

# LA HUELLA LITOLÓGICA DE LOS VERRACOS VETONES. ANÁLISIS GEOQUÍMICOS DE LAS ESCULTURAS ZOOMORFAS DE LA MESETA NOROCCIDENTAL

## *The Lithological Track of the Vetones 'Verracos'. Geochemical Analysis in Zoomorphic Sculptures from the Northwestern Iberian Plateau*

Isabel Sonsoles DE SOTO GARCÍA\*, Gregorio Ramón MANGLANO VALCÁRCEL\*\*, Pablo SÁNCHEZ DE ORO\*\*, Rosario GARCÍA GIMÉNEZ\*\*\* y Luis BERROCAL RANGEL\*\*

\* Dpto. de Ciencias. Instituto de Innovación y Sostenibilidad en la Cadena Agroalimentaria (ISFOOD). Univ. Pública de Navarra. Campus Arrosadía. 31006 Pamplona. Correo-e: [isabelsonsoles.desoto@unavarra.es](mailto:isabelsonsoles.desoto@unavarra.es). ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4681-5892>

\*\* Dpto. de Prehistoria y Arqueología. Facultad de Filosofía y Letras. Univ. Autónoma de Madrid. Campus de Cantoblanco. 28049 Madrid. Correo-e: [gregorio.manglano@uam.es](mailto:gregorio.manglano@uam.es); [pablo.sanchezdeoro@uam.es](mailto:pablo.sanchezdeoro@uam.es); [luis.berrocal@uam.es](mailto:luis.berrocal@uam.es). ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3814-5315>; <https://orcid.org/0000-0002-2373-0626>; <https://orcid.org/0000-0003-3839-6453>

\*\*\* Dpto. de Geología y Geoquímica. Facultad de Ciencias. Univ. Autónoma de Madrid. Campus de Cantoblanco. 28049 Madrid. Correo-e: [rosario.garcia@uam.es](mailto:rosario.garcia@uam.es). ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7130-7945>

Recepción: 26/05/2023; Revisión: 20/10/2023; Aceptación: 10/11/2023

RESUMEN: Arqueológicamente, el término verraco se aplica a las esculturas zoomorfas vettonas que representan toros o cerdos. El pueblo vetón ocupó un espacio impreciso entre las cuencas de los ríos Tajo y Duero en la Península Ibérica desde la Protohistoria hasta la época romana. Estas esculturas de animales, cuya utilidad aún es muy discutida, suelen tener grandes dimensiones, pero han sido desplazadas de sus ubicaciones originales. Por lo tanto, es necesario estudiar su origen para dilucidar su uso. Los análisis mineralógicos mediante microscopía óptica de polarización y espectroscopia de difracción de rayos X, así como análisis químicos mediante espectrometría de plasma acoplado inductivamente, han permitido atribuir determinados verracos a zonas de producción concretas. Coinciden con muestras de referencia tomadas en afloramientos rocosos actuales de naturaleza granítica. Con ello, se han trazado patrones de producción y distribución de estas esculturas, identificando talleres y definiendo pautas de comportamiento que ayudan a caracterizar sus funciones originales.

*Palabras clave:* Edad del Hierro; pueblos hispanoceltas; representaciones zoomórficas; análisis arqueométrico.

ABSTRACT: Archaeologically, the term *verracos* –Spanish for ‘boars’– is applied to *Vetones* zoomorphic sculptures typically representing bulls or pigs. The *Vetones* people occupied an imprecise space between the basins of the Tajo and Duero Rivers in the Iberian Peninsula from protohistory to Roman times. These animal sculptures, whose usefulness is still much discussed, usually have large dimensions, but they have been displaced from their original locations. Thus, it is necessary to study their origin in order to elucidate their use. Mineralogical analysis using polarized optical microscopy and X-ray diffraction spectroscopy, as well as chemical analysis using inductively coupled plasma spectrometry, have made it possible to attribute certain *verracos* to specific production areas. They coincide with reference samples taken from different current outcrops of similar rocks, all of them of a granitic nature.

*Key words:* Iron Age; Hispanoceltic People; Zoomorphic Representations; Archaeometric Analysis.

## 1. Introducción

Los verracos son las manufacturas más características del pueblo vetón (Ruiz Zapatero y Álvarez-Sanchís, 2008: 213-231; Álvarez-Sanchís *et al.*, 2021; Rodríguez-Hernández, 2019). Estas poblaciones de la meseta occidental de la Península Ibérica, durante la Edad del Hierro, desarrollaron un estilo único en la Hispania celta, un complejo proceso de tallado en bulto redondo sobre un tema muy representativo: cerdos y toros de gran tamaño (Fig. 1). Lo sorprendente del proceso es que estas esculturas no tuvieron precedentes en toda la meseta occidental y noroccidental de la Península Ibérica. Por lo general, estos animales se representan en posturas estáticas, aparentemente pacíficas, aunque esto se debe, en gran parte, a las limitaciones técnicas del material y a las herramientas utilizadas por los artesanos que las tallaron.

Los vetones utilizaron también los mismos materiales pétreos en los muros de sus fortificaciones (Berrocal-Rangel y Moret, 2007: 169-330; Rodríguez-Hernández, 2013). Por ello, y por la abundancia en estas rocas en su territorio, no les resultó extraño el uso de estos materiales para esculpir los animales citados. Los primeros verracos suelen fecharse, por consenso, a partir del s. IV a. C., y sus precedentes inmediatos son esculturas ibéricas procedentes de yacimientos de la submeseta sur (Chapa, 1979: 44). La ausencia de hallazgos en el contexto original de uso de estas esculturas, hasta hace pocos años halladas siempre aisladas o removidas en tiempos históricos, solo permite formular hipótesis sobre su evolución, cuyos ejemplares presentan rasgos más o menos naturales y tamaños, a menudo, mayores que los animales representados.

El pueblo vetón fue una etnia celta prerromana que habitó un amplio territorio en la meseta occidental de la Península Ibérica, entre las provincias de Ávila, Salamanca, Zamora, Toledo y Cáceres. Su etnogénesis —ss. VIII-V a. C.— se corresponde con la explotación intensiva del paisaje, debido a las nuevas tecnologías agrícolas que implican el uso del hierro, lo que supuso el establecimiento de asentamientos más duraderos y estables en los que

los excedentes propiciaron un incremento del intercambio comercial hasta entonces desconocido. Quizá por esa razón, sus habitantes se habituaron a vivir en poblados amurallados e incrementaron sus riquezas a la par que la jerarquización social, con una economía basada principalmente en la ganadería, en los recursos agrícolas y, en menor medida, en la artesanía y el comercio (Álvarez-Sanchís, 1999: 215-294; Rodríguez-Hernández, 2019: 235-265).

Un verraco se define arqueológicamente como una escultura zoomorfa —toro o suido— en roca granítica —algunos ejemplares están hechos de piedra caliza o arenisca—. Geográficamente se distribuyen por la mitad occidental de la Península Ibérica, principalmente en las provincias de Ávila, Burgos, Cáceres, Salamanca, Segovia, Toledo y Zamora, así como en determinadas regiones del este de Portugal. Durante siglos, los verracos han sido objeto de diversas interpretaciones, con un período de uso desde la protohistoria ibérica hasta la época romana (Martín, 1974: 69-92; Manglano, 2018). Los pocos ejemplares elaborados a partir de caliza o arenisca se encuentran singularmente en casos aislados procedentes de las provincias de Burgos, Salamanca y Zamora, mientras el mayor número de ejemplares se localiza en Ávila, posiblemente como consecuencia de que esta zona sea el origen de la distribución y el uso de las esculturas encontradas en los yacimientos arqueológicos de la comarca del Valle Amblés (López, 1989; Álvarez-Sanchís, 1999: 280-294; Ruiz Zapatero y Álvarez-Sanchís, 2002: 253-275).

Confirmando las hipótesis barajadas con anterioridad (Ruiz Zapatero y Álvarez-Sanchís, 2008: 228), hemos clasificado los verracos en tres categorías (Berrocal-Rangel *et al.*, 2018: 344-358). Los incluidos en la Serie 'A' suelen ser los de mayor tamaño, con rasgos más naturales y, en un principio, se suponen relacionados con una función similar a marcadores territoriales, hitos con connotaciones sagradas, que delimitaban y protegían terrenos, ganado, pastos, fuentes o pozos; la Serie 'B' la conforman esculturas posteriores que, debido a los conflictos provocados por la llegada de los romanos a la Península Ibérica y las guerras entre diversas facciones del ejército romano, pasaron a desempeñar un

