

DOSIFICACIÓN DEL MORTERO

Dosificación en peso (cal/arena/tejos)	Dosificación en volumen (cal/arena/tejos)
1 / 1,3 / 0,1	1 / 0,5 / 0,1

COMPOSICIÓN QUÍMICA

Cal (CaO)	Sílice (SiO ₂)	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Magnesia (MgO)	Pérdida al fuego
%	%	%	%	%	%
26,5	48,6	0,7	1,0	0	22,5

OTROS COMPUESTOS QUÍMICOS

Sulfatos (SO ₂)	Cloruros (Cl)	Amoniaco (NH ₃)	Nitritos (NO ₂)	Nitratos (NO ₃)
%	%	%	%	%
0,3	0,015	0,0010	0	0,012

Este mortero de capa de acabado ha incorporado un pigmento mineral, como ya se ha dicho, color amarillo-ocre que, puede ser arcilla amarilla natural tipo albero. La densidad y la porosidad presentan los valores normales para estos tipos de acabados. El pH 7,5 indica que aún no se ha carbonatado por completo. Además su alcalinidad está motivada por la alta proporción en cal, que hace que su durabilidad sea mayor.

En la sección constructiva de la figura 10 se puede apreciar el tambor de granito sobre el que se aplicó el mortero de enfoscado de mortero de cal. Se percibe la perfección conseguida en las acanaladuras y demás formas geométricas. En su superficie exterior se representa la capa de estuco de color

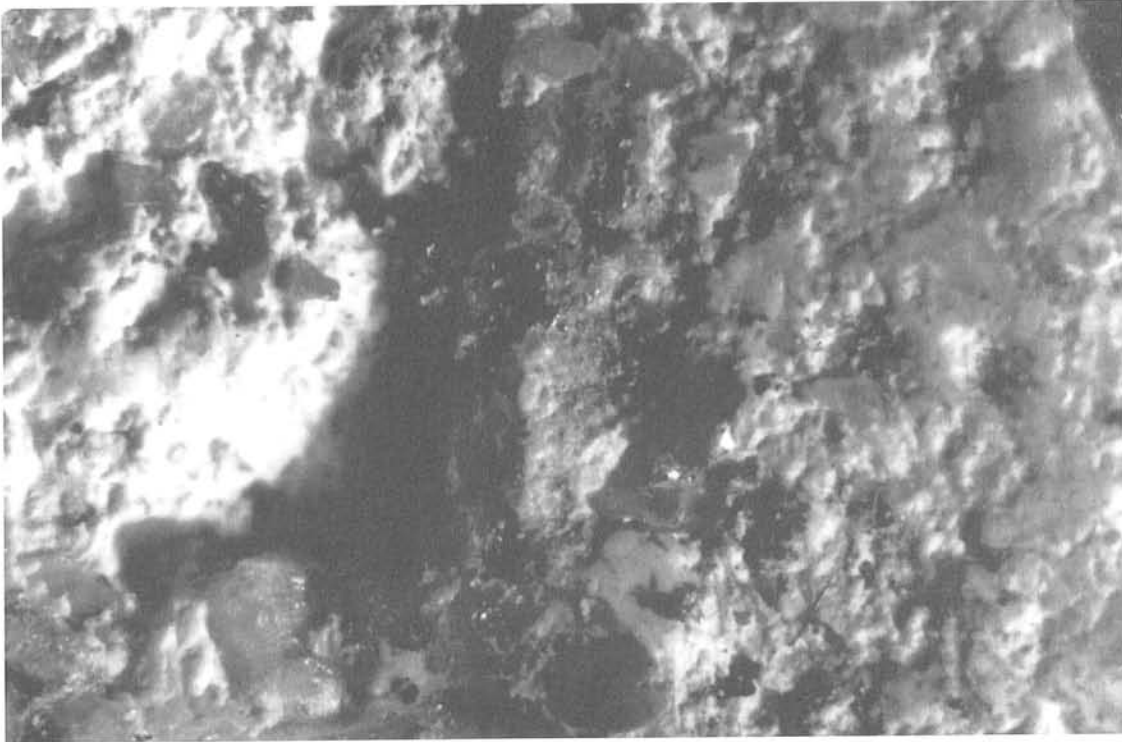


LÁMINA 9

Corte estratigráfico de las capas de acabado del revestimiento, ampliado 25 veces. Se observa la capa de mortero de estuco de cal blanco y la capa final de estuco color amarillo ocre

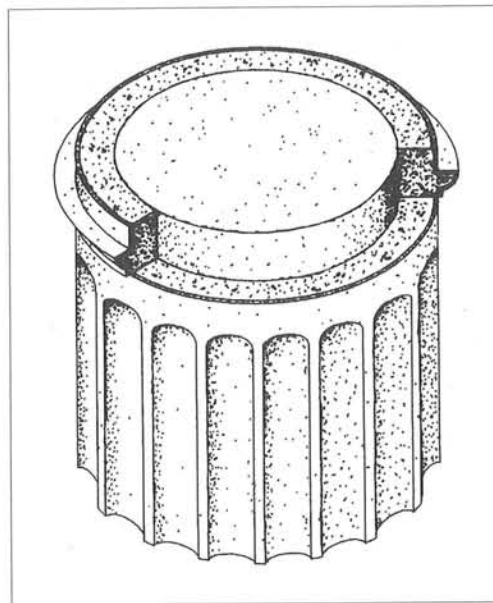


LÁMINA 10

Sección constructiva del revestimiento de las columnas en el peristilo. MDR



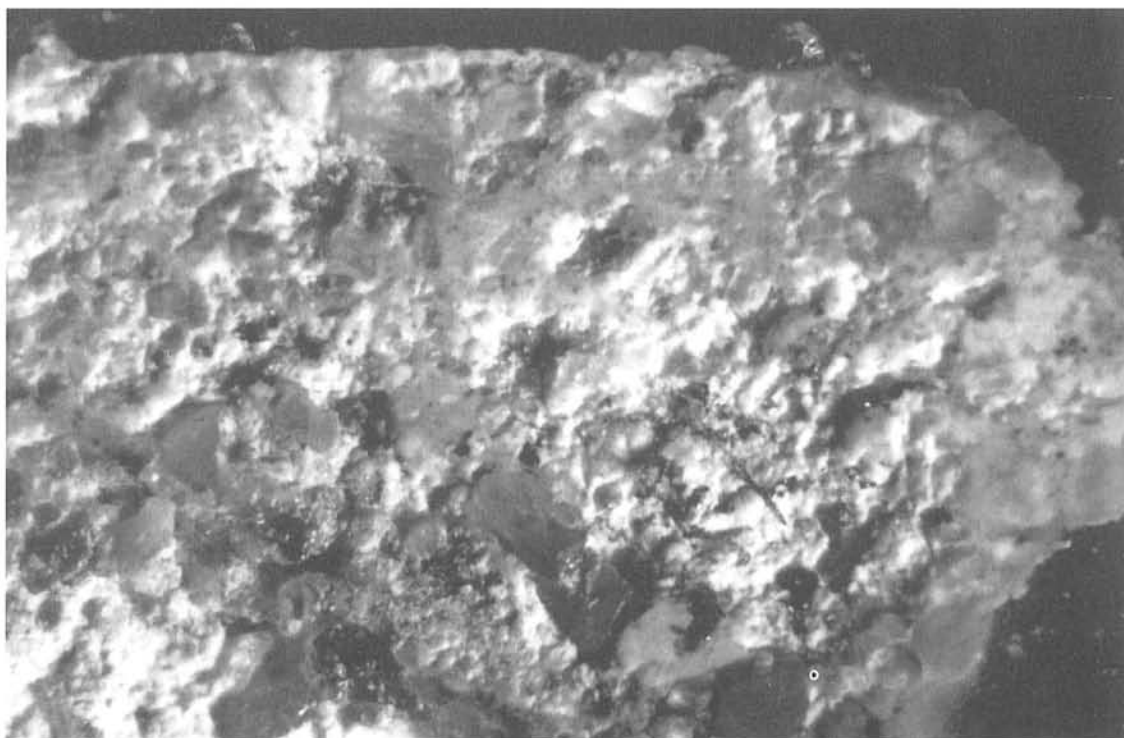


LÁMINA 11

Microfotografía del corte estratigráfico de la capa de estuco de color amarillo ocre de la muestra 105.E, ampliada 25 veces

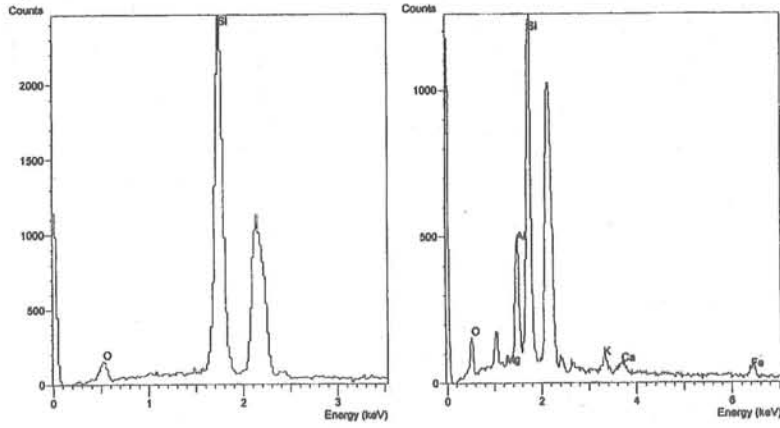
ocre con granulometría más fina. La unión de las dos capas de mortero de estuco se puede observar en la microfotografía del corte estratigráfico (lámina 9), en la que se distingue la diferencia de color y de árido de cada una de las capas, adecuado a la misión que cumplen.

