

Caracterització i estudi de procedència de l'alabastre del retaule de l'altar major de Poblet

S'ha realitzat la caracterització del material petri usat en l'execució del retaule de l'altar major de Poblet, esculpit en guix alabastrí, des dels punts de vista mineralògic, petrològic i geoquímic, mitjançant l'observació macroscòpica i microscòpica (microscòpia òptica de transmissió electrònica de rastreig) i la difracció de raigs X. Els resultats revelen que aquest alabastre és, en força àrees del retaule, de molt bona qualitat, si bé presenta abundants components que evidencien un descens en la seva puresa en algunes àrees. La caracterització geoquímica d'algunes mostres d'alabastre mitjançant l'estudi de les composicions isotòpiques del sofre i l'oxigen del sulfat del guix, ha permès recolzar analíticament la teoria coneguda documentalment sobre la procedència dels alabastres del retaule de l'altar major de Poblet de la zona de Sarrià

On the dimensions of the main altarpiece of Santa Maria de Poblet

The characterization of the stone material used for the execution of the main altarpiece of Poblet, sculpted in alabaster gypsum, has been carried out from a mineralogical, petrological and geochemical point of view, through macroscopic and microscopic (scanning transmission electron microscopy) observation and by X-ray diffraction. The results show that the alabaster is of very good quality in many areas of the altarpiece, even though in some areas it presents plenty components which prove a decrease of purity. The geochemical characterization of some alabaster samples, through the study of the isotopic compositions of sulfur and gypsum sulfate oxygen, enabled the analytical support of the already documented theory about the origins of the alabaster of the main altarpiece of Poblet, in the Sarrià zone.

Elisabet Playà Pous. Professora del Departament de Geoquímica, Petrologia i Prospecció Geològica de la Facultat de Geologia de la Universitat de Barcelona.
Teacher at the Department of Geochemistry, Petrology and Geological Prospecting at the Faculty of Geology at the University of Barcelona.
eplaya@ub.edu

Montserrat Artigau Miralles. Professora de Conservació i Restauració d'Escultura de l'ESCRBCC.
Teacher of Conservation and Restoration of Sculpture at the ESCRBCC.
martigau@xtec.cat

Esperança Tauler Ferré. Teacher of Conservation and Restoration of Sculpture at the ESCRBCC.
Teacher at the Department of Crystallography, Mineralogy and Mineral Deposits, University of Barcelona.
esperancatauler@ub.edu



INTRODUCCIÓ¹

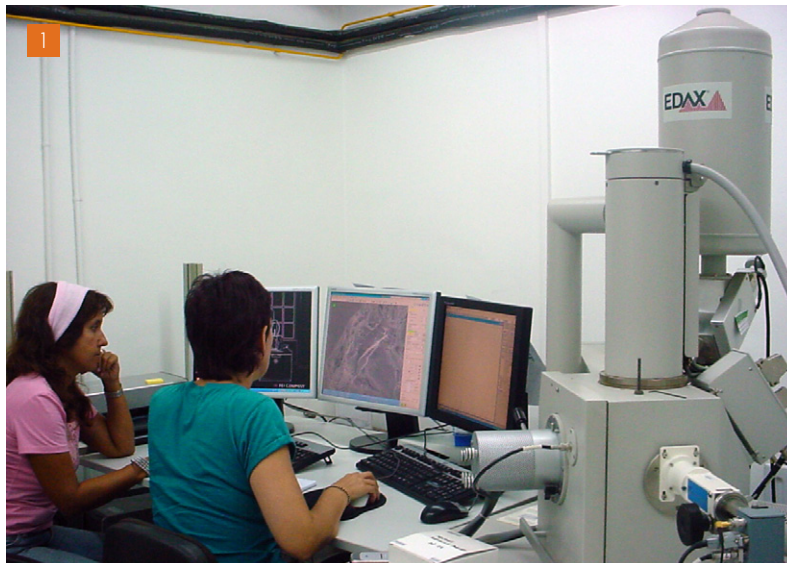
Tot i que hi ha un bon coneixement sobre la localització de les pedreres usades per a l'extracció d'alabastre escultòric a la península ibèrica (Cueto, 1992), la procedència dels materials és sovint difícil d'establir a partir de l'estudi directe de les peces d'alabastre. Les característiques mineralògiques, texturals i composicionals no són paràmetres distintius en les roques d'alabastre, atès que la majoria presenten característiques similars, intrínseques a la pròpia definició d'alabastre: es tracta de roques de color blanc a marronós, molt pures, compostes per guix microcristal·lí. Per tant, els estudis petrològics clàssics macroscòpics i microscòpics no són adequats per a la determinació de les procedències dels alabastres per ells mateixos. Alguns autors, escassos, han realitzat intents de caracterització de procedències a partir d'estudis geoquímics de l'alabastre. Constagliola et al. (2001) van proposar l'ús dels isòtops de plom (Pb) en alabastres sicilians i toscans. Ligeza et al. (2001) van analitzar els continguts en elements traça d'una escultura polonesa gòtica d'alabastre per tal de comparar els resultats amb alabastres de diferents pedreres locals. Altres tècniques analítiques s'han suggerit per diagnosticar l'estat de conservació i el patró de degradació de diferents peces (Liaño, 2007; Báguenas, 2008; Castro et al., 2008).



