

LA PRODUCCIÓN DE CERÁMICA COMÚN VIDRIADA DEL TALLER DEL CARRER DE L'HOSPITAL AL SIGLO XIII A PARTIR DE LA SEVA CARACTERITZACIÓ ARQUEOMÈTRICA

La descoberta del forn del segle XIII del taller del carrer de l'Hospital ha permès de realitzar un estudi complet de caracterització arqueomètrica de la ceràmica comuna vidriada que s'hi produïa. Les peces estudiades han estat analitzades mitjançant la fluorescència de raigs X (FRX), la difracció de raigs X (DRX) i la microscòpia òptica per làmina prima (MO). Els resultats han permès la identificació de 2 grups químics que

corresponen a una producció poc calcària i a una altra de calcària. Igualment, s'ha pogut constatar com l'única olla estudiada, tot i procedir del taller del carrer de l'Hospital, no correspon a la producció d'aquest forn, que sembla que s'havia especialitzat en la producció de ceràmica comuna vidriada. A més, un dels gibrells correspon també a una altra producció diferenciada. La definició d'aquests dos grups de referència ha permès de

comparar, amb més garanties, els materials apareguts en el dipòsit del carrer de Sant Honorat, i confirmar la segura producció barcelonina de la vaixel·la verda i de la pisa arcaica allà identificades.

Paraules clau: ceràmica comuna vidriada, anàlisi química, anàlisi mineralògica, anàlisi petrogràfica, taller, grup de referència.

LA PRODUCCIÓN DE CERÁMICA COMÚN VIDRIADA DEL TALLER DE LA CALLE HOSPITAL EN EL SIGLO XIII A PARTIR DE SU CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA

El descubrimiento del horno del siglo XIII del taller de la calle Hospital ha permitido realizar un estudio completo de caracterización arqueométrica de la cerámica común vidriada que en él se producía. Las piezas estudiadas han sido analizadas mediante la fluorescencia de rayos X (FRX), la difracción de rayos X (DRX) y la microscopía óptica por lámina delgada (MO). Los resultados han permitido identificar dos grupos químicos, que

corresponden a una producción poco calcárea y a otra calcárea. A su vez, se ha podido constatar que la única olla estudiada, aunque procedente del taller de la calle Hospital, no corresponde a la producción de este horno, por lo que parece que éste se había especializado en la producción de cerámica común vidriada. También uno de los lebrillos corresponde a otra producción diferenciada. La definición de estos dos grupos de referencia ha

permitido comparar, con más garantías, los materiales aparecidos en el depósito de la calle Sant Honorat, y confirmar la producción barcelonesa de la vajilla verde y de la loza arcaica allí identificadas.

Palabras clave: cerámica común vidriada, análisis químico, análisis mineralógico, análisis petrográfico, taller, grupo de referencia.

THE PRODUCTION OF GLAZED COMMON WARE IN THE POTTERY ON CARRER HOSPITAL IN THE 13th CENTURY BASED ON THE IDENTIFICATION OF ITS ARCHAEOLOGICAL CHARACTERISTICS

The discovery of the 13th-century kiln belonging to the pottery on Carrer Hospital enabled a full study of the archaeological characteristics of the glazed common ware produced in the kiln to be conducted. The pieces studied were analysed using X-ray fluorescence (XRF), X-ray diffraction (XRD) and optical microscopy for analysing thin sections (OM). The results obtained enabled two different chemical groups to be identified, one

containing a low level of lime and the other a higher level. In addition, the analysis showed that the single stewpot that was studied had not been produced in the kiln, even though it was found in the pottery, suggesting that the pottery specialised in making glazed common ware. One of the earthenware pots also came from a different source. Defining these two groups of reference made it possible to compare with greater assurance

of accuracy the items found in the deposit on Carrer Sant Honorat, and to confirm that the green tableware and early earthenware identified there were made in Barcelona.

Key words: glazed common ware, chemical analysis, mineralogical analysis, petrographic analysis, pottery, group of reference.

LA PRODUCTION DE CÉRAMIQUE COMMUNE VITRIFIÉE DE L'ATELIER DE LA RUE HOSPITAL AU XIII^e SIÈCLE À PARTIR DE SA CARACTÉRISATION ARCHÉOMÉTRIQUE

La découverte du four datant du XIII^e siècle de l'atelier de la rue Hospital a permis de réaliser une étude complète de caractérisation archéométrique de la céramique commune vitrifiée que l'on y produisait. Les pièces étudiées ont été analysées par fluorescence de rayons X (FRX), diffraction de rayons X (DRX) et microscopie optique de lame mince (MO). Les résultats ont permis d'identifier deux groupes chimiques qui correspondent à une production peu

calcaire et à une autre calcaire. On a aussi pu constater que la seule marmite étudiée, bien qu'elle procédât de l'atelier de la rue Hospital, ne correspond pas à la production de ce four car il semble que ce dernier s'était spécialisé dans la production de céramique commune vitrifiée. En outre, l'une des cuvettes correspond aussi à une autre production, bien différente. La définition de ces deux groupes de référence a permis de

comparer plus sûrement les matériaux apparus dans le dépôt de la rue Sant Honorat et de confirmer la production barcelonaise de la vaisselle verte et de la faïence archaïque qui y ont été identifiées.

Mots clé : céramique commune vitrifiée, analyse chimique, analyse minéralogique, analyse pétrographique, atelier, groupe de référence.

LA PRODUCCIÓ DE CERÀMICA COMUNA VIDRIADA DEL TALLER DEL CARRER DE L'HOSPITAL AL SEGLE XIII A PARTIR DE LA SEVA CARACTERITZACIÓ ARQUEOMÈTRICA

J. BUXEDA I GARRIGÓS*
J. G. IÑÁÑEZ*,**
C. CAPELLI***

quarhis 203

Introducció

En els darrers anys s'ha produït un important avenç en el coneixement arqueomètric de la producció ceràmica baix-medieval i renaixentista de Barcelona, molt especialment pel que fa a la pisa (Iñáñez *et alii*, 2008, amb referències), però gràcies, especialment, al material procedent del rebliment d'una sitja del jaciment del carrer de Sant Honorat, 3 (Beltrán de Heredia, 2007) i al descobriment d'un forn al jaciment del carrer de l'Hospital, 26-30/carrer de la Morera, 2-4 s'ha pogut identificar igualment la producció a Barcelona, ja en el segle XIII, de pisa arcaica, com també de vaixel·la verda i de ceràmica comuna vidriada (Iñáñez i Buxeda, 2007).

En aquestes circumstàncies, el taller del carrer de l'Hospital suposa una novetat important perquè és l'únic taller conegut d'aquesta cronologia, tret de dues notícies, poc clares i impossibles de comprovar avui dia, sobre un forn aparegut al monestir de Pedralbes i un segon a la plaça de Medinaceli (Beltrán de Heredia, 2007: 154, nota 17). Ara bé, suposa també una novetat important perquè situa la producció ceràmica, si més no de la ceràmica comuna vidriada, en una zona, on fins ara no se'n tenia cap constància, allunyada de les zones del carrer de Tallers i del Turó dels Ollers (en els carrers anomenats d'Escudellers, d'Escudellers blancs i d'Obradors), on sembla que es concentrà la producció des dels segles XIV i XV en endavant. A més, les similituds composicionals amb la pisa arcaica i la vaixel·la verda d'aquest moment (Iñáñez i Buxeda, 2007) permeten de pensar que al segle XIII l'estructura de la producció d'aquests tres tipus ceràmics, la comuna vidriada, la pisa arcaica i la vaixel·la verda, tenien importants similituds i, possiblement, s'haurien pogut desenvolupar, si més no en part, en aquesta zona del Raval.

En aquest treball, doncs, presentem l'estudi complet de la producció comuna vidriada del taller del carrer de l'Hospital, en què establim definitivament el caràcter de la seva composició química i petrogràfica, que ha de servir, en el futur, com una de les bases per a la construcció

d'un coneixement arqueomètric acurat de la producció ceràmica a Barcelona.