Tanto la composición del mortero como su esmerada aplicación indican un dominio perfecto de este tipo de materiales, que, aún habiendo pasado siglos, se conserva en mejor estado que muchos de los morteros aplicados con la tecnología actual. A la vista de muchos de estos resultados surge la pregunta de por qué prácticamente se dejaron de aplicar estos morteros de cal en la actual construcción.

Para tener un mayor conocimiento de este estuco romano se procedió a la preparación de unas estratigrafías. Éstas se observaron al microscopio. Una de ellas, la que corresponde a la lámina 11, está ampliada 25 veces. La capa de estuco de acabado que aparece representada tiene un

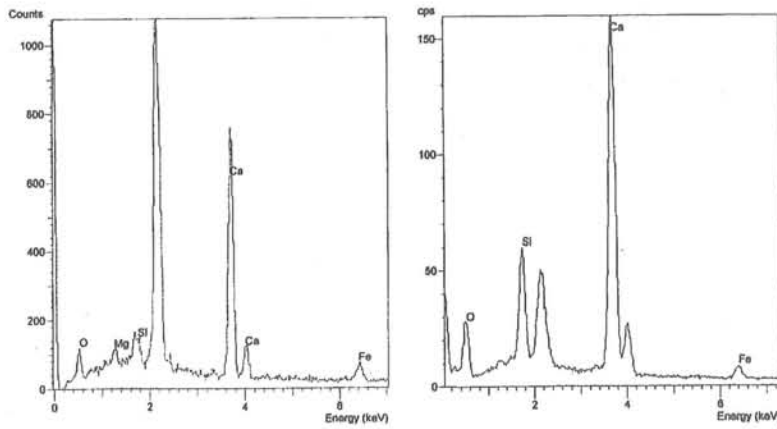
espesor comprendido entre 2.200 y 2.800 (m., pero varía a lo largo del revestimiento de la columna según la forma geométrica de la zona de la que se trate, alcanzando valores comprendidos en el intervalo de 2,2 a 5 mm.

Sobre la estratigrafía se realizó el análisis químico por energías dispersivas de rayos X. En la zona de color ocre esta técnica permitió obtener el análisis químico de las pequeñas estructuras visibles en el microscopio electrónico. En el análisis de los agregados se localizaron puntos ricos en silicio y oxígeno, correspondientes al árido de cuarzo, tal como aparece en el primer espectro (lámina 12) y se comprueba con el diagrama de difracción de rayos X (lámina 19). El espectro de la lámina 13 corresponde a puntos ricos en silicoaluminato potásico, feldespato que, junto con la sílice y el mármol triturado, componen los granos de árido que se observan en la imagen de la lámina 11 del corte estratigráfico.



LÁMINAS 12 y 13

Análisis químico por energías dispersivas de rayos X del agregado del estrato color ocre



LÁMINAS 14 y 15

Análisis químico por energías dispersivas de rayos X del conglomerante del estrato color ocre

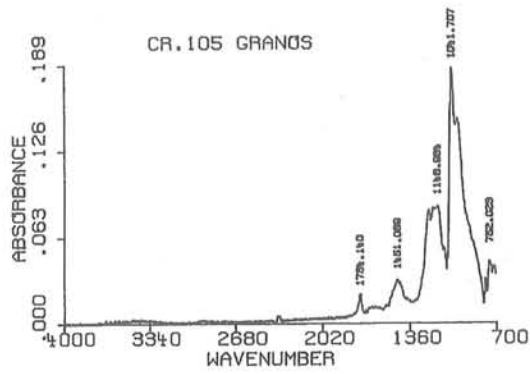


LÁMINA 16

Espectro de infrarrojos del agregado del estrato color ocre, de la muestra 105.E

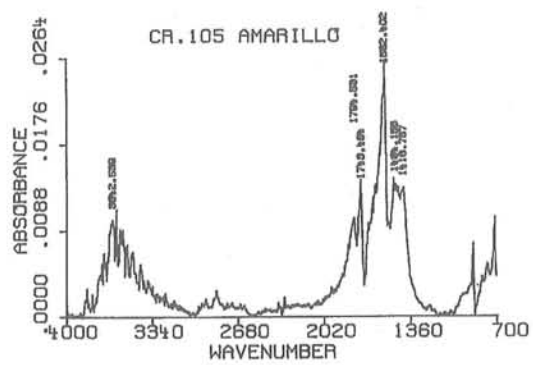


LÁMINA 17

Espectro de infrarrojos del conglomerante del estrato color ocre, de la muestra 105.E



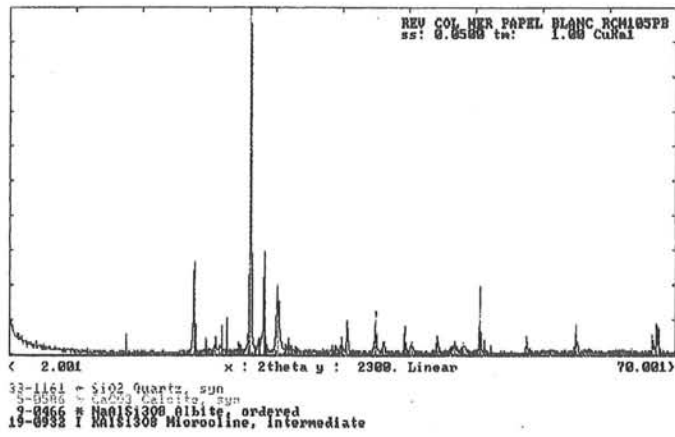


LÁMINA 18

Diagrama de difracción de rayos X del estuco blanco de la muestra 105.E

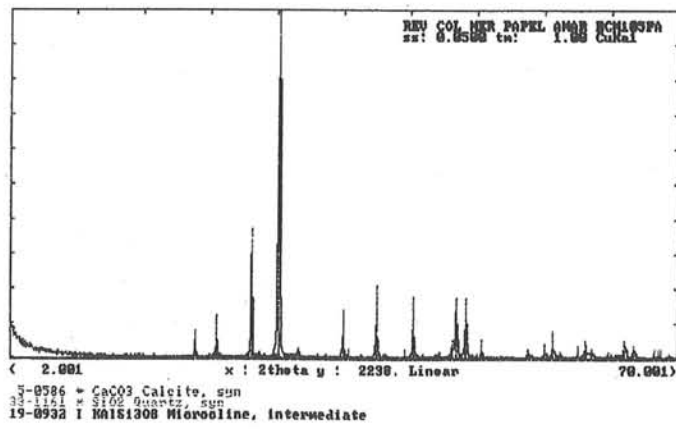


LÁMINA 19

Diagrama de difracción de rayos X de estuco amarillo ocre de la muestra 105.E

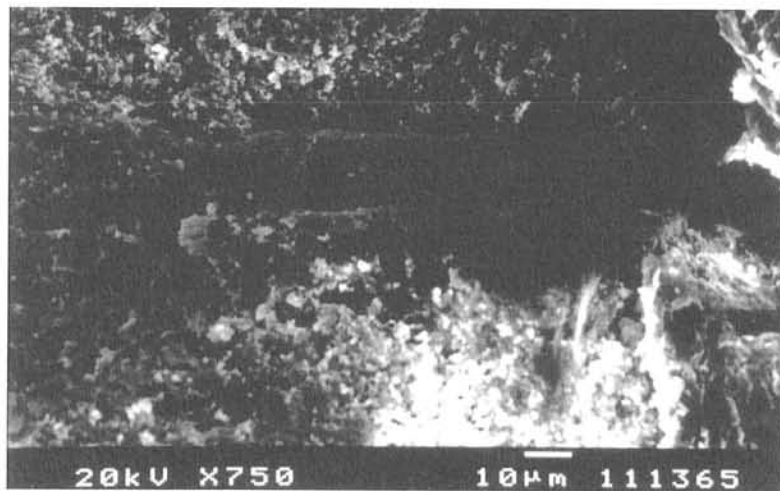


LÁMINA 20

Microfotografía del mortero de estuco realizada en el microscopio electrónico de barrido, ampliada 750 veces