¹ Aquest article s'emmarca dins del treball de Tesi Doctoral "Caracterització i conservació del retaule major de Santa Maria de Poblet", actualment en procés d'elaboració per part de Montserrat Artigau Miralles (8/7/2006, Facultat de Belles Arts, Universitat de Barcelona), i del qual ja se n'ha fet esment en l'article anterior en aquest mateix número de la revista.

Detall iconogràfic de l'escultura que representa Sant Bartomeu, situada al tercer pis del retaule de l'altar major de Poblet, obra de l'escultor Damià Forment. S'aprecien les diferents tonalitats i venes d'hidratació de l'alabastre, procedent del jaciment de Sarral (Tarragona) (Fotografies: Montserrat Artigau).

En el present treball es proposa una tècnica diferent a les presentades per a l'estudi de la procedència de l'alabastre del retaule de l'altar major de Poblet, en la línia d'alguns treballs preexistents (Gale et al., 1988; Inglès et al., 2009): l'anàlisi isotòpica de l'oxigen i el sofre del sulfat del guix. Aquesta tècnica geoquímica és ja d'àmplia aplicació en els estudis geològics convencionals d'unitats evaporítiques compostes per sulfats, principalment guix i anhidrita (Utrilla et al., 1992; Playà et al., 2000; Playà et al., 2007, entre d'altres). Inglès et al. (2009) van demostrar, a partir d'aquesta tècnica analítica, l'error de procedència atribuït a una peça escultòrica gòtica.



Observació de les mostres al microscopi electrònic de rastreig als Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona (Fotografia: Montserrat Artigau).

METODOLOGIA

Les mostres obtingudes de l'alabastre del retaule de l'altar major de Poblet són de dos tipus: fragments mil·limètrics d'alabastre (extrets amb microescarpra) i mostres en pols (extretes directament del retaule amb un microtrepan)

Taula 1

Llista de mostres extretes del retaule de l'altar major de Poblet i tipus d'anàlisis realitzades en cadascuna (Autora: Elisabet Playà).

S'han realitzat 3 làmines primes sense cobrir a partir dels fragments de mostra per tal de realitzar l'estudi petrològic amb microscòpia òptica de llum transmesa. Alguns fragments d'alabastre han estat estudiats al microscopi electrònic de rastreig dels Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona (ESEM model Quanta 200 FEI, XTE 325/D8395), equipat amb un espectròmetre d'energia dispersiva per a la realització d'anàlisis semiquantitatives (EDS) i amb tecnologia per a imatge d'electrons retrodispersats (BSE).

Per a dur a terme la caracterització mineralògica de roca total, s'han realitzat deu anàlisis de difracció de

Procedència	Mostres		Làmines primes	Difracció raigs X	Anàlisi isotòpica	Microscòpia electrònica
	Fragments ²	Pols ³				
Polsera	002	PO-6			x	
	006	PO-11	x		x	
Retaule		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 ⁴		x		x
		PO-15 ⁴		x		x
Pàtines oxidació	004					x
	005	PO-13		x		
		PO-9		x		
		PO-10		x		

² Les mostres són fragments d'alabastre del retaule (1-2 cm).

³ Mostres en pols.

⁴ Petits fragments mil·limètrics.

raigs X (DRX) de mostra en pols no orientada amb un difractòmetre Bragg-Brentano PANalytical X'Pert PRO MPD alpha1 (temps de mesura de 200 segons). La identificació de les fases minerals s'ha obtingut amb el programa X'PERT HIGHSCORE PLUS i la base de dades PDF# 2 del Joint Committee of Powder Diffraction Standards (2000).

Per a realitzar les anàlisis d'isòtops de sofre i oxigen, les mostres d'alabastre en pols es dissolgueren en aigua doblement desionitzada i s'afegí una solució de BaCl_2 al 5% per tal de fer precipitar els sulfats. La composició isotòpica del sofre i oxigen es determina en el precipitat de BaSO_4 resultant, en un espectròmetre de masses de relació isotòpica (IRMS), Finnigan Delta plus XP dels Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona. Els resultats s'expressen en tant per mil respecte el patró estàndard V-CDT (Vienna-Canyon Diablo Troilite) en el cas del sofre, $\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}}$, i respecte l'estàndard V-SMOW (Vienna-Standard Mean Ocean Water) en el cas de l'oxigen, $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}$. La precisió del mètode és de 0,4‰ i de 0,5‰, respectivament.