Mostreig i rutina analítica

Com sigui que durant l'estudi arqueomètric del conjunt del dipòsit de Sant Honorat (Iñáñez i Buxeda, 2007) ja s'hi van incloure, a manera d'elements comparatius preliminars, 5 individus del taller del carrer de l'Hospital (MJ0402 a MJ0406), en aquesta segona fase s'han mostregat 26 individus més (MJ0408 a MJ0433) que completen un nombre mínim suficient de 31 individus per a la caracterització d'un centre productor i, a més, recullen la diversitat tipològica present en aquest centre (Taula 1). Tots els individus han estat caracteritzats per fluorescència de raigs X i per difracció de raigs X, i una selecció de 17 individus han estat també caracteritzats per microscòpia òptica per làmina prima.

Per a la seva caracterització arqueomètrica, els individus han estat despresos de les capes superficials, posteriorment polvoritzats i homogeneïtzats, i se n'ha determinat la composició química per fluorescència de raigs X (FRX), amb preparacions de duplicats de perles, per als elements majors, de pastilles, per a la determinació dels elements traça i el sodi, i amb el càlcul de la pèrdua al foc (PAF) a partir de calcinacions. La quantificació s'ha realitzat, als Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona, amb un espectrofotòmetre Philips PW 2400, amb font d'excitació de Rh, i s'ha utilitzat una recta de calibratge configurada amb 60 patrons (estàndards geològics internacionals), per determinar-ne els elements: Fe₂O₃ (com Fe total), Al₂O₃, MnO, P₂O₅, TiO₂, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, SiO₂, Ba, Rb, Mo, Th, Nb, Pb, Zr, Y, Sr, Sn, Ce, Co, Ga, V, Zn, W, Cu, Ni i Cr. Una detallada descripció de la rutina, les condicions analítiques, la precisió i l'exactitud ja ha estat publicada (Iñáñez i Buxeda, 2007; Hein *et alii*, 2002). La composició mineralògica ha estat estudiada, als Serveis Científicotècnics de la Universitat de Barcelona, per difracció de raigs X (DRX), sobre la pols dels espècimens prèviament preparats, mitjançant el mètode de la pols,

*ARQIUB (Cultura Material i Arqueometria UB), Dept. de Prehistòria, Història Antiga i Arqueologia, Facultat de Geografia i Història, Universitat de Barcelona, C/ de Montalegre, 6, 08001 Barcelona (jbuxeda@ub.edu)

**Museum Conservation Institute, Smithsonian Institution, 4210 Silver Hill Road, Suitland, Maryland 20746 (EUA) (Inanezj@si.edu)

***Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse (DIP.TE.RIS.), Università degli Studi di Genova, Corso Europa 26, I-16132 Gènova (Itàlia) (capelli@dip-teris.unige.it)

1. Vegeu article de R. Dehesa, J. Ramos i J. Alsina. "El forn del carrer de l'Hospital i la producció de ceràmica comuna vidriada monocroma i de vaixel·la verda a la Barcelona del segle XIII" en aquest mateix volum.

tot emprant un difractòmetre de geometria *Bragg-Brentano Siemens D-500* i treballant amb la radiació $K\alpha$ de Cu ($\lambda=1,5406 \text{ \AA}$), amb un monocromador de grafit en el feix difractat i una potència de treball d'1,2 kW (40kV, 30 mA). Les mesures han estat realitzades entre 4 i $70^\circ 2\theta$ amb una mida de pas de $0,05^\circ 2\theta$ i un temps de comptatge de 3 s per pas. Les fases cristal·lines presents en cada mostra analitzada han estat identificades i avaluades amb el paquet de programes *DIFFRAC/AT* de *Siemens* que inclou el banc de dades del *ICDD-JCPDS*, 2006.

A partir dels resultats de *FRX* i de *DRX*, es van seleccionar un total de 17 individus (MJ0408, 411, 412, 414, 415, 416, 419, 420, 422, 423, 425, 426, 427, 428, 429, 431 i 432) per al seu estudi per microscòpia òptica per làmina prima (MO) al Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse de la Università degli Studi di Genova.

Resultats de la caracterització química i petrogràfica

Les concentracions elementals resultants de l'anàlisi química per *FRX* corresponen a un cas especial de l'espai projectiu $d+1$ -dimensional, l'espai vectorial del qual és l'ortant positiu, que segueix un model multiplicatiu amb una mètrica d'interval·ls logarítmics, en el qual els punts projectius estan representats per coordenades homogènies que tenen una suma constant k ($k \in \mathbb{R}_+$: en aquest cas, $k = 100$),

$$S^d = \{[x_1, \dots, x_{d+1}] : x_i \geq 0 \text{ (} i = 1, \dots, d+1), x_1 + \dots + x_{d+1} = k\},$$

configurant el símplex S^d (Barceló-Vidal *et alii*, 2001; Buxeda, 2008). Per al seu tractament estadístic, les dades obtingudes han estat transformades emprant la transformació ALR de logaritmes de raons, segons

$$\mathbf{x} \in S^d \rightarrow \mathbf{y} = \log \left(\frac{\mathbf{x}_D}{x_D} \right) \in \mathbb{R}^d,$$

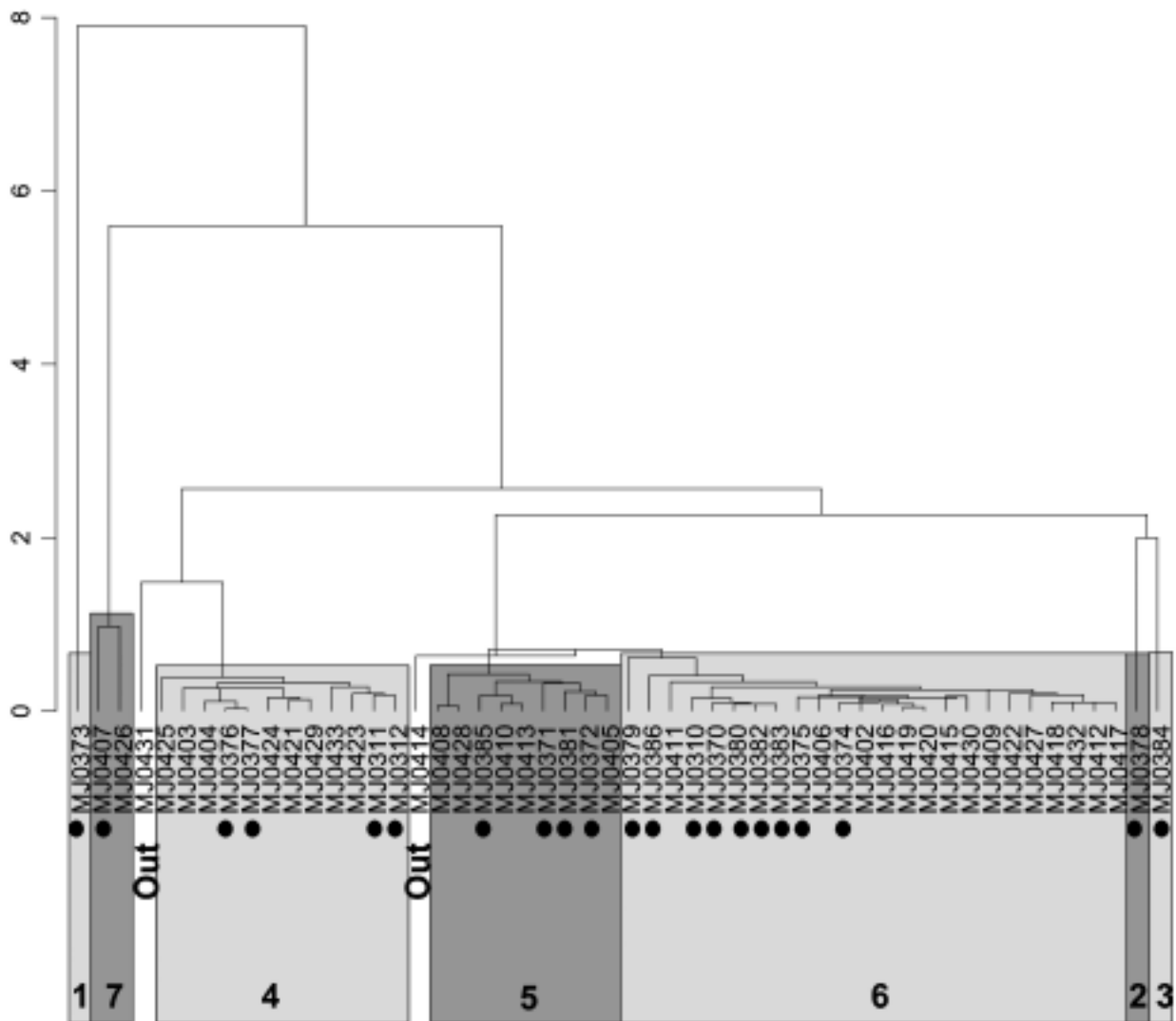
on S^d és el símplex d -dimensional ($d=D-1$) i $\mathbf{x}_D = [x_1, \dots, x_d]$, o la transformació CLR en logaritmes de raons centrades segons

