

Caracterización y estudio de procedencia del alabastro del retablo del altar mayor de Poblet

Se ha realizado la caracterización del material pétreo usado en la ejecución del retablo del altar mayor de Poblet, esculpido en yeso alabastrino, desde los puntos de vista mineralógico, petrológico y geoquímico, mediante la observación macroscópica y microscópica (microscopía óptica de transmisión electrónica de rastreo) y la difracción de rayos X. Los resultados revelan que este alabastro es, en muchas áreas del retablo, de muy buena calidad, aunque presenta abundantes componentes que evidencian un descenso en su pureza en algunas áreas.

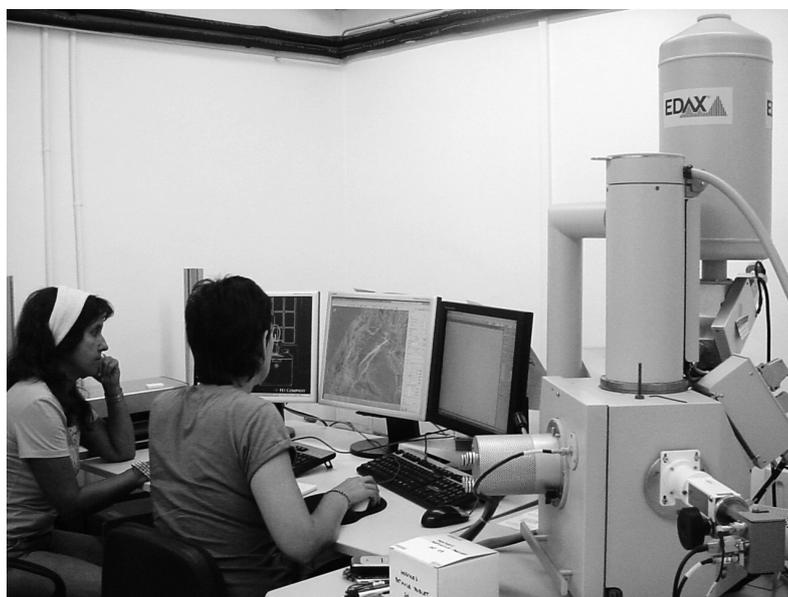
La caracterización geoquímica de algunas muestras de alabastro mediante el estudio de las composiciones isotópicas del azufre y el oxígeno del sulfato del yeso, ha permitido respaldar analíticamente la teoría conocida documentalmente sobre la procedencia de los alabastros del retablo del altar mayor de Poblet de la zona de Sarraí.

Elisabet Playà Pous Profesora Titular del Departamento de Geoquímica, Petrología y Prospección Geológica, Universidad de Barcelona. eplaya@ub.edu

Montserrat Artigau Miralles Profesora de Conservación y Restauración de Escultura de la ESCRBC. martigau@xtec.cat

Esperança Tauler Ferré Profesora Titular del Departamento de Cristalografía, Mineralogía y Depósitos Minerales, Universidad de Barcelona. esperancatauler@ub.edu

Observación de las muestras al microscopio electrónico de rastreo en los Servicios Científico-técnicos de la Universidad de Barcelona (Fotografía: Montserrat Artigau). [pág. 88]



¹Este trabajo se enmarca dentro del trabajo de Tesis Doctoral "Caracterización y conservación del retablo mayor de Santa María de Poblet", actualmente en proceso de elaboración por parte de Montserrat Artigau Miralles (8/7/2006, Facultad de Bellas Artes, Universidad de Barcelona), y del que ya se ha hecho referencia en el artículo anterior en este mismo número de la revista.

²Este artículo ha sido traducido del catalán al castellano por Zayra Bordoy Homar, alumna de segundo curso de la especialidad de Conservación y Restauración de Escultura de la ESCRBC.

