

La arqueometría como herramienta arqueológica: aplicación al análisis y procedencia de verracos

Archaeometry as an archaeological tool: Application to the analysis and origin of “verracos”

GREGORIO R. MANGLANO VALCÁRCEL

Departamento de Prehistoria y Arqueología
Facultad de Filosofía y Letras
Universidad Autónoma de Madrid
Campus de Cantoblanco, 28049 Madrid
gregorio.manglano@uam.es
<https://orcid.org/0000-0002-3814-5315>

RAQUEL VIGIL DE LA VILLA MENCÍA

Departamento de Geología y Geoquímica
Facultad de Ciencias
Universidad Autónoma de Madrid
Campus de Cantoblanco, 28049 Madrid
raquel.vigil@uam.es

ROSARIO GARCÍA GIMÉNEZ

Departamento de Geología y Geoquímica
Facultad de Ciencias
Universidad Autónoma de Madrid
Campus de Cantoblanco, 28049 Madrid
rosario.garcia@uam.es
<https://orcid.org/0000-0002-7130-7945>

Resumen

La arqueometría y las ciencias arqueológicas corresponden y se refieren a la aplicación de técnicas científicas al análisis de materiales arqueológicos. Técnicas como la observación al microscopio petrográfico de polarización, la difracción de rayos X o el análisis químico por vía húmeda han permitido analizar y establecer la procedencia de 122 esculturas vettonas procedentes de las provincias de Ávila, Burgos, Cáceres, Salamanca, Segovia, Toledo y Zamora, así como caracterizar los mayores centros de producción.

Palabras clave: análisis químico, análisis mineralógico, arqueometría, verracos, vettones

Abstract

Archeometry and archaeological sciences correspond to and refer to the application of scientific techniques to the analysis of archaeological materials. Techniques such as polarization petrographic microscope observation, X-ray diffraction or wet chemical analysis have made it possible to analyse and establish the provenance of 122 Vettonian sculptures from the Ávila, Burgos, Cáceres, Salamanca, Segovia, Toledo and Zamora provinces, as well as to characterise the major centres of production.

Key words: archaeometry, chemical analysis, mineralogical analysis, verracos, Vettones

1. Introducción

Sabido es de todos que la investigación arqueológica es una actividad multidisciplinar que precisa del auxilio de otras ciencias para su buen desarrollo. Con frecuencia, antes de abordar cualquier estudio que se trate, ya se han seleccionado, aunque sea a *grosso modo*, las herramientas que van a ser utilizadas; pero no es en absoluto infrecuente que el propio proceso que se esté llevando a cabo aconseje pedir ayuda a otras disciplinas para salvar ciertos obstáculos sobrevenidos o simplemente para mejorar la labor emprendida.

La arqueometría y las ciencias arqueológicas corresponden y se refieren a la aplicación de técnicas científicas al análisis de materiales arqueológicos, así como a los procesos involucrados en su fabricación (Williams, 2005; Vigil de la Villa y García Giménez, 2008, Martín-Torres y Killick, 2015). El estudio de materiales naturales, tales como las rocas utilizadas en la fabricación de construcciones o como ornato, si se consiguen buenos patrones, facilitará la comparación con fases del entorno o citadas en la bibliografía que consecuentemente justificarán la procedencia de los mismos. En el presente caso —el estudio de las construcciones y su comparación con enclaves próximos— ha permitido confirmar su justificación constructiva y de aprovisionamiento de materiales.

Las técnicas utilizadas han sido muy diversas, desde el análisis espectroscópico hasta el térmico, incluidas las observaciones ópticas y los análisis químicos más recientes (Kozatsas *et alii*, 2018; Bayazit *et alii*, 2020). Hoy en día, las técnicas mineralógicas y químicas y el tratamiento estadístico adicional de los resultados son las más comúnmente aplicadas. El estudio mineropetrográfico se realiza principalmente mediante análisis microscópico (óptico y electrónico) y técnicas de difracción de rayos X (Pérez Arantegui *et alii*, 1996; Papageorgiou, 2020). En ambos casos, se pretende conocer la composición mineralógica de las muestras. Por otro lado, el análisis de microscopía electrónica (microscopio electrónico de barrido, SEM, y microscopio electrónico de transmisión, TEM) permite obtener información sobre las muestras (textura y microestructura) y el reconocimiento de minerales por difracción de retrodispersión de electrones, sin destrucción de la muestra.

Los análisis químicos también brindan ayuda sobre el origen de las cerámicas, ya que son como una «huella» de la misma. El estudio químico se realiza con una de las siguientes técnicas: activación de neutrones (NAA), espectrometría de emisión óptica (OES), espectrometría de absorción atómica (AAS), espectrometría de plasma acoplado inductivamente (ICPS), emisión de rayos X inducida por protones (PIXE), emisión de rayos gamma inducida por protones (PIGME) y espectrometría de fluorescencia de rayos X (XRF), entre otros.