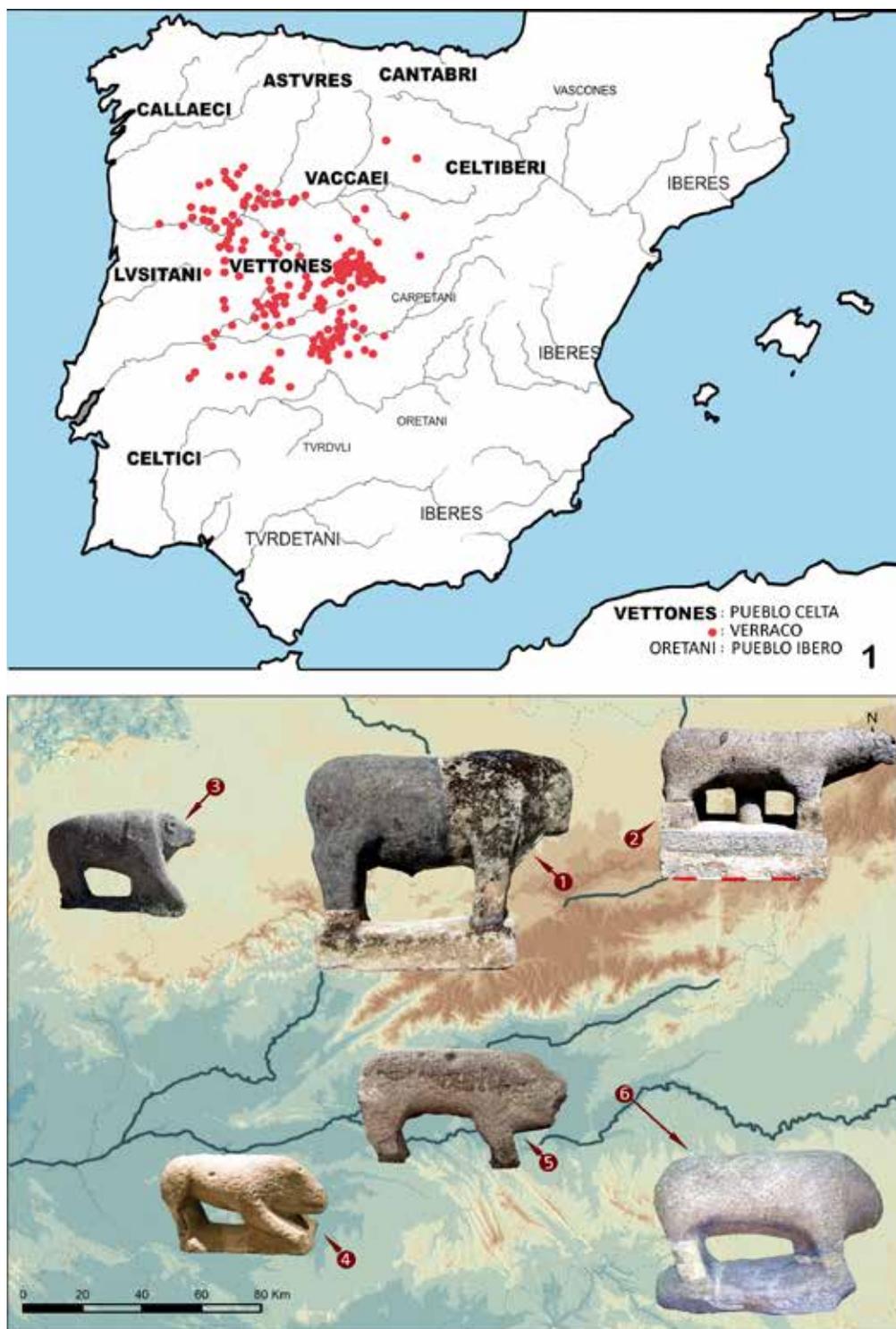


FIG. 1. A) Dispersión de los verracos, puntos rojos, entre los pueblos prerromanos de la Península Ibérica; B) localización en el interfluvio Duero/Tajo de los verracos analizados en el trabajo: 1) Villanueva del Campillo 01; 2) Chamartín 01; 3) Lumbrales 02; 4) Botija 01; 5) Villar del Pedroso 04; 6) Talavera de la Reina 02.

papel sobre todo apotropaico, defendiendo simbólicamente las entradas de los grandes asentamientos conocidos como *oppida*. Disminuyen de tamaño e incorporan la figura del suido, jabalí o cerdo macho. Y, finalmente, la Serie 'c' se gesta con la consolidación del nuevo orden de la mano de Roma. Con ella, las esculturas adoptaron una función funeraria, defendiendo simbólicamente el alma de los difuntos. Se diferencian claramente de los anteriores por sus formas más geométricas y simples, tamaños menores e incorporación de inscripciones latinas. En muchos casos, se reutilizan ejemplares más antiguos para esta última función. Recientes trabajos han propuesto nuevas matizaciones a estas funciones, como las implicaciones astronómicas sugeridas de la identificación de algunos símbolos grabados sobre los toros de Guisando (Fabián *et al.*, 2022) o la supuesta dualidad macho-hembra que reflejaría el verraco geminado de Valdecañas (Gordón *et al.*, 2022).

En este trabajo se han realizado una serie de análisis para tratar de relacionar las diferentes esculturas con sus posibles lugares de talla y extracción. El objetivo es encontrar su trazabilidad desde los centros de producción hasta las ubicaciones finales, el itinerario desde que se seleccionó el bloque pétreo hasta que se modeló y colocó en el espacio para el que había sido concebido. El afán por descubrir el origen de los materiales llevó a seguir líneas de investigación aplicadas a monumentos romanos como el teatro romano de Mérida o las murallas medievales de Ávila (Mota *et al.*, 2020: 12, 236; Navarro *et al.*, 2022) y, de ahí, las aplicaciones a los verracos (Manglano, 2018).

Estos estudios no serían posibles sin el uso de un método deductivo que implica una descripción arqueológica global proporcionada a través de bibliografía, cartografía y trabajo de campo, descendiendo, luego, al nivel particular de cada una de las áreas territoriales involucradas y describiendo todas las características físicas, rasgos y avatares conocidos de las esculturas para establecer las ubicaciones de los talleres de cantería (Yonekura *et al.*, 2008: 727-746; Antonelli *et al.*, 2010: 919-936; Berrocal-Rangel *et*

*al.*, 2018; De Soto *et al.*, 2019: 381-393; Manglano *et al.*, 2021: 237-260).

La novedad de esta línea de investigación es que emplea técnicas mineralógicas y químicas para identificar las canteras utilizadas para extraer los bloques de los verracos. Siguiéndola, se desarrolla un nuevo camino de conocimiento que ayude a la comprensión de sus contextos originales de uso para que se puedan aceptar o rechazar diversas interpretaciones. El método inicial se basa en una combinación de tres técnicas: dos mineralógicas, análisis petrográfico y análisis mineralógico mediante difracción de rayos X –DRX–, y un análisis químico –espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP/MS)–, finalizando con un tratamiento estadístico de los datos (Vigil *et al.*, 2000: 233-248; García-Giménez *et al.*, 2013: 107-115).

En este trabajo se presentan nuevos resultados en la identificación de la petrología de las esculturas y las ubicaciones de las respectivas canteras. Localizar las fuentes de los materiales originales puede ayudar a interpretar la función, la distribución y la supervivencia temporal de estas esculturas en determinados asentamientos, tal y como se demostró en trabajos anteriores de los que este estudio es una importante continuación (Berrocal-Rangel *et al.*, 2018 y 2023; Manglano *et al.*, 2021: 237-260).

### 1.1. Ambiente geológico

Desde una perspectiva geológica, el área de estudio se enmarca en el Macizo Ibérico, y más en concreto en la Zona Centro-Ibérica. Una de las características de esta zona es la gran abundancia de batolitos graníticos, que aparecen dispersos en una franja de 600 km de ancho formada hace entre 325 y 300 millones de años. En la mayoría de los casos, los batolitos están constituidos por rocas ácidas, que en función de su composición química se subdividen en tres tipos principales: granodioritas peraluminicas ricas en potasio, monzograníticos y leucograníticos (Bea *et al.*, 2004; Corretgé *et al.*, 2004; Pérez-Estaún y Bea, 2004; Carracedo *et al.*, 2005).

Los verracos seleccionados para su estudio y descripción corresponden a comarcas de las provincias de Ávila, Cáceres, Salamanca y Toledo: Chamartín y Villanueva del Campillo, en Ávila; Botija y Villar del Pedroso, en Cáceres; Lumbrales, en Salamanca; y Talavera de la Reina, en Toledo, áreas dispares en gran parte de este territorio de los verracos (Fig. 1, n.º 2).

En Ávila se ha considerado la zona de Chamartín donde afloran granodioritas, en concreto granodioritas biotíticas con megacrystales que presentan variedades mineralógicas por la adición en su composición de anfíbol o moscovita. En estas rocas se observa una ausencia de megacrystales de feldespato. Son rocas de textura heterogranular de grano medio formadas por plagioclasa, cuarzo, feldespato potásico y biotita como minerales fundamentales (IGME, Hoja 505, Mirueña de los Infantes, Escala 1:50.000, 1982).

Igualmente se ha analizado la comarca de Villanueva del Campillo, alejada de la anterior unas decenas de kilómetros, donde afloran granitoides de grano predominantemente grueso, y en ocasiones muy grueso, relativamente leucocrático con biotita, en general muy porfídico, constituido por cuarzo, feldespato y biotita. Los megacrystales son de feldespato potásico, muy abundantes, presentando en ocasiones tonos rosados y alcanzando un tamaño de 2 a 4 o 5 cm (IGME, Hoja 530, Vadillo de la Sierra, Escala 1:50.000, 2008).

En la comarca cacereña de Botija existen dos tipos de rocas graníticas: la serie alcalina y la serie calco-alcalina. La serie alcalina está representada por granitos uniformes que se destacan sobre la penillanura pizarrosa-grauváquica. Aquí se encuentran varios tipos de granito: granito de dos micas rico en cuarzo con abundante turmalina, granito porfídico con megacrystales –de hasta 6 cm– de feldespato, granito de grano grueso en el que abunda la biotita y granito aplítico. La serie calco-alcalina está representada por cuarzodioritas o granodioritas con geometrías y dimensiones variables. Es un granito de aspecto grisáceo, pobre en cuarzo y rico en feldespatos con un predominio de micas –especialmente

biotita– (IGME, Hoja 705, Botija, Escala 1:50.000, 1980).

En Villar del Pedroso, Cáceres, afloran granitos porfídicos sin enclaves, con numerosos fenocrystales de feldespato de 2 cm de tamaño medio, así como megacrystales que no presentan una orientación o estructura de flujo. Hacia el interior del macizo granítico de esta zona, aumenta el número de megacrystales, llegando incluso a formar entre el 60 y el 100 % de la roca (IGME, Hoja 653, Villar del Pedroso, Escala 1:50.000, 1985).

En Talavera de la Reina, Toledo, existen rocas graníticas que se formaron en la orogenia hercínica. Son principalmente granitos porfídicos, como leucogranitos con cuarzo, moscovita, biotita, feldespato potásico, plagioclasa y otros minerales accesorios. Dentro de estos granitos se observan diferentes microestructuras, como foliaciones y orientaciones de fenocrystales de feldespato (IGME Hoja 627, Talavera de la Reina, Escala 1:50.000, 2009).

Por último, en la comarca salmantina de Lumbrales, aflora un granito de grano medio formado por cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa y con dos micas –moscovita y biotita–; se pueden encontrar también minerales como sillimita y cordierita y algunos minerales accesorios como apatito, circón e ilmenita. Localmente, estos granitos pueden presentar una textura porfídica con escasos fenocrystales de feldespato potásico –0,5 a 1 cm– muy dispersos (IGME Hoja 474, Lumbrales, Escala 1:50.000, 2000).

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Materiales

A partir de las publicaciones antes mencionadas, se puede comprobar que la mayoría de los verracos conocidos son esculturas de la Serie ‘c’, que corresponden a las de creación más reciente y datan de la época romana –ss. I/II d. C.–. En ocasiones se documentan con inscripciones funerarias romanas y asociadas a necrópolis pertenecientes a este período, pero no se ha encontrado ninguno en contexto

original, con la excepción de los dos hallados en la puerta romano-republicana de San Vicente, en Ávila, que se consideran incluidos en la Serie 'b'. Es obvio que su posición en tal ubicación los aleja de las interpretaciones funerarias posteriores y remite a las de esculturas protectoras de las comunidades que ya se han comentado. Pero la existencia de estos dos verracos sigue siendo un *unicum* en la arqueología de la Edad del Hierro y las numerosas esculturas restantes, varios centenares, continúan sin datos contrastados en cuanto a su función original –salvedad de los dos verracos de Lumbrales que, por analogía, se han equiparado a los de la puerta de San Vicente de Ávila (Berrocal-Rangel *et al.*, 2018: 350)–.