INTRODUCCIÓN ^{1,2}

Aunque hay un buen conocimiento sobre la localización de las canteras usadas para la extracción de alabastro escultórico en la península ibérica (Cueto, 1992), la procedencia de los materiales es, a menudo, difícil de establecer a partir del estudio directo de las piezas de alabastro. Las características mineralógicas, texturales y composicionales no son parámetros distintivos en las rocas de alabastro, teniendo en cuenta que la mayoría presentan características similares, intrínsecas a la propia definición de alabastro: se trata de rocas de color blanco a marrón, muy puras, compuestas por yeso microcristalino. Por tanto, los estudios petrológicos clásicos macroscópicos y microscópicos no son adecuados para la determinación de las procedencias de los alabastros por ellos mismos. Algunos autores, escasos, han realizado intentos de caracterización de procedencias a partir de estudios geoquímicos del alabastro. Constagliola et al. (2001) propusieron el uso de los isótopos de plomo (Pb) en alabastros sicilianos y toscanos. Ligeza et al. (2001) analizaron los contenidos en elementos traza de una escultura polaca gótica de alabastro para poder comparar los resultados con alabastros

de diferentes canteras locales. Otras técnicas analíticas se han sugerido para diagnosticar el estado de conservación y el patrón de degradación de diferentes piezas (Liaño, 2007; Bágüenas, 2008; Castro et al., 2008).

En el presente trabajo se propone una técnica diferente a las presentadas para el estudio de la procedencia del alabastro del retablo del altar mayor de Poblet, en la línea de algunos trabajos preexistentes (Gale et al., 1988; Inglès et al., 2009): el análisis isotópico del oxígeno y el azufre del sulfato de yeso. Esta técnica geoquímica es ya de amplia aplicación en los estudios geológicos convencionales de unidades evaporíticas compuestas por sulfatos, principalmente yeso y anhidrita (Utrilla et al., 1992; Playá et al., 2000; Playá et al., 2007, entre otros). Inglès et al. (2009) demostraron, a partir de esta técnica analítica, el error de procedencia atribuido a una pieza escultórica gótica.

METODOLOGÍA

Las muestras obtenidas del alabastro del retablo del altar mayor de Poblet son de dos tipos: fragmentos milimétricos de

alabastro (extraídos con micro-escarpa) y muestras en polvo (extraídas directamente del retablo con un microtaladro)

de Poblet está esculpido con yeso alabastrino, entendiendo esta clasificación desde el punto de vista geológico como aquella roca muy pura de yeso secundario (que proviene de

Tabla I

Procedencia	Muestras		Láminas primas	Difracción rayos X	Análisis isotópico	Microscopía electrónica
	Fragmentos ³	Polvo ⁴				
Guardapolvo	002	PO-6			x	
	006	PO-11	x		x	
Retablo		PO-1		x		
		PO-2		x		
		PO-3		x		
	001	PO-5		x		
	004	PO-4	x		x	
		PO-7		x		
	003	PO-8	x		x	
	009	PO-12			x	
		PO-14 ⁵		x		x
	PO-15 ⁵		x		x	
Pátinas de oxidación	004					x
	005	PO-13		x		
		PO-9		x		
		PO-10		x		

³ Las muestras son fragmentos de alabastro del retablo (1-2 cm).

⁴ Muestras en polvo.

⁵ Pequeños fragmentos milimétricos.

Se han realizado 3 láminas delgadas sin cubrir a partir de los fragmentos de muestra para realizar el estudio petrológico con microscopía óptica de luz transmitida. Algunos fragmentos de alabastro han sido estudiados con el microscopio electrónico de rastreo de los Servicios Científico-técnicos de la Universidad de Barcelona (ESEM modelo Quanta 200 FEI, XTE 325/D8395), equipado con un espectrómetro de energía dispersa para la realización de análisis semicuantitativos (EDS) y con tecnología para imagen de electrones retrodispersados (BSE) [pág. 88]

Para llevar a cabo la caracterización mineralógica de roca total, se han realizado diez análisis de difracción de rayos X (DRX) de muestra en polvo no orientada con un difractómetro Bragg-Brentano PANalytical X'Pert PRO MPD alpha1 (tiempo de medida de 200 segundos). La identificación de las fases minerales se ha obtenido con el programa X'PERT HIGHSCORE PLUS y la base de datos PDF# 2 del Joint Committee of Powder Diffraction Standards (2000).