Para finalizar el estudio, tras analizar las muestras, es muy importante interpretar los resultados y sacar conclusiones. Debido al elevado número de muestras estudiadas y a que en cada una de ellas se han determinado múltiples variables, los análisis estadísticos son herramientas fundamentales en este tipo de estudios (García Giménez *et alii*, 2005; de Soto *et alii*, 2019).

En este campo de investigación, el mayor obstáculo que se ha encontrado a la hora de estudiar las esculturas objeto de este trabajo y conocidas como verracos es su falta de contexto arqueológico, así como el desconocimiento de su procedencia originaria. Por esta razón el objetivo de este trabajo es ubicar, de la manera más certera posible, el origen de su material pétreo.

2. Materiales

La aplicación a lo anteriormente mencionado se presentó, hace ya unos años, cuando se acometió el estudio de unas singulares esculturas zoomorfas, exclusivas de la península ibérica, conocidas como verracos (figura 1).



Figura 1. Verracos en Coca, Segovia, España

Figure 1. Verracos from Coca, Segovia, Spain

Por verracos, según la definición ofrecida en su momento y cuya validez sigue siendo vigente (Manglano, 2018), se entiende: «Esculturas de origen protohistórico, elaboradas en granito en territorios de influencia céltica de la Meseta occidental de la península ibérica, que representan toros o suidos (cerdos o jabalíes)».

Esta definición, que se ajusta bien a los elementos descriptivos de las esculturas, por ser generalista, debe ser matizada con algunas excepciones:

- La producción de estas piezas, si bien se inicia en la etapa del Hierro II, se lleva también a cabo en época romana, aunque adquirirán otra morfología y otro significado.
- Ciertamente están elaboradas en rocas graníticas, pero existen ejemplares, aunque muy contados, elaborados con otras rocas, tales como calizas o areniscas.
- Algunas esculturas se hallan fuera del área descrita, pero no por ello han de ser excluidas de tal consideración, al darse en ellas las mismas connotaciones sustanciales que las tipifican, pudiendo tratarse, en ciertos casos, de préstamos culturales.

Su autoría, sustancialmente, corresponde al pueblo vettón, al que aluden los escritores de la Antigüedad, describiendo, a rasgos generales, el territorio que ocupaban. Para ello, se servían de dos elementos claramente diferenciadores: los ríos y las montañas.

En cuanto a los ríos, al describir el curso del río Tajo, afirma el geógrafo Estrabón lo siguiente: «El Tajo discurre, teniendo sus fuentes entre los celtíberos, a través de vettones, carpetanos y lusitanos hacia el poniente equinoccial» (Meana Cubero y Piñero, 1992).

Refiriéndose a las montañas, es cuando menos interesante detenerse en la descripción del carácter delimitador de la Sierra de Gredos, a que se refiere el profesor Fernández Gómez:



Figura 2. La península ibérica según Estrabón (Salinas de Frías, 2006)
Figure 2. The Iberian Peninsula according to Strabo (Salinas de Frías, 2006)

Del Tajo a la sierra de Gredos se extiende una amplia llanura indefendible. Gredos por el contrario parece constituir una barrera infranqueable. Al pie de la sierra, mirando al río, el poblado de El Raso. Es territorio de vettones, quienes, según nos dice Livio (35,7), se hallaban establecidos en el Tajo medio, en las sierras de Gata y Gredos, al sur de los vacceos. (Fernández Gómez, 1986).

Así las cosas, y siguiendo las anteriores descripciones, podríamos delimitar, en términos generales, el territorio vettón en una franja geográfica comprendida entre los ríos Duero y Guadiana, al oeste de la península ibérica (figura 2).

Comparados con otras sociedades célticas de la península ibérica, los vettones compartirían una serie de rasgos definitorios en cuanto a organización y estructuración social, culto, necrópolis, formas de enterramiento y armamento. Diferenciándose, eso sí, entre otros aspectos, con algunas producciones cerámicas características y con la talla de esculturas zoomorfas propias y exclusivas del ámbito cultural, como son los verracos.

Sobre el origen y finalidad de estas piezas, cuyo período de producción puede situarse entre los siglos IV a. C. al II d. C., no son pocas las teorías que se han venido sosteniendo, abogando, en sus primeros, aunque tardíos, momentos, sobre su carácter mítico y legendario, para ir pasando después a cobrar un cierto sentido cultural y religioso. Más adelante, las interpretaciones se irían acotando hasta quedar reducidas a dos corrientes prácticamente irreconciliables: aquellas que apostaban por una finalidad funeraria (López Monteagudo, 1989) y otras que defendían un cierto carácter delimitador de propiedades territoriales, surgencias o ganados (Álvarez-Sanchís, 1999). Fue un debate acendrado y dilatado, que vino a durar mucho tiempo hasta ir evolucionando hacia posturas doctrinales, más conciliadoras, que abogaban por su más que probable compatibilidad entre ellas, aunque eso sí, de modo diacrónico (Ruiz Zapatero y Álvarez-Sanchís, 2008; Sánchez Moreno, 2011; Manglano, 2013).



