

ANÁLISIS ARQUEOMÉTRICOS DE CERÁMICAS DE ÉPOCA TARDOANTIGUA Y MEDIEVAL
PROCEDENTES DEL CASTILLO DE CASTRO BILIBIO (HARO) Y VÍA DE COMUNICACIÓN
DEL IREGUA (VIGUERA) (LA RIOJA). PRODUCCIÓN Y COMERCIO DURANTE LOS
SIGLOS X/XI Y XIII

ARCHAEOMETRIC ANALYSIS OF LATE ANTIQUE AND MEDIEVAL CERAMICS FROM THE
CASTLE OF CASTRO BILIBIO (HARO) AND THE IREGUA COMMUNICATION ROUTE
(VIGUERA) (LA RIOJA). PRODUCTION AND TRADE DURING THE X/XI AND XIII
CENTURIES

JAVIER G. IÑÁÑEZ¹
Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

JOSÉ MARÍA TEJADO SEBASTIÁN²
Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

SAÚL ALBERTO GUERRERO RIVERO³
Universidad del País Vasco
Euskal Herriko Unibertsitatea

Recibido: 4 de septiembre de 2023.

Aceptado: 20 de noviembre de 2023.

RESUMEN

Este artículo analiza cerámicas arqueológicas de las épocas Tardoantigua y Medieval halladas en La Rioja, España, específicamente en el Castillo de Castro Bilibio y en la Vía de Comunicación del Iregua. Los análisis químicos y mineralógicos sugieren que algunas de estas piezas tienen un origen externo, aunque no está clara su procedencia exacta, sea regional o más distante. A pesar de esto, el comercio de ciertos tipos de cerámica, como las ollas, se mantuvo en la región durante estas épocas. Es probable que estas ollas, diseñadas para resistir el fuego directo, fueran complementadas en el uso cotidiano con recipientes abiertos de madera, dada la escasez en el registro arqueológico de estos últimos.

PALABRAS CLAVE

Arqueometría; Cerámica medieval; Análisis de pastas; Cerámica vidriada; Análisis químico; Comercio.

¹ Email: javier.inanez@ehu.eus; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1411-8099>.

² Email: josemaria.tejado@ehu.eus; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2254-5290>.

³ Email: saualberto.guerrero@ehu.eus; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0839-5452>.

ABSTRACT

This paper examines the Late Antique and Medieval archaeological ceramics discovered in La Rioja, Spain, specifically at the Castro Bilibio Castle and on the Iregua Communication Route. Chemical and mineralogical analyses indicate that some of these ceramics were imported, although it is unclear whether they originated from the region or elsewhere. Despite this, the trade of certain types of ceramics, such as pots, persisted in the region during this time. It is probable that these pots, which were designed to resist direct fire, were used in conjunction with open wooden containers daily, as there is a lack of evidence for the latter in the archaeological record.

KEYWORDS

Archaeometry; Medieval ceramics; Paste analysis; Gazed pottery; Chemical analysis; Trade.

1. INTRODUCCIÓN: CONTEXTO ARQUEOLÓGICO DE LA FORTIFICACIÓN DE CASTRO BILIBIO

En los Riscos de Bilibio, en el noroeste de La Rioja, se han documentado arqueológicamente varios asentamientos de gran importancia de las épocas Tardo Antigua y Medieval en años recientes, los cuales desempeñaron un papel fundamental en el norte de la Península Ibérica. En este caso, los restos antiguos del Castillo de Bilibio, ubicado en los montes Obarenes, han proporcionado datos significativos sobre la cronología, las características del sitio y los restos materiales, como cerámicas, que han generado nuevas hipótesis sobre la tecnología productiva y su integración en las redes de comercio en la región riojana. Los resultados arqueométricos presentados en este trabajo provienen de las campañas arqueológicas realizadas en los años 2014 y 2015 (Consejería de Cultura del Gobierno de La Rioja) y en el marco del Proyecto Beneficiado con una Ayuda para Estudios Científicos de Temática Riojana (2016), financiado por el Instituto de Estudios Riojanos.⁴

De acuerdo con los objetivos de la intervención arqueológica llevada a cabo en la fortificación, se definieron tres líneas metodológicas para el análisis cerámico: a) interpretación de los datos obtenidos dentro del propio yacimiento, es decir, la definición del contexto arqueológico e interpretación del mismo; b) analítica de pastas, y c) contextualización en un marco explicativo más amplio. En consecuencia, la caracterización química y mineralógica arrojó luz sobre la composición de las cerámicas analizadas y su posible origen geográfico.

El actual municipio de Haro se encuentra en la región occidental conocida como La Rioja Alta y está dominado por la presencia de areniscas, que dan lugar a cerros aislados con superficie plana (mesetas), normalmente separados por valles de fondo plano.⁵ El yacimiento de Castro Bilibio es un asentamiento arqueológico que fue intervenido en la campaña de octubre de 2014 (puesto de vigilancia-relevo) y agosto de 2015 (trincheras de cimentación de la muralla). Estas son las primeras intervenciones arqueológicas realizadas hasta el momento en este lugar (Fig. 1).

La fortificación constaba de diferentes estructuras: tres torres de vigilancia (y una probable adicional), un faro (actualmente desaparecido) y un recinto fortificado con una muralla. Estas torres tenían la función de controlar y vigilar las cercanas vías de comunicación. Se utilizaban

⁴ Tejado Sebastián, J. M^a., *Informe preliminar de la intervención arqueológica realizada en la fortificación de Castro Bilibio (Haro), del 5/VIII al 6/IX/2015*, Informe entregado a la Consejería de Desarrollo Económico e Innovación del Gobierno de La Rioja, Dirección General de Cultura y Turismo, Servicio de Conservación del Patrimonio Histórico y Artístico, 2015; Tejado Sebastián, J. M^a., *Análisis de pastas, contextualización e interpretación de los registros cerámicos (ss. X/XI y XIII) del yacimiento arqueológico «Castillo de Castro Bilibio» (Haro)*. Memoria Final, 2017.

⁵ Riba, O., «Estructura sedimentaria del Terciario continental de la Depresión del Ebro en su parte Riojana y Navarra», en *Aportación española al XX Congreso Geográfico Internacional*, Reino Unido, 1964, pp. 127-138.

para la emisión o transmisión de información en caso necesario a otros puntos habitados, como el cercano Haro, con el objetivo de evitar que esos potentes núcleos fueran sorprendidos por rápidas acciones de ataque. Se valían de señales acústicas y/o luminosas, siendo estas últimas generadas desde lo alto de un faro terrestre que se instalaría en el punto más elevado (actualmente ocupado parcialmente por una gran estatua de San Felices).

Puesto de vigilancia-relevo. Este puesto de vigilancia y relevo para el cambio de guardia de la Torre 1 se encontraba en un alto de una cresta de roca con un desplome de unos 50 m. de caída libre por su lado Sur y unos 20 m. por el Norte. Es una orografía característica de estos montes conocidos como Riscos de Bilibio (Fig. 2). En este pequeño sector de 1,5 m², literalmente no había más sitio, se recuperó una gran cantidad de material cerámico conformado, principalmente por recipientes, así como algunos restos de hueso, carbón, material metálico o una destacada trompa cerámica de aviso. A pesar de la inaccesibilidad del lugar y su exposición tan pronunciada, no fue obstáculo para considerar que este pequeño espacio era el lugar cercano del puesto de vigilancia-relevo. Este servía de refugio temporal para el cambio de guardia de la torre de vigilancia cercana que estaba en lo alto del crestón rocoso (Fig. 3).

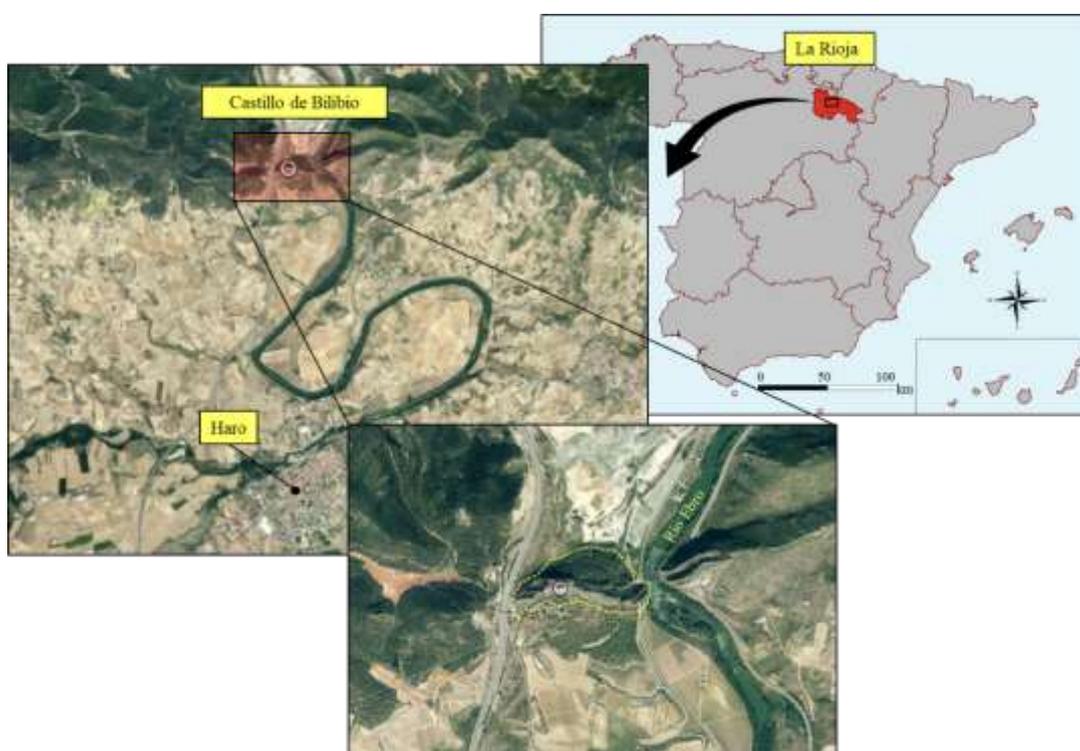


Fig. 1. Localización geográfica de la fortificación de Castro Bilibio.



Fig. 2. Proceso y finalización de la excavación en el sector del puesto de vigilancia.



Fig. 3. Detalle para la base de la torre 1 e indicación del sector de excavación.

La excavación de este puesto de vigilancia-relevo puso al descubierto la existencia de un hogar que serviría tanto para calentar a los soldados encargados de permanecer de guardia en su puesto, como de preparar su comida. La evidencia material registrada apunta claramente hacia esta actividad (Fig. 4). El hogar estaba realizado exclusivamente de rocas areniscas llevadas allí intencionalmente. La idea que parece más acertada se relaciona con la naturaleza de la arenisca, que, si bien se pone de color rojo en contacto con el fuego, e incluso puede desintegrarse, no estalla peligrosamente como lo hace la caliza de la roca madre presente en todo el lugar. Esto representaba una medida de seguridad para los soldados que residían allí, acercándonos así a una comprensión más profunda de la vida cotidiana de las personas que habitaban este yacimiento.

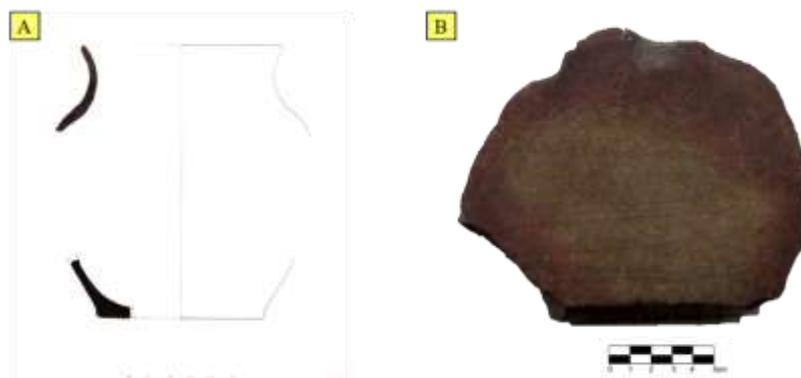


Fig. 4. A) Forma de olla exvasada analizada arqueométricamente (PVB14/1001/1) y su tapa: B) losa de piedra con marcas rojizas causadas por el fuego en su zona exterior.

Por otro lado, es necesario mencionar que se realizaron dos dataciones radiocarbónicas, ambas mediante Espectrometría de Masas con Aceleradores (AMS): una sobre carbón (PVB14/C/M1) y la otra sobre hueso de fauna mediante la extracción de colágeno, probablemente derivado de la alimentación de los militares allí asentados (PVB14/H/M2). La datación realizada sobre el carbón proporcionó una fecha que abarca desde el año 1020 hasta el 1165. Por otro lado, la datación realizada sobre el hueso sugiere una fecha que va desde el 1160 hasta el 1265. Teniendo en cuenta las fechas calibradas y considerando sus dataciones a dos sigmas (con un 95% de confianza), es posible afirmar con un razonable grado de certeza que los contextos formativos de las unidades estratigráficas, donde se han encontrado parte de las cerámicas analizadas, corresponden a la primera mitad del siglo XIII. Aunque el horizonte del

primer tercio del siglo XIII podría ser sugerido, debemos atenernos ampliamente a esa primera mitad del siglo XIII.⁶

Recinto amurallado. La limpieza del lienzo exterior de la muralla fue una tarea importante que ha permitido, en primer lugar, observar su disposición y grosor (1,80 m. de anchura medida a 1,80 m. de altura con respecto a los cimientos), entidad y dimensiones de la muralla. Además, se identificaron al menos dos refacciones posteriores; una probablemente correspondiente al siglo XIX, y la otra intervención correspondiente a la colocación de una placa sobre la superficie del muro en el año 2000 (Fig. 5). Posteriormente, se llevó a cabo el planteamiento de un sector que cortara transversalmente la muralla en toda su sección y en una zona no afectada a priori por remodelaciones posteriores (Fig. 6). Con esto, se buscaba datar los rellenos constructivos presentes en su interior, así como observar el proceso constructivo, las técnicas empleadas, etc. (Fig. 7).



Fig. 5. A) Estado inicial (5/VIII/2015); B) estado final del lienzo exterior de la muralla; C) Detalle de la refacción posterior de la muralla U.E.M. 50.010 (¿siglo XIX?).