El espectro de la lámina 14, de energías dispersivas, denota la presencia de calcita y silicatos magnésicos, que aparecen junto con el cuarzo del agregado. También aparece hierro. Este compuesto que no aparece en el estrato blanco, sobre el cual se aplicó el estuco, demuestra que la coloración de esta capa se ha obtenido con una proporción aportada de óxido de hierro. Este pigmento mineral introduce color en la masa del mortero y al ir carbonatando la cal, se hace solidario en la capa de revestimiento. Por ser un compuesto inorgánico, mantiene su coloración con el paso del tiempo, sin alterarse.

El espectro de energías dispersivas de la lámina 15, permite localizar puntos ricos principalmente en calcio y también con una proporción de silicio, oxígeno y hierro, lo que prueba la homogeneidad obtenida entre el conglomerante, el árido y el pigmento mineral.

Es de destacar, tal como se comprueba en los diagramas de rayos X que determinan los compuestos minerales del mortero, la selección tanto de la cal como de los agregados para cada una de las capas de este tipo de revestimientos. En la capa de enfoscado (muestra 105.I, lámina 7) se vio cómo contenía gran proporción de árido silíceo para aportar mayor dureza al revestimiento. En éste predominaba el feldespato ortoclasa. En el estuco blanco se reduce la proporción de árido y se cambia de tipo de arena, siendo un árido distinto al de la capa inferior, pues está enriquecido con el feldespato albita (lámina 18). En el caso del estuco amarillo-ocre, se reduce considerablemente el árido silíceo, crece la marmolina y, principalmente la proporción de cal. En este caso, la pequeña porción de arena prácticamente es sólo cuarzo, sin feldespatos (lámina 19).

En el diagrama de difracción de rayos X de la capa de acabado aparece, por tanto, la calcita procedente de la cal carbonatada y la calcita procedente del árido de marmolina, incorporado como agregado en la confección del mortero (lámina 19). La

marmolina aporta a los morteros de estuco una mayor luminosidad y riqueza decorativa, de tal forma que, al unirse con la cal, que con el paso de tiempo se va carbonatando, ofrece un material similar al mármol que pretende imitar el revestimiento de la columna. Vitruvio lo describe en el capítulo tercero de su séptimo libro de *Los diez libros de Arquitectura*: “Además, si han sido bien trulladas y alisadas, el mármol les prestará una dureza y una blancura que harán resaltar la nitidez y viveza de los colores que sobre ellas se apliquen.”

Los diagramas de las láminas 16 y 17, corresponden a los análisis de espectroscopía de infrarrojos. En ellos el espectro de infrarrojos permite conocer la presencia de compuestos orgánicos tales como barnices, colas, aceites, lacas, etc. También permite detectar la presencia de aniones inorgánicos, como sulfatos, carbonatos, nitratos, etc. Al proceder a la realización de esta técnica analítica en el estrato blanco, da como resultado la presencia de silicatos y de compuestos orgánicos (lámina 16). Estos compuestos orgánicos son posiblemente aceites o ceras. El estrato de color amarillo-ocre presenta las bandas características de carbonatos y de compuestos orgánicos (lámina 17). Por lo tanto, se constata la existencia en los morteros de compuestos orgánicos. En concreto, pueden ser grasas, ceras o aceites, aditivos que, en pequeñas dosis, se suele añadir a los morteros para suavizar el esfuerzo de aplicación, facilitando el roce de la superficie de las herramientas de aplicación, especialmente en el planchado realizado en la superficie de acabado para obtener lustre y brillo, que constituye la fase final en la aplicación de los estucos. Vitruvio en el capítulo tercero del libro séptimo hace referencia a la operación final realizada sobre el mortero para obtener lustre: “...cuando han sido sometidos a repetidos pulimentos no sólo resultan brillantes, sino que precisamente por ese trabajo dan nitidez y brillo a las imágenes pintadas sobre ellos”.

Las imágenes 20, 21 y 24 corresponden a micro-



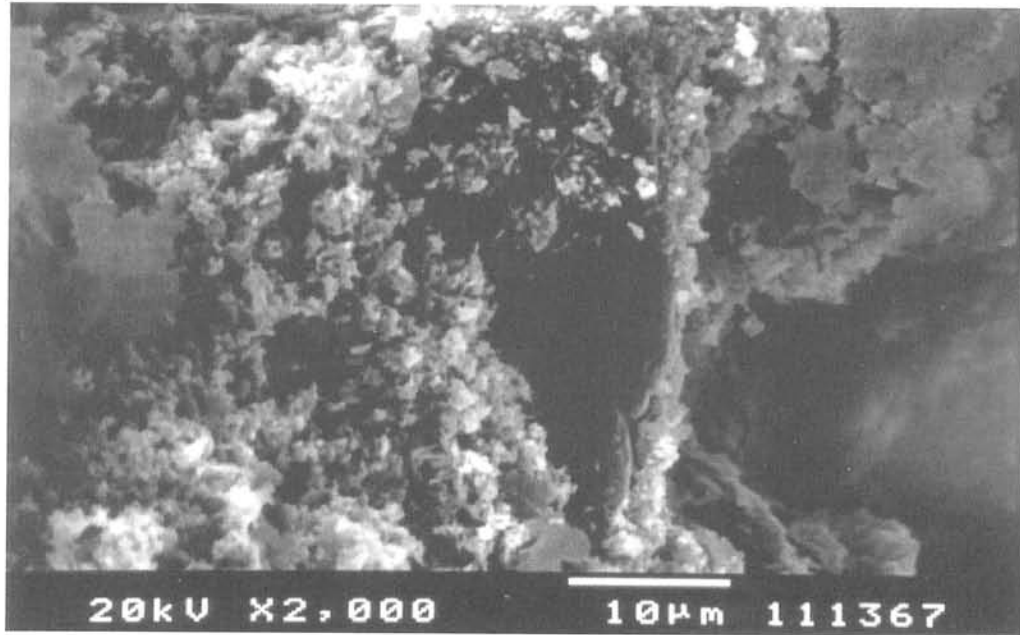


LÁMINA 21

Microfotografía del mortero de estuco, ampliada 2.000 veces

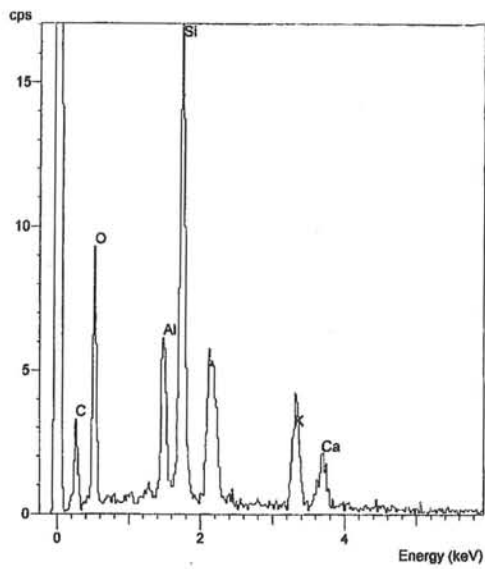


LÁMINA 22

Análisis químico por energías dispersivas de rayos X del agregado laminar de la figura 20

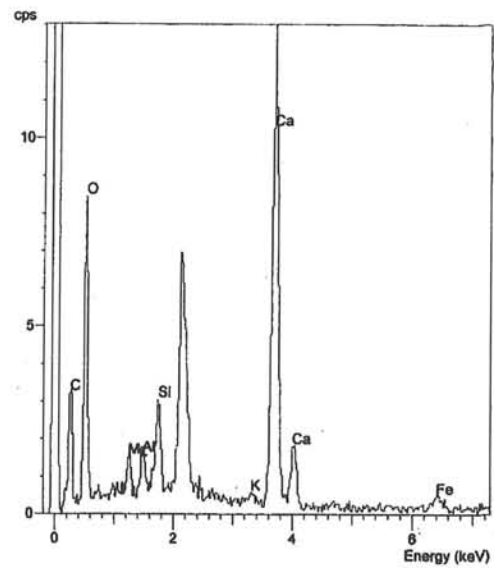


LÁMINA 23

Análisis químico por energías dispersivas de rayos X de la estructura de la figura 24