$$\mathbf{x} \in S^d \rightarrow \mathbf{z} = \log \left(\frac{\mathbf{x}}{g(\mathbf{x})} \right) \in \mathbb{R}^d,$$

on S^d és el símplex d -dimensional ($d=D-1$) i $g(\mathbf{x})$ és la mitjana geomètrica de tots els D components de \mathbf{x} (Aitchison, 1986; Buxeda, 1999).

Per al tractament estadístic, no han estat considerats els components Mo i Sn, per indeterminacions i imprecisions analítiques, Co i W, per les possibles contaminacions derivades del procés de polvorització, i P_2O_5 i Cu, ja que molts individus presenten concentracions altes que sembla que corresponen a contaminacions. A més, gairebé tots els individus analitzats presenten unes concentracions atípicament altes de Pb que responen a contaminacions de la difusió dels vidriats en les matrius ceràmiques. Per això, i a causa de les interferències que provoca i que no poden ser degudament corregides, tampoc no s'han considerat els components Pb, Y, Ga, Th i Rb. Evidentment, tampoc no ha estat considerat el valor de la PAF.

En un primer moment i a causa de l'existència del treball previ sobre materials del dipòsit de Sant Honorat, els 26 individus nous del taller del carrer de l'Hospital i els 5 ja estudiats (Iñáñez i Buxeda, 2007) han estat examinats conjuntament amb els 21 individus procedents de Sant Honorat, per tal d'observar l'estructura d'aquest conjunt, però també d'identificar amb facilitat l'existència d'individus procedents del taller del carrer de l'Hospital que, malgrat tot, puguin no pertànyer a aquesta producció. La matriu de variació composicional d'aquest conjunt de 52 individus sobre la subcomposició Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MnO, TiO_2 , MgO, CaO, Na_2O , K_2O , SiO_2 , Ba, Nb, Zr, Sr, Ce, V, Zn, Ni i Cr retinguda per a l'anàlisi, mostra una variació total present ($vt = 1,275672$), que es pot considerar alta, fet que permet confirmar un origen poligènic per a la mostra en estudi (Buxeda i Kilikoglou, 2003), que es deu, especialment, als components Na_2O , MnO, Ba i CaO. Com a resum del tractament estadístic, s'observa en la figura 1 el dendrograma resultant de l'anàlisi de



conglomerats realitzada, amb el programa S-Plus 2000, emprant la distància euclidiana al quadrat i el mètode aglomeratiu del centroide, sobre la subcomposició retinuda per a anàlisi amb la transformació CLR. L'estudi d'aquest dendrograma, on els individus procedents del dipòsit de Sant Honorat s'identifiquen per un cercle

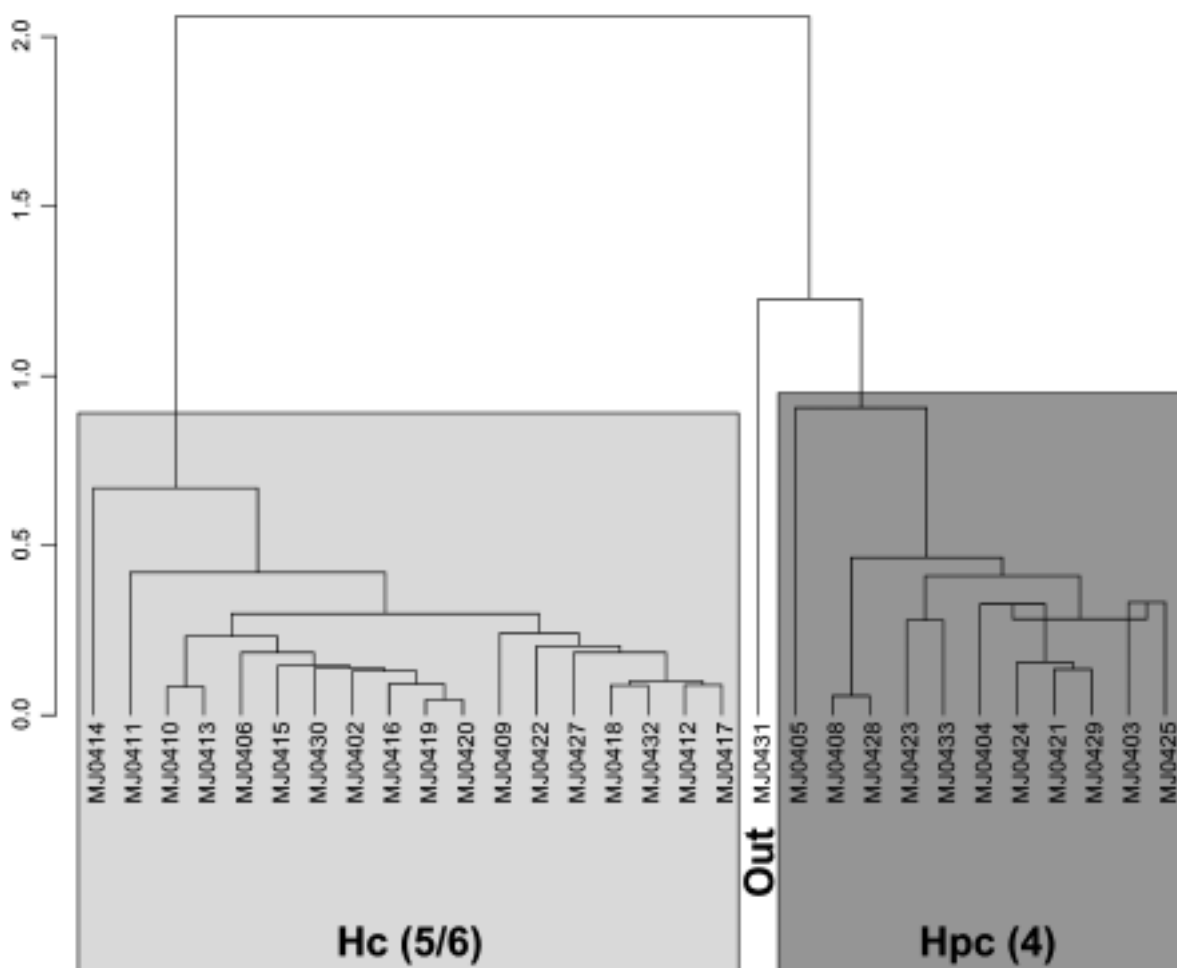
Figura 1

Dendrograma resultant de l'anàlisi de conglomerats realitzada emprant la distància euclidiana al quadrat i el mètode aglomeratiu del centroide, sobre la subcomposició Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MnO , TiO_2 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , SiO_2 , Ba , Nb , Zr , Sr , Ce , V , Zn , Ni i Cr , amb transformació CLR, sobre els 52 individus procedents de Sant Honorat i Hospital. Els punts negres indiquen els individus procedents del dipòsit del carrer de Sant Honorat.