Los datos se obtuvieron durante la campaña de un mes realizada en 2015. Se llevaron a cabo otras tres dataciones radiocarbónicas: dos sobre hueso (AMS) y una en carbón, que señalaron dos horizontes conocidos: una última ocupación de la primera mitad del s. XIII perfectamente sincrónica (cuasi idéntica) con la detectada en el puesto de guardia de la Torre 1 un año antes. El otro horizonte es una fase fundacional de finales del siglo X y principios del XI, respaldada por dos dataciones.⁷

⁶ Tejado Sebastián, J. M^a., *Análisis de pastas, contextualización e interpretación...*, Memoria Final, 2017, p. 15.

⁷ Muestra n^o: Beta-420101: 100.005M (carbón), 1050 ± 30 BP. La interceptación con la curva de calibración da la fecha de Cal AD 995. A dos sigmas (95,4% de probabilidad), da entre Cal AD entre 905 y 920, y especialmente Cal AD entre 965 y 1025. A una sigma (68% de probabilidad), entre el Cal AD 980 y 1020.

De ese momento inicial, entre finales del siglo X y principios del siglo XI, provienen la mayoría de las fábricas detectadas en arenisca con aparejo isódomo, una vez realizado un detallado estudio arquitectónico de las unidades estratigráficas murarias presentes en sus alzados. Resulta notable una reconstrucción importante del lienzo exterior al lado del acceso (U.E.M. 50.010), llevada a cabo probablemente con motivo de la ocupación de la fortificación durante la tercera guerra carlista.⁸ Muy probablemente esa refacción (diferencias en labra, aparejos, calzos, morteros, regularidad de hiladas, etc.) fue el resultado de esa ocupación (*vid.* Fig. 5.C).⁹

Se pudieron averiguar otros registros interesantes, como, por ejemplo, restos de alimentos de un ciprínido (*cyprinidae*) (barbo del cercano río Ebro) durante los momentos de construcción de la muralla.¹⁰ Ello se logró gracias al cribado manual de todos los depósitos y unidades excavados.

Desde el punto de vista arquitectónico, la recuperación de una gruesa plomada habla de la profesionalidad de los maestros canteros necesarios para realizar la potente obra de la muralla. Esta plomada está hecha de piedra arenisca con diferentes perforaciones para realizar su función (central en un primer momento y, una vez rota, reaprovechada con otra perforación lateral).

Muy destacable es la presencia, para estas fechas, de la técnica del «filo curvo» para la labra de estos sillares de arenisca, conservada perfectamente en la parte interior del lienzo. Se conservó gracias a que este lienzo interior estuvo tapado por los rellenos constructivos y no expuesto a los agentes atmosféricos (lluvia, nieve y viento), que hubieran imposibilitado su detección por la erosión de su superficie. Es un punto importante, porque como bien nos comentó el autor de la tesis de referencia sobre este particular,¹¹ es algo infrecuente detectar en fechas tan tempranas esta técnica, máxime en un entorno civil como el militar, cuando el objeto de estudio prioritario han sido los edificios religiosos (iglesias y ermitas).¹²

Llama la atención las descomunales obras de desmonte que afectan a todo el cerro objeto de fortificación. No solo al espacio que se va a cercar o amurallar, mediante el retalle de diferentes escalones regularizados sobre los que apoyar la obra de la muralla, sino del propio camino de acceso, picado en la roca en ocasiones más de 1,5 m. de profundidad, o los abundantes caminos de distribución interna y los potentes retalles para cajear muros de aterramiento o zonas de tránsito que se dan por todo el cerro, en particular entre la Torre 1 y la posible Torre 4.

Esas grandes reestructuraciones y labores de tallado de la roca de estos riscos han hecho que, si hubo una ocupación tardoantigua allí, como los indicios textuales (*Vita Sancti Aemiliani*) y arqueológicos apuntan, sufrió una enorme alteración.¹³

Muestra n°: Beta-420100: 100.005H (AMS sobre hueso, extracción de colágeno), 1080 ± 30 BP. La interceptación con la curva de calibración da la fecha de Cal AD 980. A dos sigmas (95,4% de probabilidad), da entre Cal AD 895 y 1020. A una sigma (68% de probabilidad), entre el Cal AD 905 y 920 y, especialmente, entre el Cal AD 965 y 995.

⁸ Tejado Sebastián, J. M^a, «Fortificaciones militares en el alto valle del Ebro: tres ejemplos de herramientas de control territorial y social», en *Vislumbrando la Tardoantigüedad. Una mirada desde la Arqueología*, Tejado, J. (ed.), Instituto de Estudios Riojanos, 2018, pp. 73-113.

⁹ No obstante, esta adscripción cronológica no se podrá certificar mientras no se excave en esa zona de la muralla.

¹⁰ Gracias a la consulta con el especialista Dr. Arturo Morales.

¹¹ Sánchez Zufiaurre, L. *Técnicas Constructivas Medievales. Nuevos documentos arqueológicos para el estudio de la Alta Edad Media en Álava*, Vitoria, Tesis doctoral inédita, 2006.

¹² Queremos agradecer especialmente al Dr. Leandro Sánchez Zufiaurre el intercambio de pareceres e información ante el hecho de la detección de la técnica de «filo curvo» en los aparejos de la fortificación de Castro Bilibio.

¹³ De momento muy débiles por la presencia de un fragmento de tégula en posición secundaria en un contexto arqueológico contemporáneo, lo que obviamente no es prueba de nada. Sin embargo, su mera presencia allí, en esa zona tan elevada, no es fruto de acciones de arrastre o raramente pueden responder a cuestiones azarosas, por lo que debe ser tenida, al menos, en consideración.

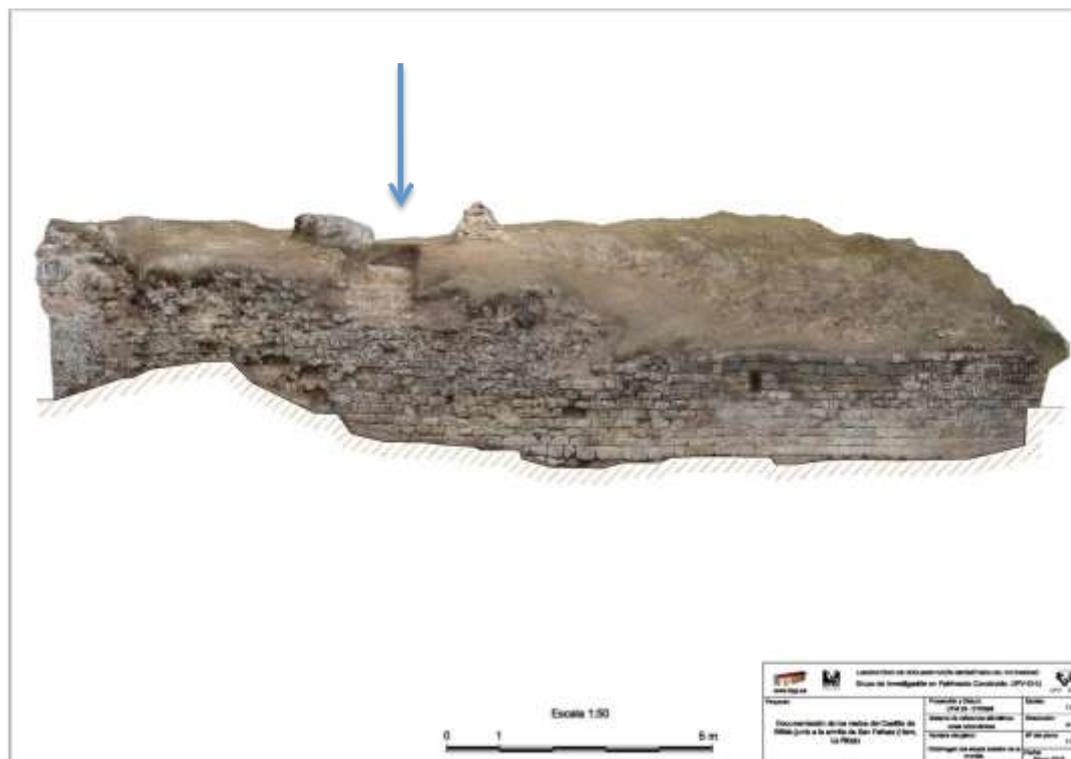


Fig. 6. Ortoimagen frontal del alzado exterior de la muralla Localización del sector excavado indicado con una flecha azul. Plano realizado por: Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio UPV/EHU.

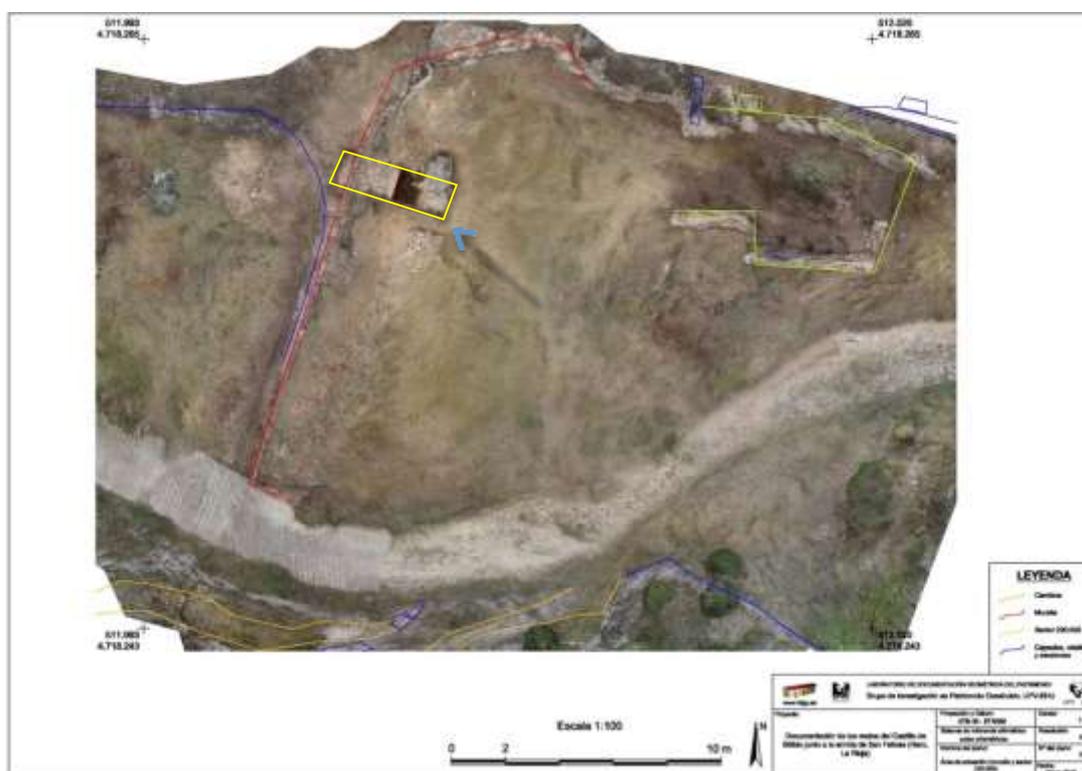


Fig. 7. Vista cenital del interior del recinto amurallado. En color rojo se señala la muralla. Localización del sector con flecha azul. Plano realizado por Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio UPV/EHU.

Por otro lado, en 2016 se trabajó en el segundo yacimiento aquí objeto de análisis comparativo, la Vía de Comunicación del Iregua. En esta ocasión, aunque se ha publicado sucintamente ya su contexto arqueológico en algunos trabajos previos (Tejado 2018), al ser un área sujeta a un profundo análisis arqueológico en la actualidad, los resultados de esta zona no pueden ser sino provisionales a la espera de finalizar la investigación.



Fig. 8. Imágenes de la intervención sobre la Vía del Iregua a su paso por Viguera. Plano realizado por Laboratorio de Documentación Geométrica del Patrimonio UPV/EHU.

Los contextos fundacionales de esa vía se fecharon por datación radiocarbónica y por termoluminiscencia entre el siglo VI y hasta finales del siglo VII, si bien, es posible que existan fases aún anteriores del siglo V todavía no registradas. Aparecen materiales arqueológicos más antiguos, romanos, reaprovechados como zehorras constructivas en fases posteriores (ss. VII/X). Desconocemos si existe una fase fundacional bajoimperial romana anterior. Reiteramos que, como es un trabajo en el que todavía se continúa trabajando en la actualidad, remitimos a las investigaciones en curso, que pueden actualizar y modificar sustancialmente la cronología fundacional propuesta, posiblemente adelantándola hasta los inicios del siglo V en otras unidades estratigráficas nuevas que tal vez se puedan detectar (o no) en próximas campañas de excavación. Por tanto, por cuestiones del registro y refrendo arqueológico debemos finalizar aquí la exposición del contexto arqueológico de este yacimiento.¹⁴

2. CARACTERIZACIÓN ARQUEOMÉTRICA: TÉCNICAS Y MÉTODOS

2.1 *Análisis Químicos*

La técnica de espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP-MS) es una técnica capaz de determinar y cuantificar la mayoría de los elementos de la tabla periódica a niveles de ppb (partes por billón) e incluso ppt (partes por trillón). Es una variante de las técnicas de análisis por espectrometría de masas. Las principales ventajas de esta técnica radican en la alta precisión y bajos límites de detección, lo que permite analizar la mayoría de los elementos e isótopos presentes en la tabla periódica de manera simultánea. En este caso, el muestreo y rutina analítica se basó en el estudio químico¹⁵ de las pastas cerámicas de los 28 individuos (ver Anexos), el cual se llevó a cabo en un equipo NexION 300, Perkin Elmer, determinándose 42 elementos químicos, tanto mayores, menores y trazas: Na, Mg, Al, Si, P, K,

¹⁴ Esa hipótesis de un origen anterior de la vía, romano, de inicios del s. V, tiene un registro arqueológico potente que lo sostiene en lo alto del castillo que controlaba esa vía. Para más información actualizada sobre lo trabajos arqueológicos que se están desarrollando en la zona de Viguera, ver: <https://www.facebook.com/CastillodeViguera/>

¹⁵ Los estudios arqueométricos se han realizado en la Universidad del País Vasco, en el Laboratorio del Departamento de Química Analítica y los Servicios Generales de Investigación SGIker.

Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Zn, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Co, Pb, Sn, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U.

2.2 Análisis Mineralógico

La determinación mineralógica de las pastas cerámicas se llevó a cabo mediante Difracción de Rayos X (DRX). Los datos mineralógicos obtenidos por DRX proporcionaron información importante sobre las principales fases de cocción criptocristalinas, a partir de las cuales se pudieron estimar las Temperaturas de Cocción Equivalentes (TCE) y fases de alteración y/o contaminación. Las muestras molidas se analizaron mediante DRX de polvo en un difractorómetro PANalytical Xpert PRO, equipado con tubo de cobre ($\lambda_{\text{CuK}\alpha\text{media}}=1,5418\text{\AA}$, $\lambda_{\text{CuK}\alpha1}=1,54060\text{\AA}$ y $\lambda_{\text{CuK}\alpha2}=1,54439\text{\AA}$), goniómetro vertical (geometría Bragg-Brentano), rendija programable de divergencia, intercambiador automático de muestras, monocromador secundario de grafito y detector PixCel. Las condiciones de medida han sido 40 KV y 40 mA, con un barrido comprendido entre 5 y 70°2theta. Para el tratamiento informático de los difractogramas obtenidos e identificación de las fases presentes, se empleó el software específico PANalytical X'pert HighScore, en combinación con la base de datos PDF2 del ICDD.

3. RESULTADOS

3.1. Resultados de la caracterización química

En el estudio de la composición química, no se consideran los componentes Co y W ya que, al formar parte de la composición química principal de la celda y bolas de carburo de tungsteno del molino utilizado para la pulverización y homogeneización de las muestras cerámicas, pueden estar contaminados, sin que esta contaminación pueda ser controlada y corregida durante el tratamiento estadístico. Igualmente, los valores de Rb, de Na y de K han sido utilizados con ciertas restricciones debido a la presencia documentada de un doble proceso de alteración de la fase vítrea de la cerámica con lixiviación de potasio y rubidio, y la subsiguiente cristalización de analcima, una zeolita sódica, o wairakita, su variante más cálcica, con la fijación de sodio procedente de las aguas de circulación del suelo. De esta manera, la afectación de este doble proceso de alteración y contaminación es difícilmente cuantificable, otorgando valores de estos componentes imposibles de corregir hasta el momento.¹⁶

En lo que respecta al Zn, este elemento también ha sido excluido del tratamiento estadístico de los datos químicos obtenidos por ICP-MS debido a que muchos de los individuos analizados presentan contenidos inferiores a su límite de regresión y a una alta variabilidad por ICP-MS. Tampoco se ha utilizado el Pb. En este sentido, al tener dos de estas cerámicas una cubierta vidriada con alto contenido en plomo y al no poder controlar el efecto de la migración de este elemento en la matriz cerámica, no es aconsejable, por lo tanto, su utilización en el tratamiento estadístico. Además, tampoco se han tenido en cuenta los valores de P y As, ya que muestran una variabilidad muy alta en el conjunto de datos y son, por lo tanto, susceptibles de deberse a contaminación debido a la etapa de uso o postdeposicional de la cerámica.

¹⁶ Buxeda, J., Mommsen, H., y Tsolakidou, A., «Alterations of Na, K and Rb concentrations in Mycenaean pottery and a proposed explanation using X-ray diffraction», *Archaeometry*, 44(2), 2002, pp. 187-198. Iñáñez, J. G., *Caracterització arqueomètrica de la ceràmica vidrada decorada de la Baixa Edat Mitjana al Renaixement dels principals centres productors de la Península Ibèrica*, Tesis Doctorals en Xarxa, v. 0205107 115739, Barcelona, Universitat de Barcelona, 2007. Schwedt, A., Mommsen, H., Zacharias, N., y Buxeda I Garrigós, J., «Analcime crystallization and compositional profiles - comparing approaches to detect post-depositional alterations in archaeological pottery», *Archaeometry*, 48(2), 2006, pp. 237-251.

Para el tratamiento de la composición química obtenida (Tabla 1), los individuos estudiados de Risco Bilibio han sido comparados con el banco de datos sobre cerámica medieval y moderna generado por Iñáñez y colaboradores.¹⁷ Este banco de datos consta de más de 1000 individuos cerámicos de los periodos bajomedieval y modernos analizados por múltiples técnicas analíticas ICP-MS, FRX, AAN, SEM, DRX.

La mayoría de los individuos cerámicos que conforman el banco de datos de referencia corresponden a los principales centros productores de la Península Ibérica, tanto españoles como portugueses (Sevilla, Lisboa, Talavera de la Reina, Puente del Arzobispo, Paterna, Manises, Barcelona, Reus, Vilafranca del Penedès, Lleida, Teruel, Muel, Villafeliche, Logroño, Elosu), así como de multitud de centros receptores peninsulares. Además, este banco de datos con individuos cerámicos procedentes de las Islas Canarias y las Islas Azores, así como con gran cantidad de materiales cerámicos coloniales, principalmente americanos (Panamá, de Perú, de Colombia, de Argentina, de la República Dominicana, de los Estados Unidos de América, entre otros).

¹⁷ Para una visión más específica sobre el banco de datos, véase: Iñáñez, J.G., «*Caracterització arqueomètrica de la ceràmica...*», Tesis Doctorals en Xarxa, Universitat de Barcelona, Barcelona, 2007. Iñáñez, J., Speakman, R. J., Buxeda I Garrigós, J., y Glascock, M. D., «Chemical Characterization Of Tin-Lead Glazed Pottery From The Iberian Peninsula And The Canary Islands: Initial Steps Toward A Better Understanding Of Spanish Colonial Pottery In The Americas», *Archaeometry*, 51(4), 2009, pp. 546-567. Iñáñez, J. G., Buxeda I Garrigós, J., Speakman, R. J., y Glascock, M. D., «Chemical characterization of majolica pottery from the main production centers of the Iberian Peninsula (14th-18th centuries)», *Journal of Archaeological Science*, 35(2), 2008, pp. 425-440. Iñáñez, J. G., Schwedt, A., Madrid I Fernández, M., Buxeda I Garrigós, J., y Gurt I Esparraguera, J. M., «Caracterización arqueométrica de los principales centros productores catalanes de cerámica mayólica de los siglos XVI y XVII», *Avances en Arqueometría 2005. Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*, Molera, J., Farjas, J., Roura, P. y Pradell, T. (eds.), Universitat de Girona, Girona, 2007, pp. 97-107. Buxeda, J., Iñáñez, J. G., Madrid I Fernández, M., y Beltrán de Heredia, J., «La ceràmica de Barcelona. Organització i producció entre els segles XIII i XVIII a través de la seva caracterització arqueomètrica», *Quarhis - Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona*, 7 (2011), pp. 192-207.

Tabla 1. Medias y desviaciones elementales.

	Grupo 1		Grupo 2		Grupo 3		Grupo 4		Vidriadas	RBL005	RBL011	RBL009	RBL015	RBL019	RBL021	
Cronología (ss.)	X-XIII		VII-X		X-XIII		XI-XIII		XIII	XIII	X	XIII	X	X	X	
Al ₂ O ₃ (wt%)	21.8	1.3	20.8	2.1	18.6	8.4	17.2	4.5	21.3	3.0	22.2	12.4	25.2	17.4	13.3	17.4
Ba (ppm)	877.0	46.4	531.4	49.5	400.9	239.3	428.1	128.7	519.3	97.2	839.8	667.4	680.7	609.6	302.9	402.7
CaO (wt%)	0.1	0.0	0.1	0.0	3.7	2.6	2.2	0.8	1.4	0.6	14.3	15.9	4.3	1.9	0.7	2.0
Ce (ppm)	123.0	6.8	116.1	9.2	77.6	46.0	73.9	19.3	97.0	4.1	95.3	74.1	114.1	107.6	68.7	85.0
Cr (ppm)	101.1	7.3	98.7	6.9	59.3	35.1	72.6	25.0	112.5	1.3	143.5	49.4	95.7	76.7	125.1	170.9
Cs (ppm)	11.4	0.7	13.3	1.6	7.9	4.3	6.7	1.8	12.8	1.0	9.9	3.6	18.4	7.0	3.6	3.5
Cu (ppm)	41.8	1.6	31.8	9.2	31.3	22.4	34.2	9.6	42.8	8.0	68.8	24.0	33.0	159.4	22.6	28.8
Dy (ppm)	7.0	0.4	6.1	0.3	4.2	2.7	4.4	1.2	5.1	0.2	5.3	4.3	5.7	6.1	4.4	6.0
Er (ppm)	3.5	0.2	3.2	0.2	2.3	1.4	2.3	0.6	2.7	0.0	2.6	2.2	2.9	3.1	2.5	3.3
Eu (ppm)	1.9	0.1	1.5	0.1	1.1	0.7	1.1	0.3	1.2	0.0	1.5	1.2	1.5	1.7	1.0	1.5
Fe ₂ O ₃ (wt%)	8.0	0.4	7.6	0.8	3.8	2.2	5.4	2.2	3.7	0.4	7.1	4.0	5.6	5.4	5.6	8.0
Gd (ppm)	8.4	0.3	7.5	0.5	5.4	3.3	5.2	1.3	5.9	0.6	6.4	5.4	7.3	7.9	5.0	6.6
Hf (ppm)	11.2	1.3	10.2	1.1	5.5	3.1	6.0	2.0	7.8	1.6	4.8	5.6	8.3	8.8	8.6	11.3
Ho (ppm)	1.1	0.1	1.0	0.1	0.7	0.4	0.7	0.2	0.9	0.0	0.9	0.7	0.9	1.0	0.8	1.0
In (ppm)	88.6	5.1	86.1	2.8	65.3	41.7	73.8	21.5	84.9	0.9	90.8	84.8	85.9	85.3	79.3	87.2
K ₂ O (wt%)	4.8	0.2	4.4	0.4	2.8	1.7	3.2	1.1	3.8	1.4	3.5	2.2	4.7	3.7	1.5	1.8
La (ppm)	59.6	3.2	54.0	4.7	38.5	22.7	36.5	9.6	48.8	1.5	46.8	36.3	55.2	52.2	31.4	40.0
Lu (ppm)	0.6	0.1	0.6	0.0	0.4	0.2	0.4	0.1	0.5	0.0	0.4	0.4	0.5	0.6	0.4	0.6
MgO (wt%)	2.3	0.1	1.3	0.3	1.7	1.2	5.9	3.2	0.6	0.1	3.2	4.1	2.0	2.1	2.2	3.9
MnO (wt%)	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1
Na ₂ O (wt%)	0.4	0.0	0.4	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2	0.3	0.0	1.2	0.5	0.4	0.5	0.7	0.7
Nb (ppm)	19.6	1.3	17.7	1.4	14.0	8.6	14.0	3.6	18.8	0.4	17.9	12.5	21.7	16.1	16.1	17.8
Nd (ppm)	57.3	2.5	51.0	4.5	36.8	21.7	34.0	8.7	41.2	3.9	43.3	34.2	50.6	51.7	30.0	39.7
Ni (ppm)	47.0	10.7	29.4	9.4	17.6	7.9	29.7	16.0	16.0	8.0	41.7	5.6	23.2	21.3	20.7	32.4
P ₂ O ₅ (wt%)	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0	0.3	0.3	0.3	0.2	0.1	0.2
Pb (ppm)	40.0	2.2	26.6	2.1	28.6	22.9	28.5	8.0	344.2	435.2	28.6	24.2	1038.2	34.8	14.1	13.7
Pr (ppm)	14.6	0.8	13.4	1.1	9.3	5.5	8.7	2.3	10.9	1.1	11.2	8.6	13.1	13.3	7.8	10.1
Rb (ppm)	186.1	11.4	202.5	26.8	128.8	68.9	120.3	35.7	180.5	2.0	196.4	94.0	219.7	149.6	74.8	83.4
SiO ₂ (wt%)	75.2	6.2	73.5	7.9	50.3	29.1	57.9	19.2	68.1	3.6	48.3	44.9	64.5	67.4	75.4	62.2
Sm (ppm)	10.4	0.8	9.1	0.9	6.0	3.5	5.9	1.7	6.8	1.1	7.4	5.7	8.3	9.1	5.1	7.0

Sn (ppm)	7.4	0.6	11.1	0.7	7.8	5.2	6.2	0.7	11.0	5.2	10.5	4.7	14.3	3.8	3.8	3.4
Sr (ppm)	168.2	11.2	119.8	43.0	273.1	208.6	676.8	314.1	169.2	62.1	508.5	360.5	320.0	156.6	267.5	376.9
Ta (ppm)	2.0	0.2	1.9	0.2	1.4	0.8	1.2	0.3	1.8	0.2	1.5	1.1	2.1	1.5	1.5	1.5
Tb (ppm)	1.3	0.1	1.1	0.1	0.8	0.5	0.8	0.2	0.9	0.1	1.0	0.8	1.1	1.2	0.8	1.1
Th (ppm)	25.8	2.1	20.9	2.2	13.1	7.3	13.5	4.2	20.3	0.4	17.2	13.9	22.2	18.2	11.4	14.3
TiO₂ (wt%)	0.9	0.0	0.9	0.1	0.6	0.4	0.7	0.2	1.0	0.1	0.8	0.6	0.9	0.8	1.1	1.2
Tm (ppm)	0.6	0.0	0.5	0.0	0.4	0.2	0.4	0.1	0.5	0.0	0.5	0.4	0.5	0.6	0.4	0.6
U (ppm)	4.2	0.3	3.7	0.3	2.8	1.7	2.7	0.7	4.1	1.0	3.2	3.2	5.3	3.2	2.9	3.7
V (ppm)	119.3	5.4	115.9	8.8	68.5	39.9	88.1	32.4	100.7	27.0	102.7	69.4	116.9	97.1	153.9	212.1
Yb (ppm)	3.6	0.2	3.5	0.2	2.3	1.4	2.4	0.7	2.9	0.0	2.8	2.3	3.0	3.3	2.7	3.5
Zr (ppm)	586.7	57.0	557.8	80.1	272.5	134.4	331.4	136.2	434.4	104.1	249.8	265.0	423.8	471.0	469.9	644.4

La matriz de variación composicional muestra una variación total (vt) de 6.72, lo que denota el carácter poligénico de las composiciones químicas de los diferentes grupos de referencia de pasta y los individuos cerámicos (Ic) desconocidos.¹⁸ Los elementos que se pueden considerarse principalmente responsables de esta variación son CaO, Pb, Sr, MgO, Ni, P₂O₅ ($vt/\tau_i < 0.5$). Contrariamente, la variable que introduce la menor variabilidad al conjunto de los datos es el Nb ($vt/\tau_i = 0.929$). No obstante, al considerar la contribución de los elementos CaO, Pb, Sr, MgO, Ni, P₂O₅, posiblemente debido a alteraciones difícilmente identificables mediante el simple análisis químico, la variable que introduce la menor variabilidad al conjunto de los datos consiste en el Ho ($vt/\tau_i = 0.889$), mientras que la variabilidad total queda sensiblemente reducida ($vt = 1.86$) (Fig. 9). Por estos motivos, el Ho ha sido escogido como divisor en la consiguiente transformación en logaritmos de razones.