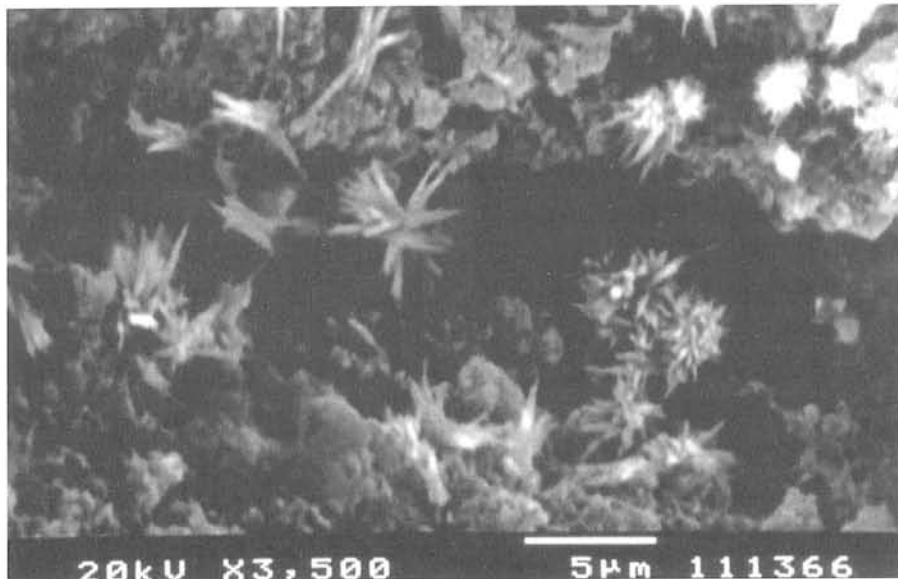


LÁMINA 24

Microfotografía del mortero de estuco, ampliada 3.500 veces

fotografías del mortero de estuco de la capa de acabado del fuste de las columnas del peristilo. En ellas se visualiza la morfología de las estructuras muy pequeñas ampliadas 750, 2.000 y 3.500 veces. Los diagramas que las acompañan (láminas 22 y 23) corresponden a análisis por energías dispersivas de rayos X, representando el análisis químico de la superficie de estas estructuras vistas al microscopio electrónico.

En la microfotografía de la figura 20, ampliada 750 veces, se observa un grano de agregado envuelto por la masa cementante de cal carbonatada. El espectro del análisis por energías dispersivas de rayos X de la figura 22, pertenece a esta microfotografía y en él aparece silicio, calcio, oxígeno, aluminio, potasio y carbono. Corresponde a mica o un feldespato potásico del árido, fuertemente adherido a la cal carbonatada.

La microfotografía de la figura 21, ampliada 2.000 veces, muestra un grano muy laminar, posiblemente de mica, adherido a la cal carbonatada en forma de calcita. Se puede apreciar la estructura de cal, en la que se observa la cohesión con el agrega-

do a la vez que una cierta porosidad que permite transpirar al mortero.

En la microfotografía de la figura 24, ampliada 3.500 veces, se puede observar una estructura singular de los componentes del mortero. Para poder observarla ha sido necesario hacer una ampliación mayor de la imagen. El espectro de la figura 23, del análisis por energías dispersivas de rayos X, corresponde a esta microfotografía. En él aparece abundantemente la cal, determinada por sus compuestos de calcio, carbono y oxígeno. La original estructura que aparece en la imagen puede ser una mezcla de carbonato cálcico y silicatos o ceolita, ya que ésta es su morfología típica. La ceolita es un producto de cristalización rápida de neoformación. En el espectro también se observa la presencia del hierro, como parte del óxido de hierro incorporado en la masa para la coloración del mortero de la capa de acabado.

Sobre la base de los datos experimentales obtenidos, puede concluirse que el revestimiento de estuco de la columna está aplicado sobre una capa de mortero de cal de 1,5-3 cm de espesor, con dosi-





LÁMINA 25

Detalle de las capas de revestimiento de las columnas sobre soporte cerámico.
Columna del vértice suroeste del *viridarium*, vista desde el este

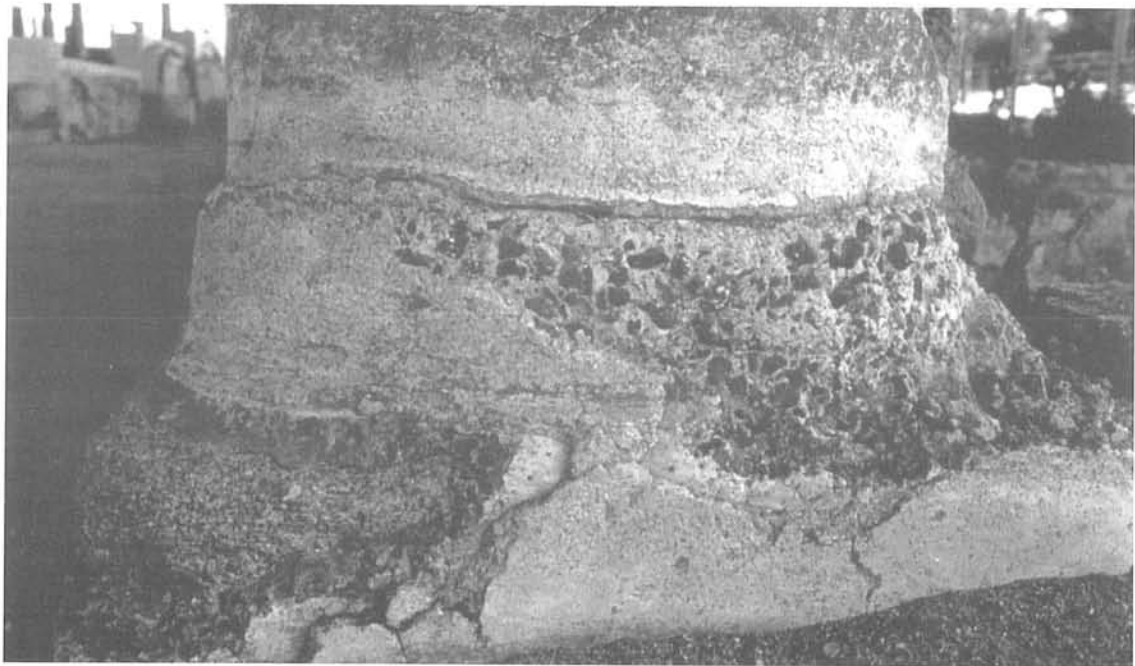


LÁMINA 26

Basa de columna revestida con mortero de cal y agregado cerámico que aporta hidráulicidad.
Columna del vértice noroeste del *viridarium*, vista desde el oeste

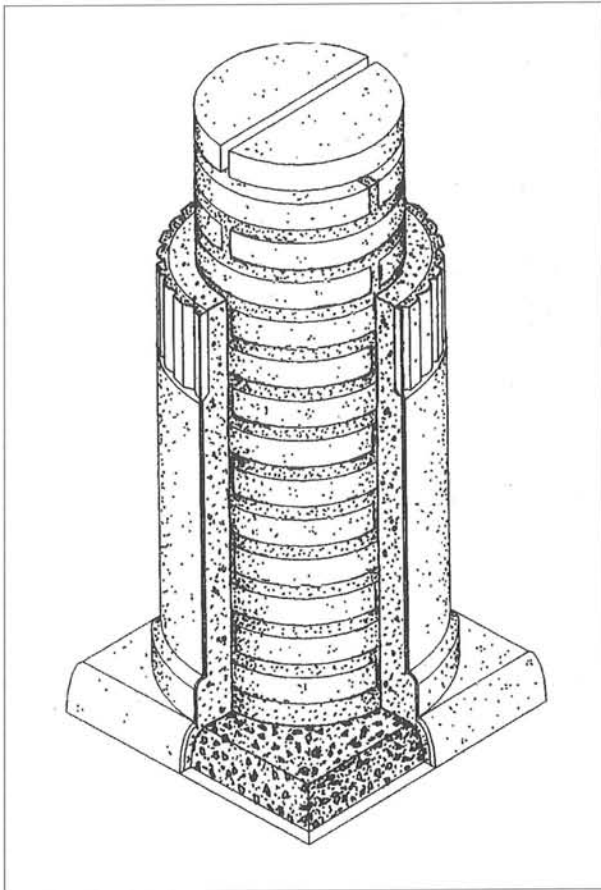


LÁMINA 27

Sección constructiva de elaboración de columna con alma de cerámica y revestimiento con capas de mortero de cal. MDR

ficación en peso de cal, árido silíceo y tejos de 1/3/0,2. Sobre él se aplicó una fina capa de estuco blanco y otra de acabado con estuco de color ocre de 2,2- 5 mm de espesor. La dosificación en peso del estuco es de 1/1,3/0,1, formado por una cal de alta calidad. El agregado está compuesto de árido silíceo y marmolina finamente triturada de tamaño máximo 0,8 mm. El pigmento mineral es óxido de hierro, que incorpora en masa el color amarillo-ocre. Posiblemente en su ejecución se emplearon aceites para suavizar el esfuerzo de aplicación, cerrar los poros y obtener una mayor nitidez y brillo en el acabado. Sobre estos morteros de estuco se destaca la gran calidad del material, de su ejecución y su alto valor decorativo.