Para realizar los análisis de isótopos de azufre y oxígeno, las muestras del alabastro en polvo se disolvieron en agua doblemente desionizada y se añadió una solución de BaCl₂ al 5% para hacer precipitar los sulfatos. La composición isotópica del azufre y oxígeno se determina en el precipitado de BaSO₄ resultante, en un espectrómetro de masas de relación isotópica (IRMS), Finnigan Delta plus XP de los Servicios Científico-técnicos de la Universidad de Barcelona. Los resultados se expresan en tanto por mil respecto al patrón estándar V-CDT (Viena-Canyon Diablo Troilite) en el caso del azufre, δ³⁴S-V-CDT, y respecto el estándar V-SMOW (Viena-Standard Mean Ocean Water) en el caso del oxígeno, δ¹⁸O-V-SMOW. La precisión del método es de 0,4‰ y de 0,5‰, respectivamente.

RESULTADOS

Caracterización mineralógica y petrológica

El estudio petrológico confirma que el retablo del altar mayor

la hidratación de la anhidrita) con textura alabastrina (esencialmente microcristalina).

A nivel macroscópico, el alabastro del retablo no es de máxima calidad (no es de máxima pureza ni presenta textura alabastrina exclusivamente). Los principales rasgos que rompen la pureza del alabastro (tanto la referente a su composición como a su color) son:

- Presencia de abundantes venas de hidratación, que forman una red irregular y muy densa de tonalidades blancas translúcidas (formadas por cristales de yeso de mayores dimensiones que la matriz alabastrina), con un grueso de 1-2 cm [2a] [pág. 89]
- Presencia de zonas de coloraciones marrón a gris oscuro, que se pueden presentar como áreas irregulares o difusamente laminadas [2b] [pág. 89]

Las láminas delgadas estudiadas, que esencialmente corresponden a las zonas de alabastro más puro, revelan que este alabastro tiene prácticamente ausencia de encajante (material no evaporítico que acompaña al yeso). El componente principal del yeso, que constituye propiamente el alabastro, es principalmente, como ya se ha comentado, la matriz alabastrina. El grueso de la muestra está formado por una matriz de yeso criptocristalino a microcristalino (textura alabastrina). Esta matriz presenta dos poblaciones de cristales de yeso:

- Matriz criptocristalina a microcristalina compuesta por cristales anédricos equidimensionales de unas 10 μm y cristales de medida mayor (hasta 300 μm) que forman pseudopenachos de cristales o tránsito hacia cristales con extinción ondulante del tipo CENU (Cristales de Extinción No Uniforme) [2c] [pág. 89]; entre esta

matriz también encontramos algunos cristales mayores de 300 μm , euédricos.

- Matriz de cristales de yeso euédricos-subédricos prismáticos (y difusamente orientados) y anédricos, <100 a 400 μm [2d](#) [pág. 89]

Otros componentes de yeso minoritarios que se encuentran son los porfiroblastos, que corresponden a cristales de yeso aislados o aglomerados de 2-3 cristales, entre la matriz alabastrina, con morfologías ovaladas y contactos saturados [2e](#) [pág. 89], de hasta 1mm. Estos porfiroblastos contienen restos de anhidrita, que se presentan como cristales anédricos a subédricos (prismáticos o equidimensionales), sin orientación marcada. Los porfiroblastos también son ricos en inclusiones fluidas que siguen los planos de exfoliación del yeso.