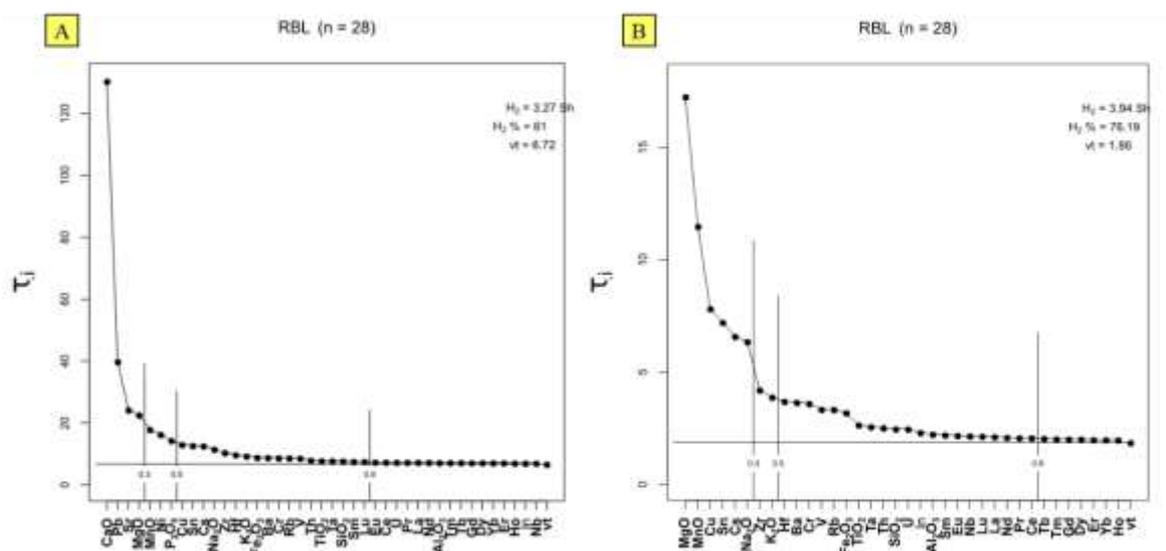


Fig. 9. A) Diagrama expresando la variación química de los diferentes elementos utilizados en el tratamiento estadístico. vt/τ_i =parte de la variación total en la matriz de covariancias de logaritmos de razones utilizando el componente x_i como divisor respecto a la variación total con indicación de aquellos elementos con una vt/τ_i superior a 0.5, indicando las respectivas variaciones para la matriz de variación calculada sobre la subcomposición: Na, Mg, Al, Si, P, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Cs, Pb, Sn, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U. B) Diagrama expresando la variación química de los diferentes elementos utilizados en el tratamiento estadístico. vt/τ_i =parte de la variación total en la matriz de covariancias de logaritmos de razones utilizando el componente x_i como divisor respecto a la variación total con indicación de aquellos elementos con una vt/τ_i superior a 0.5, indicando las respectivas variaciones para la matriz de variación calculada sobre la subcomposición: Na, Mg, Al, Si, K, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Rb, Y, Zr, Nb, Cs, Sn, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U.

Como resumen del conjunto químico de los datos y su variación se presenta el gráfico resultante del mapa de calor o «heatmap», en el cual se asigna un color más cálido o más frío a cada analito por cada muestra, según se dispersa más de la media del conjunto de las muestras estudiadas y la dispersión de sus elementos mayoritarios (Fig. 10). Además, como resumen del tratamiento estadístico, se presenta el gráfico resultante del análisis de agrupamiento (AA) y de componentes principales realizado con el programa de análisis estadístico de código abierto R (R Core Team, 2014) utilizando la distancia euclidiana al cuadrado y el proceso aglomerativo del centroide sobre la subcomposición Al, Ba, Ce, Cr, Dy, Eu, Fe, Hf, K, Lu, Mn, Nd, Sc, Sm, Ta, Th, Ti, V, Yb, Zr con la transformación ALR (ecuación 1), utilizando el Ho como divisor.

¹⁸ Buxeda, J., y Kiliglou, V., «Total variation as a measure of variability in chemical data sets», 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, 2003, pp. 185-198.

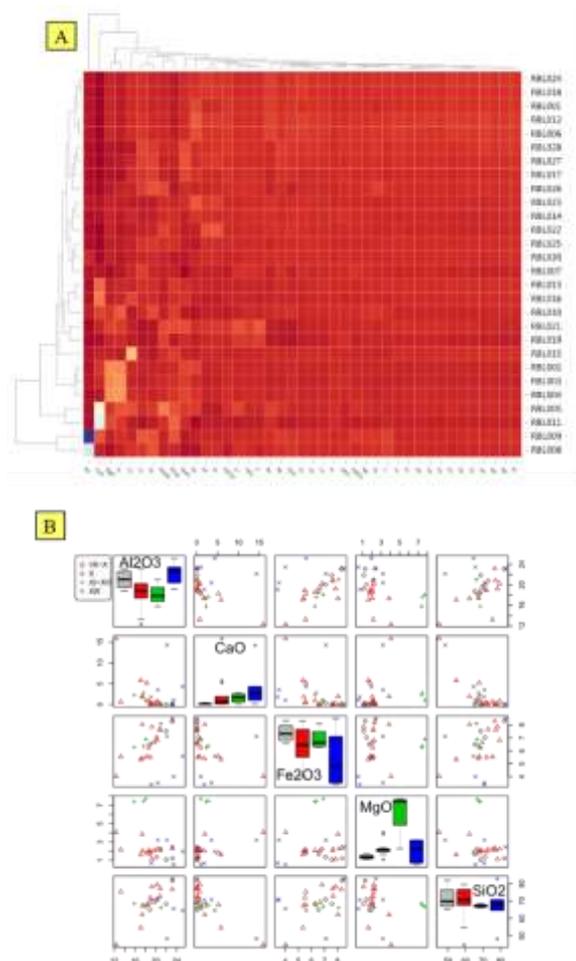


Fig. 10. A) Diagrama de calor (heatmap) de las diferencias en las composiciones químicas de las cerámicas estudiadas de acuerdo al gradiente de color para su visualización (color más frío –azul– indica mayor diferencia, color más cálido –rojo– menor diferencia). B) Matriz de dispersión composicional según las cronologías y los componentes Al₂O₃, CaO, Fe₂O₃, MgO, SiO₂.

En este gráfico (Fig. 11), a partir de todos los individuos iniciales que se encuentran en su base, se establece un proceso jerárquico de aglomeración, es decir, la unión en cada etapa de un individuo con otro o con otro grupo, o bien de un grupo con otro, hasta la obtención de un único grupo formado por todos los individuos analizados. De esta manera, cuanto más alejada de la base se produzca la unión, menos parecidos son los individuos que se unen en su composición química.

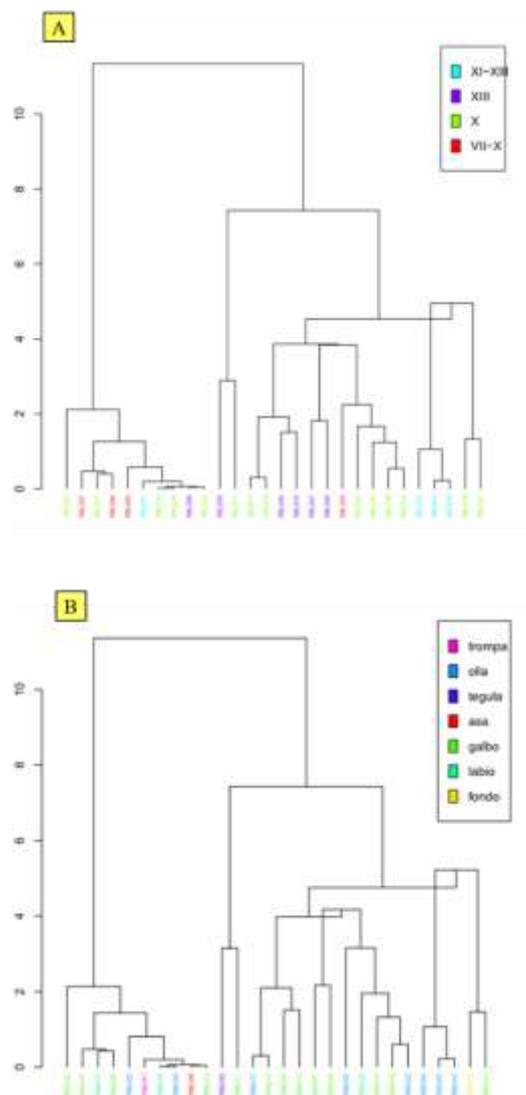


Fig. 11. A) Dendrograma resultante del análisis de conglomerados de los datos químicos obtenidos por ICP-MS de los 28 Ic utilizando la distancia euclidiana al cuadrado y el algoritmo aglomerativo del centroide sobre la subcomposición Na, Mg, Al, Si, K, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Cu, Rb, Y, Zr, Nb, Cs, Sn, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U transformada en logaritmos de razones utilizando el La como divisor e indicando la cronología de las piezas en escala de colores. B) Dendrograma resultante del análisis de conglomerados de los datos químicos obtenidos por ICP-MS de los 28 Ic utilizando la distancia euclidiana al cuadrado y el algoritmo aglomerativo del centroide sobre la subcomposición Na, Mg, Al, Si, K, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Rb, Y, Zr, Nb, Cs, Sn, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U transformada en logaritmos de razones utilizando el La como divisor e indicando la forma de las piezas en escala de colores.

En este caso en concreto, el estudio del dendrograma muestra una estructura compleja con la presencia de diversos grupos donde se engloba la práctica totalidad de los individuos estudiados (ver Anexos). El análisis del dendrograma de los individuos cerámicos analizados y su contrastación estadística con los grupos de referencias de las principales producciones peninsulares (Fig. 10) sugiere la existencia de 5 grandes agrupaciones en el conjunto de datos, los cuales están directamente relacionados con grupos composicionales de pasta.

A partir del estudio de la matriz de variación se puede observar que, además de los elementos ya conocidos como problemáticos por su relación con fases de alteración y/o contaminación (As, Na, K y Rb), se da la ocurrencia de una variabilidad relativamente alta para otros elementos químicos utilizados en la primera aproximación estadística. Éstos son, principalmente, el Mg y el Ni, además del Ca y el Sr. No obstante, el Ca y el Mg pueden ser considerados como elementos

relacionados directamente con la tecnología y la acción conductual individual o colectiva por parte de los artesanos que manufacturaron estas cerámicas, los cuáles la influyen.¹⁹ Por este motivo, presentamos un nuevo análisis de agrupación (AA), realizado con el programa R (R Core Team, 2014) utilizando la distancia euclidiana al cuadrado y el proceso aglomerativo del centroide sobre la subcomposición Al, Ca, Ce, Cr, Cs, Dy, Eu, Fe, Hf, K, Lu, Mn, Nd, Sc, Sm, Sr, Ta, Th, Ti, U, V, Yb, Zr con la transformación ALR (ecuación 1) utilizando el Ho como divisor (Fig. 9). En este segundo análisis de agrupamiento podemos observar como las agrupaciones identificadas anteriormente se agrupan claramente siguiendo un patrón coincidente con el dendrograma de la figura 11.

Con el fin de profundizar en el estudio estadístico del conjunto de datos químicos para intentar asignar una proveniencia a estas piezas hasta el momento desconocidas y corroborar las anteriores asignaciones, se ha procedido al estudio de la variabilidad del conjunto de datos teniendo en cuenta los grupos de referencia ya asignados. Para tal efecto, se ha realizado un análisis de componentes principales.

Este tipo de exploración estadística implica la reducción de las dimensiones numéricas presentes en el conjunto de datos mediante la identificación de las principales variaciones (componentes principales o CP) a través de la transformación lineal de la matriz de covariancia. Estos nuevos componentes principales se ordenan por orden de mayor a menor importancia, siendo el CP1 el que explica la mayor variación sobre el conjunto de datos, seguido por el CP2 y así sucesivamente. Sobre esta nueva dimensión se proyectan las composiciones también transformadas de los individuos cerámicos estudiados, y se analizan sus relaciones espaciales.

De esta manera, se ha llevado a cabo un análisis estadístico de componentes principales sobre la subcomposición Al, Ca, Ce, Cr, Cs, Dy, Eu, Fe, Hf, K, Lu, Mn, Nd, Sc, Sm, Sr, Ta, Th, Ti, U, V, Yb, Zr con la transformación ALR (ecuación 1) utilizando el Ho como divisor (Fig. 12). El estudio de los componentes principales indica que los siete primeros componentes principales representan el 95% de la variancia del conjunto de datos, siendo los dos primeros componentes principales los que explican el 69% de la varianza del conjunto de datos. De esta manera se puede realizar una reducción estadística de la realidad n-dimensional del conjunto de elementos y muestras. La muestra la proyección de los individuos cerámicos analizados usando los valores calculados de los componentes principales 1 y 2 en el eje horizontal y vertical, respectivamente. La mayoría de los individuos se corresponden, en general, con las asignaciones realizadas anteriormente mediante el análisis de agrupamiento. Así, podemos apreciar la proximidad composicional para el grupo 1, compuesto por los individuos RBL018, RBL024, RBL006 y RBL012. El Ic RBL022, debido a sus distintas cantidades en elementos traza se sugiere una proveniencia diferenciada a este grupo, aunque visualmente quede representado cerca de esta agrupación debido a la reducción a dos dimensiones realizada durante el tratamiento estadístico y la posterior representación gráfica.