negre, permet observar com es retroben les 7 agrupacions definides en l'estudi anterior (Iñáñez i Buxeda, 2007), de les quals, les agrupacions 1, 2, 3 i 7 corresponen a produccions diferenciades de la producció major identificada al dipòsit de Sant Honorat i que presenta similituds clares amb el taller del carrer de l'Hospital. Així, és important assenyalar ara que l'agrupació 7, que correspon a una producció no identificada, presenta unes clares similituds amb l'individu MJ0426, procedent del taller del carrer de l'Hospital i que és l'única olla aquí retrobada que ha estat caracteritzada. El fet que es tracti únicament de dos individus, no permet, actualment, inferir si efectivament poden pertànyer a una mateixa producció, però sí que cal indicar que les similituds són prou accentuades com perquè, com a hipòtesi de partença, es contempli aquesta possibilitat. Contràriament, els restants 25 individus nous del taller del carrer de l'Hospital, junt amb els 5 ja analitzats anteriorment, com també la major part dels individus del dipòsit de Sant Honorat (17 individus), mostren una estructura en tres agrupacions, 4, 5 i 6, degudes bàsicament a la sola variació del contingut de calci, que s'incrementa des de la producció poc calcària de l'agrupació 4, a la poc calcària/límit entre poc calcària i calcària de l'agrupació 5 i la calcària de l'agrupació 6. A diferència del que s'havia observat en el treball anterior, on els individus procedents del taller del carrer de l'Hospital només es trobaven en les agrupacions 4 i 5, ara, en haver augmentat la mostra d'individus procedents del taller del carrer de l'Hospital, es comprova clarament que també es troben fortament representades les comunes vidriades de pastes calcàries. Aquesta observació permet de veure que el que es va interpretar com una diferenciació de pastes poc calcàries a pastes calcàries per a la producció de la pisa arcaica, no sembla sostenir-se com a tal, ja que també hi ha una producció significativa de comuna vidriada calcària, si bé sí que continua essent cert que la pisa arcaica es produïa amb pastes volgudament calcàries. Finalment, cal indicar com l'individu MJ0414 i, especialment, l'individu MJ0431

(indicats com *Out* a la figura 1) presenten composicions lleugerament diferenciades que els atorguen aquí, respecte de l'estructura en tres agrupacions (4, 5 i 6), posicions marginals.

A partir dels resultats ja obtinguts, i per tal de definir exactament la producció del taller del carrer de l'Hospital, s'ha realitzat un estudi particular dels individus procedents d'aquest taller, tret de l'individu MJ0426, i que es relacionen amb les agrupacions 4, 5 i 6. La matriu de variació composicional dels 30 individus procedents del taller del carrer de l'Hospital, i que possiblement en configuren la producció, presenta una variació total alta per a una mostra monogènica ($vt=0,798902$), tot i que baixa en comparació a la variació total dels 52 individus considerats anteriorment. Aquesta alta variació composicional es deu, especialment, a les variacions relatives del CaO i, en menor mesura, el MnO. En tot cas, el càlcul de la variació total de les matrius de variació composicional en un procés *jackknife*, sense tenir en compte cada un dels individus per torns, mostra com el valor de la variació total varia relativament poc, sense que hi hagi cap individu l'absència del qual comporti una pèrdua significativa de variació. Una nova anàlisi de conglomerats, en les mateixes condicions, però només sobre aquests 30 individus, mostra ara el dendrograma de la figura 2, on la producció del taller del carrer de l'Hospital presenta una clara estructura en dos grups. D'una banda, es defineix l'agrupació Hc calcària, que inclou, bàsicament, els individus que es trobaven en les agrupacions 5 i 6 de la figura 1. L'altra agrupació, Hpc, correspon, aproximadament, als individus poc calcaris que se situaven en l'agrupació 4 de la figura 1. A més, com en la figura 1, s'hi observa la situació marginal de l'individu MJ0431 (indicat com *Out* a la figura 2), que sembla que no correspon clarament a cap d'aquestes dues agrupacions. La gran influència dels continguts relatius de CaO en aquesta estructura de la producció es comprova clarament en l'anàlisi discriminant quadràtica pas a pas, realitzada amb el programa Statgraphics 5.0, sobre la subcomposició



anterior, però amb transformació ALR emprant el MgO com a divisor, ja que el CaO explica, per si sol, el 100% de la variància. D'aquesta manera, es comprova clarament com, en la producció del taller del carrer de l'Hospital, segons el mostreig realitzat fins ara, s'hi poden identificar dos grups de referència (GR) (Buxeda *et alii*, en premsa), un de poc calcari (Hpc), que inclou 11 individus, i un altre de calcari (Hc), que n'inclou 18. Ambdós GR es basen en una mateixa pasta ceràmica, però amb continguts variables de CaO (Taula 2). A més, un darrer individu, MJ0431, podria considerar-se per si sol una producció diferenciada.

Emprant ara aquests dos grups de referència, podem comprovar la relació que hi ha entre aquest centre productor i els individus procedents del dipòsit del carrer de Sant Honorat, com també amb els individus MJ0426 i MJ0431, procedents del carrer de l'Hospital però que no

Figura 2

Dendrograma resultant de l'anàlisi de conglomerats realitzada emprant la distància euclidiana al quadrat i el mètode aglomeratiu del centroide, sobre la subcomposició Fe_2O_3 , Al_2O_3 , MnO, TiO_2 , MgO, CaO, Na_2O , K_2O , SiO_2 , Ba, Nb, Zr, Sr, Ce, V, Zn, Ni i Cr, amb transformació CLR, sobre els 30 individus procedents del carrer de l'Hospital i possiblement corresponents a la seva producció.

sembla que estiguin relacionats amb aquesta producció, mitjançant el càlcul de la distància de Mahalanobis al centroide d'aquests grups de referència. Aquesta distància pot ser posteriorment valorada mitjançant el càlcul de la T^2 de Hotelling, que es transforma després en un test F d'igualtat multivariant, i s'obté finalment la probabilitat de pertànyer al grup de referència (Davis, 1986; Iñáñez i Buxeda, 2007). En aquest cas, i per tal d'evitar les dificultats que planteja un baix nombre d'individus en

Individu	UE	Descripció	MO	GR
MJ0402	1172	Gibrell de comuna vidriada.		Hc
MJ0403	1172	Gibrell de comuna vidriada.		Hpc
MJ0404	1172	Poal de comuna vidriada.		Hpc
MJ0405	1220	Poal de comuna vidriada.		Hpc
MJ0406	1026	Informe de comuna vidriada.		Hc
MJ0408	1172	Paret de gibrell amb vidriat melat fosc a l'interior	X	Hpc
MJ0409	1172	Paret de gibrell amb restes de vidriat verd a l'interior		Hc
MJ0410	1172	Vora i paret de servidora no vidriada, amb l'exterior ennegrit		Hc
MJ0411	1172	Vora i inici de paret de gibrell no vidriat	X	Hc
MJ0412	1172	Fons pla de gibrell amb vidriat verd/melat a l'interior	X	Hc
MJ0413	1172	Paret de possible gerra o poal no vidriada		Hc
MJ0414	1206	Llàntia amb vidriat verd/groguenc a l'interior i a l'exterior de la paret, perfil complet	X	Hc
MJ0415	1206	Nansa de poal amb vidriat verd intens	X	Hc
MJ0416	1206	Possible paret i vora de poal amb abocador i vidriat verd a l'exterior de la paret	X	Hc
MJ0417	1206	Vora de poal amb acanalats i vidriat verd a l'exterior		Hc
MJ0418	1206	Fons de gerra no vidriada		Hc
MJ0419	1220	Broc de poal amb vidriat verd a l'exterior	X	Hc
MJ0420	1220	Paret i coll de poal amb traces de vidriat a l'exterior	X	Hc
MJ0421	1220	Paret de poal amb vidriat verd intens a l'exterior de la paret		Hpc
MJ0422	1220	Vora i coll de petit pitxer amb vidriat verd/melat a l'interior i exterior de la paret	X	Hc
MJ0423	1220	Paret de servidora amb vidriat verd a l'interior	X	Hpc
MJ0424	1220	Vora i paret de gibrell amb vidriat verd fosc a l'interior		Hpc
MJ0425	1220	Paret de gerreta amb vidriat verd intens a l'exterior	X	Hpc
MJ0426	1196	Vora i paret d'olla no vidriada	X	MJ0426
MJ0427	1196	Vora i paret de gibrell amb vidriat verd/melat a l'interior	X	Hc
MJ0428	1196	Vora i paret de gibrell amb vidriat verd a l'interior	X	Hpc
MJ0429	1196	Fons i paret de gibrell no vidriat	X	Hpc
MJ0430	1196	Paret de gibrell no vidriat, amb bandes i decoració impresa		Hc
MJ0431	1196	Vora i paret de gibrell amb vidriat verd fosc a l'inici de l'interior i exterior de la paret	X	MJ0431
MJ0432	1196	Fons i peu de gerra amb vidriat verd/melat a l'exterior de la paret i al peu	X	Hc
MJ0433	1206	Fons i peu de gerra amb vidriat verd/melat a l'exterior de la paret i al peu		Hpc