Figura 3. Verraco de Villanueva del Campillo, Ávila, España

Figure 3. Verraco from Villanueva del Campillo, Ávila, Spain

En un primer momento, los verracos debieron cumplir una función delimitadora de los recursos agropecuarios, sirviendo como hitos o mojones de áreas de pastos, de manantiales, al señalar con su presencia la propiedad de esta clase de bienes. Un claro ejemplo de escultura destinada a estas funciones es un ejemplar hallado en Villanueva del Campillo, Ávila (figura 3), emplazado en la cabecera del abulense Valle Amblés, de descomunales dimensiones que, con su presencia, parece estar dando testimonio de la posesión de las tierras y del dominio del valle.

Una función parecida es la que, poco después, llevarían a cabo estas esculturas, al ser colocadas en las entradas o proximidades de castros u *oppida* desempeñando de este modo un cierto cometido apotropaico. En el inventario de estas piezas, son varios los ejemplos que pueden estudiarse, sobre todo en las provincias de Cáceres y Salamanca, pero, por su realismo, destacamos uno de los ejemplares hallados en Madrigalejo, en la provincia de Cáceres (figura 4), en el que se resaltan todos los rasgos que indican la ferocidad de un cerdo o jabalí en actitud agresiva.

La llegada de Roma supuso un antes y un después en la ordenación del territorio y en los diferentes modos de adquirir y representar la propiedad en la península ibérica. El nuevo orden establecido vendría a modificar los antiguos esquemas de asignación de recursos, por lo que ya no habría lugar al mantenimiento de este tipo de elementos de delimitación. Pero las esculturas no desaparecerían; es más, se seguirían produciendo, si bien ahora iban a adquirir otra dimensión: la de monumentos funerarios. Para ello, algunas otras piezas preexistentes a la llegada de los nuevos colonizadores también serían reutilizadas con la misma finalidad. En esta última etapa, los verracos habrían pasado de ser custodios de castros, *oppida* u otros poblamientos, a ser protectores o guardianes de almas de difuntos. Además, el pragmatismo de Roma iba a simplificar las esculturas, tanto en su tamaño como en sus formas. A partir de entonces serían más reducidas, menos naturalistas y más esquemáticas, como puede apreciarse en los ejemplares de Mirueña de los Infanzones, en la Sierra de Ávila (figura 5).



Figura 4. Verraco de Madrigalejo, Cáceres, España
Figure 4. Verraco from Madrigalejo, Cáceres, Spain



Figura 5. Verracos de Mirueña de los Infanzones, Ávila, España
Figure 5. Verracos from Mirueña de los Infanzones, Ávila, Spain

3. Métodos

La primera operación es la recogida del material arqueológico. Aunque se trata de esculturas de grandes dimensiones, por lo general, la muestra debe tomarse de un lugar poco visible, que no desmerezca la talla y de dimensiones lo más reducidas posible. La zona de menor daño sería la interior de la peana; pero dado su emplazamiento en la mayoría de los casos, al estar en contacto con el suelo, es prácticamente imposible acceder a ella. En el caso de afloramientos naturales —considerados como muestras de referencia o patrones—, el problema de toma de muestra no se contempla. Es suficiente un fragmento lo más representativo posible de todo el volumen, conseguido por percusión. Las extracciones seleccionadas son introducidas en bolsas de polietileno y estas, a su vez, guardadas en un recipiente aislado, ambos con su debida identificación. La selección del tamaño de muestra dependerá de los ensayos que se pretendan efectuar (figura 6, izquierda).

La técnica empleada para la extracción de la muestra en el verraco ha sido, casi siempre, por percusión indirecta, para poder controlar y dirigir mejor el impacto, eligiendo adecuadamente zonas muy predeterminadas. Si bien, en alguna ocasión, los museos han facilitado la tarea aportando equipos de alta sofisticación, como, en el caso del Museo de Ávila, un vibroincisor C.T.S. (figura 6, derecha). Hay que tener presente que las discrepancias entre los análisis de muestra y patrón pueden atribuirse a defectos en la toma de muestra, que desde su origen aparece con un sesgo debido a la necesidad de recogerla de un determinado lugar, sin considerar todo el conjunto. Este es el caso de la recogida de muestra en lugares de difícil acceso, necesitando grúas para acceder a ellas, como el verraco empotrado en el llamado «Torreón de la Mula» de la muralla de Ávila (figura 6, abajo).