El grupo 2 está formado por los individuos RBL017, RBL025, RBL027 y RBL028, caracterizados por un contenido promedio en MgO de 1.71%. El grupo 3 estaría compuesto por los Ic RBL010, RBL013 y RBL016, galbos indeterminados y fragmentos de ollas, presentando la primera una cronología del siglo XIII, mientras que las dos siguientes son del siglo X.

El grupo 4 está formado por ollas rojizas del siglo XI-XIII: RBL002, RBL003 y RBL004.

El grupo 5 está representado por las dos piezas vidriadas RBL007 y RBL008. Las piezas RBL014, RBL020, RBL022, RBL023 y RBL026 no forman un grupo cohesionado, aunque comparten características similares que podrían estar relacionadas con un origen cercano entre

¹⁹ Para una discusión más profunda sobre este tema, véase: Buxeda, J., Madrid I Fernández, M., Iñáñez, J. G., y Vila Socías, L., «Arqueometria ceràmica: una arqueologia ceràmica amb més informació», *Cota Zero. Revista d'Arqueologia i Ciència*, 23 (2008), pp. 38-53. Skibo, J., y Schiffer, M. B., *People and Things: a Behavioral Approach to Material Culture*, New York, 2008, Springer.

ellas, como un contenido alto en Al_2O_3 , MgO y contenidos similares en tierras raras, además de ser muy poco calcáreas.

Por otro lado, las piezas RBL005 y RBL011 son las únicas del conjunto de muestras que son claramente calcáreas, con un contenido en CaO alrededor del 15%. Aunque entre ellas no sean muy similares en sus contenidos de elementos mayoritarios ni trazas, se descarta su unión a un grupo diferenciado. No obstante, el individuo RBL015, con un valor relativamente alto de Cu (159 ppm), no queda claramente asignado a ningún grupo. De igual manera, la muestra RBL009, con un contenido más alto en CaO (4.31%), y la RBL019 y la RBL021 quedan sin asignación clara.

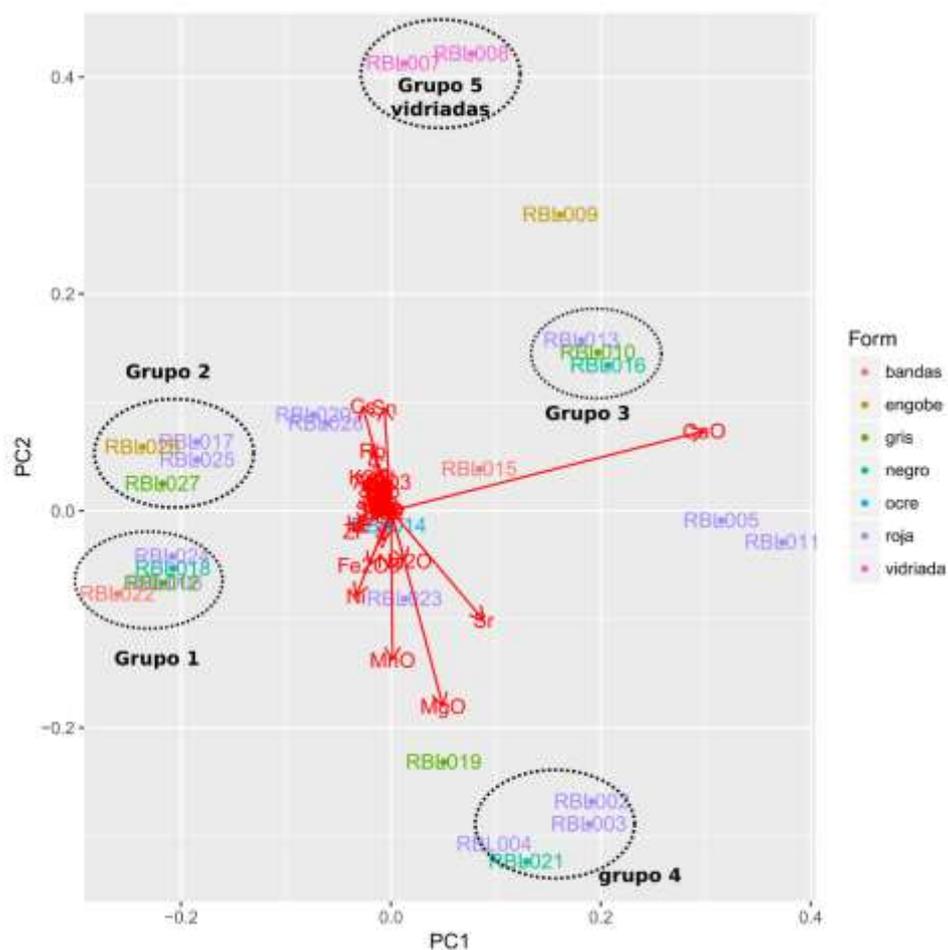


Fig. 12. Gráfico resultante del primer y segundo componentes principales representando el 69% de la variabilidad del conjunto y calculados a partir de la subcomposición Na, Mg, Al, Si, K, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Ni, Rb, Y, Zr, Nb, Cs, Sn, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Er, Tm, Yb, Lu, Hf, Ta, Th, U transformada en logaritmos de razones utilizando el Ho como divisor.

3.2. Resultados de la caracterización mineralógica

La situación de los individuos caracterizados de la muestra del yacimiento de Castro Bilibio se puede observar en el sistema $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO+Fe}_2\text{O}_3\text{+MgO}$ (Fig. 13). En este diagrama triangular, se puede observar cómo la mayor parte de los individuos de esta producción se encuentran ubicados en el triángulo de equilibrio termodinámico cuarzo-anortita-wollastonita y en el triángulo wollastonita-anortita-mullita. Esto significa que, partiendo de un magma con la composición de estos individuos, su enfriamiento llevaría a la cristalización de estos minerales.

Evidentemente, en el estudio de las cerámicas no se parte de un magma, sino de una pasta compuesta por minerales arcillosos y otros, que forman parte tanto de la fase arcillosa como de

las partículas no plásticas o desgrasantes. A medida que la temperatura aumenta durante la cocción, las fases minerales primarias comenzarán un proceso de descomposición que tendrá como resultado la formación de una fase vítrea y la cristalización de fases cristalinas de alta temperatura. De esta manera, cuanto más alta sea la temperatura conseguida durante la cocción, puede aproximarse que las fases que cristalizan durante la misma serán las que formen su triángulo de equilibrio termodinámico.²⁰

Igualmente, se observa como la mayoría de las cerámicas son no-calcáreas o muy poco calcáreas (con CaO por debajo del 5%) (Fig. 13).

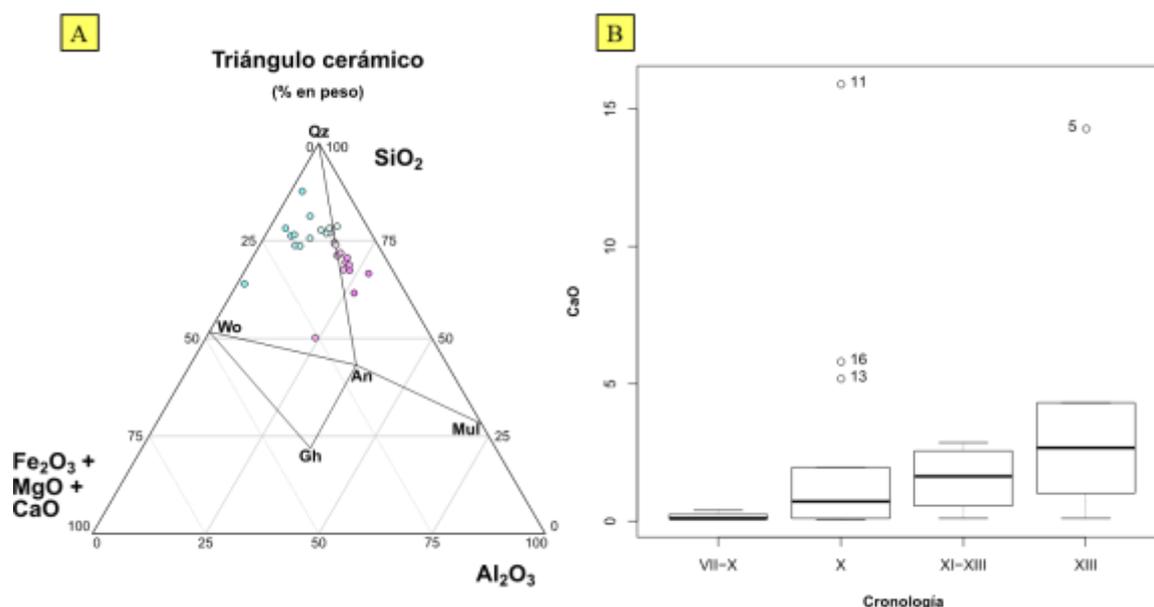


Fig. 13. A) Triángulo de equilibrio termodinámico correspondiente a los individuos analizados por ICP-MS de los yacimientos Castro Bilibio. **An:** anortita; **Gh:** gehlenita; **Mu:** mullita; **Qz:** cuarzo; **Wo:** wollastonita. B) Diagrama de caja y bigotes según el CaO y de acuerdo a las diferentes cronologías.

Los minerales (fases cristalinas) identificados principalmente han sido los siguientes: 1. Cuarzo (SiO₂): Hexagonal (Ficha PDF 85-798). El cuarzo se considera un mineral constituyente de la materia prima de la cerámica. 2. Plagioclasas: Términos de la solución sólida (NaAlSi₃O₈ - CaAl₂Si₂O₈). En las figuras, hemos utilizado la ficha PDF 72-1245 correspondiente a una albita. Las plagioclasas pueden formar parte de la materia prima, pero también formarse durante la cocción como resultado de la reacción entre silicatos y carbonatos a altas temperaturas. 3. Gehlenita (Ca₂Al (AlSi)O₇): Tetragonal. En las figuras, hemos utilizado la ficha PDF 89-1580. Se considera resultado de la reacción entre silicatos y carbonatos a altas temperaturas. 4. Diópsido: Piroxeno cálcico Ca (Mg,Al)(Si,Al)₂O₆: Monoclínico. En las figuras, hemos utilizado la ficha PDF 25-154. Se considera resultado de la reacción entre silicatos y carbonatos a altas temperaturas. 5. Calcita (CaCO₃): Trigonal (PDF 5-586). Puede formar parte de la materia prima, pero esto indicaría que no se han alcanzado las temperaturas a las que se descompone este carbonato. También es frecuente como fase secundaria en muchas cerámicas, producto de alteración, recarbonatación, adhesión a las mismas tras el enterramiento, etc. 6. Illita: Filosilicatos del grupo de las micas, identificables principalmente por sus reflexiones basales (001) a 10Å (aprox. 9°2theta) y 5Å (aprox. 17,6°2theta), y por una reflexión no basal en aprox.

²⁰ Heimann, R. B., «Assessing the technology of ancient pottery. The use of the ceramic phase diagrams», *Archeomaterials*, 3 (1989), pp. 123-148. Maggetti, M., «Phase analysis and its significance for technology and origin», en Olin, J. S. y Franklin, J. D. (eds.), *Archaeological Ceramics*, British Museum Occasional Paper, London, 1982, pp. 33-49.

19,8°2theta. Es un constituyente de la materia prima, y la presencia/ausencia de las citadas reflexiones puede ayudar a estimar la temperatura de cocción de la cerámica.

De la observación de los resultados de los difractogramas se deduce que básicamente hay tres tipos de muestras: 1. Cerámicas calcáreas: Se identifican silicatos de calcio (gehlenita y/o dióxido), y suelen incluir como fases secundarias calcita (en casi todos los casos). Este es el caso para las dos cerámicas que presentan vidriado en sus cubiertas (RBL005 y RBL011). Las muestras más rojas y ricas en hematites no conservan reflexiones de la illita (o apenas las conservan). 2. Cerámicas poco o nada calcáreas: No contienen silicatos de calcio, y, a menudo se identifica feldespato potásico junto a las plagioclasas. Suelen conservarse reflexiones de la illita. Algunas muestras pueden considerarse de tipo intermedio entre ambos tipos, con muy pequeñas cantidades de gehlenita o dióxido.

Las cerámicas con vidriado muestran pastas de color cremoso o rosado. Este color se atribuye al uso de pastas calcáreas y cocciones oxidantes.²¹ Por el contrario, las cerámicas rojas muestran unos colores rojizos en sus pastas, relacionado con el bajo contenido en CaO, lo que no da pie a la incorporación del Fe en silicatos de neoformación (principalmente piroxenos y gehlenita), dando lugar a la formación de hematites, responsable de este color rojizo. Además, las cerámicas grises deben su color al bajo contenido en CaO y a las condiciones reductoras durante su cocción, lo que evita la formación de hematites (Fe₂O₃) y favorece la formación de espinela magnetita (Fe₃O₄) principalmente.

En resumen, las cerámicas estudiadas del yacimiento de Castro Bilibio fueron cocidas a una temperatura alrededor de 850°C, siendo la mayoría *no-calcáreas* o muy poco calcáreas (inferiores a 5% en CaO), lo que resulta en colores grises o rojizos según las condiciones de cocción, ya sean más oxidantes o reductoras. La excepción son las cerámicas vidriadas, que presentan composiciones en CaO alrededor del 15% y desarrollan colores más rosados en sus pastas. Las cerámicas muestran diferencias notables en sus materias primas, lo que evidencia una geología claramente diferenciada entre ellas. Esto sugiere la presencia de cerámicas exógenas en el conjunto de la muestra, con una relación directa con la geología de las materias primas utilizadas en las cerámicas de Castro Bilibio.