Por tal razón, para realizar un estudio más completo, en este trabajo se han seleccionado ejemplares de cada una de las series anteriormente mencionadas, siguiendo la catalogación y las descripciones de G. Manglano (2018). En concreto, se seleccionaron seis verracos representativos de otras tantas supuestas funciones con las que estaban asociados (Fig. 1, n.º 2). Como representantes de la Serie 'A' se eligieron dos verracos, ambos situados en la provincia de Ávila, el de Chamartín 01 y el de Villanueva del Campillo 01. El primero de estos fue encontrado en El Palomar, cerca del río Rihondo, junto a las proximidades del castro de La Mesa de Miranda y la necrópolis de La Osera (Fig. 2). Es un toro de gran tamaño, con soporte central, que tiene las piernas rotas por encima de las rodillas, faltándole el morro. El verraco de Villanueva del Campillo 01 se ubica en esta localidad de Ávila. Es otro toro de tamaño monumental, al que le faltan los dos tercios posteriores, pero tiene la base completa. Fue hallado en el paraje conocido como 'Campo/Cabeza del Toro', en las cercanías de la localidad homónima (Fig. 2).

La Serie 'b' está representada en los ejemplares de Botija 01, en Cáceres, y Lumbrales 02, en Salamanca, a los que se puede añadir un tercer caso procedente de Talavera de la Reina. El primero de ellos se encuentra en el Museo de Cáceres y fue hallado en los alrededores de la localidad cacereña de Botija, cerca del castro vetón de Villasviejas. Se localizó sobre un vado del río Tamuja, quizá arrastrado por

las avenidas, y se aprovechó en la construcción de un puente (el llamado 'Puente del Verraco'), a finales del s. XIX (Fig. 3). Representa una escultura realista de un suido en actitud de acometida. Por su parte, el verraco de Lumbrales responde a un jabalí, sin parte del morro y percibiéndose bien el sexo. Su estado de conservación actual no es malo, ya que ha sido objeto de un proceso de restauración, mediante la adición de una base hallada en el castro de Las Merchanas, que análisis comparativos han permitido identificarla como de la misma escultura (Manglano, 2018: 147-153).

Finalmente, la Serie 'c' estaría representada por los verracos de Talavera de la Reina 02, en Toledo, y Villar del Pedroso 04, en Cáceres. El primero de ellos es un suido que se encontró en una gravera cercana a la pedanía de Talavera la Nueva, muy probablemente en el arroyo Zarzoleja, junto a la villa romana de El Saucedo (Fig. 4). Está depositado en el Ayto. de Talavera de la Reina.

El verraco de Villar del Pedroso 04 se encontró junto al arroyo Cagancha, en el paraje de la Cruz de Guía (Fig. 5). Representa otro suido, al que falta una parte del morro y de las extremidades, que cuenta con epigrafiía latina en ambos costados.

Para la clasificación de estos seis verracos se aplicaron las hipótesis propuestas por Álvarez-Sanchís (1999: 280-294), que se han refrendado con los resultados del análisis morfoestructural de un centenar y medio de estas esculturas (Berrocal-Rangel *et al.*, 2018: 346-348). Los seis ejemplares conservan suficientes características como para poder aplicar dicho análisis, pues, en aquellos en los que falta parte del morro o de las extremidades, pueden calcularse por extrapolación: dimensiones máximas, formas anatómicas, elementos representados, etcétera. Tales datos, además de otros, se codificaron en un sistema dicotómico para aplicar un análisis estadístico de multivariantes mediante el programa de acceso libre PAST 3.2 (Hammer *et al.*, 2001). Los resultados se muestran en la Fig. 6, con un gráfico de correspondencias que posiciona los seis verracos en las tres series. Contra lo que se suponía inicialmente, el ejemplar de Talavera de la Reina 02 se emplaza en la Categoría 'b'. Esto refleja que los resultados

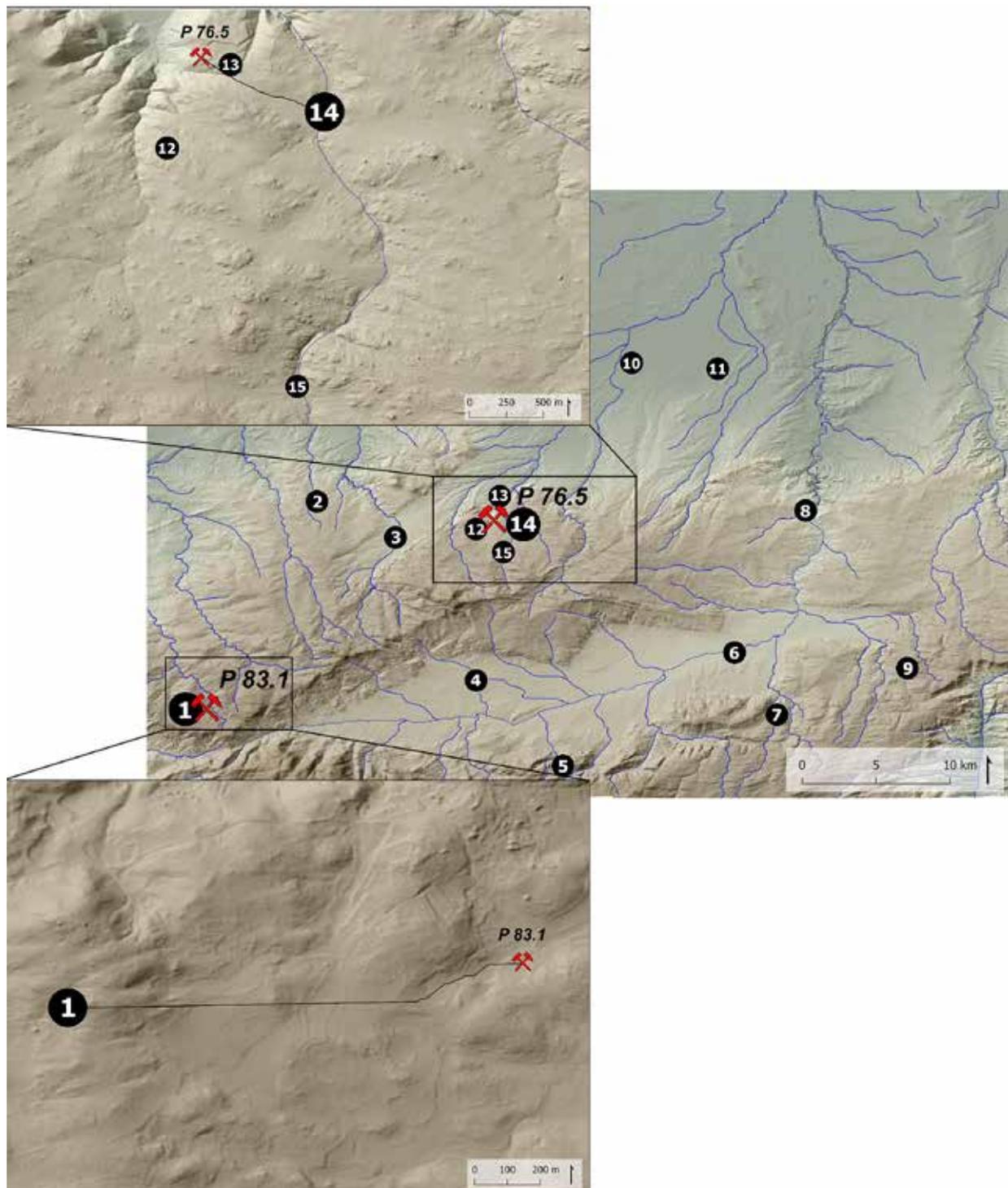


FIG. 2. Localización de los lugares de hallazgo de los verracos: 1) Villanueva del Campillo 01; 2) Mirueña de los Infanzones; 3) Muñico; 4) La Torre; 5) Solosancho; 6) El Fresno; 7) Riofrío; 8) Arévalo; 9) Tornadizos; 10) Papatrigo; 11) El Oso; 12) Chamartín 04; 13) Chamartín 03; 14) Chamartín 01; 15) Chamartín 02. Con líneas negras se han señalado los caminos de mínimo costo entre las posibles canteras (P 76.5 y P 83.1) y los dos verracos analizados, calculados con QGIS 3.28.2.

del análisis dicotómico son solo representativos de la mayoría de las muestras analizadas.

El estudio de la composición lítica de los verracos ha sido abordado desde varios puntos de vista, todos ellos destructivos en el sentido de que debe disponerse de una muestra de la escultura para proceder a sucesivos análisis que puedan aportar detalles sobre su composición mineralógica y química. Este estudio continúa el realizado sobre un total de 123 verracos completos o fragmentados, que fueron comparados con materiales similares cercanos al área donde se encuentran estas esculturas zoomorfas (Berrocal-Rangel *et al.*, 2018; Manglano, 2018). Sin embargo, para este trabajo se estudian y comparan seis de esos verracos con sus correspondientes patrones de referencia, en primer término, para comprobar la diferente validez de diversos métodos, a la hora de identificar las canteras originarias y, en segundo, para obtener resultados sólidos de las funciones que cumplieron los verracos de cada una de las series.

Para cada una de las muestras de verraco, se seleccionaron varias rocas graníticas de diferentes puntos como posibles áreas antiguas de producción o canteras, con tradición de esa actividad (Fig. 7). Así, para el verraco de Talavera de la Reina 02, se tomaron muestras en el entorno –fincas La Cruz y Torrehierro de Gamonal–. Para el caso de los verracos de Chamartín 01 y Villanueva del Campillo 01, se compararon con muestras extraídas de sus

entornos, más o menos cercanos, como en Botija 01, Villar del Pedroso 04 y Lumbrales 02. Por lo tanto, para este estudio ha sido necesario crear una base de datos, con análisis relativos a canteras de las

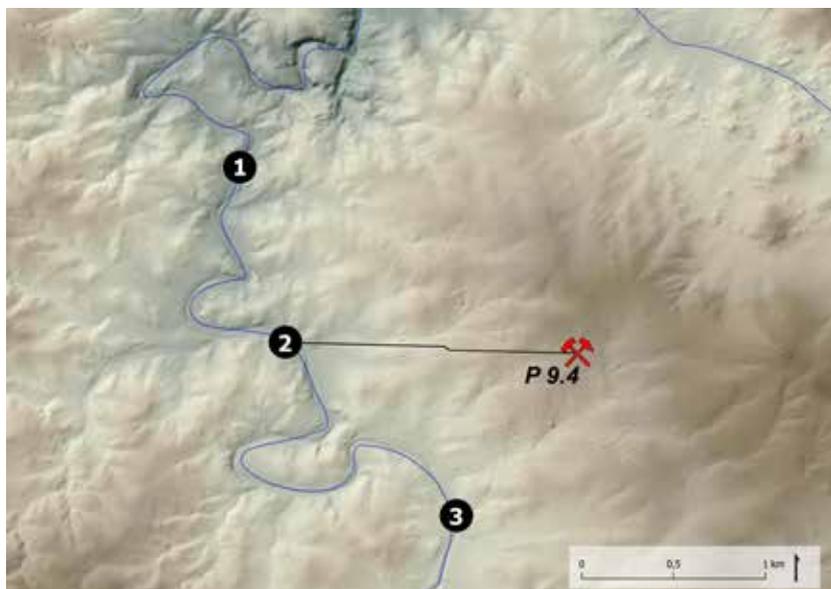


FIG. 3. 1) Botija 04; 2) Botija 01; 3) Botija 07; Figura 4.2.1) Lumbrales 02. Marcado con una línea negra se señala el camino de mínimo costo entre la toma de muestra de roca P 9.4 y el lugar de hallazgo del verraco Botija 01, calculado con QGIS 3.28.2.