Sobre las 122 muestras de verraco y los 60 patrones se han realizado los siguientes análisis:

3.1. Estudio mineralógico por microscopía óptica de polarización

Para este análisis se precisa un tamaño de muestra grande, consistente en un prisma de $2 \times 2 \times 3$ cm, aproximadamente. Este tamaño es factible en los afloramientos naturales; no obstante, en las muestras escultóricas los conservadores y técnicos de los muros son reticentes a proporcionar un tamaño de esas dimensiones. Es por esta razón por la que este ensayo solo se podrá efectuar en aquellas esculturas susceptibles; por ejemplo, en las que se disponga de sobrantes por algún tipo de restauración.

La preparación de la muestra consiste en lograr una lámina delgada de la roca con un espesor de $30 \mu\text{m}$, por desbastado mediante giro en una rueda giratoria de un fragmento adherido a un portamuestras de vidrio. Esta lámina delgada permite que la luz atraviese la muestra y se observe por transmisión mediante un microscopio de polarización ORTO PLAN Pol LEITZ y la identificación de los minerales presentes.

3.2. Análisis mineralógico por difracción de rayos X

El método de polvo emplea las reflexiones de todos los planos cristalinos del cristal para la identificación mineral. Se inicia moliendo el mineral, en mortero de ágata, hasta tamaño de polvo impalpable, <2 micras; este después se compacta para obtener una pastilla manejable. Si el polvo es fino hay una cierta cantidad de granos en cualquier dirección posible, y para asegurar que los granos están en todas las orientaciones posibles expuestos a los rayos X es usual girar la muestra lentamente mientras es irradiada.

En todas las muestras se han realizado diagramas de polvo, en un difractómetro SIEMENS D-5000. Los espectros de polvo desorientado se han registrado desde 3 a 65 grados, con una velocidad de barrido de 2 grados por minuto. Los espectros orientados se han registrado desde 2 a 40 grados, con una velocidad de barrido de 1 grado/minuto. El tubo generador de rayos X utiliza como cátodo un filamento de wolframio y como

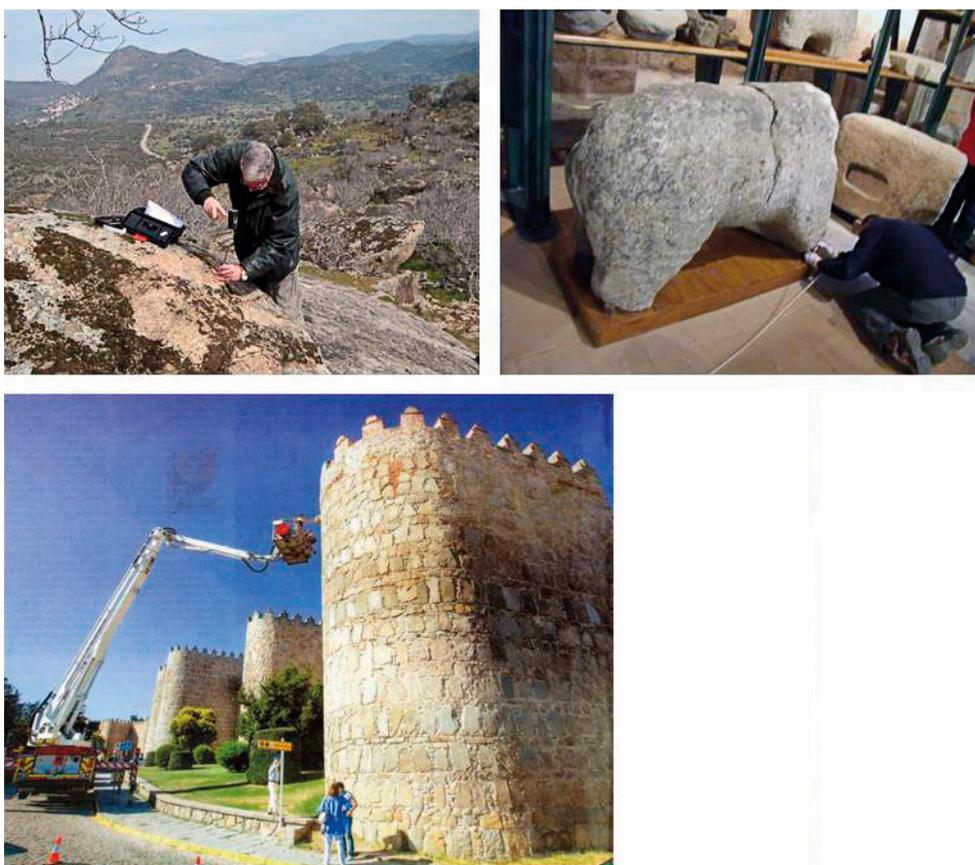


Figura 6. Toma de muestra (arriba izquierda) Castillo de Bayuela, Toledo. Museo de Ávila (arriba derecha). Muralla de Ávila (abajo)

Figure 6. Sample collection (top left) Bayuela Castle, Toledo. Museum of Ávila (top right). Ávila Wall (below)

ánodo una placa de cobre ($\text{CuK}\alpha$). La intensidad de corriente y voltaje aplicados al tubo generador de rayos X ha sido de 30 mA y 40 Kv y las rendijas de divergencia y recepción de 1 y 0,18 grados, respectivamente.