Todas las muestras están formadas por yeso en proporciones superiores al 90% en peso y celestina y anhidrita en menor cantidad; se presentan los resultados de las muestras PO-1, PO-2 y PO-15 [3](#) [pág. 40]. Los minerales acompañantes al yeso presentan mineralogías diversas atendiendo a la zona del retablo que se estudie, encontrándose en general celestina, anhidrita, illita, cuarzo (u otras variedades de sílice), feldspato albita y calcita, como se puede ver en la muestra PO-14. En estas muestras más ricas en minerales acompañantes, la proporción de yeso es inferior a 70% en peso. La celestina (sulfato de estroncio) forma pequeñas aglomeraciones de cristales, anédricos a subédricos (prismáticos cortos), de hasta 15 μm y heterogéneamente distribuidos en el alabastro. Este mineral puede resultar difícil de identificar en microscopía óptica de transmisión (en relación a sus pequeñas dimensiones y colores de polarización muy similares a las del yeso), pero es fácilmente reconocible mediante microscopía electrónica de rastreo en visión de electrones retrodifundidos [2f](#) [2g](#) [pág. 89]

Un último rasgo distintivo del alabastro del retablo del altar mayor de Poblet es la presencia de áreas irregularmente distribuidas en el retablo de coloraciones ocreas a rojizas de dimensiones variables (diámetros centimétricos a decimétricos). Estas coloraciones se deben a la existencia de una pátina muy superficial (posiblemente de algunas micras de grueso), y que no ha sido motivo del presente estudio.

Caracterización geoquímica

Las composiciones isotópicas de los alabastrós del retablo del altar mayor de Poblet son muy homogéneas, y oscilan entre +15.8 y +15.9‰ para el oxígeno, y entre +15.0 y +15.6‰ para el azufre.

Tabla 2

MUESTRA	Procedencia	$\delta^{18}\text{O}$ v-SMOW (‰)	$\delta^{34}\text{S}$ v-CDT (‰)
PO-4	004 pátina	+15.9	+15.2
PO-6	002 guardapolvo	+15.8	+15.0
PO-8	003 retablo	+15.8	+15.5
PO-11	006 guardapolvo	+15.8	+15.6
PO-12	009 piedra	+15.8	+15.5

PROCEDENCIA DEL ALABASTRO DEL RETABLO DEL ALTAR MAYOR DE POBLET

Actualmente, las principales herramientas que pueden ayudar a determinar la procedencia de los alabastrós son los análisis

isotópicos del azufre y oxígeno, conjuntamente con el soporte de la relación isotópica del estroncio ($87\text{Sr}/86\text{Sr}$), que no ha sido tratado en el presente estudio.

Debemos recordar que el yeso es una roca sedimentaria evaporítica de origen químico que se forma por precipitación de los iones disueltos en una salmuera, la cual padece un proceso de evaporación, concentración y sobresaturación. Por este motivo, las composiciones isotópicas del oxígeno y del azufre precipitado, están relacionadas con las composiciones isotópicas del oxígeno y del azufre del sulfato disuelto en el agua a partir del cual precipita el yeso, teniendo en cuenta unos coeficientes de fraccionamiento durante el proceso de precipitación (que son parámetros conocidos). Así, estudiando sus señales isotópicas es posible averiguar a partir de que agua se formó el yeso. Por otro lado, también se puede mencionar el hecho que la composición isotópica del sulfato disuelto en el agua marina ha ido variando a lo largo de los diferentes tiempos geológicos, y esta variación es conocida a partir de las curvas de Claypool et al. (1980). Siguiendo el criterio de la relación entre el yeso (sólido) y el agua a partir del cual se ha formado (como por ejemplo, agua marina evaporada), también es posible saber la edad geológica de las formaciones de yeso a partir del estudio isotópico. Todas estas aplicaciones han sido ampliamente y clásicamente consideradas de forma rutinaria en los trabajos de búsqueda geológica en unidades de yesos (y anhidritas), y actualmente ya se está trabajando en la búsqueda de nuevos indicadores geoquímicos, a parte de éstos más clásicos. Pero la aplicación de este conocimiento en el estudio de procedencias de piezas escultóricas es muy restringido y desconocido, destacando únicamente los dos trabajos de Gale et al. (1988) y Inglès et al. (2009).