4. CONCLUSIONES

El presente trabajo ha permitido la caracterización arqueométrica de 24 piezas cerámicas del yacimiento arqueológico de Castro Bilibio en Haro. Además, se incluyen 4 piezas de la Vía de Comunicación de Viguera excavada en 2016. Estas cerámicas se clasifican como grises reductoras, ollas de cocina, formas sin una tipología precisa reconocible y dos cerámicas vidriadas. El estudio arqueométrico de este conjunto de piezas ha permitido determinar distintas agrupaciones. El grupo 2 está formado por ollas y otros fragmentos cerámicos con una cronología del siglo VII-X, mientras que el grupo 3 son piezas más tardías, del X y XIII. El grupo 4 está formado por piezas de los siglos XI-XIII. Las cerámicas vidriadas del siglo XIII no han podido adscribirse a ningún grupo concreto, siendo bastante diferentes en su composición entre ellas. El resto de las piezas del siglo X (RBL014, 020, 022, y 023) presentan similitudes químicas entre sí, lo que sugeriría que forman parte de una agrupación; sin embargo, por precaución, no han sido incluidas en un grupo único. Finalmente, la muestra RBL026 de Viguera guarda bastante similitud química entre estas últimas piezas del siglo X, aunque se requieren más estudios para comprobar su última proveniencia y adscripción a este grupo.

²¹ Molera, J., Vendrell-Sanz, M., García-Vallés, M. y Pradell, T., «Technology and colour development of Hispano-moresque lead-glazed pottery», *Archaeometry* 39-1 (2007), pp. 23-39; Molera, J., Vendrell-Sanz, M., y Pérez-Artegui, T., «Chemical and Textural Characterization of Tin Glazes in Islamic Ceramics from Eastern Spain», *Journal of Archaeological Science* 28-3, (2001), pp. 331-340.

En cualquier caso, es deseable que esta senda, iniciada a partir de este estudio, pueda ser retomada en un futuro con más análisis arqueométricos. Esto incluiría el uso de materiales de referencia de contextos arqueológicos seguros y combinados con un buen estudio estilístico e histórico sólido. Este enfoque permitiría profundizar en esta y otras discusiones, ampliando nuestro conocimiento actual sobre la cerámica consumida en La Rioja en época tardoantigua y medieval.

Como hemos visto, existen dos tipos de producciones cerámicas claramente diferenciadas según los resultados de los análisis. Las cerámicas muestran diferencias notables en sus materias primas, evidenciando una geología diferenciada entre ellas. Por lo tanto, se observa la presencia de cerámicas exógenas en el conjunto de la muestra en relación con la geología de las materias primas utilizadas en las cerámicas de Castro Bilibio.

Aunque se desconoce la procedencia puntual, en gran medida debido a la ausencia de estudios comparativos, se ha logrado apuntar que la constatación del Grupo 3 de ollas,²² concretamente en los ejemplares bilibienses: RBL_018 (CB15/100.006/2), RBL_017 (CB15/100.006/1), RBL_015 (CB15/100.005/3), RBL_011 (CB15/100.005/1) y posiblemente el RBL_020 (CB15/100.006/4), nos sugiere un entorno «local-regional» para algunas de estas piezas.

Recientemente, tras la detección de un horno cerámico de carácter temporal en Bagoeta dedicado a producir este tipo de ollas del Grupo 3, se ha propuesto un modelo de producción itinerante para este tipo cerámico. En palabras específicas: «Al observar el área de distribución de esta olla intuimos la presencia de, al menos, una cuadrilla de olleros trabajando desde el siglo VIII en territorio alavés y riojano, moviéndose en un área de más de 100 km de distancia y produciendo lo que necesitaban sus vecinos».²³ La única puntualización a este importante aspecto es mencionar que si las producciones analizadas en Castro Bilibio de este tipo concreto de ollas son todas, de manera homogénea, del entorno del siglo X y principios del XI (*sensu stricto*), y probablemente de las últimas décadas del X y principios siglo XI, entonces cabe colegir que más que propiamente una cuadrilla (que implica una connotación temporal de corto recorrido), sería más propio hablar de un taller itinerante, aportando una connotación más estable en el tiempo, aunque igualmente movable en el espacio.

Esta constatación, de materiales probablemente locales, conviviendo con otros grupos que, por su composición, se consideran exógenos (caso de los ejemplares RBL_01 (PVB14/1001/5), RBL_06 (CB15/100.002/1), especialmente, y posiblemente de RBL_12 (CB15/100.005/2), RBL_18 (CB15/100.006/2) y RBL_24 (CB15/100.006/8), nos parece algo normal y lógico. Tampoco se puede perder de vista que ambos grupos presentan cronologías muy dispares. Mientras estas producciones locales del Grupo 3 de las ollas se encuadran todos los ejemplares dentro de un marco cronológico del siglo X, este otro Grupo 1 (de los aquí definidos) presenta algunos de ellos una cronología del siglo XIII (primera mitad). Algunos autores²⁴ han señalado la constatación de una ampliación de las redes comerciales de esta zona a partir de la segunda mitad del siglo XII hasta el siglo XIV, especialmente con el área del suroeste francés.

Por último, pero no menos importante, sino más bien al contrario, es necesario ahondar en la interpretación global del yacimiento y de los datos en él obtenidos dentro de esquemas explicativos amplios. La interpretación de ese registro arqueológico, contextualizado con los marcos de referencia dentro del mismo yacimiento, es clave para dotar de contenido narrativo a

²² Solaun Bustinza, J. L., *La cerámica medieval en el País Vasco. (siglos VIII-XIII)*, Colección de Patrimonio Cultural Vasco, 2005, Vitoria, pp. 224 y 225. Azkárate Garai, A., y Solaun Bustinza, J. L., «La cerámica altomedieval en el País Vasco (siglos V-X d.C.): producciones, modelos productivos y patrones de consumo», en Vigil-Escalera, A. y Quirós, J. A. (dir.), *La cerámica de la Alta Edad Media en el cuadrante noroeste de la Península Ibérica (siglos V-X)*, Universidad del País Vasco, 2016, pp.193-228.

²³ Azkárate Garai, A. y Solaun Bustinza, J. L., «La cerámica altomedieval en el País Vasco...», p. 224.

²⁴ Escribano Ruiz, S. y Solaun Bustinza, J. L., «La introducción y normalización de la cerámica vidriada en el cantábrico oriental a la luz del registro cerámico de Vitoria-Gasteiz (siglos XII-XV)», *Actas del X Congreso Internacional a Cerámica Medieval no Mediterrâneo, Silves-Mértola*, 2014, p. 545.

los datos arqueológicos y arqueométricos. La articulación del poder supralocal mediante los contextos locales es una de las vías de interpretación histórica y social que hay que desarrollar al investigar los estadios medievales de este yacimiento y de otros muchos que se investigan en la península Ibérica. No tener presente esa realidad hace que, con frecuencia, se interpreten erróneamente y de manera disfuncional los registros arqueológicos.

La materialidad, en no pocas ocasiones, debe ser necesariamente local, lo que no implica, reiteramos nuevamente y por enésima vez, que las directrices de su ordenamiento y función de los mismos tengan que ser del mismo cariz y naturaleza. Los grupos humanos e individuos utilizan tecnologías y buscan las producciones que más se acomodan y adaptan a las circunstancias más favorables para sus intereses. Eso significa que, si unas cerámicas pueden cumplir la función que la persona o grupo humano demanda, se utilizarán para ello, ya sean cerámicas «groseras», «finas» o con el calificativo que se les dé (con desgrasantes, etc.).

Cada cerámica tiene su función, y todas son igualmente relevantes. Sin comida que cocinar en las ollas de pastas «groseras» (de gran cantidad de desgrasantes e incluso con la presencia de abundantes caliches de cuarzo), que son óptimas para aguantar los fuertes contrastes térmicos a los que se ven sometidos constantemente por la acción del fuego exterior, no se podrían utilizar las cerámicas finas, decantadas, de pastas más depuradas y óptimas para servir la comida en ellas, pero que explotarían sin duda en su contacto directo con el fuego. Sin embargo, estas cerámicas decantadas son notablemente mejores para la acción de alimentarse.

Las vasijas y recipientes de madera podrán jugar un papel destacado en las «ausencias» del registro cerámico de las primeras fases (siglos VI-VIII), como, por ejemplo, de grandes fuentes, platos, y formas abiertas. La presencia masiva de los tipos ollas, sobre todo en estos estadios tardoantiguos y altomedievales, adquiriría una nueva interpretación, sobre todo si tenemos en cuenta la imposibilidad de acercar al fuego los recipientes de madera, que ahora sí sabemos (no solo sospechábamos) se dieron y usaron en esos períodos.²⁵

Estos yacimientos tan particulares y específicos que son las fortificaciones militares presentan unos condicionamientos físicos muy notables, como se puede comprobar con una orografía tan abrupta y escarpada (*cfr.* Figs. 2 y 3). Ello responde a sus funciones de vigilancia y aviso, que deben ser realizadas desde esas atalayas naturales de tan difícil acceso.

Ni un solo fragmento cerámico de grandes fuentes planas o bandejas ha sido recuperado de estos contextos arqueológicos tardoantiguos y altomedievales castrenses. Por el contrario, el único tipo cerámico reconocido ha sido en exclusividad, el tipo olla, siendo los demás galbos informes, aunque posiblemente en un alto porcentaje también de origen de ollería, no adscribibles a una forma cerámica reconocida, pero claramente son formas cerradas, no abiertas. Y son formas cerradas grandes, no corresponderían a pequeños vasos o escudillas.

Si hacemos una reflexión final de este hecho, nos surge la hipótesis de las ventajas e inconvenientes en el empleo de madera o de cerámica como recipientes para la alimentación en estos contextos castrenses. La respuesta es clara a este respecto. La madera es mucho menos frágil que la cerámica, ideal para estos entornos tan rudos, abruptos y escarpados donde es un aspecto esencial su conservación. La disponibilidad de estos objetos no era sencilla ni inmediata en lo alto de estos cerros. De ahí que su conservación era aún más prioritaria, a la par que infinitamente más compleja, que, en entornos más llanos y accesibles, en donde no hay que escalar, literalmente, al cerro de vigilancia con la vajilla en la mochila con altas probabilidades de que se rompiera en el trayecto, o durante su uso.

Es por ello que pensamos que muchos de los objetos cotidianos de la vajilla militar serían de madera, mayoritariamente, y complementariamente en cuerno (vasos), o incluso cuero, como pellejos, para depósito de líquidos (aceite, vino, agua, grano...) ¿Por qué las ollas no? Por su

²⁵ Fernández Ochoa, C., Orejas Saco del Valle, A., García Díaz, P., Gil Sendino, F., (eds.), *La Fábrica de Tabacos de Gijón: Arqueología e Historia de un espacio milenario*, Gijón, Ayuntamiento de Gijón, 2015.

resistencia al fuego, evidentemente. Calentar los alimentos al fuego sólo podría hacerse con cerámica o metal (más caro y escaso y por tanto destinado para otros fines).

No nos parece casual que sea precisamente en la región más montañosa del norte de la península ibérica, Asturias, donde se conserva todavía a día de hoy la tradición de producir recipientes en madera. Nos referimos al cacho o *cachu*.

Es por ello que, en esa tesitura, es importante contextualizar el peso y relevancia de la cerámica registrada, sus formas, su composición. Y dar el contexto y entidad global a los resultados obtenidos.

AGRADECIMIENTOS

La financiación de las intervenciones arqueológicas en Castro Bilibio en 2014 y 2015, así como en la Vía de Comunicación del Iregua en 2016, corrió íntegramente a cargo del Servicio de Conservación y Promoción del Patrimonio de la Consejería de Cultura del Gobierno de La Rioja. El estudio arqueométrico fue financiado en 2016 por el Instituto de Estudios Riojanos gracias a una la concesión de una Ayuda para Estudios Científicos de Temática Riojana. Sin el apoyo financiero de estas instituciones no hubiera sido posible desarrollar el presente estudio. A ambas, les expresamos nuestro más sincero agradecimiento.

Esta investigación contó con el apoyo del proyecto «Arqueología de las sociedades locales en el sur de Europa: identidades, colectivos y territorialidades (siglos V-XI) (PID2020-112506GB-C41) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación de España, el Grupo de Investigación en Patrimonio y Paisajes Culturales (Gobierno del País Vasco, IT1442-22) y el Grupo de Estudios Rurales (Unidad Asociada UPV/EHU-CSIC).

Asimismo, queremos agradecer el financiamiento otorgado por la Unión Europea a través del programa Next Generation EU, para la atracción de talento internacional en la modalidad María Zambrano (MAZAM22/11). También agradecemos el apoyo del proyecto «Arqueología y Arqueometría del expansionismo atlántico Ibérico en el Norte de África y las Islas de la Macaronesia (siglos XV-XVI): cerámica, poblamiento y comercio» (CERIBAM), (referencia PID2020-113198GB-I00), financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (MCIN) y la Agencia Estatal de Investigación (AEI) (referencia: MCIN/ AEI/10.13039/501100011033/), así como por los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER) en el marco de «Una manera de hacer Europa».