els GR establerts (11 i 18), s'ha mantingut baix el nombre de variables transformades emprades, i s'han fet els càlculs sobre la subcomposició MnO, CaO, Na₂O, K₂O, Ba i Sr, amb transformació ALR emprant el MgO com a divisor, ja que són els components que aporten una major variabilitat. Els resultats, que s'han de prendre amb prudència pel baix nombre d'individus dels grups de referència i el baix nombre de components emprats en fer l'anàlisi, mostren com tots els individus del dipòsit de Sant Honorat que es trobaven en les agrupacions 4, 5 i 6 de la figura 1, presenten probabilitats de pertànyer a algun dels GR del taller del carrer de l'Hospital iguals o superiors al nivell de significació del 0,05. Amb tot, i encara més davant la prudència abans esmentada, aquest fet no permet de concloure que es tracti de possibles produccions d'aquest taller, però sí que n'obre la possibilitat. En tot cas, sembla clar que aquests individus deuen pertànyer a una producció molt similar a la del taller del

Taula 1

Individus caracteritzats procedents del taller del carrer de l'Hospital, 26-30/carrer de la Morera, 2-4. UE: unitat estratigràfica de retrobament; MO: individu caracteritzat per microscòpia òptica de làmina prima; GR: grup de referència d'atribució després de la caracterització arqueomètrica

carrer de l'Hospital en estudi, que probablement hagi emprat les mateixes matèries primeres i la mateixa preparació de la pasta ceràmica. Únicament els 4 individus que pertanyen a les agrupacions 1, 2, 3 i 7 no presenten en cap cas una probabilitat igual o superior de pertànyer a cap dels dos GR considerats. De manera significativa, tampoc l'olla MJ0426, procedent del taller del carrer de l'Hospital, no presenta tampoc cap probabilitat de pertànyer-hi, i es confirma així clarament que té una composició química particular i sense relació amb les dels GR

	Hpc (n=11)		Hc (n=18)		MJ0426	MJ0431
	m	Desv. est.	m	Desv. est.		
Fe ₂ O ₃ (%)	5,13	0,32	4,93	0,23	7,22	4,51
Al ₂ O ₃ (%)	19,11	0,52	18,00	0,60	20,02	14,54
MnO (%)	0,03	0,01	0,05	0,01	0,02	0,04
TiO ₂ (%)	0,73	0,02	0,69	0,02	0,71	0,65
MgO (%)	1,56	0,06	1,60	0,10	1,12	1,22
CaO (%)	1,67	0,72	6,36	1,64	0,83	1,66
Na ₂ O (%)	0,42	0,04	0,45	0,07	0,87	0,55
K ₂ O (%)	5,98	0,15	5,53	0,20	3,31	4,14
SiO ₂ (%)	65,22	0,97	62,24	1,84	65,78	72,57
Ba (ppm)	923	156	825	100	463	613
Nb (ppm)	17	1	17	1	16	16
Zr (ppm)	137	11	148	15	212	270
Sr (ppm)	96	13	122	19	94	85
Ce (ppm)	67	8	63	12	78	61
V (ppm)	127	6	110	7	131	93
Zn (ppm)	102	14	97	7	68	79
Ni (ppm)	30	4	34	5	36	29
Cr (ppm)	83	11	73	7	87	65

Taula 2

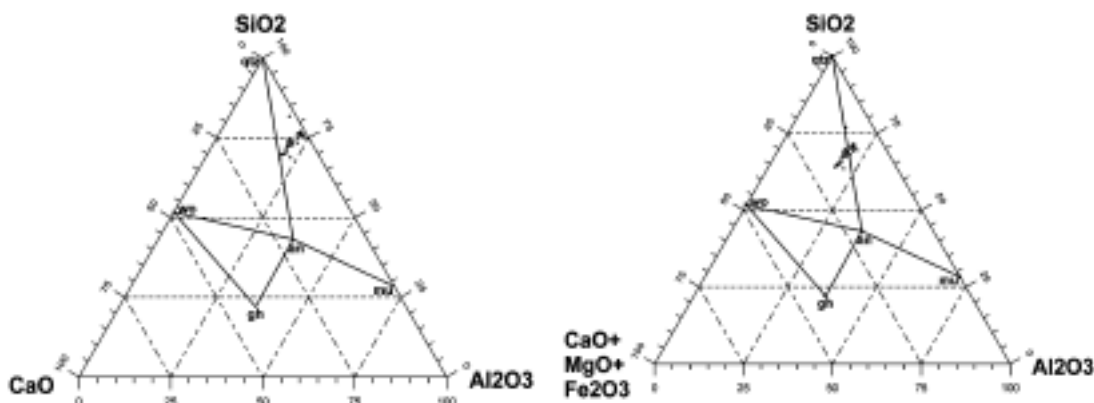
Mitjanes (m) i desviacions estàndard (desv. est.) sobre els valors normalitzats per les agrupacions definides.
ppm = parts per milió;
n = nombre d'individus.

Hpc i Hc (Taula 2). Contràriament, l'individu MJ0431 presenta una probabilitat de 0,1240 de pertànyer al GR Hpc, tot i que les diferències observades n'aconsellen la separació. És evident que, en aquest cas, les similituds químiques evidents es veuen condicionades per les limitacions, ja comentades, en el nombre d'elements retinuts per fer aquest càlcul, que no inclouen elements com el SiO₂ o el Zr, on les diferències entre l'individu MJ0431 i el GR Hpc són més evidents.

L'observació per microscòpia òptica per làmina prima (MO) (Taula 1) dels disset individus ha permès la identificació d'un grup que inclou catorze individus agrupats en els GR Hpc i Hc (MJ0408, 411, 412, 414, 415, 416, 419, 420, 422, 423, 427, 428, 429 i 432) (grup H), mentre que els altres tres individus (MJ0425, 426 i 431) es presenten diferenciats.

El grup H (làm. 1, fig. 1-3) és substancialment homogeni, amb variacions contínues al seu interior. La matriu, generalment poc sinteritzada i prou compacta, amb escassos vacúols, presenta una composició majoritàriament carbonàtica; la component fèrrica mostra un estat d'oxidació variable en els diversos individus (de baix a dalt), principal responsable de les variacions en la coloració macroscòpica de les pastes (del gris fosc al groc marronós, fins al vermell ataronjat). Les inclusions fines lligades a la matriu argilosa (<0,1 mm), constituïdes bàsicament per quars que preval sobre el feldspat i la mica, són

escasses o, en casos rars (com ara en els individus MJ0414, 415 i 420), mitjanament abundants. Com a minerals accessoris, s'hi observa epidota, amfíbol, titanita, granat i zircó. És igualment possible la presència de microfòssils calcaris no determinables. La fracció major de la carcassa està mitjanament o ben distribuïda, és generalment subangulosa i percentualment mitjana (més escasses en els individus MJ0408 i 422, més abundants en l'individu MJ0420). Les dimensions màximes es troben a l'entorn d'1 mm o fins i tot superiors. Les inclusions estan constituïdes per diversos components d'origen bé metamòrfic, més abundants, bé sedimentari: fragments de granitoides dèbilment metamorfitzats de gra mitjà-gran (làm 1, fig. 1); nombrosos individus de quars prevalent sobre els feldspats (feldspat alcalí i plagiòclasi) i rares miques, derivats dels granitoides (làm. 1, fig. 2); fragments subordinats de quarsesquist, quarsmicasquist, micasquist i paragneis de gra fi; rares quarsites de gra fi amb fenoclasts de quars (metavulcanita àcida?); minerals opacs, amb dimensions que poden arribar a ser grans; fragments d'arenita (generalment amb matrius fèrriques i clasts de dimensions fines, comparables amb els constituents de la massa de fons de les pastes; làm. 1, fig. 2), limolita, argil·lita, calcita micrítica (poc o gens dissociada durant la cocció; làm. 1, fig. 3), limonita i chert; ocasionals fragments de bivalves. La matriu de l'individu MJ0425 (làm. 1, fig. 4), químicament classificat en el GR