RESULTATS

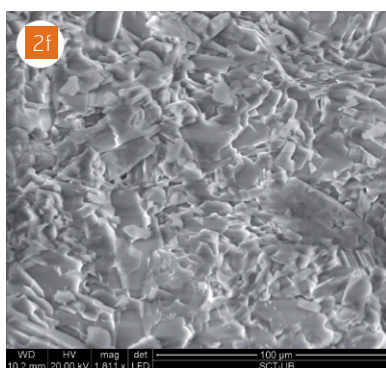
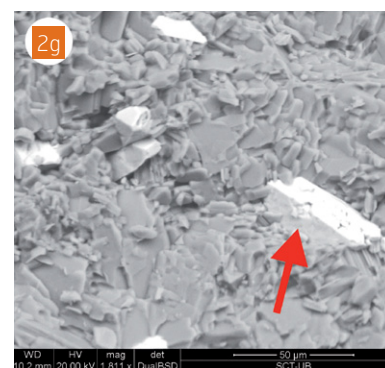
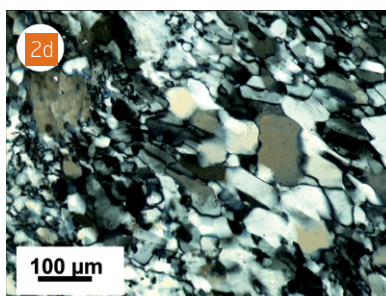
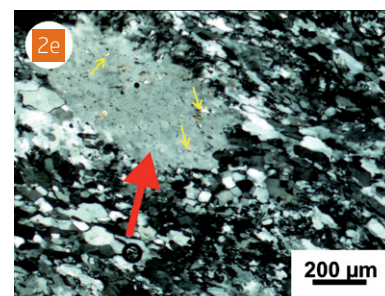
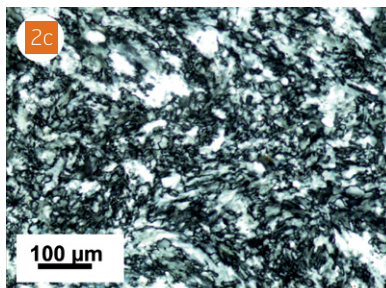
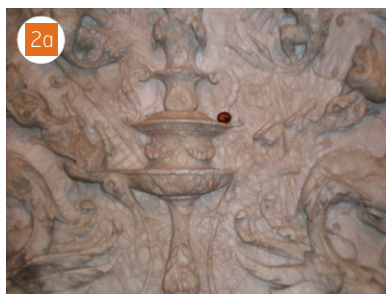
Caracterització mineralògica i petrològica

L'estudi petrològic confirma que el retaule de l'altar major de Poblet està esculpit amb guix alabastrí, entenent aquesta classificació des del punt de vista geològic com a aquella roca molt pura de guix secundari (que prové de la hidratació de l'anhidrita) amb textura alabastrina (essencialment microcristal·lina).

A nivell macroscòpic, l'alabastre del retaule no és de màxima qualitat (no és de màxima puresa ni presenta textura alabastrina exclusivament). Els principals trets que trenquen la puresa de l'alabastre (tant pel que fa a la composició mineral com del seu color) són:

- Presència d'abundants venes d'hidratació, que formen una xarxa irregular i molt densa de tonalitats blanques translúcides (formades per cristalls de guix de majors dimensions que la matriu alabastrina), amb un gruix d'1-2 cm. **[2a]**
- Presència de zones de coloracions marronoses a gris fosc, que es poden presentar com a àrees irregulars o difusament laminades. **[2b]**

Les làmines primes estudiades, que essencialment corresponen a les zones d'alabastre més pur, revelen que aquest alabastre té pràctica absència d'encaixant (material no evaporític que acompanya al guix). El component principal del guix, que constitueix pròpiament l'alabastre, és principalment, com ja s'ha comentat, la matriu alabastrina. El guix de la mostra està format per



[2a] Aspecte general de l'alabastre del retaule de l'altar major de Poblet, on s'observen les abundants venes d'hidratació. Moneda per escala.

[2b] Detall de les zones més impures de l'alabastre del retaule (fletxa verda), formades per guix amb un elevat contingut amb material encaixant no evaporític (carbonats i lutites, principalment). Moneda per escala.

[2c] Matriu cripto a microcristal·lina de guix alabastrí.

[2d] Matriu de guix alabastrí constituïda per cristalls subèdrics.

[2e] Detall d'un porfiroblast de guix (fletxa vermella) entre la matriu alabastrina amb inclusions d'anhidrita (fletxes grogues) i inclusions fluides. [2c, 2d i 2e] són fotografies de microscòpia òptica amb nícols encreuants, mostra 003 Retaule, equivalent a PO-8. F) Imatge d'electrons secundaris (SEM) de microscòpia òptica de rastreig de la matriu de guix alabastrina, essencialment constituïda per guix.

[2g] Mateixa imatge que [2F] però amb visió d'electrons retrodispersats (BSE), on es destaca la presència de diversos cristalls de celestina (fletxa vermella, cristall lluent) dispersos entre la matriu de cristalls de guix (grisos) (Fotografies: Elisabet Playà).

una matriu de guix criptocristal·lí a microcristal·lí (textura alabastrina). Aquesta matriu presenta dues poblacions de cristalls de guix:

- Matriu criptocristal·lina a microcristal·lina composta per cristalls anèdrics equidimensionals d'unes 10 µm i cristalls de mida major (fins a 300 µm) que formen pseudoplomalls de cristalls o trànsit cap a cristalls amb extinció ondulant del tipus CENU (Cristalls d'Extinció No Uniforme) ^{2c}; entre aquesta matriu també es troben alguns cristalls majors de 300 µm, euèdrics.
- Matriu de cristalls de guix euèdrics-subèdrics prismàtics (i difusament orientats) i anèdrics, <100 a 400 µm. ^{2d}

Altres components de guix minoritaris que es troben són els porfiroblastos, que corresponen a cristalls de guix aïllats o aglomerats de 2-3 cristalls, entre la matriu alabastrina, amb morfologies ovalades i contactes suturats ^{1a}, de fins a 1 mm de mida. Aquests porfiroblastos contenen restes d'anhidrita, que es presenten com a cristalls anèdrics a subèdrics (prismàtics o equidimensionals), sense orientació marcada. Els porfiroblastos també són rics en inclusions fluïdes que segueixen els plans d'exfoliació del guix.