3.—MORTERO DE REVESTIMIENTO DE LAS COLUMNAS DEL VIRIDARIUM. CAPA DE ENFOSCADO DE LAS COLUMNAS. MUESTRA 109.I.

La muestra que a continuación se desarrolla pertenece a una de las columnas del tercer patio, el que incorpora el *viridarium* en su parte central. La capa de enfoscado de este mortero tiene una dosificación de una parte de cal, 2,5 partes de arena silíceo y 0,1 partes de cerámica triturada. Su pH, de valor 6,3, indica que es un mortero, cuya cal está totalmente carbonatada, pues tiene mucho árido, poca cal y está muy sometido a las corrientes de aire con su contenido en gas carbónico. Por estar ya totalmente carbonatada ya se ha iniciado el proceso de degradación transformándose el carbonato cálcico en bicarbonato cálcico.

En la muestra de este mortero los compuestos químicos agresivos prácticamente no están presentes, pues sus valores son muy bajos (tabla III).

TABLA III. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MUESTRA 109-I.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
Densidad gr/cc	Porosidad %	pH
1,63	25,6	6,3

DOSIFICACIÓN DEL MORTERO	
Dosificación en peso (cal/arena/tejos)	Dosificación en volumen (cal/arena/tejos)
1 / 2,5 / 0,1	1 / 1 / 0,05

COMPOSICIÓN QUÍMICA					
Cal (CaO)	Silice (SiO ₂)	Óxido de Aluminio (Al ₂ O ₃)	Óxido de Hierro (Fe ₂ O ₃)	Magnesia (MgO)	Pérdida al fuego
%	%	%	%	%	%
19,4	64,4	0,2	0,3	0	14,2

OTROS COMPUESTOS QUÍMICOS				
Sulfatos (SO ₂)	Cloruros (Cl)	Amoniaco (NH ₃)	Nitritos (NO ₂)	Nitratos (NO ₃)
%	%	%	%	%
0	0,010	0,0020	0,00050	0,0060



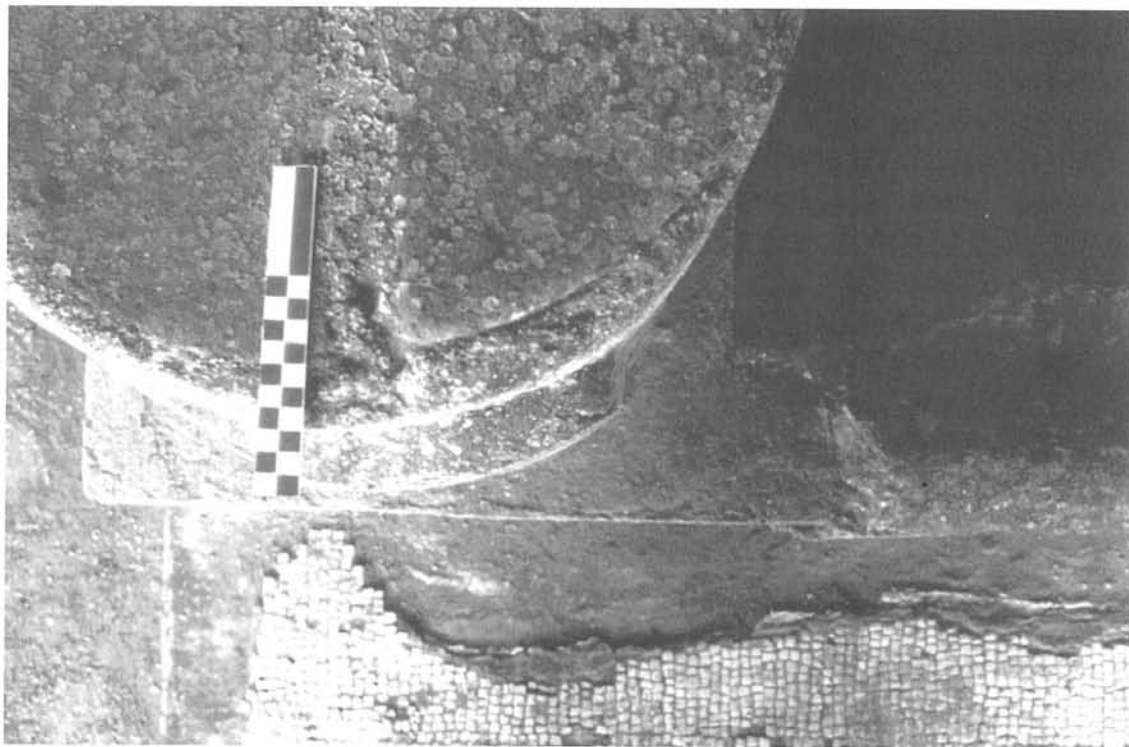


LÁMINA 28

Vista superior de las capas de mortero de cal de revestimiento de la columna. Columna del vértice noroeste del *viridarium*