FIG. 4. Talavera de la Reina 02 marcado con el n.º 1.

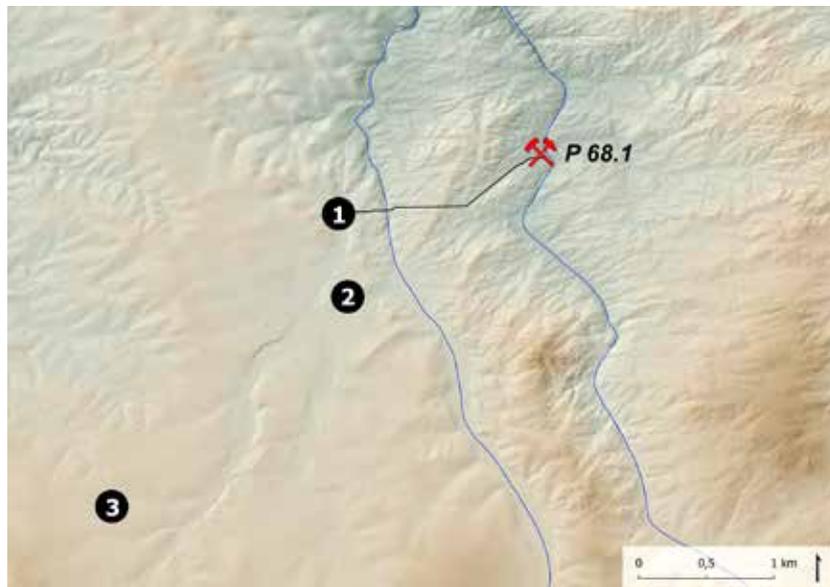


FIG. 5. 1) Villar del Pedroso 04; 2) Villar del Pedroso 06; 3) Villar del Pedroso 01; la línea negra marca el camino de mínimo costo entre la toma de muestra de roca P 68.1 y el lugar de hallazgo del verraco 04.

que se tiene tradición en cuanto a la extracción y en las que se han muestreado para realizar idénticos análisis que sobre los verracos mencionados (Berrocal-Rangel *et al.*, 2018; Manglano, 2018).

## 2.2. Métodos

### 2.2.1. Toma de muestras

El primer problema lo planteó el hecho de que se trata de muestras arqueológicas y, por tanto, deben recogerse en zonas que no amenacen la integridad de las esculturas y que sean poco visibles, cosa que no ocurre en las muestras recogidas en afloramientos o frentes de las posibles canteras (Mota *et al.*, 2020: 236).

Dado el tamaño de los verracos, así como el hecho de que, en la mayoría de los casos, han estado expuestos a la intemperie durante siglos, se han generado procesos de alteración superficial y pátinas que afectan a determinados componentes de las rocas como filosilicatos (micas) y feldespatos, pero el cuarzo permanece inalterable. Por tanto, la zona

más favorable para la toma de muestras es la parte interna no visible de la base. Sin embargo, esta parte suele ser inaccesible por la imposibilidad de voltear la escultura, por lo que se decidió intervenir preferentemente en grietas o fracturas no susceptibles de percepción visual. La toma de muestra para lámina delgada es prácticamente impensable y solo se ha logrado en muy contados casos, ya que implica la mutilación del verraco mediante la extracción de un fragmento de, al menos, uno por dos por tres centímetros. En la mayoría de los casos, cuando una muestra de este tipo se rompe por percusión, daña considerablemente la escultura, incluso

si se corta con un cincel. La técnica utilizada para la extracción suele ser la percusión indirecta, lo que permite controlar y dirigir mejor el impacto a la hora de elegir adecuadamente las zonas predeterminadas. Las muestras, dado que no se realizó lámina delgada salvo en casos excepcionales, consistieron en unas mezclas de, al menos, tres extracciones en diferentes puntos representativos del verraco, que no supongan su quebranto, con las que se prepararon respectivos 'todos', de un peso aproximado de entre 1 y 3 g, sobre los que se realizaron todos los análisis. Fueron analizadas dieciséis muestras –6 verracos y 10 patrones–, que se guardaron en bolsas de polietileno.

### 2.2.2. Color, composiciones mineralógica y química

Una vez obtenida una muestra, se tritura en mortero de ágata hasta un tamaño cercano a las 65 micras, polvo sobre el que se realizarán los siguientes análisis. Se inicia determinando el color, luego el análisis mineralógico mediante espectroscopia de difracción de rayos X –DRX– y, finalmente, uno

Verraco	Longitud máx. cm	Grosor máx. cm	Altura máx. cm	Talla cuerpo	Cabeza	Det. cabeza	Torso	Det. anat.	Posición	Pedestal	Especie	Serie
Botija.01	97	34	60	Compleja	Triangular	>Tres	Complejo	Cuatro	Agresiva	Pilares lat.	Suido	B
	10000000000	1E+13	1E+11	1	1	1	1	10	10	1	1	
Cham.01	194	63	71	Compleja	Triangular	>Tres	Complejo	Cinco	Estática	Pilar centr.	Toro	A
	100000	1E+11	1E+10	1	1	1	1	1	100	10	10	
Lumb.02	127	40	80	Compleja	Triangular	>Tres	Complejo	Cuatro	Agresiva	Pilares lat.	Suido	B
	100000000	1E+13	1E+11	1	1	1	1	10	10	1	1	
Talav.02	170	65	112	Subprismática	Rectangular	Dos	Complejo	Tres	Agresiva	Simple	Suido	B
	1000000	1E+11	1000000000	1000	10	10	1	100	10	10000	1	
Villan.01	250	150	243	Compleja	Triangular	>Tres	Complejo	Cuatro	Estática	Simple	Toro	A
	100	10000000	100	1	1	1	1	10	100	1000	10	
Villar.04	118	63	38	Subprismática	Compleja	Dos	Plano	Dos	Agresiva	Simple	Suido	C
	100000000	1E+13	1E+11	1000	100	10	100	1000	10	1000	1	

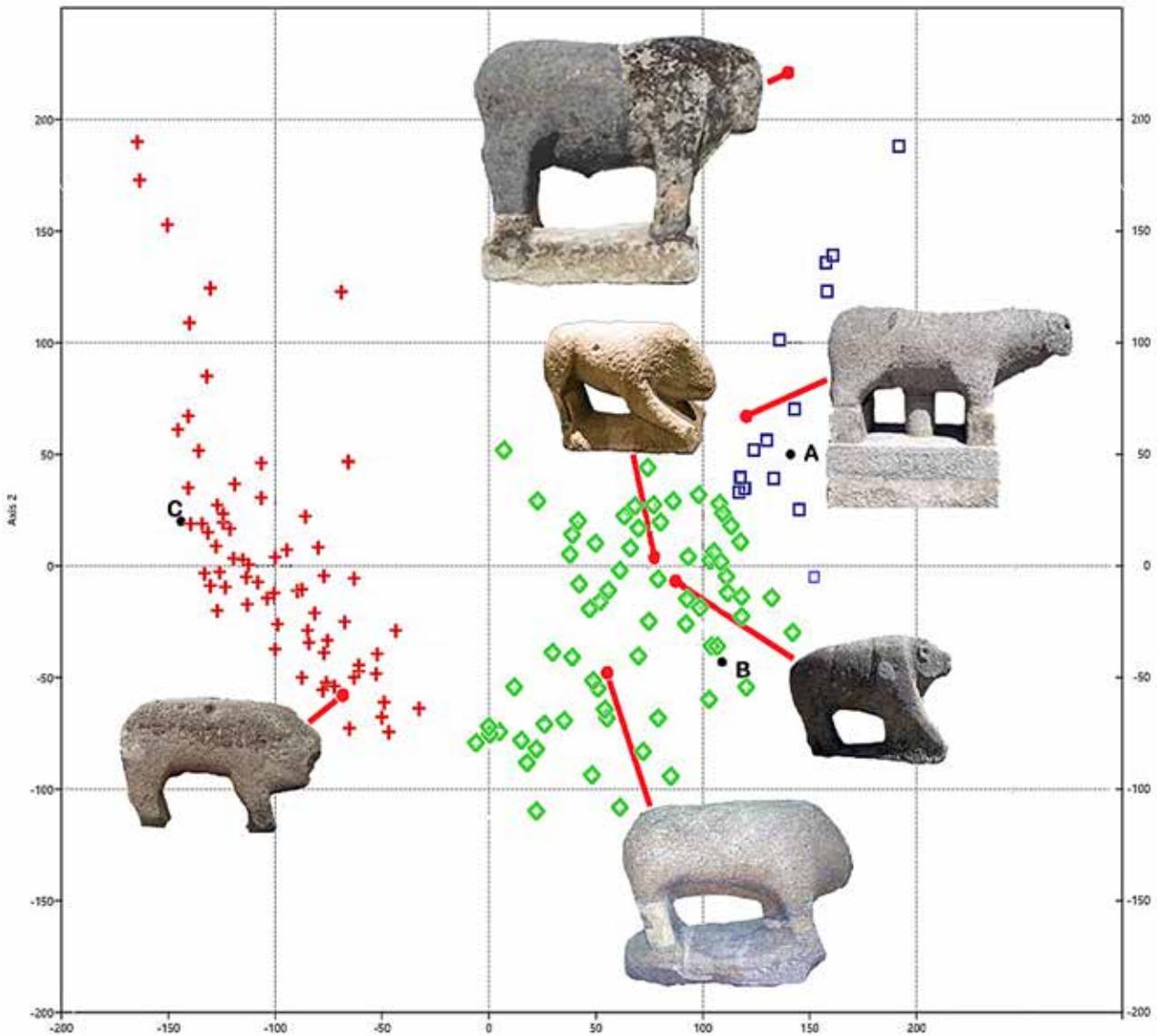


FIG. 6. Valores dicotómicos y equivalencias en medidas y atributos de los verracos seleccionados; gráfico de correspondencia con la inserción de los verracos: Serie 'A' (cuadrados azules), Serie 'B' (rombos verdes) y Serie 'C' (cruces rojas).