3.3. Análisis químico semicuantitativo por disolución de la muestra y medida en ICP/MS

En la totalidad de los análisis químicos por vía húmeda se requiere una puesta en solución de la muestra, que al tratarse de materiales silicatados precisan de la utilización de ácido fluorhídrico, el disgregante más adecuado para la destrucción de la sílice, por volatilización como tetrafluoruro de silicio (Buscarons, 1973). Es necesario realizar este ataque en presencia de ácido sulfúrico concentrado, tanto para completar la reacción al fijar el agua formada en ella, con lo que se evita la hidrólisis que produciría la formación de ácidos silícico y fluosilícico, como para descomponer los fluoruros que pudieran formarse. Luego, la muestra, una vez llevada a sequedad, se pone nuevamente en solución mediante ácido clorhídrico para su determinación por espectrometría de masas con plasma de acoplamiento inductivo (ICP/MS). El espectrómetro empleado ha sido ICP-MS Elan 6000 Perkin Elmer Sciex con autosampler AS91.

El ataque con ácido fluorhídrico se lleva a cabo en vaso de teflón, pudiendo efectuarse en vaso abierto o en reactor. En el primer caso la sílice se desprenderá a la atmósfera, siendo su cuantificación por diferencia con respecto a los elementos analizados. En el caso de actuar en un reactor cerrado se debe añadir a la disolución ácido bórico para que se forme el borato correspondiente y que se acompleje la sílice, que luego se determinará como un elemento más.

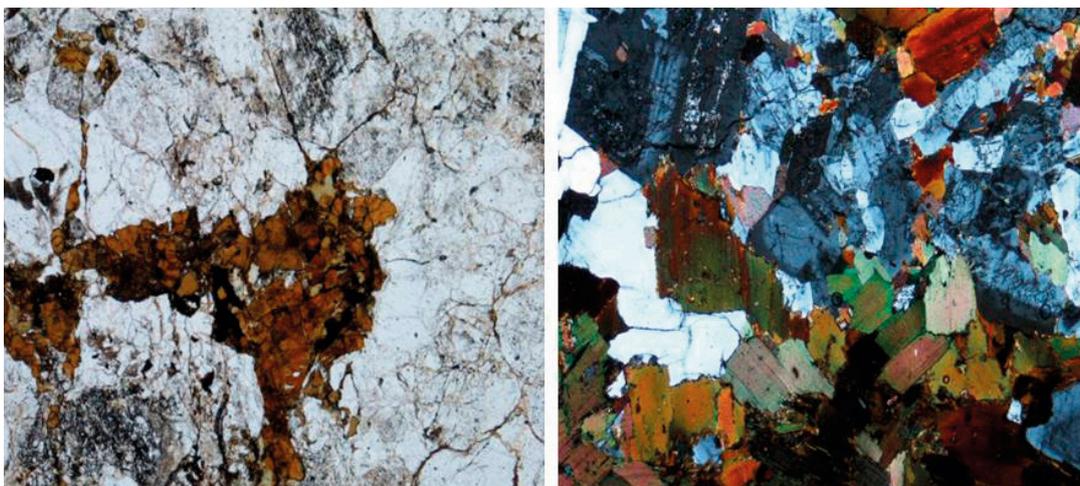


Figura 7. Izquierda: observación con luz blanca (X64). Derecha: observación con luz polarizada (X64)

Figure 7. Left: observation with white light (X64). Right: observation with polarised light (X64)

4. Resultados y discusión

4.1. Estudio mineralógico por microscopía óptica de polarización

La observación al microscopio (figura 7) permite la identificación de los minerales típicos de una roca granítica rica en biotita y con abundantes feldespatos de las series alcalinas y calcoalcalinas. Muchas de las micas estudiadas, moscovita y sobre todo biotita, se encuentran alteradas a clorita incluso a caolinita. Lo mismo sucede a los feldespatos que aparecen seritizados, favoreciendo los procesos de alteración y arenización de las esculturas.

4.2. Análisis mineralógico por difracción de rayos X

El estudio preliminar de las muestras permitió distinguir dos tipos de feldespatos, los alcalinos y los calcosódicos o plagioclasa. Una técnica semicuantitativa como es la difracción de rayos X facilitaría la medida de ambos tipos de feldespatos.