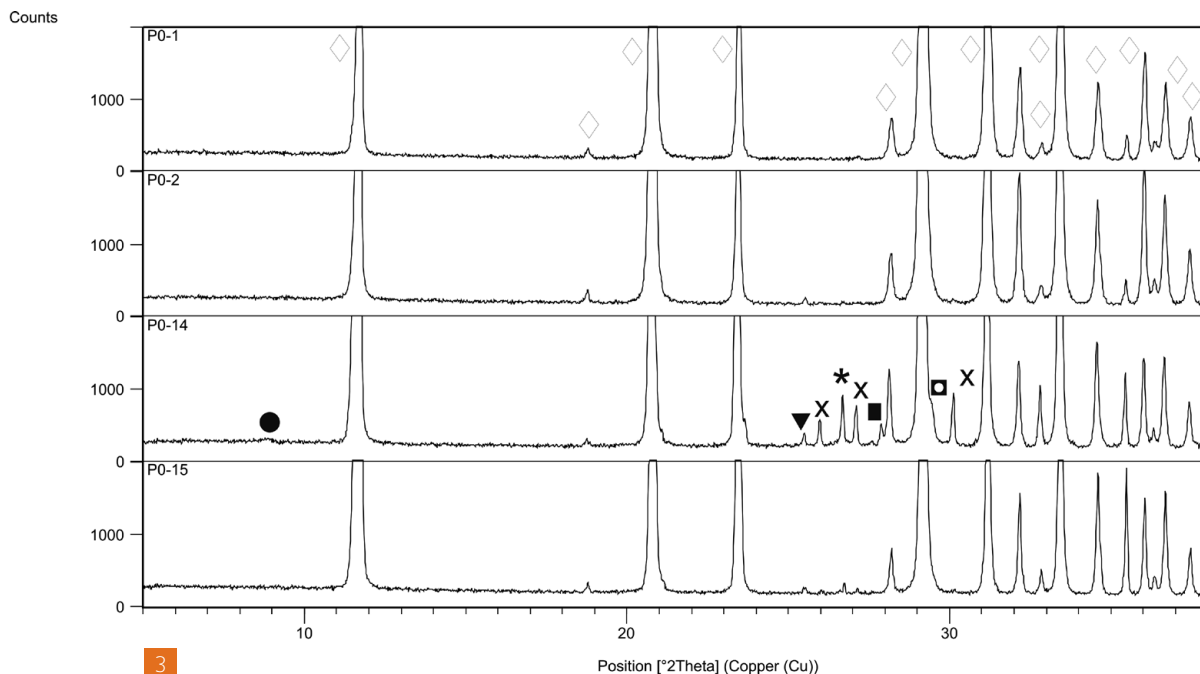
Totes les mostres estan formades per guix en proporcions superiors al 90% en pes i celestina i anhidrita en menor quantitat; es presenten els resultats de les mos-

tres PO-1, PO-2 i PO-15 ³. Els minerals acompanyants al guix presenten mineralogies diverses, atenent a la zona del retaule que s'estudiï, trobant-se en general celestina, anhidrita, il·lita, quars (o altres varietats de la sílice), feldspat albític i calcita, com es pot veure a la mostra PO-14. En aquestes mostres més riques en minerals acompanyants, la proporció de guix és inferior a 70% en pes. La celestina (sulfat d'estronci) forma petites aglomeracions de cristalls, anèdrics a subèdrics (prismàtics curts), de fins a 15 µm i heterogeniament distribuïts en l'alabastre. Aquest mineral pot resultar difícil d'identificar en microscòpia òptica de transmissió (ateses les seves petites dimensions i colors de polarització molt similars als del guix), però és fàcilment reconeixible mitjançant microscòpia electrònica de rastreig en visió d'electrons retrodifosos. ^{2f} ^{2g}

Un darrer tret distintiu de l'alabastre del retaule de l'altar major de Poblet és la presència d'àrees irregularment distribuïdes en el retaule de coloracions ocre a vermelloses-marroones de dimensions variables (diàmetres centimètrics a decimètrics). Aquestes coloracions es deuen a l'existència d'una patina molt superficial (possiblement d'algunes micres de guix), i que no ha estat motiu del present estudi.

Caracterització geoquímica

Les composicions isotòpiques dels alabastres del retaule de l'altar major de Poblet són molt homogènies, i oscil·len entre +15.8 i +15.9‰ per a l'oxigen, i entre +15.0 i +15.6‰ per al sofre (Taula 2).



³ Espectres de DRX de les mostres PO-1, PO-2 i PO-15 formades majoritàriament per guix (◇) i en molt petita proporció anhidrita (▼) i celestina (x). La mostra PO-14 presenta guix amb celestina (x), quars (*), il·lita (●), anhidrita (▼), calcita (■) i feldspat albític (■). (Autor: E. Tauler).