**Figura 3**

Esquerra: diagrama ternari del sistema $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$. Dreta: diagrama ternari del triangle ceràmic $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-(CaO+MgO+Fe}_2\text{O}_3)$. an: anortita [$\text{Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$]; gh: gehlenita [$\text{Ca}_2\text{Al}(\text{Si,Al})_2\text{O}_7$]; mu: mul·lita [$\text{Al}_6[\text{Si}_2\text{O}_{13}]$]; qtz: quars [SiO_2]; wo: wol·lastonita [CaSiO_3]

Hpc, es distingeix dels precedents per l'escassetesa de carcassa, constituïda essencialment d'individus de quars i minerals opacs angulosos i de fragments de roques metamòrfiques de gra fi (quarsesquist, micasquist) i argil·lita. En són absents els metagranitoides. Molts dels individus del grup H i l'individu MJ0425 (lâm. 1, fig. 4) conserven restes de revestiments vidriats amb característiques prou similars. Es tracta d'un vidriat transparent, en làmina prima de color groc o més rarament incolor. Generalment són prou prims (<0,1 mm, en rars casos fins a 0,2 mm) i relativament homogenis, sense porus arrodonits (tret d'algun cas on la porositat és abundant) i d'inclusions relictas.

Les pastes dels dos individus restants (MJ0426 i 431), tot i que diverses entre si, són netament diferents de les

altres bé per la matriu argilosa majoritàriament fèrrica (parcialment vitrificada), bé per les inclusions, abundants i constituïdes exclusivament o gairebé per elements metamòrfics. En l'individu MJ0426 (lâm. 1, fig. 5) les inclusions, mitjanament distribuïdes, estan constituïdes per fragments angulosos de metagranitoides, micasquist i paragneis, en els quals prevalen els minerals isolats (quars, feldspat, mica). En l'individu MJ0431, les inclusions estan ben distribuïdes. La massa de fons (<0,1 mm, constituïda d'individus de quars prevalent sobre feldspat i mica) és particularment abundant (lâm. 1, fig. 6). La fracció major, abundant i angulosa, presenta unes mides compreses entre 0,2 i 1 mm i és formada d'individus de quars prevalent sobre feldspat i sobre fragments de quars·micasquist, quarsesquist, rars metagranitoides, micasquist i calcita micrítica. S'hi observen, a més, nombrosos vacúols allongats i isoorientats per l'elaboració al torn. En conclusió, es pot afirmar que el grup H es correspon amb una única producció, versemblantment atribuïble al jaciment en estudi. Les pastes han estat realitzades amb argiles de composició majoritàriament calcària, probablement referibles a sediments d'origen marítim.

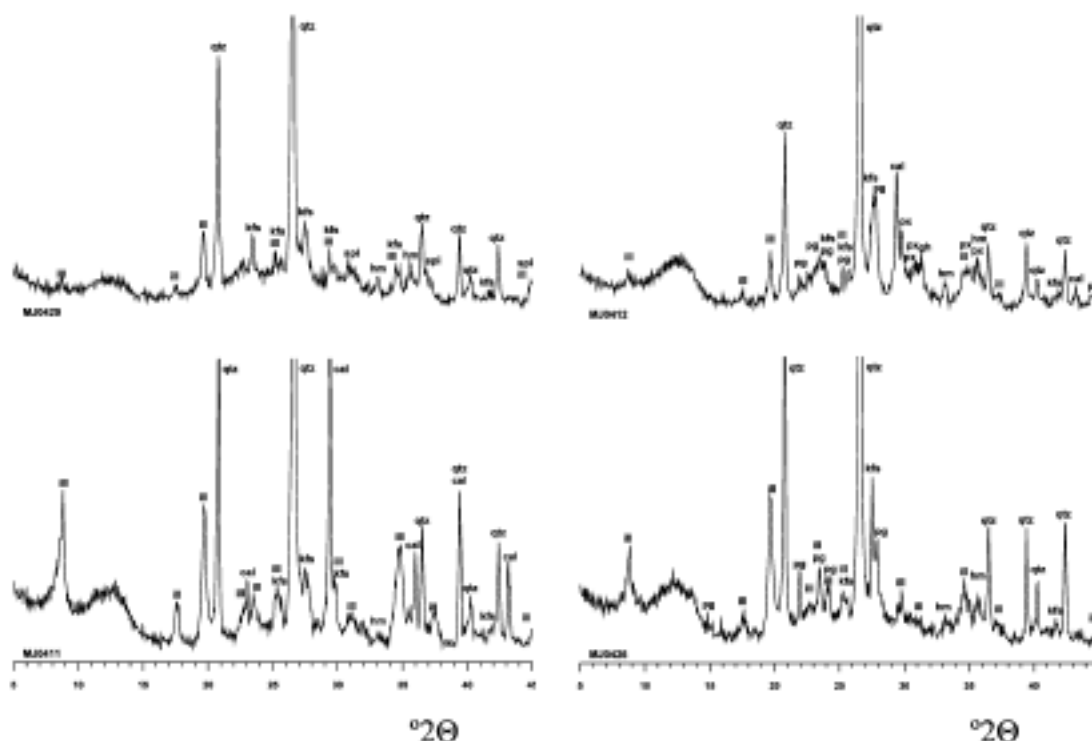


Figura 4

Superior esquerra: difractograma de l'individu MJ0429, que representa la fàbrica Hpc-b. Superior dreta: difractograma de l'individu MJ0412, que representa la fàbrica Hc-b. Inferior esquerra: difractograma de l'individu MJ0411, que representa la fàbrica Hc-a. Inferior dreta: difractograma de l'individu MJ0426. cal: calcita; gh: gehlenita; hm: hematites; hr: hercinita; ill: fil·losilicats (il·lita-moscovita); kfs: feldspat alcalí; pg: plagiòclasi; px: piroxè; qtz: quars; spi: espinel·la

L'evidència textural no exclou una adjunció intencional de desgreixador sorrenc. Les característiques petrogràfiques dels components de les pastes són ben compatibles amb la geologia local, caracteritzada per argiles miocèniques, granitoides paleozoics tardohercinians i esquist metamòrfic cambroordovicà (IGME, 1977). Pel que respecta a les condicions de cocció, la manca evident de sinterització de la matriu i el bon estat de conservació de les inclusions calcàries sembla que indiquen generalment una temperatura de cocció equivalent (TCE) no molt elevada (<900 °C). A més, pel que respecta a l'individu MJ0425, privat de desgreixador intencionat, les comparacions parcials amb el grup principal, el grup H, no n'exclouen un origen comú.

Contràriament, les pastes dels individus MJ0426 (l'única olla de foc) i MJ0431, probablement realitzats amb argila al·luvial i desgreixador intencionat, s'han d'atribuir a dues altres produccions diferenciades. Malgrat tot, també en aquests casos la composició petrogràfica de les inclusions és amb tot compatible amb la geologia local. En relació a l'olla MJ0426, cal esmentar que la pasta de matriu fèrrica i inclusions de silicats abundants i de mida gran està ben adaptada a una ceràmica de cuina, mentre

que les pastes del grup H, riques en components carbonàtics, no resistrien el contacte amb la flama directa. Així doncs, no seria pas impossible d'excloure totalment, a manera d'hipòtesi, la possibilitat de dues produccions realitzades en el mateix taller, però amb matèries primeres diferenciades, seleccionades a propòsit en funció de la funcionalitat dels productes manufacturats.