En general, se han identificado caolinita, ilita, esmectita, cuarzo, filosilicatos, calcita, dolomita, feldespato alcalino y calcosódico, algunos de los cuales se recogen en la figura 8, según Brindley y Brown (1980), aplicando los poderes reflectantes de Schultz (1964) y Barahona (1974).

La medida de la cantidad de feldespatos permitió entre las rocas graníticas distinguir entre monzogranitos (con plagioclasa mayoritaria) y sienogranitos (con feldespatos alcalinos preponderantes). Esta diferenciación acotó en parte la coincidencia con los patrones, descartando o asimilando los correspondientes. De las muestras de verracos, 78 corresponden a monzogranito.

4.3. Análisis químico semicuantitativo por disolución de la muestra y medida en ICP/MS

Para una mayor coincidencia se procedió al análisis químico de verracos y patrones. Dado el elevado número de muestras se procedió a un análisis estadístico utilizando el software SPSS 27 y la versión 75E de Origin, logrando así el gráfico de cajas y bigotes de la figura 9 para óxidos mayoritarios en los análisis de verracos. Estos análisis son frecuentemente utilizados en arqueología y en muestras de gran cantidad de ejemplares (Baxter, 2008). Los resultados son bastante correctos sin grandes desviaciones y con contenidos propios de las rocas graníticas.