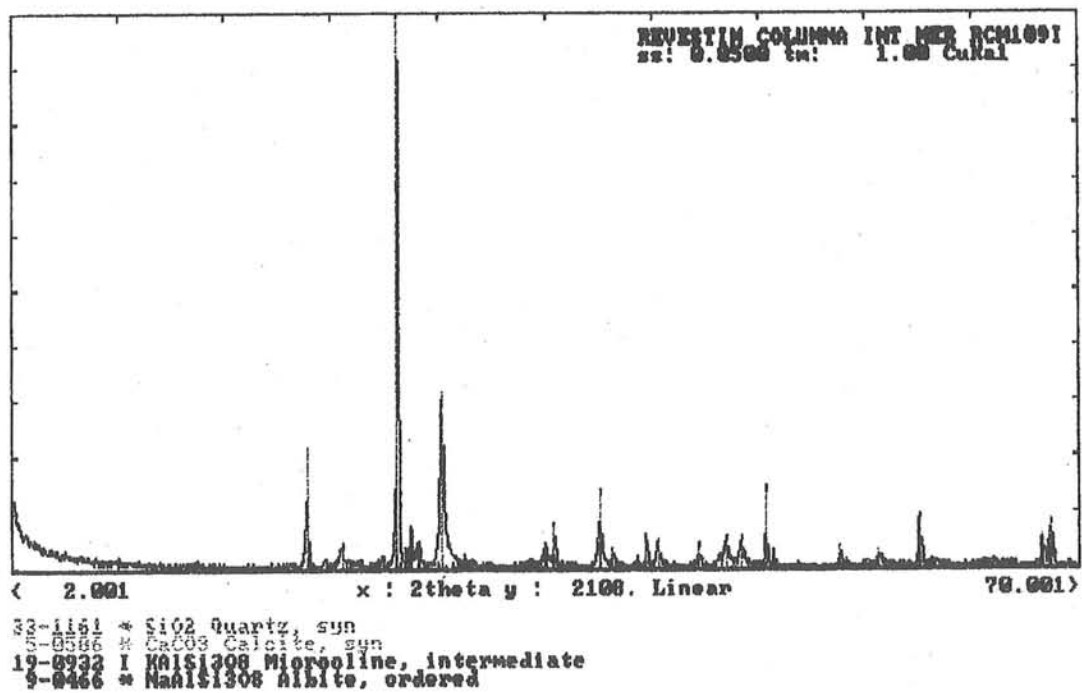


LÁMINA 29

Diagrama de difracción de rayos X de la muestra 109.I

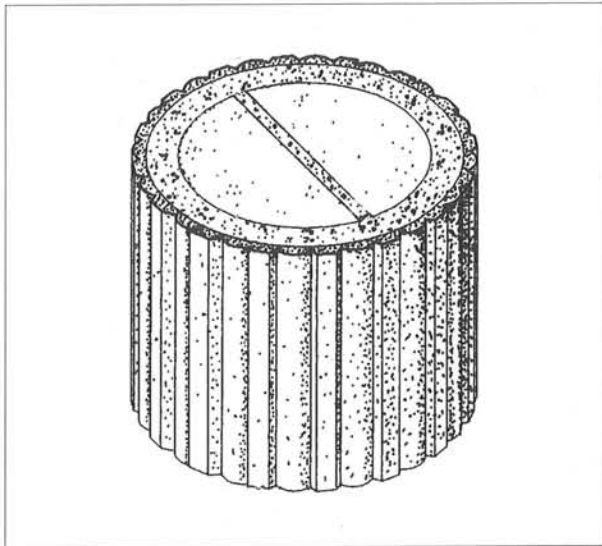


LÁMINA 30

Sección del fuste de la columna, en la que se pueden apreciar las diversas capas de los morteros de revestimiento. MDR

En el mortero de esta primera capa del revestimiento se ha realizado el análisis por difracción de rayos X, para corroborar los compuestos minerales, que constituyen el mortero. El resultado aparece en el diagrama de la figura 29. Presenta una gran proporción de cuarzo, el 70% en peso del total del mortero, valor que coincide con la recomendación de Vitruvio en su tratado. Éste es el tipo de árido empleado como agregado en el mortero. Esta sílice pudo contener originariamente una pequeña proporción de feldespatos: la albita y la microclina, que aparecen en el diagrama. Los picos que aparecen de calcita corresponden a la cal, ya carbonatada, que envuelve y se adhiere al árido, consiguiendo la alta calidad que tuvo el mortero. El porcentaje, en peso, de la cal en el mortero es del 28%.

El mortero se atacó con ácido clorhídrico para eliminar los carbonatos y separar los áridos. Una vez obtenido el árido suelto, se procedió a su tamizado en los tamices normalizados de la norma UNE. El resultado de la granulometría es el representado en la curva de porcentajes que pasan por cada tamiz (lámina 31). El árido es de tamaño máximo 2,5 mm. La curva granulométrica presenta una gran continui-

dad, conteniendo partículas de todos los tamaños, característica que facilita una mayor compacidad en la mezcla resultante del mortero. Con respecto a las actuales normativas de granulometría, este árido tiene un ligero exceso de gruesos. Este exceso se justifica por el gran espesor en el que se ha aplicado en la capa de enfoscado (lámina 30).

Tamiz	Retenidos parciales (R. P. %)	Retenidos acumulados (R. A. %)	% que pasa (y %)
5	0,00	0,000	100
2,5	0,88	0,88	99,12
1,25	1,32	2,20	97,80
0,63	2,53	4,73	95,27
0,32	20,57	25,30	74,70
0,16	43,01	68,31	31,69
0,063	26,84	95,15	4,85

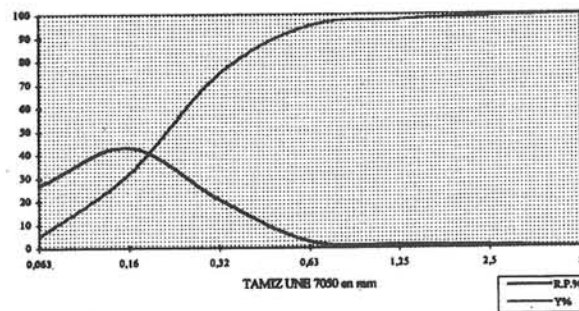


LÁMINA 31

Tabla y curva granulométrica del árido de la muestra 109.I

Al analizar estos morteros históricos con técnicas actuales se comprueba la técnica tan avanzada utilizada en aquella época, y que no ha sido superada hasta la actualidad. Jean Pierre Adam en su obra *La construcción romana, materiales y técnicas*, ya se percató de la perfección a la que habían llegado los constructores romanos en la elaboración de los morteros a la cal en sus construcciones. Él hace hincapié cómo en los edificios singulares, y por tanto de alto presupuesto, los morteros se conservan, mientras que en los edificios más humildes,





LÁMINA 32

Microfotografía de la muestra 109.E, del mortero de revestimiento de la columna, ampliada 50 veces