BIBLIOGRAFÍA

- AZKÁRATE GARAI, A., SOLAUN BUSTINZA, J. L. (2016), «La cerámica altomedieval en el País Vasco (siglos V-X d.C.): producciones, modelos productivos y patrones de consumo», en VIGIL-ESCALERA, A. y QUIRÓS, J. A. (dir.), *La cerámica de la Alta Edad Media en el cuadrante noroeste de la Península Ibérica (siglos V-X)*, Universidad del País Vasco, pp. 193-228.
- BUXEDA, J., GARCÍA, J., MADRID I FERNÁNDEZ, M., BELTRÁN DE HEREDIA, J. (2011), «La ceràmica de Barcelona. Organització i producció entre els segles XIII i XVIII a través de la seva caracterització arqueomètrica», *Quarhis - Quaderns d'Arqueologia i Història de la Ciutat de Barcelona*, 7, pp. 192-207.
- BUXEDA, J., MOMMSEN, H., TSOLAKIDOU, A. (2002), «Alterations of Na, K and Rb concentrations in Mycenaean pottery and a proposed explanation using X-ray diffraction», *Archaeometry*, 44-2, pp. 187-198. <https://doi.org/10.1111/1475-4754.t01-1-00052>
- BUXEDA, J., KILIKOGLU, V. (2003), «Total variation as a measure of variability in chemical data sets», 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.
- DE BLAS CORTINA, M. A. (1995), «Vasos de madera y vasos cerámicos: Un probable origen romano de ciertas formas en las vajillas de madera de la tornería tradicional», *Boletín de Estudios de Arte y Arqueología*, 61, pp. 174-183.
- ESCRIBANO RUIZ, S., SOLAUN BUSTINZA, J. L. (2014), «La introducción y normalización de la cerámica vidriada en el cantábrico oriental a la luz del registro cerámico de Vitoria-Gasteiz (siglos XII-XV)», *Actas del X Congreso Internacional a Cerâmica Medieval no Mediterrâneo. Silves-Mértola*, pp. 534-548.
- FERNÁNDEZ OCHOA, C., OREJAS SACO DEL VALLE, A., GARCÍA DÍAZ, P., GIL SENDINO, F. (eds.), (2015), *La Fábrica de Tabacos de Gijón: Arqueología e Historia de un espacio milenario*, Gijón.
- IÑÁÑEZ, J. G. (2007), *Caracterització arqueomètrica de la ceràmica vidrada decorada de la Baixa Edat Mitjana al Renaixement dels principals centres productors de la Península Ibèrica*, Tesis Doctorals en Xarxa, v. 0205107 115739, Barcelona, Universitat de Barcelona. <https://www.tdx.cat/handle/10803/2596#page=1>
- IÑÁÑEZ, J. G., SCHWEDT, A., MADRID I FERNÁNDEZ, M., BUXEDA I GARRIGÓS, J., Y GURT I ESPARRAGUERA, J. M. (2007), «Caracterización arqueométrica de los principales centros productores catalanes de cerámica mayólica de los siglos XVI y XVII», en MOLERA, J. FARJAS, J. ROURA, P. Y PRADELL, T. (eds.), *Actas del VI Congreso Ibérico de Arqueometría*, Avances en Arqueometría, Universitat de Girona, Girona, pp. 97-107.
- IÑÁÑEZ, J. G., BUXEDA I GARRIGÓS, J., SPEAKMAN, R. J., GLASCOCK, M. D. (2008), «Chemical characterization of majolica pottery from the main production centers of the Iberian Peninsula (14th-18th centuries)», *Journal of Archaeological Science*, 35-2, pp. 425-440. <https://doi.org/10.1016/j.jas.2007.04.007>
- IÑÁÑEZ, J., SPEAKMAN, R. J., BUXEDA I GARRIGÓS, J., GLASCOCK, M. D. (2009), «Chemical Characterization of Tin-Lead Glazed Pottery From The Iberian Peninsula and The Canary Islands: Initial Steps Toward A Better Understanding Of Spanish Colonial Pottery In The Americas», *Archaeometry*, 51-4, pp. 546-567. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00431.x>
- MOLERA, J., VENDRELL-SAZ, M., PÉREZ-ARANTEGUI, J. (2001), «Chemical and Textural Characterization of Tin Glazes in Islamic Ceramics from Eastern Spain», *Journal of Archaeological Science*, 28-3, pp. 331-340.
- MOLERA, J., VENDRELL-SAZ, M., GARCÍA-VALLÉS, M., PRADELL, T. (2007), «Technology and colour development of Hispano-moresque lead-glazed pottery», *Archaeometry*, 39-1, pp. 23-39. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.1997.tb00788.x>
- RAMÍREZ VAQUERO, E. (2015), «El despliegue de la red urbana en Navarra. Espacios y movilidad entre el Adour y el Ebro (ss. XI-XIII)», *Príncipe de Viana*, 261, pp. 71-108.
- RIBA, O. (1964), «Estructura sedimentaria del Terciario continental de la Depresión del Ebro en su parte Riojana y Navarra», en *Aportación española al XX Congreso Geográfico Internacional*, Reino Unido, pp. 127-138.
- SÁNCHEZ ZUFIAURRE, L. (2006), *Técnicas Constructivas Medievales. Nuevos documentos arqueológicos para el estudio de la Alta Edad Media en Álava*, Tesis Doctoral, Universidad del País Vasco, Vitoria.
- SCHWEDT, A., MOMMSEN, H., ZACHARIAS, N., BUXEDA I GARRIGÓS, J. (2006), «Analcime crystallization and compositional profiles - comparing approaches to detect post-depositional alterations in archaeological pottery», *Archaeometry*, 48-2, pp. 237-251. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2006.00254.x>

SKIBO, J., SCHIFFER, M. B. (2008), *People and Things: a Behavioral Approach to Material Culture*, Springer Science & Business Media, New York. <http://dx.doi.org/10.1007/978-0-387-76527-3>

SOLAUN BUSTINZA, J. L. (2005), *La cerámica medieval en el País Vasco. (siglos VIII-XIII)*, Colección de Patrimonio Cultural Vasco, Vitoria.

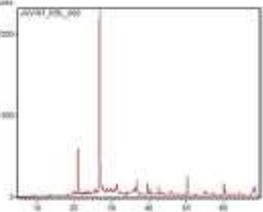
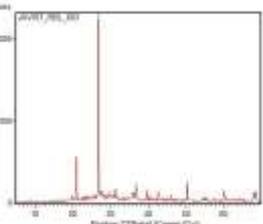
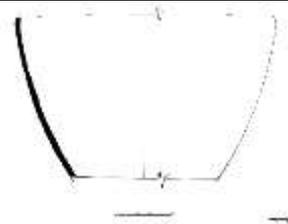
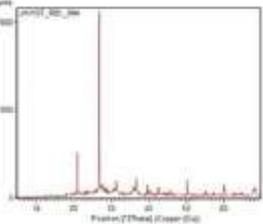
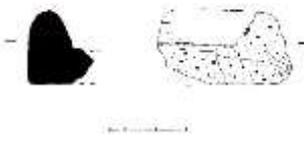
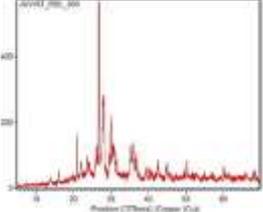
TEJADO SEBASTIÁN, J. M^a. (2015), *Informe preliminar de la intervención arqueológica realizada en la fortificación de Castro Bilibio (Haro), del 5/VIII al 6/IX/2015*, Informe entregado a la Consejería de Desarrollo Económico e Innovación del Gobierno de La Rioja, Dirección General de Cultura y Turismo, Servicio de Conservación del Patrimonio Histórico y Artístico.

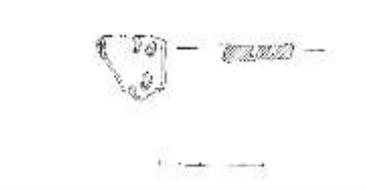
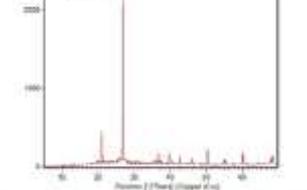
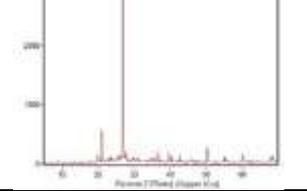
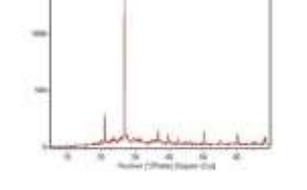
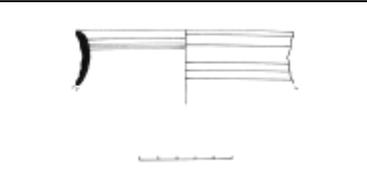
TEJADO SEBASTIÁN, J. M^a. (2017), *Análisis de pastas, contextualización e interpretación de los registros cerámicos (ss. X/XI y XIII) del yacimiento arqueológico «Castillo de Castro Bilibio» (Haro)*. Memoria Final.

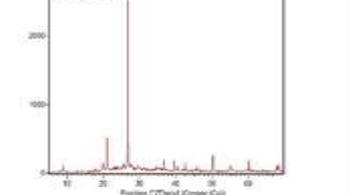
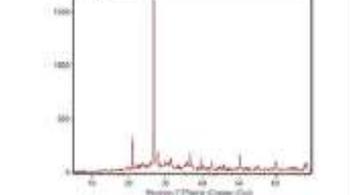
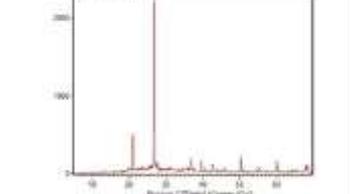
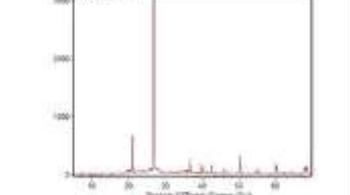
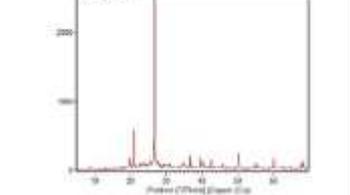
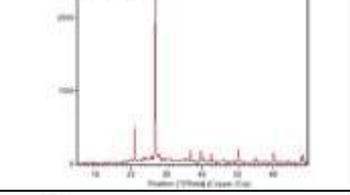
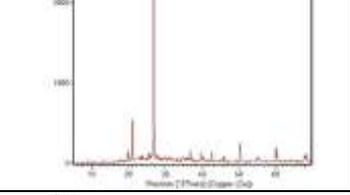
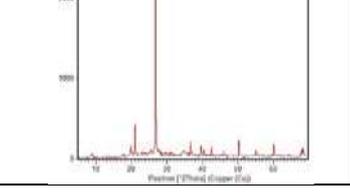
TEJADO SEBASTIÁN, J. M^a (2018), «Fortificaciones militares en el alto valle del Ebro: tres ejemplos de herramientas de control territorial y social», en TEJADO, J. M^a (ed.), *Vislumbrando la Tardoantigüedad. Una mirada desde la Arqueología*, Instituto de Estudios Riojanos, 2018, pp. 73-113.

ANEXOS:

Anexo 1. Resumen de la muestra de las cerámicas analizadas arqueométricamente.

ANID Referencia	Formas	Cronología (ss.)	Descripción	DRX
RBL002PVB14/1001/1 		XI-1 ^a 1/2 s. XIII	Galbos de olla de fondo plano y labio ligeramente exvasado	
RBL003 PVB14/1001/3 		XI-1 ^a 1/2 s. XIII	Galbos de olla con decoración a ondas	
RBL004 PVB14/1001/4 		XI-1 ^a 1/2 s. XIII	Galbos de recipiente de grandes dimensiones	
RBL005 CB15/100.001/1 		Tardoromana (?)	Tégula (presenta sigla)	

RBL006 CB15/100.002/1			1ª 1/2 s. XIII	Asa con 4 incisiones profundas, engobe rosáceo-anaranjado	
RBL007 CB15/100.002/2			1ª 1/2 s. XIII	Galbos de pastas rosáceas, vidriado al interior	
RBL008 CB15/100.002/3			1ª 1/2 s. XIII	Galbo que presenta indicios de pasado de cocción en pasta y vidriado exterior	
RBL009 CB15/100.002/4			1ª 1/2 s. XIII	Galbo con mica muy fina, engobe al exterior	
RBL010 CB15/100.002/5			1ª 1/2 s. XIII	Galbos, cerámica gris, cocción reductora	
RBL011 CB15/100.005/1			X- inicios del XI	Labio apuntado ligeramente exvasado, galbo estriado	
RBL012 CB15/100.005/2			X- inicios del XI	Galbos, cocción reductora	

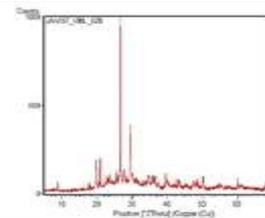
<p>RBL013 CB15/100.005/3</p>		<p>X- inicios del XI</p>	<p>Labio exvasado y dos galbos de olla, ennegrecidos, cuarzo grueso</p>	
<p>RBL014 CB15/100.005/4</p>		<p>X- inicios del XI</p>	<p>Galbos ocre, cocción oxidante, ligero engobe exterior ocre</p>	
<p>RBL015 CB15/100.005/5</p>		<p>X- inicios del XI</p>	<p>Presentan decoración exterior a bandas</p>	
<p>RBL016 CB15/100.005/6</p>		<p>X- inicios del XI</p>	<p>Labio exvasado, 2 galbos negros interior y exterior</p>	
<p>RBL017 CB15/100.006/1</p>		 <p>X- inicios del XI</p>	<p>Labio exvasado</p>	
<p>RBL018 CB15/100.006/2</p>		 <p>X- inicios del XI</p>	<p>Labio y cuello con decoración a bandas exterior color negro</p>	
<p>RBL019 CB15/100.006/3</p>		 <p>X- inicios del XI</p>	<p>Fondo, cocción reductora</p>	
<p>RBL020 CB15/100.006/4</p>		 <p>X- inicios del XI</p>	<p>Labio exvasado</p>	

RBL021 CB15/100.006/5		X- inicios del XI	Galbos, mica fina, pero desgrasante grueso de cuarzo y hierro (?), negro exterior		
RBL022 CB15/100.006/6		X- inicios del XI	Galbo anaranjado, bandas al exterior		
RBL023 CB15/100.006/7			X- inicios del XI	Fondo plano de ollita	
RBL024 CB15/100.006/8			X- inicios del XI	Fondo plano olla	
RBL025 VCV16/200.016/1			VII-X	Fondo plano de olla	
RBL026 VCV16/200.016/2			VII-X	Cuello sin labio (¿ligeramente pasado de cocción?) y galbo de ollita con perfil completo, mica muy fina	
RBL027 VCV16/200.016/3		VII-X	Galbos (cuello-hombro) de «pastas grises», cocción reductora		

RBL028 VCV16/200.016/4

VII-X

Galbo de
cerámica
«depurada»,
mica fina,
engobe
exterior



Anexo 2. Datos elementales obtenidos mediante el análisis químico por ICP-MS. Todos los valores están expresados en ppm ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$), excepto aquellas expresadas en porcentaje en peso (wt%). Fe_2O_3 expresado como Fe total.