Taula 2

Composicions isotòpiques de l'oxigen i del sofre del sulfat dels alabastres del retaule de l'altar major de Poblet (Autora: Elisabet Playà).

MOSTRA	Procedència	$\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}} (\text{‰})$	$\delta^{34}\text{S}_{\text{V-CDT}} (\text{‰})$
PO-4	004 pàtina	+15.9	+15.2
PO-6	002 polsera	+15.8	+15.0
PO-8	003 retaule	+15.8	+15.5
PO-11	006 polsera	+15.8	+15.6
PO-12	009 pedra	+15.8	+15.5

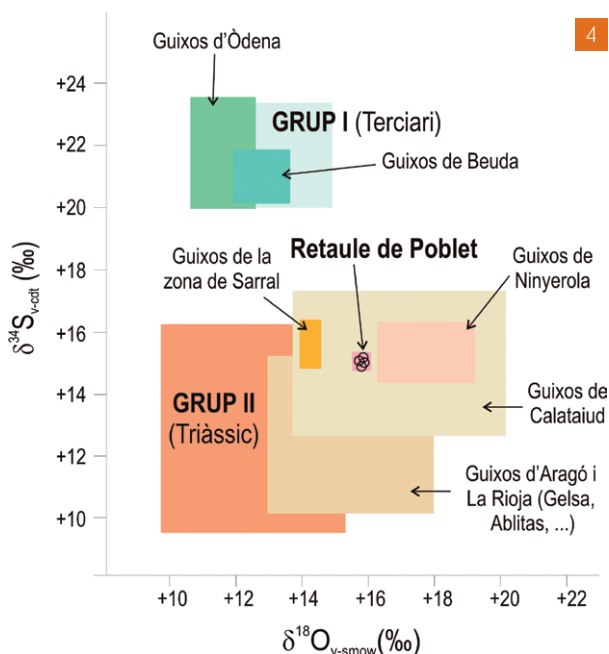
DISCUSSIÓ

PROCEDÈNCIA DE L'ALABASTRE DEL RETAULE DE L'ALTAR MAJOR DE POBLET

Actualment, les principals eines que poden ajudar a determinar la procedència dels alabastres són les anàlisis isotòpiques del sofre i oxigen, conjuntament amb el suport de la relació isotòpica de l'estronci ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$), que no ha estat tractada en el present estudi.

Cal recordar que el guix és una roca sedimentària evaporítica d'origen químic que es forma per precipitació dels ions

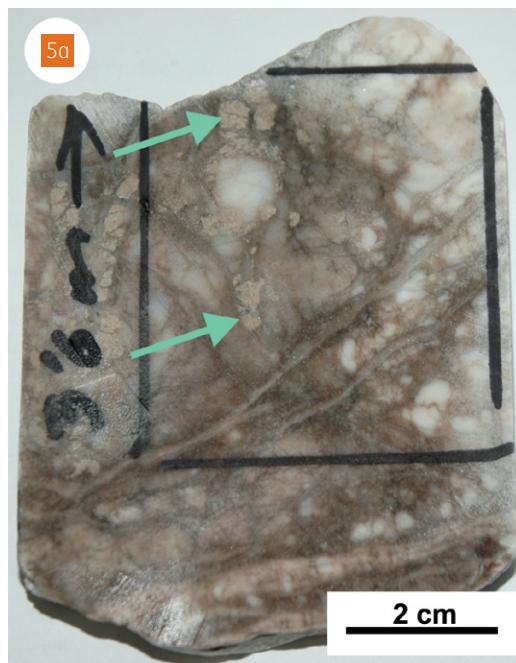
dissolts en una salmorra quan aquesta pateix un procés d'evaporació, concentració i sobresaturació. Per aquest motiu, les composicions isotòpiques de l'oxigen i del sofre del guix precipitat, estan relacionades amb les composicions isotòpiques de l'oxigen i del sofre del sulfat dissolt a l'aigua a partir de la qual precipita el guix, tenint en compte uns coeficients de fraccionament durant el procés de precipitació (que són paràmetres coneguts). Així, estudiant els seus senyals isotòpics és possible esbrinar a partir de quina aigua es va formar un guix. Per altra banda, també es pot mencionar el fet que la composició isotòpica del sulfat dissolt a l'aigua marina ha anat variant al llarg dels diferents temps geològics, i aquesta variació és coneguda a partir de les corbes de Claypool et al. (1980). Seguint el criteri de la relació entre el guix (sòlid) i l'aigua a partir de la qual s'ha format (com per exemple, aigua marina evaporada), també és possible saber l'edat geològica de les formacions de guix a partir de l'estudi isotòpic. Totes aquestes aplicacions han estat àmpliament i clàssicament considerades de forma rutinària en els treballs de recerca geològica en unitats de guixos (i anhidrites), i actualment ja s'està treballant en la recerca de nous indicadors geoquímics, a part d'aquests més clàssics. Ara bé, l'aplicació d'aquest coneixement en l'estudi de procedències de peces escultòriques és molt restringit i desconegut, destacant únicament els dos treballs de Gale et al. (1988) i Inglès et al. (2009).