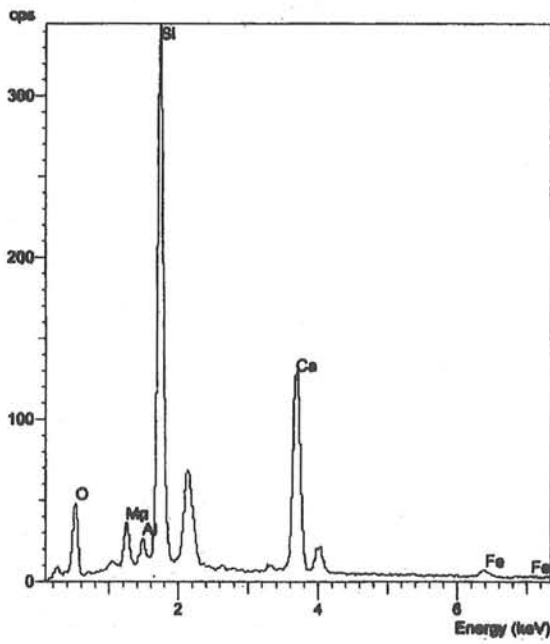


LÁMINA 33

Análisis químico por energías dispersivas de rayos X del estrato color blanco

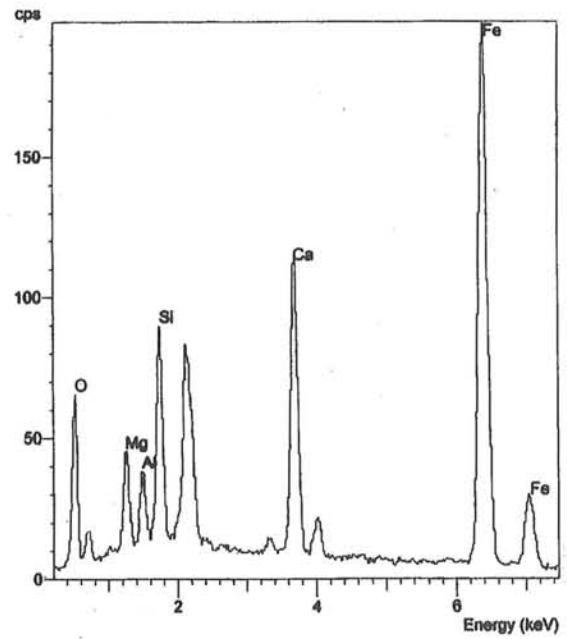


LÁMINA 34

Análisis químico por energías dispersivas de rayos X del estrato color rojo



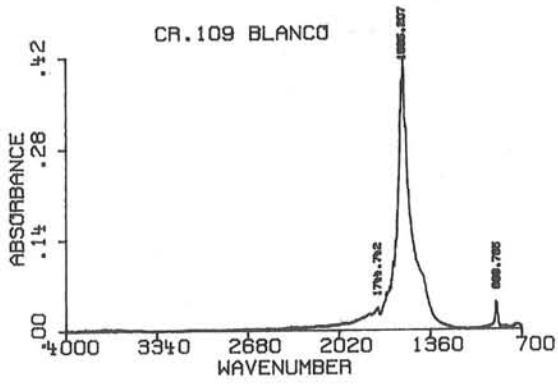


LÁMINA 35

Espectro de infrarrojos del estrato blanco. Muestra 109.E

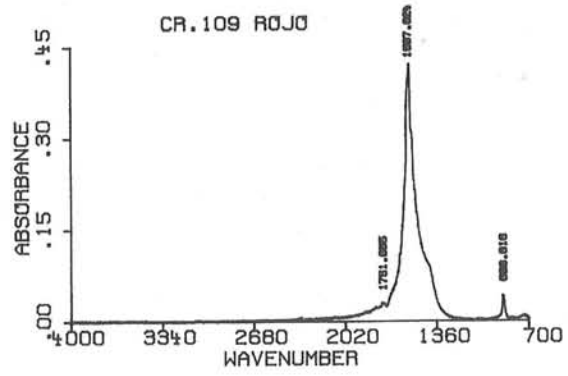


LÁMINA 36

Espectro de infrarrojos del estrato rojo. Muestra 109.E

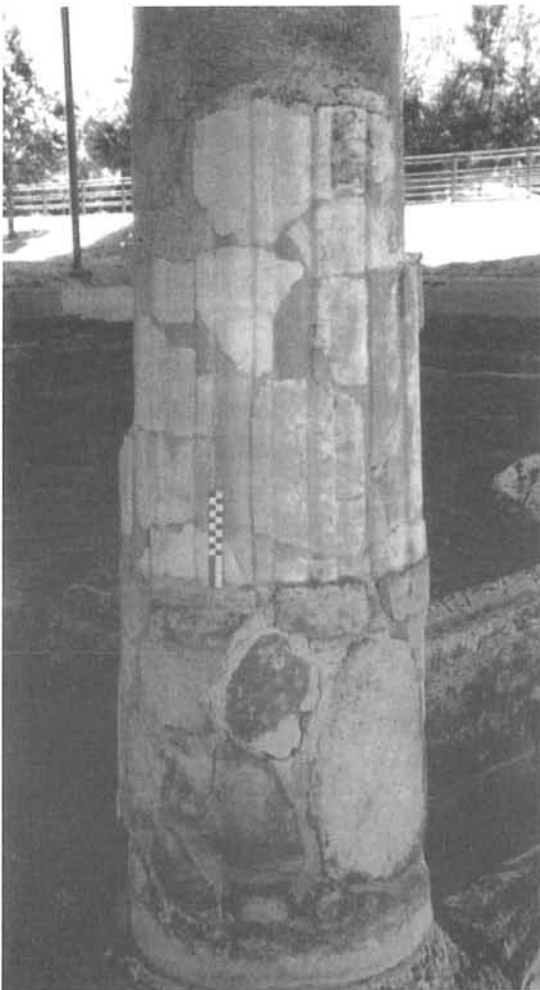


LÁMINA 37

Columna del vértice noroeste del *viridarium*, revestida de mortero de cal

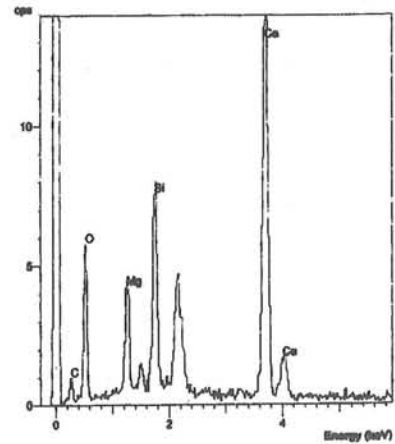


LÁMINA 38

Análisis químico puntual, del mortero de la figura 39

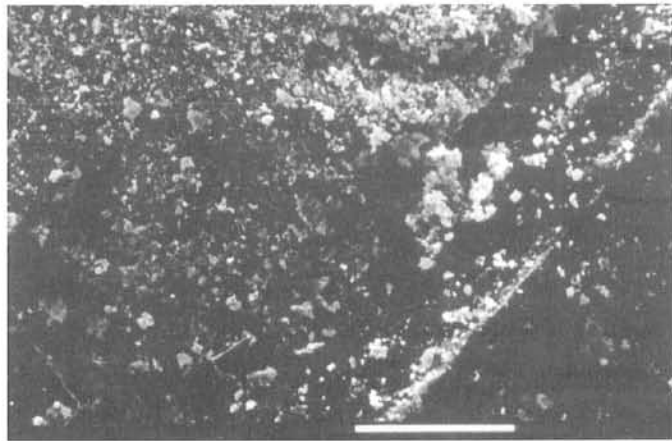


LÁMINA 39

Imagen obtenida en el microscopio electrónico de barrido de la estructura de los componentes del mortero de la muestra 109.E, aumentada 500 veces



en los que se prestaba menos atención en la elaboración de los materiales, muchas veces por motivos económicos, los morteros en su gran mayoría han desaparecido.

4.—MORTERO DE REVESTIMIENTO DE LAS COLUMNAS DEL VIRIDARIUM. CAPA DE ACABADO CON TERMINACIÓN COLOR ROJO. MUESTRA 109-E.

Sobre la anterior capa de enfoscado (muestra 109.D), se aplicaron las dos capas de estuco, una de color blanco y superpuesta, la de color rojo. Las capas de estuco blanco y de color tienen una dosificación que varía entre 1/1 y 1/1,3. En el peristilo del viridarium, todas las partes inferiores de las columnas, imoscapos, se revisten con estuco de color rojo.

En la microfotografía de la capa de estuco de acabado, ampliada cincuenta veces (lámina 32), se observa el corte estratigráfico de la muestra. Confirma la existencia de dos estratos: el inferior, de estuco blanco, en el que se aprecia el árido de marmolina y el estrato superior, más fino, de color rojo.

El análisis químico por energías dispersivas de rayos X de la zona de color blanco, permite localizar puntos ricos en silicio y calcio, en menor proporción aparece oxígeno, magnesio, aluminio y hierro (lámina 33). El análisis realizado por la misma técnica en el estrato rojo localiza puntos ricos en hierro y en calcio. También aparecen, en menor proporción, los elementos químicos silicio, oxígeno, magnesio y aluminio (lámina 34).

Al proceder a la realización de la técnica analítica de espectroscopía de infrarrojos, que permite conocer la presencia de compuestos orgánicos e inorgánicos, el estrato de color blanco presentó las bandas características de carbonatos y compuestos orgánicos (lámina 35). En el estrato rojo aparecieron las bandas características también de carbonatos y de compuestos orgánicos (lámina 36). Estos compuestos orgánicos, posiblemente son ceras o aceites del acabado.

Sobre la base de los datos experimentales obte-

nidos, puede concluirse la composición de la muestra con dos estratos bien diferenciados. El estrato blanco, de 650-700 (m de espesor, es de mortero de estuco blanco, compuesto de cal y árido de marmolina y silíceo. El estrato de color rojo, de la capa de acabado, es de espesor 100-200 (m, es un estuco rojo compuesto de cal como conglomerante, árido de marmolina y pigmento rojo, obtenido mediante la incorporación de óxido de hierro.

En la muestra 109.E del mortero de revestimiento de las columnas del peristilo del *viridarium*, se procedió a la extracción de una porción de 2 mm de diámetro, para su análisis por microscopía electrónica, permitiendo visualizar la morfología de estructuras muy pequeñas. En este caso las imágenes que aparecen corresponden a un aumento de 500 y 2.000 veces.

La imagen de la microscopía electrónica, ampliada 500 veces, muestra la alta adherencia que presentan los granos de sílice con la cal, ya carbonatada, que lo aglomera (lámina 39). En esta zona de la muestra se procedió a realizar un análisis puntual por energías dispersivas de rayos X.

Al realizar el análisis químico de estas estructuras visibles en el microscopio electrónico por energías dispersivas de rayos X, en esta muestra dio como resultado la aparición de los elementos químicos calcio y silicio principalmente, y presencia de magnesio, oxígeno y carbono (lámina 38).

El calcio aparece presente por el tipo de conglomerante empleado, que junto con el oxígeno y el carbono formaron parte de la cal en forma de hidróxido cálcico, que con el paso del tiempo se fue carbonatando y transformándose en carbonato cálcico, tal como se constató en los análisis de difracción de rayos X (lámina 40). El silicio corresponde al cuarzo del agregado empleado en la elaboración de este mortero, también constatado con los análisis de difracción de rayos X.

En el espectro hay presencia de silicato magnésico, posiblemente puede ser parte del agregado, pro-

EPÍLOGO

Es de admirar la mezcla tan perfecta cal-árido, que conteniendo proporciones muy pequeñas de cal se obtienen morteros de alta calidad, en cuanto a manejabilidad, dureza y durabilidad. Estas características sólo se consiguen cuando se elaboran los morteros con materiales muy controlados, bien dosificados y perfectamente mezclados. Denotan un dominio constructivo que con respecto a los morteros a la cal no han sido superados en las construcciones sucesivas a través de todos los tiempos.

Al analizar estos morteros romanos con los actuales sistemas científicos, sorprende su depurada técnica, que no es fácil encontrar en los morteros de hoy en día.