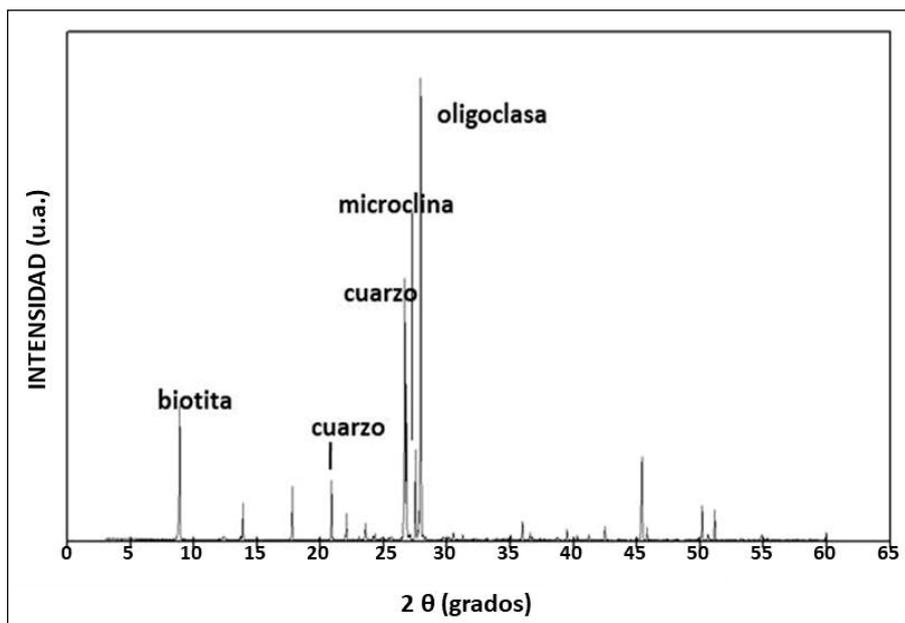


Figura 8. Diffractograma de una muestra de verraco

Figure 8. Diffractogram of a verraco sample

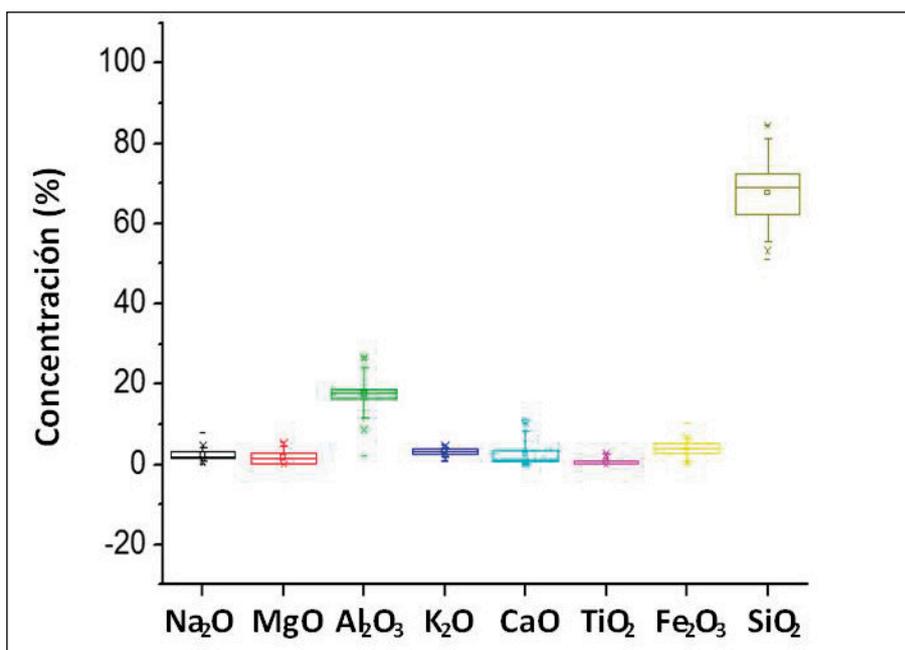


Figura 9. Gráfico de cajas y bigotes en óxidos mayores de análisis de verracos

Figure 9. Box plot on major oxides from analysis of verracos

Desde estos análisis químicos una vez analizados los óxidos mayores se procedió al cotejo de los elementos menores y trazas entre los patrones y los verracos. Esta comparación sería la definitiva ya que, al proceder de la misma zona, la coincidencia del fondo geoquímico es fundamental. Se puede decir que elementos tales como litio, niobio, neodimio, antimonio, holmio, erbio, plomo y tulio, han sido definitivos en la asignación de verraco/patrón.

5. Conclusiones

De un total de 122 esculturas analizadas, 95 han coincidido con otros tantos patrones, lo que viene a suponer una proporción del 77,86 % de acierto en la localización de la muestra extraída, ello significa un número elevado y altamente representativo de coincidencias que avala holgadamente la utilización de las técnicas empleadas como herramienta de investigación eficaz para actuaciones como las llevadas a cabo.

El número de esculturas que se documentan ubicadas de la ciudad de Ávila asciende a 57. Los resultados obtenidos revelan que ninguna de las piezas sometidas a análisis se corresponde con los patrones obtenidos en la ciudad o en sus inmediatos alrededores, donde abunda el granito, no siendo necesaria su importación en bruto. De confirmarse que las esculturas son de otra procedencia —como Mingorría, Chamartín o Cardeñosa—, cualquier argumento que pretendiese fundamentar la esencia vettona de la ciudad de Ávila, amparándose en el número de verracos que allí se documentan, carecería de argumentos sólidos.

El hecho de haber acudido al empleo de la geología como herramienta de trabajo en el ámbito arqueológico ha abierto otras posibilidades en la esfera patrimonial, como puede ser el caso de la reconstrucción de esculturas incompletas o fraccionadas. La experiencia en este campo de actuación es francamente satisfactoria, al haber podido colaborar en la recomposición de una escultura de verraco, carente de peana, desde su traslado del yacimiento del Castro de Las Merchanas a la población de Lumbrales, en Salamanca, donde se hallaba expuesta en una de sus plazas desde hacía varios años.

El hallazgo casual de una peana en los alrededores del yacimiento indujo a pensar en la posibilidad de que ambas partes correspondiesen a un solo ejemplar, lo que motivó su estudio arqueológico, geográfico, cultural y lítico, siendo este último positivo al confirmar que las dos piezas tenían un mismo fondo geoquímico. Por otra parte, también se había comprobado que guardaban un mismo estilo, una misma tipología y, además, se acoplaban. Así pues, el verraco fue llevado con su peana a dependencias del Museo de Salamanca y, una vez reintegrado, fue trasladado a la entrada del yacimiento de procedencia, donde se encuentra dignamente colocado en su pedestal, frente a una de las puertas de la muralla. Todo ello dentro del proyecto de cohesión territorial y regeneración económico-turística de la zona oeste de Salamanca, actuación 3, desarrollo patrimonial y turístico de la ruta denominada «Ruta de los Castros y Verracos» (MU-225/2010).

Habiendo quedado suficientemente acreditada la utilización de análisis geoquímicos como medio de determinación del origen material de las esculturas, no solo es aconsejable, sino también necesario conjugar y aplicar otro tipo de disciplinas para desarrollar, completar y poder mejorar la investigación que, sobre el particular, se pretenda llevar a cabo, que ha de ser, en todo caso, multidisciplinar. A falta de contexto arqueológico, todos los datos que puedan obtenerse son siempre de utilidad en esta clase de estudios.