ANID	Al ₂ O ₃ (wt%)	Ba	CaO (wt%)	Ce	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Fe ₂ O ₃ (wt%)	Gd	Hf	Ho	In	K ₂ O (wt%)
RBL002	17.68	494.55	2.86	83.81	83.54	8.04	38.6	4.94	2.57	1.3	6.36	5.65	7.31	0.83	82.02	3.73
RBL003	15.85	456.54	2.26	76.55	84.68	6.26	31.26	4.75	2.56	1.19	6.27	5.43	6.37	0.81	84.76	3.57
RBL004	18.08	521.96	1.01	89.12	87.04	8.26	44.59	5.33	2.81	1.35	6.91	6.45	7.43	0.92	86.87	3.98
RBL005	22.16	839.8	14.32	95.34	143.54	9.91	68.78	5.27	2.64	1.52	7.11	6.39	4.8	0.86	90.75	3.54
RBL006	23.17	926.63	0.1	130.27	109.94	12.28	43.49	7.47	3.66	2.01	8.5	8.78	11.43	1.14	91.48	5.01
RBL007	23.43	450.57	1.02	94.11	111.57	13.58	37.16	5	2.71	1.23	4.01	5.5	6.71	0.87	85.59	2.79
RBL008	19.12	587.98	1.81	99.85	113.47	12.1	48.44	5.25	2.72	1.25	3.41	6.35	8.96	0.87	84.26	4.73
RBL009	25.16	680.71	4.31	114.07	95.67	18.35	32.99	5.68	2.92	1.45	5.59	7.25	8.3	0.9	85.91	4.68
RBL010	20.38	586.78	3.54	100.41	71.19	9.53	20.36	4.71	2.58	1.28	3.52	6.37	6.84	0.79	88.2	4.3
RBL011	12.36	667.36	15.94	74.12	49.35	3.63	23.99	4.28	2.24	1.21	4.03	5.36	5.63	0.74	84.84	2.19
RBL012	23.19	928.34	0.1	130.58	104.79	12.13	43.61	7.45	3.72	2.07	8.3	8.63	11.92	1.18	95.65	4.93
RBL013	18.28	486.75	5.22	107.54	78.51	11.37	34.74	6.18	3.25	1.64	5.57	7.69	8.25	1	87.04	3.4
RBL014	20.24	691.79	0.75	103.76	92.27	6.36	37.6	4.9	2.77	1.35	6.82	6.52	10.07	0.91	100.01	4.17
RBL015	17.43	609.62	1.85	107.55	76.68	6.99	159.42	6.05	3.09	1.68	5.41	7.92	8.77	0.97	85.32	3.65
RBL016	17.11	480.44	5.84	93.22	80.5	9.14	61.04	5.71	2.98	1.55	5.35	7.09	5.91	0.93	83.1	3.28
RBL017	19.24	488.79	0.15	106.26	96.06	12.28	42.33	5.85	2.96	1.45	7.85	7.17	9.1	0.95	83.62	4.29
RBL018	20.79	839.5	0.1	117.09	95.61	10.89	41.08	6.69	3.33	1.85	7.66	8.07	11.72	1.02	86.84	4.61
RBL019	13.27	302.87	0.69	68.7	125.11	3.6	22.57	4.36	2.45	0.99	5.56	4.96	8.63	0.8	79.3	1.46
RBL020	18.96	660.68	0.38	109.72	81.89	8.46	31.42	5.92	3.09	1.62	5.51	7.19	9.97	0.95	83.28	4.23
RBL021	17.37	402.74	1.96	85.03	170.89	3.49	28.82	6.01	3.34	1.5	8.04	6.6	11.25	1	87.2	1.84
RBL022	19.58	663.26	0.05	105.16	92.13	7.41	24.02	4.79	2.64	1.28	6.65	6.22	15.71	0.83	84.1	4.56
RBL023	18.59	719.53	0.95	108.29	87.19	6.23	24	5.37	2.86	1.47	6.27	6.57	12.05	0.87	82.84	4.03
RBL024	20.87	852.42	0.1	118.95	91.92	11.04	40.3	6.82	3.38	1.92	7.63	8.32	11.94	1.06	86.78	4.62
RBL025	18.83	489.24	0.1	112.16	93.12	11.86	30.35	5.86	3.18	1.45	6.54	7.15	9.31	0.92	83.86	3.87
RBL026	20.13	466.49	0.4	106.76	109.25	13.31	33.09	6.07	3.15	1.47	7.07	7.45	8.39	0.96	80.23	2.74
RBL027	21.94	582.49	0.1	118.03	96.79	13.78	34.52	6	3.28	1.51	7.55	7.59	11.37	0.99	89.16	4.48

RBL028	23.16	565.26	0.1	127.75	108.75	15.29	20.13	6.52	3.45	1.67	8.33	8.21	10.89	1.05	87.65	4.87
ANID	La	Lu	MgO (wt%)	MnO (wt%)	Na2O (wt%)	Nb	Nd	Ni	P2O5 (wt%)	Pb	Pr	Rb	SiO2 (wt%)	Sm	Sn	Sr
RBL001	57.13	0.57	2.28	0.06	0.4	18.21	55.84	49.33	0.09	37.13	14.14	181.28	66.18	9.66	6.69	164.89
RBL002	41.16	0.42	7.45	0.09	0.39	15.85	37.92	45.2	0.14	29.19	9.69	142.34	67.36	6.83	6.61	783.99
RBL003	37.83	0.39	7.38	0.08	0.44	14.86	34.62	28.55	0.16	39.62	9.06	123.54	68.46	6.19	6.73	848.61
RBL004	44.47	0.45	7.72	0.09	0.46	16.53	41.77	37.08	0.18	22.48	10.75	146.39	66.81	7.17	6.16	865.89
RBL005	46.83	0.41	3.2	0.08	1.18	17.87	43.32	41.7	0.25	28.64	11.15	196.42	48.33	7.44	10.45	508.47
RBL006	62.84	0.67	2.45	0.06	0.44	21.07	60.05	52.68	0.09	41.44	15.47	197.52	82.85	10.87	7.86	177.19
RBL007	49.91	0.45	0.55	0.01	0.34	18.52	38.47	21.71	0.11	36.5	10.07	181.92	65.6	6.05	7.25	125.28
RBL008	47.75	0.48	0.7	0.02	0.34	19.07	43.92	10.35	0.13	651.96	11.64	179.04	70.64	7.62	14.67	213.11
RBL009	55.23	0.47	1.97	0.03	0.37	21.73	50.56	23.16	0.26	1038.2	13.1	219.71	64.54	8.29	14.31	319.95
RBL010	49.03	0.42	3.21	0.03	0.33	20.29	44.92	12.61	0.2	57.86	11.5	168.44	70.79	6.75	13.12	549.63
RBL011	36.25	0.38	4.08	0.06	0.53	12.46	34.18	5.61	0.31	24.2	8.58	94	44.86	5.67	4.65	360.51
RBL012	63.29	0.67	2.34	0.06	0.43	20.75	59.89	60.51	0.09	42.8	15.65	198.91	76.7	11.49	8.03	182.42
RBL013	52.51	0.54	1.81	0.06	0.29	18.1	50.82	26.15	0.19	25.76	12.72	172.81	67.79	8.29	8.94	253.24
RBL014	51.99	0.46	2.24	0.04	0.48	18.54	45.05	37.96	0.15	27.04	11.69	161.72	79.44	6.85	5.63	159.84
RBL015	52.21	0.56	2.05	0.05	0.52	16.14	51.71	21.27	0.2	34.79	13.32	149.6	67.42	9.13	3.83	156.64
RBL016	47.96	0.52	1.64	0.07	0.28	16.26	46.89	22.31	0.15	28.83	11.79	147.32	54.64	8.06	8.25	246.57
RBL017	49.77	0.54	1.13	0.09	0.35	17.2	47.97	36.76	0.08	25.32	12.51	193.54	78.26	8.36	11.48	81.51
RBL018	57.1	0.57	2.17	0.06	0.35	18.54	54.7	37.54	0.08	38.61	13.85	174.22	72.87	9.99	7.21	156.93
RBL019	31.37	0.42	2.17	0.06	0.66	16.11	30.02	20.74	0.08	14.06	7.82	74.77	75.41	5.1	3.76	267.53
RBL020	52.49	0.56	1.98	0.03	0.37	18.13	49.21	25.82	0.08	86.26	12.92	173.77	71.99	7.93	7.68	131.38
RBL021	39.99	0.57	3.87	0.1	0.73	17.78	39.72	32.44	0.24	13.66	10.08	83.36	62.22	6.96	3.38	376.86
RBL022	51	0.54	2.05	0.04	0.68	17.88	43.36	21.03	0.15	25.58	11.48	174.49	69.4	6.79	6.71	110.07
RBL023	52.52	0.48	2.09	0.06	0.47	16.74	46.82	57.72	0.13	48.66	12.35	154.13	68.32	7.69	4.51	184.3
RBL024	57.77	0.6	2.14	0.06	0.35	19.34	55.96	34.83	0.08	39.79	14.11	178.32	77.18	9.98	7.07	159.43
RBL025	51.24	0.54	1.71	0.04	0.49	16.24	49.18	15.71	0.17	24.34	12.93	169.41	65.23	8.62	10.29	170.21
RBL026	49.42	0.54	1.41	0.06	0.72	18.81	48.31	25.49	0.07	29.63	12.51	182.46	71.08	8.99	14.32	205.87
RBL027	54.82	0.6	1.12	0.11	0.37	17.9	49.3	31.64	0.11	27.95	13.29	216.26	68.54	9.15	11.85	140.74
RBL028	60.24	0.64	1.27	0.1	0.44	19.49	57.66	33.68	0.13	28.76	14.98	230.6	81.96	10.39	10.83	86.6

ANID	Ta	Tb	Th	TiO2	Tm	U	V	Yb	Zr
RBL001	1.55	1.21	22.32	0.93	0.58	3.71	120.54	3.45	494.37
RBL002	1.54	0.85	15.99	0.79	0.43	3.17	106.8	2.75	398.43
RBL003	1.22	0.85	14.43	0.77	0.43	2.79	98.54	2.54	352.32
RBL004	1.31	0.94	16.3	0.85	0.48	3.19	107.16	2.9	440.45
RBL005	1.51	0.96	17.2	0.81	0.48	3.15	102.68	2.79	249.82
RBL006	2.14	1.32	26.66	0.98	0.61	4.37	126.46	3.73	594.35
RBL007	1.63	0.86	20.64	1	0.52	3.46	119.77	2.96	360.79
RBL008	1.96	0.94	20.03	0.91	0.47	4.83	81.65	2.93	507.97
RBL009	2.1	1.07	22.19	0.9	0.47	5.29	116.9	3.02	423.8
RBL010	2.13	0.86	17.36	0.86	0.43	3.88	90.33	2.76	316.62
RBL011	1.11	0.8	13.87	0.56	0.37	3.16	69.41	2.25	265.01
RBL012	2.1	1.33	27.97	0.97	0.67	4.39	121.02	3.86	649.07
RBL013	1.77	1.15	17.15	0.76	0.55	3.98	90.69	3.27	392.92
RBL014	1.67	0.9	21.67	0.93	0.47	3.31	121.79	2.91	502.75
RBL015	1.46	1.15	18.2	0.78	0.55	3.16	97.1	3.28	470.96
RBL016	1.57	1.04	15.55	0.73	0.49	3.15	84.18	2.98	300.39
RBL017	1.89	1.09	18.12	0.95	0.52	3.24	113.54	3.34	475.28
RBL018	1.94	1.19	25.78	0.89	0.57	4.05	116.1	3.3	609.82
RBL019	1.46	0.78	11.4	1.09	0.43	2.89	153.87	2.7	469.93
RBL020	1.65	1.11	18.69	0.91	0.55	3.53	105.15	3.21	527.47
RBL021	1.47	1.09	14.31	1.24	0.55	3.7	212.08	3.54	644.44
RBL022	1.46	0.88	21.41	0.92	0.48	3.29	108.02	2.98	910.87
RBL023	1.46	1	20.58	0.91	0.51	3.17	112.09	2.97	695.56
RBL024	2.02	1.24	26.1	0.89	0.59	4.23	112.27	3.52	586.02
RBL025	1.69	1.05	20.41	0.85	0.52	3.87	112.07	3.29	505.71
RBL026	2.42	1.15	18.32	0.99	0.54	3.95	119.06	3.33	462.06
RBL027	1.88	1.09	22.1	0.95	0.55	3.61	109.28	3.53	643.76
RBL028	2.18	1.26	23.02	0.98	0.6	3.89	128.81	3.65	606.37

Anexo 3. Resumen de la caracterización mineralógica por DRX. TEC = temperatura estimada de cocción. Qtz, cuarzo; Kfs, feldespato potásico; Plg, plagioclasa; Calc, calcita; Esp, espinela; Ak-Gh, akermanita-gehlenita; Diop, diópsido; Ill (001), Ill (002), Ill (no basal), illita-muscovita; Hem, hematites; Wai, wairakita.

ANID	Grupo químico	TEC	Qtz	Kfs	Plg	Calc	Esp	Ak-Gh	Diop	Ill (001)	Ill (002)	Ill (no basal)	Hem	Wai
RBL002	G4	850-900	X	X	-	-	-	X	X	X	¿?	X	-	-
RBL003	G4	850-900	X	X	-	-	-	X	-	X	X	X	X	-
RBL004	G4	900	X	X	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-
RBL005	sin asignar	950-1000	X	X	X	-	-	-	X	-	-	-	-	X
RBL006	G1	850-900	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-
RBL007	G5	800-850	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL008	G5	850-900	X	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-
RBL009	sin asignar	800-850	X	X	-	X	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL010	G3	800-850	X	-	X	X	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL011	sin asignar	800-850	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL012	G1	800-850	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL013	G3	800-850	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL014	sin asignar	900	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-
RBL015	sin asignar	800-850	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-
RBL016	G3	850	X	X	X	-	-	-	-	X	¿?	-	-	-
RBL017	G2	850	X	-	X	-	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL018	G1	850	X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL019	sin asignar	800-850	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL020	sin asignar	800-850	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL021	sin asignar	800-850	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL022	sin asignar	800-850	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-
RBL023	sin asignar	800-850	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL024	G1	800-850	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-
RBL025	G2	900	X	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
RBL026	sin asignar	900	X	X	X	X	X	-	-	-	-	-	-	-
RBL027	G2	900	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
RBL028	G2	850	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X	-	-