VERRACO/ LUGAR DE HALLAZGO	COORDENADAS	PATRÓN (CANTERA)	COORDENADAS
Talavera de la Reina 02 Gravera arroyo Zarzoleja	30.339076.4423283	1.3. En Gamonal, Polígono Torrehierro	30.335438.4425482
Botija 01 Puente del Verraco, río Tamuja	29.750821.4359482	9.4. En Botija, carretera a Plasenzuela	29.752413.4359465
Villanueva 01 Paraje 'Campo/Cabeza del Toro'	30.314226.4493459	83.1. En Villanueva del Campillo, carretera de Villatoro	30.315618.4493610
Chamartín 01 Finca El Palomar, junto al Rihondo	30.336036.4509111	76.5. En el primer recinto del castro de La Mesa	30.335431.4509976
Lumbrales 02 Entrada castro de Las Merchanas	29.697365.4538357	101.1. Entrada 'puerta vetona' castro de Las Merchanas	29.697353.4538336
Villar del Pedroso 04 Cruz de la Oliva/arroyo Cagancha	30.311758.4398236	68.1. Camino de Guadalupe, junto al arroyo del Pedroso	30.313266.4398795

FIG. 7. Ubicaciones de los verracos y de los patrones estudiados (coordenadas UTM ETRS89).

químico mediante espectrometría de masas de plasma acoplado inductivamente –ICP/MS–. En los casos en que se pudo obtener una muestra suficiente, se preparó una lámina delgada para observarla en un microscopio petrográfico Ortho Plan POL ZEISS (Kerr, 1965; Bayazit *et al.*, 2020). Esta técnica permite identificar los diferentes minerales presentes en las rocas, que, en todos los casos excepto en uno que fue de piedra caliza, fueron talladas en rocas graníticas. Antes de destruir la muestra, se midió el color utilizando la tabla de colores Munsell (*Munsell Soil Color Charts*, 1975). Esto proporcionó una idea de la cantidad aproximada de minerales máficos –oscuros, biotita– o minerales félsicos –claros, cuarzo y feldespatos– en la muestra.

Las composiciones mineralógicas se analizaron por DRX y la cuantificación se realizó por el método de Rietveld. Los patrones de difracción se obtuvieron con un difractómetro de rayos X Siemens D-5000 del Servicio de Técnicas no Destructivas del Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid, utilizando radiación monocromática CuK $\alpha$  ( $\lambda = 1,54059 \text{ \AA}$ ). El tubo de rayos X trabajaba a 45 kV y 40 mA con una rendija de 1 mm. La medida se tomó en el rango de 5° a 65° ( $2\theta$ ) con un tamaño de paso de 0,018° ( $2\theta$ ) y una exposición de 1 s por paso ( $\approx 1\text{h}$ ). El detector tenía una apertura de 5° ( $2\theta$ ). Los patrones de difracción obtenidos se analizaron mediante el método de Rietveld utilizando el software Fullprof (Carvajal, 1990). Se aplicó la función pseudo-Voight para la forma del pico (Thompson

*et al.*, 1987) con corrección de asimetría (Finger *et al.*, 1994) para obtener el análisis cuantitativo de las fases.

La composición química de las muestras se realizó mediante disolución con ácido fluorhídrico en un recipiente de teflón abierto y calefacción en placa calefactora hasta sequedad. Luego se añadió agua regia hasta sequedad y se puso en solución con ClH concentrado (1 mL) y se diluyó con agua en matraces de teflón a 25 mL (*Atlas Geoquímico de España*, 2012: 32). Los análisis químicos fueron medidos con ICP/MS en un espectrómetro SciexElan 6000 Perkin Elmer equipado con un automuestreador AS91 (Perkin Elmer) del Servicio Interdepartamental de Investigación de la Univ. Autónoma de Madrid. Cada muestra se replicó dos veces y la concentración de sílice se obtuvo por diferencia. La precisión de los análisis ICP/MS a bajas concentraciones se evaluó mediante análisis repetidos del estándar internacional DNC-1 (Orejana y Vilaseca, 2020). La precisión analítica es inferior al 20 % según indica el Servicio correspondiente (Zuluaga *et al.*, 2011). Además, se tomó una muestra en blanco. Se utilizó agua ultrapura en todo momento, y todos los reactivos utilizados fueron de grado analítico para mantener al mínimo la contaminación (Frost *et al.*, 2001). Los elementos analizados han sido: Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Se, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Sn, Te, Cs, Ba, La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Tb, Dy, Ho, Er, Yb, Hf, Ta, W, Hg, Tl, Pb, Bi, Th, U.

### 2.2.3. Análisis estadístico

Para completar el análisis de cada verraco, y su posible adscripción a una cantera próxima, se ha realizado un estudio estadístico con el programa SPSS versión 27. Primeramente, se ha realizado un análisis clúster utilizando los datos de elementos minoritarios o trazas de los verracos y de sus patrones, ya que su concentración proporciona información muy valiosa sobre el origen de los restos arqueológicos, siendo como una ‘huella dactilar’ de los mismos (Williams, 2005). Este análisis es una técnica de multivariantes que busca agrupar elementos, o variables, tratando de lograr la máxima homogeneidad en cada grupo y la mayor diferencia entre ellos, mediante una estructura jerarquizada, para poder decidir qué nivel jerárquico es el más apropiado para establecer la clasificación (Vilà-Bañós *et al.*, 2014). Es, por tanto, una técnica de gran utilidad para comparar verracos con sus posibles canteras, estas en la forma de ‘patrones’.

Posteriormente, se ha realizado un estudio de cajas y bigotes con los datos del análisis mineralógico y el químico de los elementos mayoritarios de los seis verracos y sus patrones, con el fin de confirmar los datos obtenidos en el estudio estadístico anterior. El diagrama de caja y bigotes es un método que ayuda a la interpretación de la distribución de datos y la clasificación de las muestras por sitios arqueológicos (Petit-Domínguez *et al.*, 2013). En esta gráfica, cada cuadro encierra el 50 % medio y la mediana se representa como una línea horizontal

dentro del cuadro. Las líneas verticales que se extienden desde cada extremo de la caja –llamadas ‘bigotes’– encierran los datos dentro de los rangos intercuartílicos de 1,5. Los valores que caen más allá de los bigotes, pero dentro de tres rangos intercuartílicos, se trazan como puntos individuales –valores atípicos sospechosos–, así como puntos que están más alejados –valores atípicos–.

## 3. Resultados y discusión

### 3.1. Color Munsell

El color de los verracos se presenta en la Fig. 8. Como se puede observar los colores de las muestras estudiadas son similares, con pequeñas variaciones de tonalidad, todas en el rango de los blancos y un tinte rosa en una de ellas, la de Villar del Pedroso. Dado que este muestrario coincide, grosso modo, con el de las posibles canteras, es fácil deducir que el color de las muestras no puede utilizarse como criterio de selección a la hora de estudiar el origen de estas.

### 3.2. Análisis mineralógico

Los resultados del análisis mineralógico vía DRX se presentan en la Fig. 9. Se identificaron minerales como micas –biotita, moscovita, clorita–, cuarzo y feldespatos –ortoclasa, microclina y oligoclasa–. Así, la muestra de Talavera presenta una asociación biotita/moscovita/cuarzo/ortoclasa/oligoclasa diferente a los otros verracos considerados, donde la asociación cambia ortoclasa por microclina, con concentraciones variables. La clorita se detecta solo en un ejemplar, el de Botija, producto de procesos de alteración del material con la exposición a la intemperie. La presencia de biotita es común en todos ellos en cantidades variables, pero generalmente altas. La presencia de cuarzo es variable, siendo algunas muestras eminentemente ricas en feldespatos. De nuevo, este análisis no arrojó diferencias significativas entre los diferentes granitos y

TIPOS	VERRACOS	COLORES MUNSELL
C	Talavera de la Reina 02	10 YR 8/1 blanco
	Villar del Pedroso 04	5 YR 7/3 rosa
B	Botija 01	5 YR 8/1 blanco
	Lumbrales 02	10 YR 8/1 blanco
A	Chamartín 01	10 YR 8/1 blanco
	Villanueva del Campillo 01	5 YR 8/1 blanco

FIG. 8. Tabla con los colores Munsell de la muestra en polvo extraída de los verracos estudiados.

	BIOTITA (%)	MOSCOVITA (%)	CUARZO (%)	ORTOCLASA (%)	OLIGOCLASA (%)	MICROCLINA (%)	CLORITA (%)	RB	X2
Talavera de la Reina 02	12	2	56	6	24	n.d.	n. d.	8,6	5,1
Villar del Pedroso 04	11	3	25	n. d.	30	31	n. d.	9,1	6,1
Botija 01	10	n. d.	37	n. d.	34	trazas	19	8,1	6,3
Lumbrales 02	18	6	29	n. d.	25	24	n. d.	8,4	6,0
Chamartín 01	28	trazas	38	n. d.	23	11	n. d.	7,1	5,4
Villanueva del Campillo 01	27	trazas	30	n. d.	28	15	n. d.	7,4	5,6

FIG. 9. Análisis mineralógico de los verracos (n. d. = no detectado,  $R_B$  y  $X^2$  = factores de acuerdo).

los que se hallaron en sus posibles canteras y, al no ser concluyentes, surgió la necesidad de realizar un análisis químico completo.

### 3.2.1. Microscopía óptica

La interpretación de esta técnica ayuda mucho a la identificación de los materiales de los que se componen los verracos. El inconveniente es la dimensión necesaria de la muestra, demasiado grande para conseguir en un bien tan apreciado como es el verraco, como se ha mencionado antes. Solo se han logrado de peanas o de determinadas intervenciones en las que se trataba de reconstruir una de estas esculturas. Ese caso es el que proporcionó muestras del verraco de Talavera de la Reina 02, del que se pudieron obtener fragmentos de la peana y compararlos con un patrón, el 1.3 tomado en el polígono Torrehierro, de la cercana localidad de Gamonal. Una inspección visual preliminar indica que se trata de un bloque homogéneo con algunos agregados microcristalinos de cuarzo y con abundantes cristales dispersos de biotita.

La lámina delgada de la muestra citada presenta una fábrica isotropa con cristales euhédricos de biotita, moscovita y feldespatos (Fig. 10). Lo más característico es la aparición de feldespatos alcalinos de tamaño centimétrico y la existencia de biotita laminar con abundantes inclusiones de circón, algunos con halos pleocróicos y con fuerte pleocroísmo de castaño a verdoso. El cuarzo se identifica con cristales anhedral, a menudo en agregados policristalinos,

con extinción ondulante. Por su parte, la plagioclasa, oligoclasa, se reconoce en cristales anhedral de dimensiones milimétricas y fenocristales con textura pertítica. Los cristales están a menudo zonados y alterados a sericita. Como minerales accesorios se han reconocido minerales opacos, posiblemente ilmenita y magnetita –ricos en hierro– y cristales de apatito de tamaño muy pequeño. Ambas muestras, verraco y patrón, son similares.

### 3.3. Análisis químico

Los resultados del análisis químico de los elementos mayores se presentan en la Fig. 11 y los relativos a elementos menores y trazas en la Fig. 12. El análisis químico de los elementos mayoritarios concuerda con el análisis mineralógico previo. Las muestras con altas cantidades de biotita tienen elevadas concentraciones de hierro y las que contienen oligoclasa presentan alto  $Na_2O$ . Todas son muestras ricas en sílice siendo las de menor cantidad las de Chamartín y Villanueva del Campillo, ambas con gran cantidad de sodio y los más altos contenidos en potasio.

Ante tales resultados, es procedente la realización de un análisis de los elementos minoritarios y traza (Fig. 12) para identificar mayores similitudes. La composición química de los elementos minoritarios es un parámetro que orienta hacia la uniformidad de la muestra. Todos están dentro de rangos similares, lo cual es de esperar porque todas las muestras son rocas graníticas.