Resultats de l'estudi tecnològic per difracció de raigs X

Des del punt de vista tecnològic, l'agrupació Hpc i els individus MJ0426 i MJ0431 es poden considerar com a produccions poc calcàries (CaO < 5-6%), mentre que l'agrupació Hc és calcària (CaO > 5-6%). Aquesta divisió és una de les divisions fonamentals pel que respecta a la tecnologia ceràmica, ja que afecta la microestructura que es

desenvoluparà durant la cocció, a les fases minerals de cocció que es formaran i als colors que es desenvoluparan (Maniatis *et alii*, 1981; Maniatis *et alii*, 1983). Així, en la figura 3, esquerra, s'hi observa on se situen els individus caracteritzats en el sistema $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$, mentre que en la figura 3, dreta, s'hi observa com ho fan en l'anomenat triangle ceràmic, el sistema $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-(CaO+Fe}_2\text{O}_3\text{+MgO)}$, on la major part dels individus es disposen en un gran conjunt allargat segons la direcció de variació en CaO. Aquest gran conjunt se situa, en el cas del primer sistema, en el triangle d'equilibri termodinàmic quars-anortita-mul·lita, o en el límit entre aquest i el triangle quars-anortita-wollastonita, tal com correspon a les produccions poc calcàries, mentre que en el triangle ceràmic, s'hi observa com els individus relacionats amb l'agrupació Hc se situen ja dins del triangle d'equilibri termodinàmic quars-anortita-wollastonita, típic de les produccions calcàries. Les fases d'aquests triangles d'equilibri termodinàmic seran les fases de cocció a les quals tendiran aquests individus en augmentar la temperatura de cocció (Maggetti, 1981; Heimann, 1989).

En el cas del GR Hpc, de la producció poc calcària del taller del carrer de l'Hospital, l'estudi dels seus difractograms permet identificar fins a un total de tres fàbriques diferents. Així, la fàbrica Hpc-a, inclou 7 dels 11 individus (MJ0403, MJ0408, MJ0421, MJ0423, MJ0424, MJ0428 i MJ0433), en què s'observa la presència de quars, fil·losilicats (segurament il·lites-moscovites), feldspat alcalí i, amb diferències significatives d'intensitat, hematites. La temperatura de cocció equivalent (TCE) estimada se situa per sota dels 900-950°C, ja que no s'hi observa la presència d'epinel·la com a fase de cocció, mentre que el seu límit inferior és difícil de situar, tot i que es podria estimar en el rang de 800-850°C si l'hematites fos també una fase de cocció, fet que, ara per ara, és impossible de saber. Per la seva banda, la fàbrica Hpc-b, que inclou 3 individus (MJ0404, MJ0405 i MJ0429), presenta la formació d'epinel·la (fig. 4, superior esquerra), fet que permet estimar una TCE entre els 900-950°C, per a la cris-

tal·lització de l'epinel·la, però per sota dels 950-1.000°C, per al manteniment dels fil·losilicats. Finalment, l'individu MJ0425 pertany a una tercera fàbrica, Hpc-c, que es caracteritza per la presència d'epinel·la, com també de fil·losilicats, però aquests, ara ja, sense que se'ls pugui observar el pic de 10 Å. En aquestes circumstàncies, la TCE estimada es troba en el rang 950-1.000°C, en el qual es descomponen els fil·losilicats de les il·lites-moscovites, amb una primera pèrdua d'aquest pic de 10 Å.

L'agrupació calcària Hc, per la seva banda, presenta quatre fàbriques. En primer lloc, la fàbrica Hc-a, que inclou dos individus (MJ0410 i MJ0411), presenta intensos pics de fil·losilicats (possiblement il·lita-moscovita), quars, calcita, feldspat alcalí i pics poc intensos d'hematites (fig. 4, inferior esquerra). La TCE estimada és necessàriament baixa, ja que no s'hi observen fases clares de cocció i la calcita, si més no en la seva major part, no està descomposta. En aquestes circumstàncies, si l'hematites fos de cocció, la TCE s'hauria d'estimar en el rang 800-850°C. Ara bé, si l'hematites fos primària, la TCE se situaria per sota d'aquests 800-850°C. Una segona fàbrica, Hc-b, que inclou la meitat dels individus d'aquest GR (MJ0402, MJ0412, MJ0413, MJ0417, MJ0418, MJ0419, MJ0420, MJ0427 i MJ0432), presenta l'existència clara de plagiòclasi, piroxè i gehlenita com a típiques fases de cocció de ceràmiques calcàries, (fig. 4, superior dreta). La TCE a estimar és, en aquest cas, en l'interval superior als 850-900°C, per a la cristal·lització de les esmenades fases de cocció, però inferior als 950-1.000°C, per al manteniment dels fil·losilicats. La tercera fàbrica, Hc-c, inclou 6 individus (MJ0406, MJ0409, MJ0414, MJ0416, MJ0422 i MJ0430) i la seva diferència clara respecte de la fàbrica anterior és la cristal·lització de l'epinel·la, a causa, bàsicament, del caràcter límit entre les produccions poc calcàries i calcàries que presenten alguns individus d'aquest GR Hc. La seva cristal·lització permet estimar una TCE en el rang 900-950°C a 950-1.000°C. Finalment, el darrer individu (MJ0415) conforma per si mateix una fàbrica que es caracteritza per la descomposició del pic de 10 Å

dels fil·losilicats i, especialment, per la crist·lització de l'hercinita, una espinel·la de ferro²⁺ que es forma, en ceràmiques poc calcàries o al límit entre poc calcàries i calcàries, en ambients reductors a alta temperatura, amb períodes de reducció perllongats (Maggetti, 1981; Pradell *et alii*, 1995). Amb aquestes fases crist·lines, cal estimar una TCE alta, en el rang 950-1.000°C.

Pel que respecta a l'individu MJ0431, que conforma per si mateix una agrupació, presenta una associació de fases crist·lines similars a la de la fàbrica, Hpc-c, amb la presència d'espinel·la i de fil·losilicats, però sense el pic de 10 Å. La TCE estimada se situa, doncs, en el rang 950-1.000°C.

Finalment, l'individu MJ0426, que correspon per si sol a una agrupació, tot i que podria estar igualment relacionat amb l'agrupació 7 de la figura 1, presenta un difractograma (fig. 4, inferior dreta) amb la presència de fil·losilicats, quars, feldspat alcalí, plagiòclasi i hematites, sense que se'n pugui observar cap clara fase de cocció. En aquestes circumstàncies, el manteniment clar dels fil·losilicats indica que la TCE cal estimar-la molt per sota dels 950-1.000°C. Únicament la presència d'hematites podria permetre estimar una TCE inferior o superior als 850°C, en funció de si es tracta d'una fase primària o de si es tracta, ja, d'una fase de cocció. Malgrat tot, però, aquesta atribució no es pot realitzar.

Conclusions

Aquest estudi ha permès de definir clarament la producció de comuna vidriada del taller del carrer de l'Hospital, en fixar dos GR que es diferencien, bàsicament, pels continguts de CaO, derivats del nivell de carbonats presents en la pasta ceràmica. Aquests dos GR responen a dues tecnologies diferents, el GR Hpc que és una producció poc calcària i el GR Hc que és una producció calcària. Malgrat tot, l'existència d'aquestes dues produccions amb diferents continguts de CaO i, per tant, amb diferents tecnologies, no sembla que es correspongui clarament amb una diferenciació entre els tipus produïts o,

fins i tot, amb una evolució que pogués ser observada en les diferents unitats estratigràfiques (Taula 1). Així, tot i el baix nombre d'individus estudiats per a les diferències tipològiques i d'UE de procedència existents, sembla prou clar que diferents tipus ceràmics van ser produïts dins dels dos grups definits en aquest estudi, sense que hi hagi una correspondència entre tipologia i tecnologia, a aquest nivell. L'explicació es podria trobar, a tall d'hipòtesi, en el fet que el desgreixador de major mida sembla afegit intencionalment, i pot haver-hi una variabilitat per una manca d'estandardització en la recepta de la pasta que propiciés aquesta diferenciació i, fins i tot, l'existència de l'individu MJ0425 on sembla que el desgreixador afegit és inexistent. Pel que respecta a les temperatures de cocció equivalents estimades, s'observa en ambdós GR una gran amplitud. Aquest extrem, però, és, sovint, característic d'un centre productor, on es troben preferentment els materials que per diversos motius no han entrat en els circuits de distribució. A més, s'ha constatat igualment que l'única olla estudiada (MJ0426), tot i haver estat retrobada al taller del carrer de l'Hospital, no correspon a la seva producció. Aquest extrem, la identificació de materials de producció al·lòctona en l'excavació de tallers ceràmics, no és nova i no ha de sorprendre. Però en aquest cas, en què la peça en qüestió presenta una tipologia i una utilització especial, de ceràmica de cuina, aquest fet sembla indicar, encara més, una especialització per part del taller del carrer de l'Hospital en una activitat de producció de ceràmica comuna, majoritàriament vidriada, sense produir-ne altres tipus, com ara ceràmiques de cuina. Finalment, cal tenir present que un dels gibrells (MJ0431) no correspon tampoc a la producció definida en el taller del carrer de l'Hospital. Malgrat tot, tant la producció del carrer de l'Hospital, com les produccions representades pels individus MJ0426 i MJ0431 són compatibles, des del punt de vista petrogràfic, amb un origen local. Aquest fet, permet assegurar que, tot i l'existència de diverses produccions, totes podrien arribar a tenir un origen al pla de Barcelona.