Representació gràfica de les composicions isotòpiques del sofre i de l'oxigen de l'alabastre del retaule de l'altar major de Poblet i comparació amb les unitats de guixos de les àrees de Beuda (Girona), Òdena (Barcelona), Ninyerola (València), zona de Sarra (Conca de Barberà, Tarragona), Aragó-La Rioja i Calataiud (Saragossa) [imatge elaborada per Elisabet Playà a partir de dades pròpies i d'Utrilla et al., 1992].

Els resultats isotòpics obtinguts als alabastres del retaule de l'altar major de Poblet són molt homogenis i, per tant, apunten cap a un origen comú de totes les mostres, és a dir, procedents de la mateixa unitat geològica. Les dades documentals suggereixen que les roques d'alabastre són originàries de les pedreres de la zona de Sarra. Les composicions isotòpiques de les unitats de guixos de la conca de Barberà presenten valors que oscil·len entre +13.9 i +14.4‰ per a l'oxigen, i entre +14.8 i +16.4‰ per al sofre (Utrilla et al., 1992) 4. Considerant bàsicament els valors de $\delta^{34}\text{S}$, ja que l'oxigen està altament afectat per altres processos que emmascaren l'efecte de la precipitació del guix, es pot concloure que les mostres escultòriques analitzades del retaule de l'altar major de Poblet (composició isotòpica del sofre mitjana de +15.4‰), s'emmarquen dins d'aquests rangs de composicions, fet que és coherent amb la procedència documentada històricament de les pedreres de Sarra.

Ara bé, cal remarcar que els guixos de la Conca de Barberà estan constituïts per diferents unitats estratigràfiques, totes elles amb característiques petrològiques i geoquímiques molt similars (Utrilla et al., 1992; Ortí et al., 2005). Moltes d'aquestes unitats han estat motiu d'intensa explotació industrial, almenys durant el segle XIX, ateses les seves propietats físiques similars. Les dades aportades en el present estudi sobre els alabastres del retaule no permeten localitzar específicament la pedrera que va poder aportar els blocs d'alabastre.

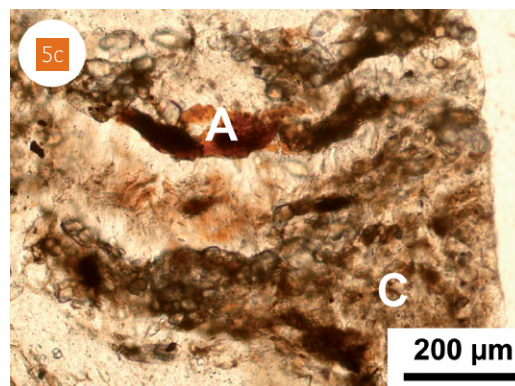
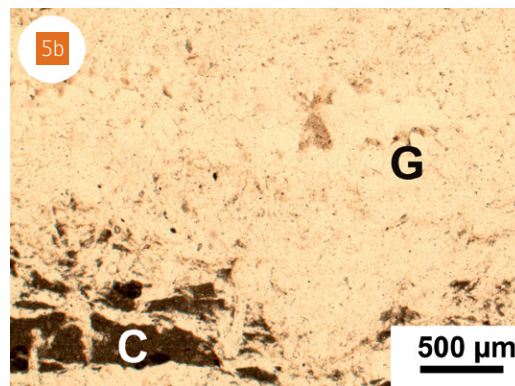


Per altra banda, cal destacar que al nord-est de la península ibèrica, les composicions isotòpiques de les unitats de guixos es poden emmarcar en dos rangs de valors principals [4](#), els quals, essencialment, depenen de l'origen de les aigües a partir de les quals van precipitar aquestes roques. Si considerem només els valors de $\delta^{34}\text{S}$, els dos grups principals són: valors compresos, aproximadament, entre +9 i +16‰ (grup I) i entre +20 i +23‰ (grup II) (Utrilla et al., 1992). Les principals unitats geològiques que han tingut un interès escultòric i han estat motiu d'extracció al llarg de la història amb aquesta finalitat en aquesta zona, són els guixos de les àrees d'Aragó-La Rioja, Calataiud, Sarral (Tarragona), Beuda (Girona), Ninyerola (València) i en menor importància Òdena (Barcelona). Els guixos d'Aragó-La Rioja, Calataiud (Saragossa), Sarral i Ninyerola presenten composicions isotòpiques molt similars, generalment emmarcades dins del Grup I de valors, mentre que els guixos de Beuda i Òdena són clarament diferents i s'engloben dins del Grup II de valors (Utrilla et al., 1992) [4](#). En aquest sentit es destaca el fet que és extremadament simple discriminar entre les dues procedències d'alabastrès més importants a Catalunya (guixos de Beuda i guixos de Sarral) en base a l'estudi isotòpic de les mostres, tal i com van demostrar Inglès et al. (2009). Per contra, malauradament aquesta tècnica no permet distingir entre les dues procedències principals durant el segle XVI (guixos de Sarral i guixos de Saragossa).

El color de l'alabastre

Tot i el caràcter essencialment alabastrí del retaule de l'altar major de Poblet (guix microcristal·lí blanc), la roca presenta zones amb coloracions de marró a vermellós i ocre (sense considerar en aquest treball les patines que afecten el retaule).

La distribució d'aquestes àrees acolorides és irregular, i es presenten generalment en forma de vetes amb un guix



Relació entre el color de l'alabastre i la composició mineralògica.