Bibliografía

- Álvarez-Sanchís, J.R. (1999): *Los Vettonos*. Bibliotheca Archaeologica Hispana (BAH), 1. Madrid: 293-294.
- Barahona, E. (1974). *Arcillas de ladrillería de la provincia de Granada*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Bayazit, M., Adsan, M. y Genç, E. (2020): "Application of spectroscopic, microscopic and thermal techniques in archaeometric investigation of painted pottery from Kuriki (Turkey)". *Ceram Int.*, 46: 3695-3707. <<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.10.090>>.
- Baxter, M.J. (2008): "Mathematics, statistics and archaeometry: The past 50 years or so". *Archaeometry*, 50(6): 968-982. <<https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00427.x>>.
- Buscarons, F. (1973): *Análisis inorgánico cuantitativo sistemático*. Ed. Martínez Roca.
- Brindley G.W. y Brown G. (1984): *Crystal structures of Clay Minerals and their X-Ray identification*. Ed. Min. Soc.
- Fernández Gómez, F. (1986): *Excavaciones Arqueológicas en El raso de Candeleda (III)*. Ávila.
- García Giménez, R., de la Villa, R.V., Recio de la Rosa, P., Petit Domínguez, M.D. y Rucandio, M.I. (2005): "Analytical and multivariate study of roman age architectural terracotta from northeast of Spain". *Talanta*, 65: 861-868. <<https://doi.org/10.1016/j.talanta.2004.08.031>>.
- Kozatsas, J., Kotsakis, K., Sagris, D. y David, K. (2018): "Inside out: Assessing pottery forming techniques with micro-CT scanning. An example from Middle Neolithic Thessaly". *J. Archaeol. Sci.*, 100: 102-119. <<https://doi.org/10.1016/j.jas.2018.10.007>>.
- Kerr, P.F. (1965): *Mineralogía óptica*. McGraw-Hill, Nueva York.
- MacKenzie, W.S., Donaldson, C.H. y Guilfors, C. (1991): *Atlas of igneous rocks and their textures*. Longman Scientific & Technical. Essex.
- López Monteagudo, G. (1989): *Esculturas Zoomorfas Celtas de la Península Ibérica*. Madrid.
- Manglano Valcárcel, G.R. (2018): *Los verracos vettones. Orígenes, litologías, entronque popular, procedencia y dispersión natural en el territorio español*. Colección Monografías de Arqueología y Patrimonio, 1. UAM Ediciones. Madrid.
- Martinón-Torres, M. y Killick, D. (2015): "Archaeological Theories and Archaeological Sciences". *The Oxford Handbook of Archaeological Theory*. Oxford University Press. Oxford. <<https://doi.org/10.1093/oxfordhb/9780199567942.013.004>>.
- Meana Cubero, M.J y Piñero, F. (1992): *Estrabón. Geografía. Libros IIIIV*. Madrid.
- Papageorgiou, I. (2020): "Ceramic investigation. How to perform statistical analyses". *Archaeological and Anthropological Sciences*, 12: 202. <<https://doi.org/10.1007/s12520-020-01142-x>>.
- Pérez Arantegui, J., Aguarod Otal, C., Lapuente Mercadal, M.P., Feliz Ortega, M.J. y Pernot, M. (1996): *Arqueometría y caracterización de materiales arqueológicos*. Cuadernos del Instituto Aragonés de Arqueología. Teruel.
- Ruiz Zapatero, G. y Álvarez Sanchís, J.R. (2008): "Los verracos y los Vettonos". En J. Álvarez-Sanchís (ed.): *Arqueología Vettona. La meseta occidental en la Edad del Hierro*. Zona Arqueológica, 12. Alcalá de Henares: 213-231.
- Salinas de Frías, M. (2006): *Los pueblos prerromanos de la Península Ibérica*. Akal. Madrid.
- Sánchez-Moreno, E. (2011): "Rebaños, Armas, Regalos. Expresión e identidad de las elites vetonas". En G. Ruiz Zapatero y J. Álvarez-Sanchís (eds.): *Castros y Verracos. Las gentes de la Edad del Hierro en el occidente de Iberia*. Diputación de Ávila. Ávila: 159-190.
- Schultz L. (1964): "Quantitative interpretations of mineralogical composition from X-Ray and chemical data for Pierce Shale". *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 391-C. <<https://doi.org/10.3133/pp391C>>.

- Soto García, I.S. de, Soto García, M.R. de y García Giménez, R. (2019): “Mineralogical analysis of mortars in the Walls of Ávila (Spain) and its surroundings”. *Minerals*, 9: 381-393. <<https://doi.org/10.3390/min9060381>>.
- Uytenbogaardt, W. y Burke, E.A.J. (1971): *Tables for microscopic identification of ore minerals*. Elsevier. Amsterdam.
- Vigil de la Villa Mencía, R. y García Giménez, R. (2008): “Cerámica y su caracterización”. En C. Antonio Molina, M.D. Carrión Martín y J. Jiménez Jiménez (eds.): *La Ciencia y el Arte: Ciencias experimentales y conservación del patrimonio histórico*. Instituto del Patrimonio Histórico Español. Madrid: 223-233.
- Williams, D.F. (2005): “An integrated archaeometric approach ceramic fabric recognition. A study on Late Roman amphora 1 from the eastern Mediterranean”. En J.M. Gurt i Esparraguera, J. Buxeda i Garrigós y M.A. Cau Ontiveros (eds.): *Late Roman Coarse Wares, Cooking, Wares and Amphorae in the Mediterranean: Archaeology and Archaeometry*. BAR International Series, 1340. Londres: 613-624.