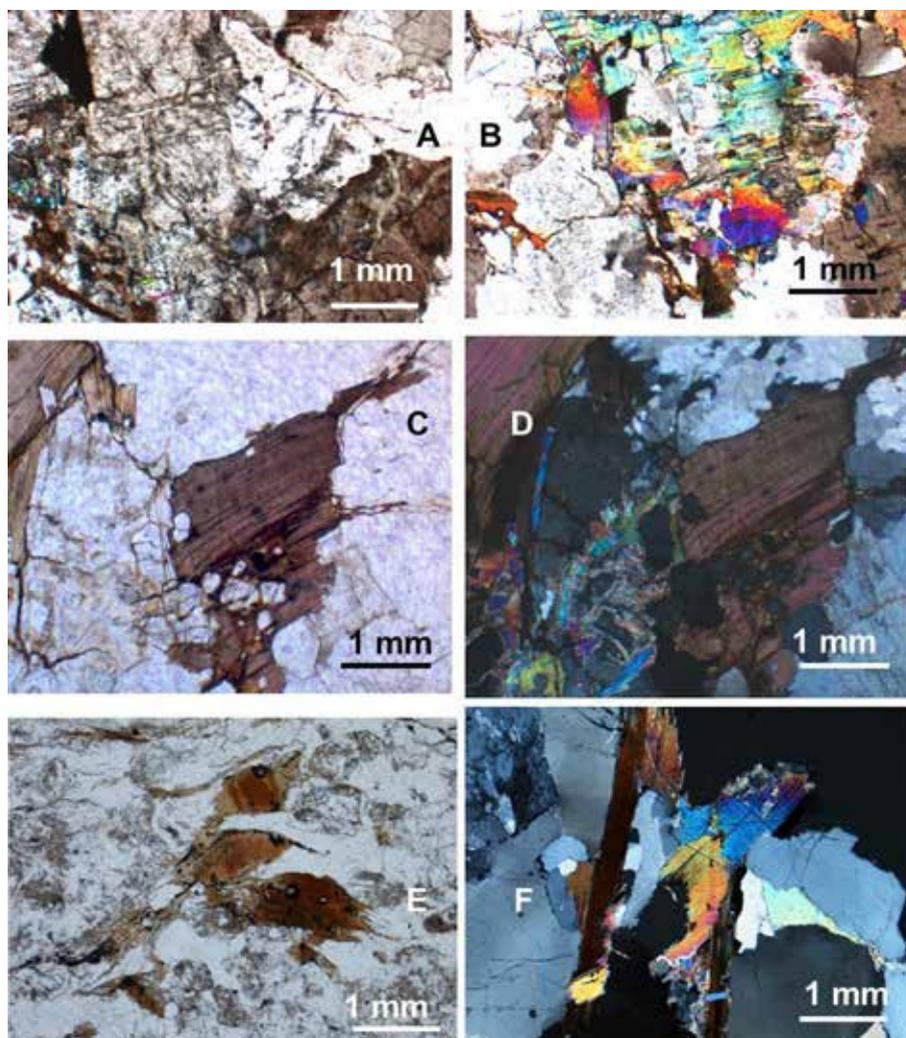


FIG. 10. Lámina delgada del verraco: A y C) luz blanca; B y D) luz polarizada; E) muestra correspondiente al patrón con luz blanca, y F) luz polarizada. Una inspección visual preliminar indica que se trata de un bloque homogéneo con algunos agregados microcristalinos de cuarzo y con abundantes cristales dispersos de biotita.

	Na <sub>2</sub> O (%)	MgO (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)	CaO (%)	TiO <sub>2</sub> (%)	MnO (%)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (%)	SiO <sub>2</sub> (%)
Talavera de la Reina 02	3,94	0,41	15,43	4,41	0,56	0,34	0,03	1,84	73,04
Villar del Pedroso	8,15	n. d.	16,84	7,54	0,51	0,13	0,02	3,03	65,78
Botija	6,27	1,79	14,46	4,10	0,80	0,51	0,42	2,75	68,90
Lumbrales	2,45	1,70	17,03	3,11	1,15	0,13	0,02	1,90	72,51
Chamartín	9,38	1,17	16,60	7,16	0,50	0,59	0,49	4,22	59,89
Villanueva del Campillo	9,58	0,06	15,32	4,36	0,59	0,60	0,22	2,80	66,47

FIG. 11. Análisis químico de los elementos mayores de los verracos.

ELEMENTOS (PPM)	TALavera DE LA REINA 02	VILLAR DEL PEDROSO 04	BOTIJA 01	LUMBRALES 02	CHAMARTÍN 01	VILLANUEVA DEL CAMPILLO 01
Li	180	131	13	57	53	56
Be	2	4	< 0,5	4	6	2
Sc	4	3	8	< 0,5	12	204
V	52	214	54	< 0,5	110	512
Cr	9	39	10	< 0,5	104	55
Co	2	1	< 0,5	1	8	15
Ni	4	6	4	< 0,5	27	22
Cu	3	< 0,5	< 0,5	2	37	16
Zn	58	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	246
Ga	17	17	4	14	27	22
Se	< 0,5	41	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Rb	272	184	60	226	85	143
Sr	< 0,5	40	14	87	214	153
Y	10	5	< 0,5	10	12	9
Zr	59	< 0,5	145	58	290	442
Nb	12	5	5	5	10	12
Mo	< 0,5	< 0,5	1	< 0,5	4	10
Sn	8	8	< 0,5	3	< 0,5	6
Te	< 0,5	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cs	10	9	2	12	2	2
Ba	< 0,5	154	10	272	413	793
La	9	2	7	14	18	12
Ce	21	6	1	30	34	20
Pr	3	1	< 0,5	4	4	3
Nd	10	4	< 0,5	15	15	11
Sm	3	2	< 0,5	4	3	2
Eu	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	1
Tb	< 0,5	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Dy	2	< 0,5	< 0,5	2	2	2
Ho	< 0,5	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Er	1	< 0,5	< 0,5	1	1	1
Yb	1	< 0,5	< 0,5	1	1	1
Hf	2	< 0,5	3	1	7	13
Ta	1	1	1	2	1	1
W	1	1	< 0,5	1	1	1
Hg	1	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	27
Tl	1	1	< 0,5	2	< 0,5	1
Pb	26	16	< 0,5	28	61	38
Bi	< 0,5	3	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Th	5	< 0,5	< 0,5	8	< 0,5	6
U	< 0,5	8	1	7	9	5

FIG. 12. Análisis de elementos menores y trazas en los verracos analizados.

ELEMENTOS (PPM)	PATRONES													
	1.1	1.2	1.3	9.1	68.01	9.3	9.2	9.4	101.1	76.1	76.2	76.4	83.1	76.5
Li	86	87	76	120	98	68	45	15	22	49	53	60	46	50
Be	2	3	2	2	4	4	2	< 0,5	5	4	4	5	1	7
Sc	3	9	9	7	< 0,5	10	9	12	1	23	20	18	231	10
V	17	48	56	38	226	133	213	46	3	152	321	225	498	132
Cr	5	19	17	10	37	8	38	15	3	28	25	48	46	99
Co	2	7	7	3	1	1	2	< 0,5	< 0,5	8	2	9	12	7
Ni	3	< 0,5	8	3	6	15	59	2	5	29	19	27	19	30
Cu	3	13	10	7	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	< 0,5	3	7	20	33
Zn	48	88	81	70	12	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	5	8	64	233	< 0,5
Ga	17	19	18	19	12	6	7	3	19	21	18	21	18	25
Se	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	36	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2	< 0,5	117	84	< 0,5	< 0,5
Rb	200	211	195	285	152	47	78	67	179	247	215	133	133	90
Sr	28	< 0,5	< 0,5	< 0,5	27	21	8	15	98	68	35	132	167	203
Y	5	12	11	20	2	1	22	0,2	17	21	8	11	5	10
Zr	54	39	33	66	3	45	2	158	67	91	44	80	415	279
Nb	9	13	11	14	9	5	< 0,50,2	8	3	17	12	11	7	8
Mo	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	4	1	< 0,50,2	1	6	3	1	< 0,5	5	3
Sn	8	6	6	8	5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2	16	4	6	4	< 0,5
Te	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2	< 0,5	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Cs	11	9	10	13	5	5	3	2	16	24	5	8	6	2
Ba	116	456	< 0,5	438	149	182	124	13	298	271	292	435	716	389
La	5	16	18	12	< 0,5	12	9	8	23	19	8	4	8	20
Ce	12	34	56	26	4	27	33	1	42	57	24	12	15	22
Pr	1	4	7	3	2	3	2	< 0,5	6	7	3	2	6	35
Nd	6	18	27	14	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	17	29	11	9	15	9
Sm	1	5	6	4	2	3	3	4	< 0,5	7	3	3	1	1
Eu	< 0,5	1	1	1	< 0,5	< 0,5	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	1	1
Tb	< 0,5	1	1	1	8	1	6	7	1	6	2	3	< 0,5	< 0,5
Dy	1	3	3	4	1	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	< 0,5	1	1	2
Ho	< 0,5	1	< 0,5	1	2	1	2	1	< 0,5	4	2	2	< 0,5	< 0,5
Er	1	1	1	2	5	2	3	1	1	1	< 0,5	< 0,5	1	1
Yb	1	1	1	1	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	1
Hf	2	1	1	2	2	1	2	2	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	7	6
Ta	1	1	1	2	3	1	2	1	3	3	2	2	1	1
W	1	1	1	1	1	1	1	1	4	3	2	1	1	1
Hg	< 0,5	3	6	< 0,5	4	< 0,5	2	< 0,5	1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	36	< 0,5
Tl	1	1	1	2	2	1	2	3	4	< 0,5	< 0,5	< 0,5	1	< 0,5
Pb	16	21	21	27	22	15	27	31	19	4	< 0,5	< 0,5	26	58
Bi	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2	< 0,5	< 0,5	< 0,5	2	113	35	19	< 0,5	< 0,5
Th	7	7	15	7	2	2	4	3	10	2	< 0,5	< 0,5	5	< 0,5
U	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 0,5	10	2	1	4	3	28	10	3	3	10

FIG. 13. Análisis de elementos menores y trazas en los patrones analizados.