[5a] Fotografia de secció polida d'un guix alabastrí de la unitat de Guixos de Pira (zona de Sarral) on s'observa que els nòduls de calcita de gra fi ofereixen colors marronosos (fletxes verdes), mentre que les coloracions vermellores vénen determinades per les argiles; les àrees blanques corresponen a la matriu de guix alabastrí més pura, sense encaixant acompanyant.

[5b i 5c] Fotografies de microscòpia òptica amb nícols paral·lels de guixos alabastrins amb minerals acompanyants (calcita i argiles) en proporcions diverses; C, calcita microcristal·lina (color marronós); A, argiles (color vermellós) i G, guix. (imatges: Elisabet Playà).

variable (alguns centímetres). A més de guix, els principals constituents d'aquestes zones són carbonats de gra fi i argiles, que sovint es disposen formant làmines paral·leles a les parets de les vetes [2b](#), la presència d'aquests minerals acompanyant el guix dona a l'alabastre un aspecte opac. Si s'analitzen les àrees amb coloracions similars que es troben entre les unitats de guixos d'afiorament de la zona de Sarral, que són molt similars al que s'observa a l'alabastre del retaule, s'evidencia també que la calcita i les argiles són els minerals acompanyants més abundants, juntament amb menors quantitats de quars, dolomita i celestina (Guinea et al., 2010). Aquests minerals acompanyants es poden trobar tant dispersos entre el guix alabastrí, en quantitats molt variables, com formant acumulacions similars a les de la figura [2b](#) (comparació amb la figura [5a](#), corresponent a una mostra de la unitat de guixos de Pira). La presència de calcita com a mate-

rial acompanyant aporta les coloracions marronoses i ocre a l'alabastre **5a** **5b** **5c**. Per altra banda, la presència d'argiles clarament controla la coloració vermellosa de la roca **5a** **5c**, essent més intens el vermell a major abundància d'argiles. A les mostres del retaule de l'altar major de Poblet també és pot identificar la presència més abundant d'argiles i carbonats a les mostres acolorides, tal i com s'observa a la figura. **6**

CONCLUSIONS

El retaule de l'altar major de Poblet està esculpit en guix alabastrí, entenent aquesta classificació, des del punt de vista geològic, com a aquella roca molt pura de guix secundari (que prové de la hidratació de l'anhidrita) amb textura alabastrina (essencialment microcristal·lina). Aquest alabastre presenta abundants components que evidencien un