Los resultados isotópicos obtenidos en los alabastrós del retablo del altar mayor de Poblet son muy homogéneos y, por tanto, apuntan a un origen común de todas las muestras, es decir, procedentes de la misma unidad geológica. Los datos documentales sugieren que las rocas de alabastro son originarias de las canteras de la zona de Sarral. Las composiciones isotópicas de las unidades de yesos de la Conca de Barberà presentan valores que oscilan entre +13.9 i +14.4‰ para el oxígeno, y entre +14.8 i +16.4‰ para el azufre (Utrilla et al., 1992) [4](#) [pág. 91]. Considerando básicamente los valores de $\delta^{34}\text{S}$, ya que el oxígeno está altamente afectado por otros procesos que enmascaran el efecto de la precipitación del yeso, se puede concluir que las muestras escultóricas analizadas del retablo del altar mayor de Poblet (composición isotópica del azufre mediana de +15.4‰), se enmarcan dentro de estos rangos de composiciones, hecho que es coherente con la procedencia documentada históricamente de las canteras de Sarral.

Ahora bien, es necesario destacar que los yesos de la Conca de Barberà están constituidos por diferentes unidades estratigráficas, todas ellas con características petrológicas y geoquímicas muy similares (Utrilla et al., 1992; Ortí et al., 2005). Muchas de estas unidades han sido motivo de intensa explotación industrial, al menos durante el siglo XIX teniendo en cuenta sus propiedades físicas similares. Los datos aportados en el presente estudio sobre los alabastrós del retablo no permiten localizar específicamente la cantera que pudo aportar los bloques de alabastro.

Por otro lado, debemos destacar que en el noreste de la península ibérica, las composiciones isotópicas de las unidades de yesos se pueden enmarcar en dos rangos de valores principales [4](#) [pág. 91], los cuales, esencialmente, dependen del origen de las aguas a partir de las cuales precipitaron estas

rocas. Si consideramos sólo los valores de $\delta^{34}\text{S}$, los dos grupos principales son: valores comprendidos, aproximadamente, entre +9 y +16‰ (grupo I) y entre +20 y +23‰ (grupo II) (Utrilla et al., 1992). Las principales unidades geológicas que han tenido un interés escultórico y han sido motivo de extracción a lo largo de la historia con esta finalidad en esta zona son los yesos de las áreas de Aragón-La Rioja, Catalunya, Sarraal (Tarragona), Beuda (Gerona), Niñerola (Valencia) y en menor importancia Ódena (Barcelona). Los yesos de Aragón-La Rioja, Catalunya (Zaragoza), Sarraal y Niñerola presentan composiciones isotópicas muy similares, generalmente enmarcadas dentro del Grupo I de valores, mientras que los yesos de Beuda y Ódena son claramente diferentes y se engloban dentro del Grupo II (Utrilla et al., 1992) (4). En este sentido destaca el hecho de que es extremadamente simple discriminar entre las dos procedencias de alabastros más importantes en Cataluña (yesos de Beuda y yesos de Sarraal) en base al estudio isotópico de las muestras, tal como demostraron Inglès et al. (2009). Por otro lado, desgraciadamente esta técnica no permite distinguir entre las dos procedencias principales durante el siglo XVI (yesos de Sarraal y yesos de Zaragoza).

El color del alabastro

Aunque el carácter del retablo del altar mayor de Poblet es esencialmente alabastrino (yeso microcristalino blanco), la roca presenta zonas con coloraciones de marrón a rojizo y ocre (sin considerar en este trabajo las pátinas que afectan al retablo).