### 3.4. Análisis estadístico

Con los resultados anteriores se ha abordado un análisis clúster, que permite definir el origen de los seis verracos estudiados, ya que este estudio estadístico reorganiza el conjunto de datos en grupos relativamente homogéneos –clúster–. La Fig. 14 muestra el resultado de este análisis, se ha utilizado la concentración de los elementos químicos de las muestras y sus patrones como variables de estudio. En la figura se observa cómo se definen 6 grupos distintos y en cada uno de estos grupos se sitúa un verraco junto con al menos un patrón de los estudiados. En el eje vertical de la figura se sitúan los objetos de estudio –verracos y patrones– y en el eje

horizontal la distancia; teniendo en cuenta esto, se observa que los grupos formados son bastante homogéneos porque las distancias son pequeñas, por lo que la composición química del verraco es similar a la de al menos uno de los patrones estudiados, confirmando el origen de este. En concreto, teniendo en cuenta el resultado de este análisis estadístico y la distancia donde se tomaron los patrones, de arriba abajo en la Fig. 14 se observa:

- Clúster 1: la composición química del verraco de Botija 01 coincide con la composición del patrón 9.4, recogido en la localidad homónima de Botija, en la salida de la carretera a Plasenzuela. Desde su lugar de hallazgo, en el Puente del Verraco, hay 1,60 km de distancia por el camino de mínimo costo (Fig. 3).

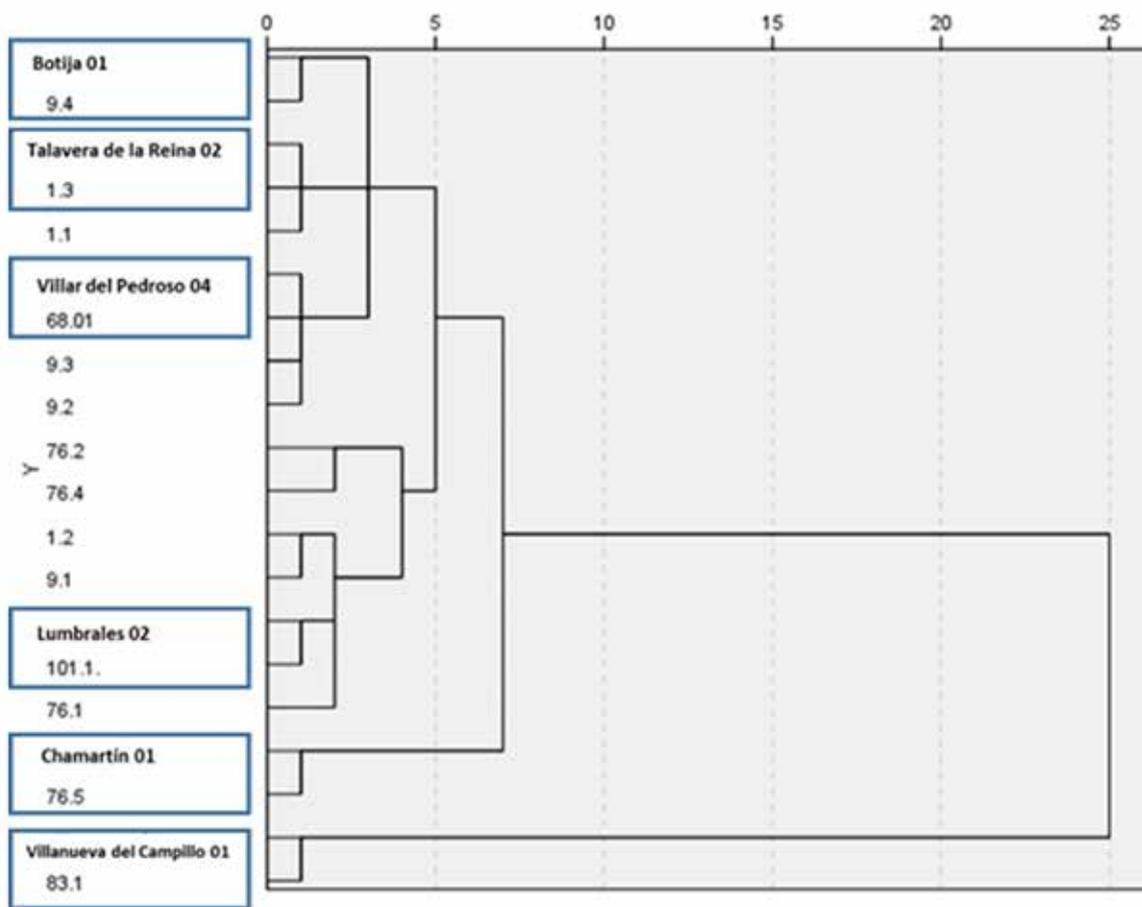


FIG. 14. Dendrograma obtenido con el contenido en elementos minoritarios de los verracos y los patrones analizados.

- Clúster 2: la composición química del verraco de Talavera de la Reina 02 se corresponde con el patrón 1.3, de la localidad de Gamonal –Polígono Torrehierro–, a 4,36 km al o del lugar de hallazgo del verraco, junto al arroyo Zarzoleja (Fig. 4).
- Clúster 3: la composición química del verraco de Villar del Pedroso 04 es similar al patrón 68.1, recolectado en el arroyo homónimo, en su cruce con el Camino de Guadalupe que parte de esta localidad cacereña. Fue hallado en el arroyo Cagancha, cerca de la Cruz de la Oliva, a 1,72 km de distancia del patrón 68.1 (Fig. 5, n.º 1).
- Clúster 4: la composición química del verraco de Lumbrales 02 coincide con el patrón 101.1, del castro de Las Merchanas, en el término municipal de la localidad salmantina. Esta muestra se tomó de los afloramientos sobre los que se halló la base del verraco.
- Clúster 5: la composición química del verraco de Chamartín 01 se parece al patrón 76,5 del primer recinto del castro de La Mesa de Miranda, a poco más de 1,01 km del paraje El Palomar, donde fue hallado (Fig. 2).
- Clúster 6: la composición química del verraco de Villanueva del Campillo 01 está próxima al patrón 83.1, recogido en las proximidades de la localidad, en la salida de la CN 101. El lugar dista 1,46 km del Campo del Toro, paraje donde se halló la escultura (Fig. 2).

En resumen, este grupo de verracos no han sido transportados a grandes distancias, desde el lugar de origen de la roca utilizada hasta su ubicación actual, ya que los patrones se encuentran en un radio entre los 20 m y los 5 km, siendo la media de 1,69 km.

Las Figs. 15 y 16 muestran los resultados obtenidos en los diagramas de cajas y bigotes, con los datos del análisis mineralógico y de los elementos químicos mayoritarios de los verracos y sus patrones, que se ha realizado con el fin de confirmar los resultados obtenidos en el estudio estadístico anterior.

Al estudiar la mineralogía de todos los verracos se confirma que, a pesar de que todos los materiales se han tallado en rocas graníticas, proceden de distintas zonas de origen, ya que el diagrama de cajas y

bigotes con todas las esculturas representadas (Fig. 15G) muestra una mayor variabilidad que los gráficos en los que únicamente se ha representado el verraco con su patrón correspondiente (Fig. 15A-F). El tamaño de las cajas y de los bigotes en el primero es mayor que en el resto de los gráficos.

Las dimensiones de las cajas están determinadas por la distancia del rango intercuartílico y, en el caso de los bigotes, su longitud determina el límite para la detección de valores atípicos, por lo que, a mayor dimensión de cajas y bigotes, mayor variabilidad de las muestras. Si se estudian los gráficos de los verracos con su correspondiente patrón (Fig. 15A-F) se observa que en ninguno de los casos aparecen bigotes en las gráficas, por lo que no se detectan valores atípicos al comparar la mineralogía del verraco con la del patrón definido por el análisis clúster, lo que demuestra su similitud desde un punto de vista mineralógico.

Los mismos resultados se observan en los diagramas de cajas y bigotes realizados con los datos de elementos químicos mayoritarios de los verracos y de los patrones determinados por el estudio estadístico de clúster (Fig. 16). Con este gráfico se puede, de nuevo, confirmar que los verracos provienen de diferentes fuentes de origen, ya que la variabilidad que se observa en el diagrama realizado con los datos de elementos químicos mayoritarios de todos los verracos (Fig. 16G) es mayor que en el caso de los diagramas de los verracos con sus correspondientes patrones (Fig. 16A-F).

Por lo tanto, los resultados obtenidos con este estudio estadístico de la comparación de los análisis de los verracos con sus patrones permiten defender que al menos estos ejemplares no se han movido de su ubicación actual, o si lo han hecho ha sido un corto desplazamiento, dada la coincidencia con las muestras de referencia seleccionadas.

#### 4. Conclusiones

Este trabajo detalla cómo el uso del análisis geoquímico y quimiométrico, combinado con otras aplicaciones arqueométricas, es el único medio

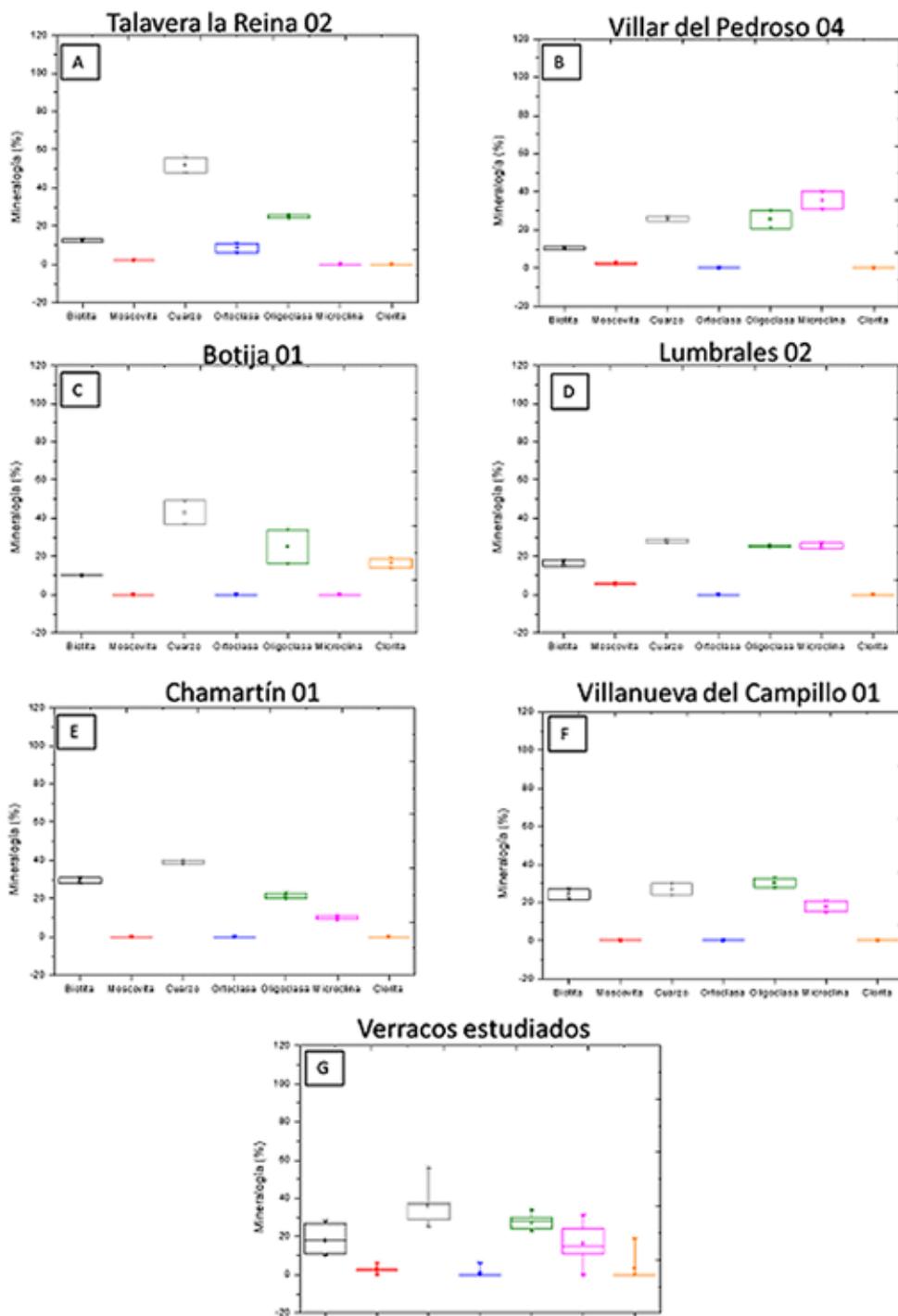


FIG. 15. Diagramas de cajas y bigotes de los verracos con sus patrones utilizando la composición mineralógica de las muestras: A) verraco de Talavera de la Reina 02 y patrones 1.3 y 1.4; B) verraco de Villar del Pedroso 04 y patrón 5.1; C) verraco de Botija 02 y patrón 2.3; D) verraco de Lumbrales 02 y patrón 4.1; E) verraco de Chamartín y patrón 3.5; F) verraco de Villanueva del Campillo 01 y patrón 3.4; G) todos los verracos estudiados.