En el estudio de los morteros de la casa del *Mithraeum* se llega a la conclusión de que existía una normativa muy rígida y un amplio conocimiento de los componentes de los morteros y de su aplicación, comprobado al analizar muestras de distintos lugares: Roma, Pompeya, Mérida, Itálica,... El secreto de la calidad de estos morteros no era otro que la gran selección de la materia prima —principalmente de la cal, así como de los agregados: sílice, cerámica triturada, marmolina...—, dosificaciones adecuadas a cada aplicación, idónea mezcla y amasado de los componentes, y puesta en obra cuidando la calidad constructiva en cada una de las fases de ejecución. Esta rígida normativa en épocas posteriores llegó a desvirtuarse, perdiendo los morteros la calidad tan admirada de los romanos.

En estas líneas me gustaría plasmar mi más sincero agradecimiento a quienes en Mérida han hecho posible la realización de este trabajo: a D. José Antonio Galván Blanco, Jefe de Servicio de Obras y Proyectos de la Consejería de Cultura y Patrimonio de la Junta de Extremadura, a D. Rafael Mesa y D. Jesús Martínez, Arquitectos restauradores de la casa romana del *Mithraeum*, al Consorcio de la ciudad histórico-artística de Mérida, a D. Pedro Mateos Cruz, Coordinador de excavaciones del Consorcio y al Departamento de Arqueología de dicha institución, que facilitaron el estudio de la casa romana del *Mithraeum*.

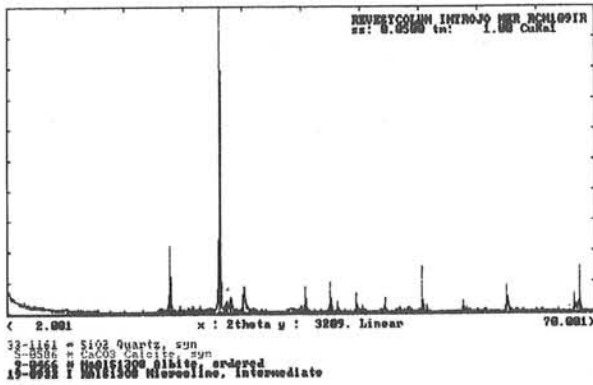


LÁMINA 40

Diagrama de difracción de rayos X de la muestra 109.E

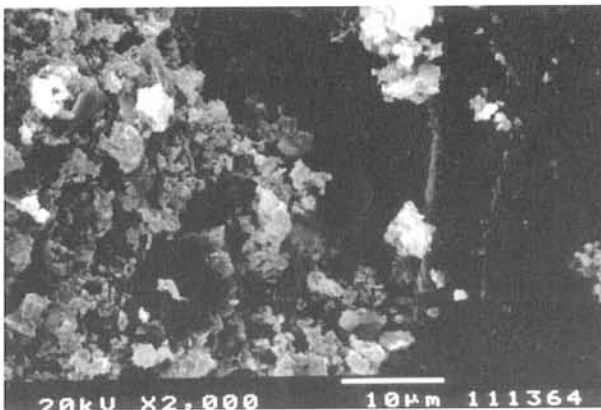


LÁMINA 41

Imagen obtenida en el microscopio electrónico de barrido de la estructura de los componentes del mortero de la muestra 109.E, aumentada 2.000 veces

cedente probablemente de haber empleado algo de serpentina. Este magnesio pudo ser aportado por la cal que contenía un bajo porcentaje de hidróxido magnésico. Sobre la hipótesis de si se empleó árido dolomítico, que hubiera contribuido favorablemente a incrementar la dureza del mortero, no se puede asegurar; por su dureza es muy difícil de moler con los medios técnicos que disponían en aquella época.

En la imagen de la microscopía electrónica ampliada 2.000 veces, se aprecia la morfología de la estructura de la calcita, y su adherencia con un grano de sílice del agregado empleado en la confección del mortero (lámina 41).

BIBLIOGRAFÍA

- ABAD CASAL, Lorenzo. *Pintura romana en España*. Ed. Universidad de Alicante y Universidad de Sevilla, 1982.
- ADAM, Jean Pierre. *La construcción romana, materiales y técnicas* Traducción al castellano de Cristina Colina Carbaño. Editorial de los Oficios. León, 1996.
- BLANCO FREIJEIRO, A. *Mosaicos romanos de Mérida*. Madrid, 1978.
- CATÓN. *De Agricultura*, XLIV, "De formace calcaria", París, 1975.
- CHAROLA, A. E.; DUPAS, M.; SHERYLL, R. P.; FREUND, G. G. "Characterization of ancient mortars: chemical and instrumental methods". *International Symposium "Scientific Methodologies Applied to Works of Art"*. Florence, Italy, May 1984. Ed. Montedison Progetto Cultura, Arcadia, Milan, 1986, págs. 28-33.
- CHOISY, Auguste. *Historia de la Arquitectura*. Ed. Víctor Lerú, S.R.L. Buenos Aires, 1963, vols. I y II.
- CUMONT, F. *Textes et monuments figurés relatifs aux mystères de Mitra*, II. Bruselas.
- DÍAZ Y. RECASÈNS, G. *Recurrencia y berencia del patio en el movimiento moderno*. Ed. Universidad de Sevilla y Consejería de Obras Públicas y Transportes. Sevilla, 1992.
- EN 196-1: 1994. *Métodos de ensayo de cementos. Parte 1: Determinación de resistencias mecánicas*. CEN. Bruselas, 1994.
- EN 196-3: 1994. *Métodos de ensayo de cemento. Parte 3: Determinación del tiempo de fraguado y de la estabilidad de volumen*. CEN. Bruselas, 1994.
- EN 196-6: 1989. *Métodos de ensayo de cemento. Parte 6. Determinación de finura*. CEN. Bruselas, 1989.
- FRIZOT, M. *Mortiers et enduits points antiques-études technique et archéologique*. Ed. Centre de Recherches sur les techniques gréco-romains. Université de Dijon, 1975.
- FRIZOT, M. "L'analyse des mortiers antiques; Problemes et resultats". *Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings. Symposium International Centre for the study of the preservation and the restoration of cultural property*. Roma, 3-6 noviembre, 1981, págs. 331-339.
- FURLAN, V.; BISSEGER, P. "Les mortiers anciens. Histoire et essais d'analyse scientifique". *Revue suisse d'Art et d'Archéologie*, 1975, págs. 1-14.
- FURLAN. "Experiences pratiques avec des crepis a base de chaux". *Mortars, Cements and Grouts used in the Conservation of Historic Buildings. Symposium International Centre for the study of the preservation and the restoration of cultural property*. Roma, 3-6/11/1981, págs. 9-18.
- GARCÍA SANDOVAL, E., *El mosaico cosmogónico de Mérida*, Valladolid, 1970.
- GARCÍA SANDOVAL, E. *Informe sobre las casas romanas de Mérida y excavaciones en la "Casa del Anfiteatro"*. Ed. Servicio Nacional de Excavaciones Arqueológicas en España. Ministerio de Educación. v. 49. Madrid.
- GIJÓN GABRIEL, M. E. "Informe preliminar sobre las excavaciones practicadas en la Casa del Mitreo durante los meses de julio a octubre de 1994". Departamento de Arqueología de Mérida
- LE CORBUSIER. *El viaje de Oriente*. Ed. COAT de Alicante. Valencia, 1984.
- LE CORBUSIER. *Vers une Architecture*. Vincent Fréal and Cie. París, 1996.
- MALINOWSKI, R. "Ancient mortars and concretes: Aspects of their durability". *Mystery of Technology. 7th Annual Volumen*, Marsell U. K., 1982, págs. 89-101.
- MILIZIA, F. *Memorie Degli Architetti Antichi e Moderni*. Bassano. Venecia, 1875.
- MONEO, Rafael. Prefacio del libro *La lección de las Ruinas*. USTAROZ, A. Fundación Caja de Arquitectos. Barcelona, 1997.
- POUPARD P. *Diccionario de las religiones*. Ed. Herder. Barcelona, 1987.
- ROBERTSON, D. S. *Arquitectura Griega y Romana*. Ed. Cátedra, Madrid, 1988.
- SAGREDO, D. *Medidas del Romano*. Reproducción en facsímil de la edición Príncipe de 1526. Dirigido por Luis Cervera Vera. Valencia, 1976.
- USTÁRROZ, A. *La lección de las Ruinas*. Fundación Caja de Arquitectos. Barcelona, 1997.
- VITRUVIO, M. L. *Los Diez Libros de Arquitectura*. Traducción de Agustín Blázquez. Ed. Iberia. Barcelona, 1997.
- WINCKELMANN, J. J. *Historia del arte en la Antigüedad*. Ed. Aguilar-Maior, 1989.