La distribución de estas áreas coloreadas es irregular, y se presentan generalmente en forma de vetas con un grosor variable (algunos centímetros). Además de yeso, los principales constituyentes de estas zonas son carbonatos de grano fino y arcillas, que muy a menudo de disponen formando láminas paralelas a las paredes de las vetas **2b** [pág. 89]; la presencia de estos minerales acompañando el yeso da al alabastro un aspecto opaco. Si se analizan las áreas con coloraciones similares que se encuentran entre las unidades de yesos de afloramiento de la zona de Sarraal, que son muy similares al que se observa en el alabastro del retablo, se evidencia también que la calcita y las arcillas son los minerales acompañantes más abundantes, junto con menores cantidades de cuarzo, dolomita y celestina (Guinea et al., 2010). Estos minerales acompañantes se encuentran tanto dispersos entre el yeso alabastrino, en cantidades muy variables, como formando acumulaciones similares a las de la figura **2b** [pág. 89] (comparación con la figura **5a** [pág. 92], correspondiente a una muestra de la unidad de Yesos de Pira). La presencia de calcita como material acompañante aporta las coloraciones marronosas y ocreas al alabastro (**5a**, **5b** y **5c** [pág. 92]). Por otro lado, la presencia de arcillas claramente controla la coloración rojiza de la roca (**5a**, **5c** [pág. 92]), siendo más intenso el rojo cuanto mayor abundancia de arcillas. En las muestras del retablo del altar mayor de Poblet también se puede identificar la presencia más abundante de arcillas y carbonatos en las muestras coloreadas, tal y como se observa en la figura **6** (**6** [pág. 93]).

CONCLUSIONES

El retablo del altar mayor de Poblet está esculpido en yeso alabastrino, entendiendo esta clasificación, desde el punto de vista geológico como esa roca muy pura de yeso secundario (que proviene de la hidratación de la anhidrita) con textura alabastrina (esencialmente microcristalina). Este alabastro presenta abundantes componentes que evidencian un descenso en su calidad petrológica en diversas zonas del retablo y, por tanto, también el descenso de su calidad como material

escultórico, como son: abundantes venas de hidratación y zonas de coloración marrón a gris oscuro. Es especialmente este segundo componente el que claramente ha sido motivo de debate histórico, sabiendo que las diferencias de coloraciones del material son muy evidentes. Es la presencia de material encajante (material que acompaña al yeso) la responsable de la coloración general del alabastro: este encajante presenta mineralogías diversas, dependiendo de la zona del retablo que se estudie, estando en general constituido por arcillas, carbonatos, cuarzos (u otras variedades del sílice) y la celestina. Los principales responsables de los tonos marronosos son los carbonatos (calcita y dolomita), mientras que las tonalidades rojizas, negruzcas o verdosas están relacionadas con mucha probabilidad con la presencia de minerales de las arcillas. Este material acompañante es prácticamente nulo en las zonas de alabastro más puro (alabastro blanco), donde son la celestina y quizás un poco de cuarzo (minerales incoloros) los únicos minerales acompañantes.

Las composiciones isotópicas de los alabastros del retablo del altar mayor de Poblet son muy homogéneas, y oscilan entre +15,8 y +15,9‰ para el oxígeno, y entre +15,0 y +15,6‰ para el azufre; por tanto, apuntan hacia un origen común de todas las muestras, es decir, procedentes de la misma unidad geológica. Los datos documentales sugieren que las rocas de alabastro son originarias de las canteras de la zona de Sarraal, y, aunque los datos geoquímicos no son excluyentes de otras áreas fuente (como de las canteras de Zaragoza, por ejemplo, las cuales presentarían valores isotópicos muy similares a los obtenidos), son compatibles con la procedencia de la zona de Sarraal. Los datos permiten excluir definitivamente un posible origen de las canteras de Beuda.