Igualment interessants són, amb tot, les contrastacions amb els individus procedents del dipòsit de Sant Honorat, ja que la finalització d'aquest estudi ha permès de tenir uns grups de referència d'una producció local de Barcelona, del segle XIII, amb la qual poder comparar, amb garanties, els materials allà retrobats. Els resultats d'aquesta comparació han permès de comprovar com, efectivament, tots els materials retrobats en aquell dipòsit, que pertanyien a les agrupacions 4, 5 i 6, són compatibles amb el fet que provinguin del taller del carrer de l'Hospital. De totes maneres, i com ja ha quedat indicat més amunt, això no vol pas dir que la provenença sigui necessàriament d'aquest taller, però sí que les similituds composicionals fan que el més plausible sigui o bé aquesta possibilitat, o bé l'existència d'un o més tallers que, explotant les mateixes matèries primeres i treballant amb la mateixa preparació de la pasta, constituïssin un nucli de producció ceràmica a la Barcelona del segle XIII i que, possiblement, es podria trobar en la zona on s'ha retrobat el taller del carrer de l'Hospital. Aquests resultats, a més de cridar l'atenció sobre un possible nucli ceramista a Barcelona no conegut encara, permeten finalment de confirmar, amb una gran probabilitat, que la ciutat de Barcelona va disposar en aquest segle XIII, a més d'una producció de comuna vidriada, d'una de vaixel·la verda i d'una altra de pisa arcaica. En aquest sentit, la caracterització arqueomètrica d'aquest centre obre una important finestra al coneixement de la producció ceràmica de Barcelona d'aquest segle i sembla indicar que els antecedents de la gran producció de pisa local, que arribarà ja al segle XIV, tenen unes bases possiblement molt diferents al que es coneix d'èpoques posteriors. Tot i que, en tot cas, aquestes són preguntes que necessitaran de nous estudis per tal de poder ser resoltes.

Agraïments

Javier G. Iñáñez ha estat contractat en el marc dels ajuts Marie Curie International Outgoing Fellowships del 7è Programa Marc de la Unió Europea, projecte núm. PIOFGA-2008-221399.

BIBLIOGRAFIA

- AITCHISON, J. 1986. *The statistical analysis of compositional data*, Monographs on Statistics and Applied Probability, Chapman and Hall, Londres-Nova York.
- BARCELÓ-VIDAL, C.; MARTÍN-FERNÁNDEZ, J. A.; PAWLOWSKY-GLAHN, V. 2001. "Mathematical foundations of compositional data analysis", a ROSS, G. (ed.): *Proceedings of IAMG'01-The Annual Meeting of the International Association for Mathematical Geology, 6-12 September 2001*, Cancún, Mèxic, CD-ROM, pp. 1-20.
- BELTRÁN DE HEREDIA BERCERO, J. 2007. "Pisa arcaica i vaixel·la verda al segle XIII. L'inici de la producció de pisa decorada en verd i manganès a la ciutat de Barcelona", *Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona, Quarhis 03*, MHCBC, Barcelona, pp. 138-159.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J. 1999. "Alteration and contamination of archaeological ceramics: The perturbation problem", *Journal of Archaeological Science* 26, pp. 295-313.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J. 2008. "Revisiting the compositional data. Some fundamental questions and new prospects in Archaeometry and Archaeology", a DAUNIS I ESTADELLA, J.; MARTÍN-FERNÁNDEZ, J. A. (eds.): *Proceedings of CODA-WORK'08, The 3rd Compositional Data Analysis Workshop, May 27-30, University of Girona, Girona (Spain)*, CD-ROM, pp. 1-18.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J.; KILIKOGLU, V. 2003. "Total variation as a measure of variability in chemical data sets", a VAN ZELST, L. (ed.): *Patterns and Process, a Festschrift in honor of Dr. Edward V. Sayre*, Smithsonian Center for Materials Research and Education, Suitland, Maryland, pp. 185-198.
- BUXEDA I GARRIGÓS, J.; MADRID I FERNÁNDEZ, M.; IÑÁÑEZ, J. G.; VILA SOCIAS, L. (en premsa). "Arqueometria ceràmica: una arqueologia ceràmica amb més informació", *Cota Zero*.
- DAVIS, J. C. 1986. *Statistics and data analysis in geology*, John Wiley & Sons, Nova York.
- DEHESA, R.; RAMOS, J.; ALSINA, J. 2009. "El forn del carrer de l'Hospital i la producció de ceràmica comuna vidriada monocroma i de vaixel·la verda a la Barcelona del segle XIII", en aquest mateix volum.
- HEIMANN, R., 1989. "Assessing the technology of ancient pottery. The use of ceramic phase diagrams", *Archeomaterials* 3, pp. 123-148.
- HEIN, A.; TSOLAKIDOU, A.; ILIOPOULOS, I.; MOMMSEN, H.; BUXEDA I GARRIGÓS, J.; MONTANA, G.; KILIKOGLU, V. 2002. "Standardisation of elemental analytical techniques applied to provenance studies of the archaeological ceramics: an inter laboratory calibration study", *Analyst* 127, pp. 542-553.

IGME 1977. *Mapa Geològic de Espanya, E 1:50.000, Barcelona. Hoja 421/37-16*, Servicio de Publicaciones del Ministerio de Industria y Energía, Madrid.

IÑÀÑEZ, J. G.; BUXEDA I GARRIGÓS, J. 2007. "Pisa arcaica i ceràmica vidriada del segle XIII a Barcelona. Un estudi arqueomètric", *Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona, Quarhis* 03, MHCB, Barcelona, pp. 160-179.

IÑÀÑEZ, J. G.; BUXEDA I GARRIGÓS, J.; MADRID FERNÁNDEZ, M. 2008. "La pisa de Barcelona: una aproximació arqueomètrica al seu estudi", *Arqueologia Medieval* 3, pp. 62-79.

MAGGETTI, M. 1981. "Composition of Roman pottery from Lousonna (Switzerland)", a HUGHES, M. J. (ed.): *Scientific studies in ancient ceramics*. British Museum Occasional Paper 19, British Museum, Londres, pp. 33-49.

MANIATIS, Y.; SIMOPOULOS, A.; KOSTIKAS, A. 1981. "Moessbauer study of the effect of calcium content on iron oxide transformations in fired clays", *Journal American Ceramic Society* 64. pp. 263-269.

MANIATIS, Y.; SIMOPOULOS, A.; KOSTIKAS, A.; PERDIKATIS, V. 1983. "Effect of reducing atmospheres on minerals and iron oxides developed in fired clays: the role of Ca", *Journal American Ceramic Society* 66. pp. 773-781.

PRADELL, T.; MOLERA, J.; GARCÍA-VALLÈS, M.; VENDRELL-SAZ, M. 1995. "Study and characterization of reduced ceramics", a VENDRELL-SAZ, M.; PRADELL, T.; MOLERA, J.; GARCÍA, M. (eds): *Estudis sobre ceràmica antiga*, Barcelona, pp. 239-245.