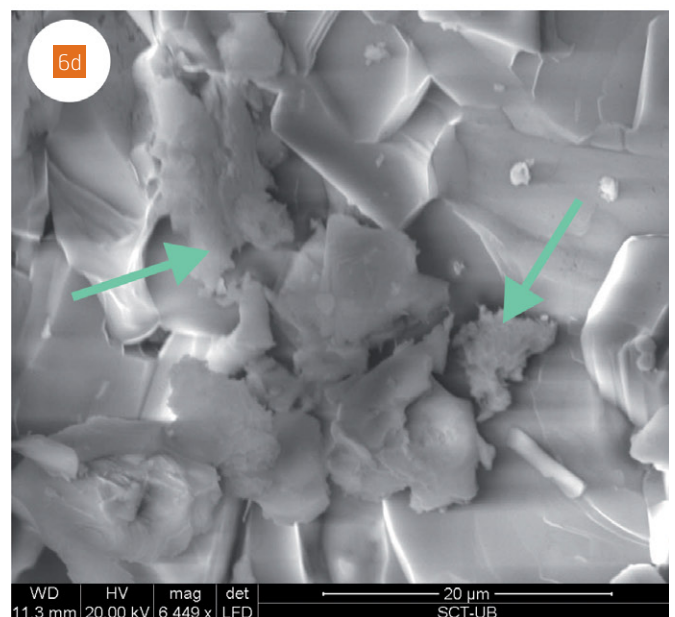
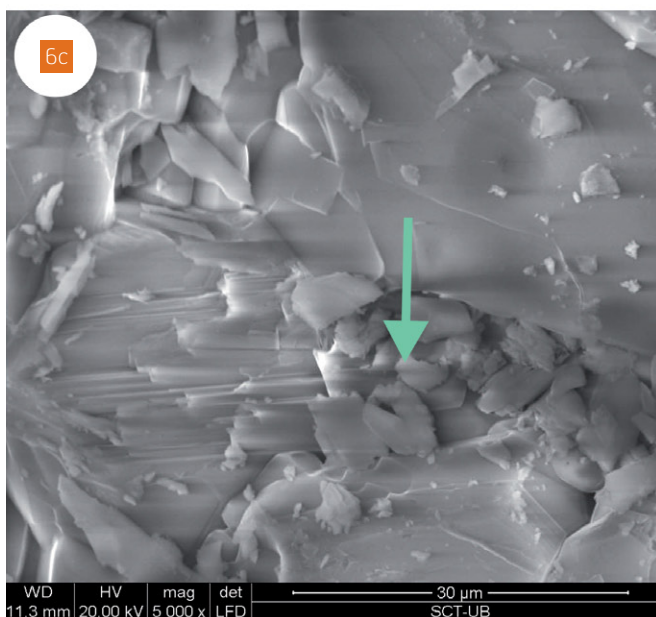
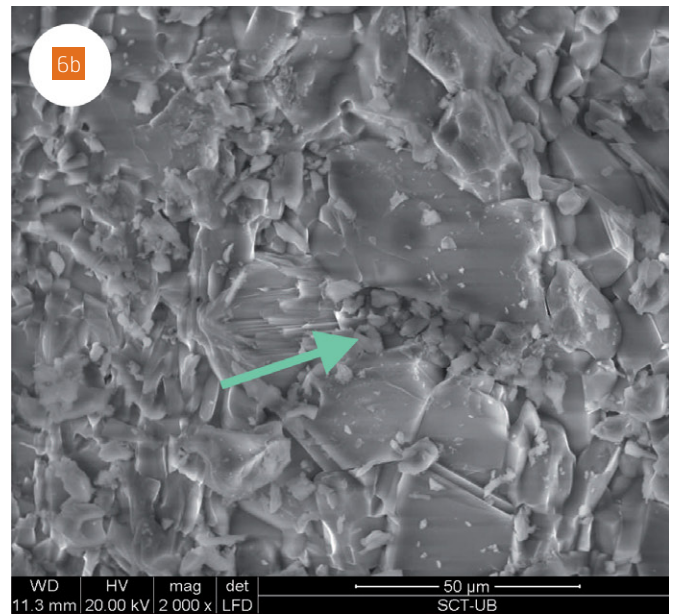
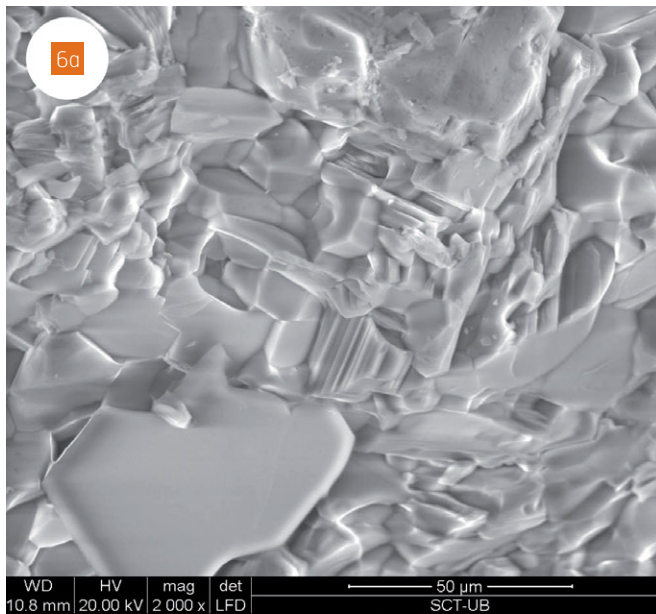
descens en la seva qualitat petrològica en diverses zones del retaule i, per tant, també el descens de la seva qualitat com a material escultòric, com són: abundants venes d'hidratació i zones de coloracions marronoses a gris fosc. És especialment aquest segon component el que clarament ha estat motiu de debat històric, atès que les diferències de coloracions del material són molt evidents. És la pre-

Imatges de microscòpia electrònica de rastreig.

[6a] Guix alabastrí blanc pur, constituït essencialment per cristalls de guix; mostra PO-15.

[6b, 6c i 6d] Guix alabastrí amb coloracions marronoses, format per una matriu de guix i encaixant argilòs (i carbonàtic) de gra més fi observable en els intersticis intercristal·lins (fletxes verdes); mostra PO-14.

(Imatges: Elisabet Playà).





sència de material encaixant (material acompanyant al guix) la responsable de la coloració general de l'alabastre; aquest encaixant presenta mineralogies diverses, atenen a la zona del retaule que s'estudiï, essent en general constituït per argiles, carbonats, quars (o altres varietats de la sílice) i celestina. Els principals responsables dels tons marronosos són els carbonats (calcita i dolomita), mentre que les tonalitats vermelloses, negreses o verdoses estan relacionades amb molta probabilitat amb la presència de minerals de les argiles. Aquest material acompanyant és pràcticament nul a les zones d'alabastre més pur (alabastre blanc), on són la celestina i potser una mica de quars (minerals incoloros) els únics minerals acompanyants.

Les composicions isotòpiques dels alabastres del retaule de l'altar major de Poblet són molt homogènies, i oscil·len entre +15.8 i +15.9‰ per a l'oxigen, i entre +15.0 i +15.6‰ per al sofre; per tant, apunten cap a un origen comú de totes les mostres, és a dir, procedents de la mateixa unitat geològica. Les dades documentals suggereixen que les roques d'alabastre són originàries de les pedreres de la zona de Sarral, i, tot i que les dades geoquímiques no són excloents d'altres àrees

(com de les pedreres de Saragossa, per exemple, les quals presentarien valors isotòpics molt similars als obtinguts), són compatibles amb la procedència de la zona de Sarral. Les dades permeten excloure definitivament un possible origen de les pedreres de Beuda.

BIBLIOGRAFIA

- I. BÀGUENAS, "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. MASCARO, "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, Tesi Doctoral, inèdita, 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. PAŁCZYK, L. ROWIŃSKA, L. WALIŃ, 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 Committee 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.