FOTOGRAFÍAS

1 Observación de las muestras al microscopio electrónico de rastreo en los Servicios Científico-técnicos de la Universidad de Barcelona (Fotografía: Montserrat Artigau).

2 A) Aspecto general del alabastro del retablo del altar mayor de Poblet, donde se observan las abundantes venas de hidratación. Moneda para escala. B) Detalle de las zonas más impuras del alabastro del retablo (flecha verde), formadas por yeso con un elevado contenido en material encajante no evaporítico (carbonatos y lutitas, principalmente). Moneda para escala. C) Matriz cripto a microcristalina de yeso alabastrino. D) Matriz de yeso alabastrino constituida por cristales subédricos. E) Detalle de un porfiroblasto de yeso (flecha roja) entre la matriz alabastrina con inclusiones de anhidrita (flechas amarillas) e inclusiones fluidas. C, D y E son fotografías de microscopía óptica con nícoles cruzados, muestra 003 Retablo, equivalente a PO-8. F) Imagen de electrones secundarios (SEM) de microscopía óptica de rastreo de la matriz de yeso alabastrina, esencialmente constituida por yeso. G) Misma imagen que F) pero con visión de electrones retrodispersados (BSE), donde se destaca la presencia de diversos cristales de celestina (flecha roja, cristal brillante) dispersos entre la matriz de cristales de yeso (grises) [Fotografías: Elisabet Playà].

3 Espectros de DRX de las muestras PO-1, PO-2 y PO-15 formadas mayoritariamente por yeso (\diamond) y en muy pequeña proporción anhidrita (\blacktriangledown) y celestina (x). La muestra PO-14 presenta yeso con celestina (x), cuarzo (*), illita (\bullet), anhidrita (\blacktriangledown), calcita (\square) y feldespato albita (\blacksquare) (Autor: E. Tauler).

4 Representación gráfica de las composiciones isotópicas del azufre y del oxígeno del alabastro del retablo del altar mayor de Poblet y comparación con las unidades de yesos de las áreas de Beuda (Gerona), Ódena (Barcelona), Niñero-

la (Valencia), zona de Sarral (Conca de Barberá, Tarragona), Aragón-La Rioja y Calatayud [Imagen elaborada por Elisabet Playà a partir de datos propios y de Utrilla et al., 1992].

5 Relación entre el color del alabastro y la composición mineralógica. A) Fotografía de sección pulida de un yeso alabastrino de la unidad de Yesos de Pira (zona de Sarral) donde se observa que los nódulos de calcita de grano fino ofrecen colores marronosos (flechas verdes), mientras que las coloraciones rojizas vienen determinadas por las arcillas; las áreas blancas corresponden a la matriz de yeso alabastrino más pura, sin encajante acompañante. B y C) Fotografías de microscopía óptica con nícoles paralelos de yesos alabastrinos con minerales acompañantes (calcita y arcillas) en proporciones diversas; C, calcita microcristalina (color marronoso); A, arcillas (color rojizo) y G, yeso (Imágenes: Elisabet Playà).

7 Detalle iconográfico de la escultura que representa a San Bartolomé, situada en el tercer piso del retablo del altar mayor de Poblet, obra del escultor Damià Forment. Se aprecian las diferentes tonalidades y venas de hidratación del alabastro, procedente de los yacimientos de Sarral (Tarragona) [Fotografía: Montserrat Artigau].

PIES DE TABLA

Tabla 1. Listado de muestras extraídas del retablo del altar mayor de Poblet y tipos de análisis realizados en cada una (Autora: Elisabet Playà).

Tabla 2. Composiciones isotópicas del oxígeno y del azufre del sulfato de los alabastros del retablo del altar mayor de Poblet (Autora: Elisabet Playà).

BIBLIOGRAFÍA

I. BÁGUENAS, "Procés de conservació-restauració de la Mare de Déu Gòtica de l'església parroquial de la Mare de Déu d'Alba a Tàrraga", *Urtx*, 22 (2008), p. 435-453.

K. CASTRO, A. SARMIENTO, M. MAGURUGUI, I. MARTÍNEZ-ARKARAZO, N. ETXEBARRIA, M. AGULO, M. URRUTIKOETXEA-BARRUTIA, J.M. GONZÁLEZ-CEMPELLÍN, J.M. MADARIAGA, "Multianalytical Approach to the Analysis of English Polychromed Alabaster Sculptures: μ Raman, μ EDXRF, and FTIR Spectroscopies", *Analytical and Bioanalytical Chemistry*, 392 (2008), p. 755-763.

G.E. CLAYPOOL, WT HOLSER, Y.R. KAPLAN, H. SAKAI, I. ZAK, "The Age of Sulfur and Oxygen Isotopes in Marine Sulfate and their Mutual Interpretation", *Chemical Geology*, 28 (1980), p. 199-260.

P. COSTAGLIOLA, M. BENVENUTI, F. CORSINI, C. MAINERI, I. MASCARD, "Pb-isotope Signatures of Italian Alabasters", *European Journal of Mineralogy*, 13 (2001), p. 421-428.

M.J. CUETO, *El alabastro como soporte de material y medio de creación*. Universitat de Barcelona, Tesis Doctoral, inédita, 1992.

N.H. GALE, H.C. EINFALT, H.W. HUBBERTEN, R.E. JONES, "The Sources of Mycean Gypsum", *Journal of Archaeological Science*, 15 (1988), p. 57-72.

A. GUINEA, E. PLAYÀ, L. RIVERO, M. HIMI, "Electrical Resistivity Tomography and Induced Polarization Techniques Applied to the Identification of Gypsum Rock", *Near Surface Geophysics*, 8 (2010), p. 249-257.

M. INGLÈS, M.R. MANOTE, M. ORTÍ, J. PEY, E. PLAYÀ, L. ROSELL, J. YEGÜAS, "Geochemical Methods in Alabaster Provenances: an Application Example", a IX ASMOSIA International Conference, Tarragona, 2009, p. 125.

E. LIAÑO, *El retablo de Damián Forment*, Monasterio de Poblet, Poblet, 2007.

M. LIGEZA, E. PAĐCZYK, L. ROWIĐSKA, L. WALIĐ, B. ALEPA, "A Contribution of INAA to the Determination of the Provenance of the Fourteenth Century Sculpture", *Nukleonika*, 46 (2001), p. 71-74.

F. ORTÍ, L. ROSELL, M. INGLÈS, E. PLAYÀ, "Depositional Models of Lacustrine Evaporites in the SE Margin of the Ebro Basin (Paleogene, NE Spain)", *Geologica Acta*, 5 (2005), p. 19-34.

E. PLAYÀ, F. ORTÍ, L. ROSELL, "Marine to Non-marine Sedimentation in the Upper Miocene Evaporites of the Eastern Betics, SE Spain: sedimentological and geochemical evidence", *Sedimentary Geology*, 133 (2000), p. 135-166.

E. PLAYÀ, D.I. CENDÓN, A. TRAVÉ, A.R. CHIVAS, A. GARCÍA, "Non-marine Evaporites with Both Inherited Marine and Continental Signatures: The Gulf of Carpentaria, Australia, at ~70 ka", *Sedimentary Geology*, 201 (2007), p. 267-285.

POWDER DIFFRACTION FILE, version 2; Joint Comete of Powder Diffraction Standards (2000), International Centre for Diffraction Data, 12 Campus blvd., Newton square, Pennsylvania 19073-3273, USA.

R. UTRILLA, C. PIERRE, F. ORTÍ, J.J. PUEYO, "Oxygen and Sulphur Isotope Compositions as Indicators of the Origin of Mesozoic and Cenozoic Evaporites from Spain", *Chemical Geology*, 102 (1992), p. 229-244.