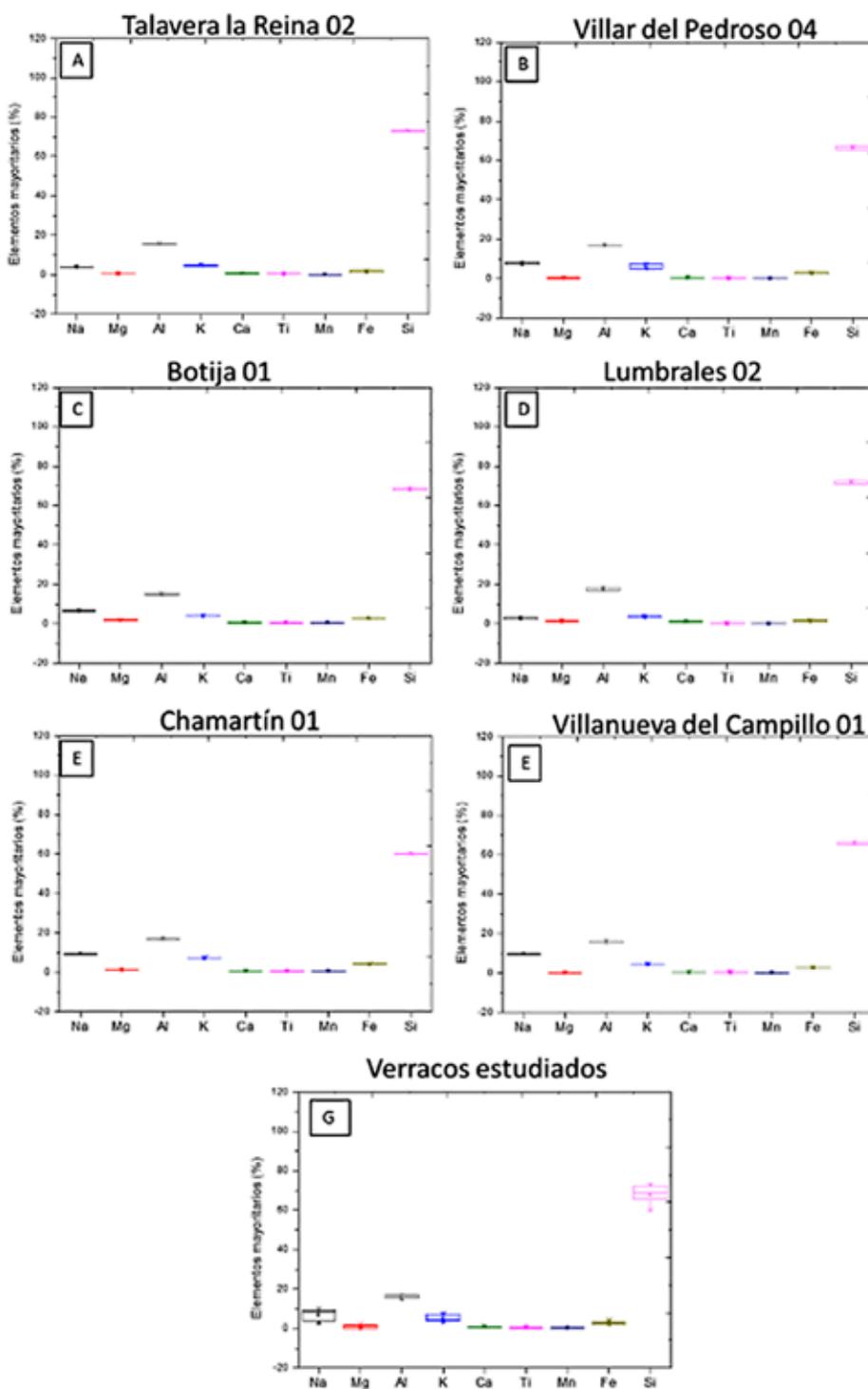


FIG. 16. Diagramas de cajas y bigotes de los verracos con sus patrones utilizando los datos de elementos mayoritarios: A) Talavera de la Reina 02 y patrones 1.3 y 1.4; B) Villar del Pedroso y patrón 5.1; C) Botija y patrón 2.3; D) Verraco de Lumbrales y patrón 4.1; E) Chamartín y patrón 3.5; F) Villanueva del Campillo y patrón 3.4; G) todos los verracos estudiados.

capaz de determinar el origen de las rocas usadas en la talla de los verracos. Esta descripción se ha realizado sobre seis esculturas, siguiendo pautas ya experimentadas en varias decenas de ellas, pero nunca explicitadas con el detalle que se realiza en el trabajo actual. Las conclusiones que se derivan de ello se contemplan en torno a las siguientes líneas de investigación:

- 1) La posibilidad de identificar las canteras que proveyeron de roca para la talla de estos verracos.
- 2) La eventualidad de definir talleres asociados a estas canteras, en función del número de esculturas asociadas ellas y de la existencia de rasgos compartidos.
- 3) La capacidad de reconocer vías de intercambio y distribución de los verracos.
- 4) Y, por último, la idoneidad del uso de estos conocimientos para identificar las funciones originarias de estos verracos.

Algunas publicaciones previas ya habían destacado la posibilidad de que los verracos pudieron ser desplazados a muchos kilómetros de distancia de sus lugares de talla. Este es el caso que denunció Martín Valls (1974: 81) al comentar los casos de Toro (Zamora), que fue considerado, solo por el aspecto visual del granito, como tallado en roca procedente de Cardeñosa, en Ávila, a 114 km de distancia. Pero, por el contrario, se había recalado que por el tamaño y el peso de estas esculturas era poco plausible concebir su talla y desplazamiento a lugares alejados de los afloramientos usados como canteras (Ruiz Zapatero y Álvarez Sanchís, 2008: 226). Incluso se conocen casos puntuales en los que los verracos sí fueron movidos de sus lugares originales, pero en épocas muy posteriores, medievales o modernas (Manglano, 2018: 186-188).

En trabajos anteriores, se confirma que tales desplazamientos existieron y que se disponía de indicios sólidos para defender que fueron realizados en época antigua, con motivo de los emplazamientos originales de las esculturas. Estos indicios han sido de dos tipos: la existencia de talleres, que producían esculturas en masa según unos cánones formales similares, y el uso de caminos naturales para la distribución de sus esculturas (Berrocal-Rangel *et al.*,

2023). Incluso se han llegado a obtener medias de los desplazamientos de esculturas en las tres series, aunque de la Serie 'A' solo se conoce un ejemplar –el gran toro de Solosancho, tallado en roca de Chamartín, con el estilo de los verracos de este taller y hallado a 21,5 km de esta última localidad–. En tal situación, las medias de distancias de verracos hallados en lugares alejados de sus canteras fueron similares para las series restantes: 19,23 km para la B; y 23,26 km para los verracos más tardíos, romanos, que conforman la Serie C. Todos estos cálculos se obtuvieron por la aplicación de un programa de caminos de mínimo costo a través del *software ArcMap 10.3 – ArcGIS–* (Berrocal-Rangel *et al.*, 2023: 317) y sobre un total de 30 esculturas, que suponían el 77 % de los 39 verracos en los que se habían localizado canteras. Es decir, que la gran mayoría de los ejemplares que habían dado concordancia con canteras se localizaron a cierta distancia de estas, llegando en algún caso a los 74,34 km del ejemplar 'C' de Mirueña de los Infanzones, labrado en granito de Cardeñosa (Berrocal-Rangel *et al.*, 2023: 325). Sin embargo, pese a quedar probado que los verracos fueron objetos de traslado en la antigüedad y se distribuyeron usando vías naturales y prehistóricas, obviando a menudo las calzadas romanas y las cañadas medievales, no se piensa que esta fuese la tónica generalizada, pues el muestreo positivo empleado no alcanzaba el 10 % de las esculturas reconocidas, más de cuatrocientas en el momento presente.

Es por ello por lo que se propuso este trabajo con ejemplares que se suponían tallados con roca local y cercana al lugar de aparición. Se eligió el verraco más grande y paradigmático de la Serie 'A', el toro de Villanueva de Campillo, en Ávila, y se reconoció su cantera en las proximidades, distante 1,46 km de su lugar aproximado de aparición, el 'Campo del Toro', o 'Cabeza del Toro', según figura en la cartografía actual. Es significativo que este ejemplar no se asocie a asentamiento protohistórico ni a cementerio romano, por lo que viene a confirmar la vieja hipótesis defendida por Álvarez-Sanchís y Ruiz Zapatero sobre la función originaria de estas esculturas como hitos protectores del ganado y de los pasos cruciales para la supervivencia de este –vados,

prados, cañadas, etc.—. El segundo ejemplar de la Serie ‘A’ respondería a esta premisa, un gran toro hallado en las proximidades del *oppidum* de la Mesa de Miranda que estaría destinado a algún cruce de caminos, vados o prados, pero que apareció en el paraje El Palomar, en las inmediaciones del *oppidum* de La Mesa de Miranda, precisamente donde se sitúa uno de los principales talleres productores de verracos (Fig. 17, n.º 8). Así que, como otras esculturas salidas de este centro y halladas en sus proximidades, no se puede saber su destino final de exhibición.

Los verracos de la Serie B, Lumbrales 02 y Botija 01, han aportado la misma conclusión. El primero, emplazado frente a la puerta principal del castro de Las Merchanas, en Salamanca, fue tallado con roca del lugar, muy abundante por otra parte. El segundo, por el contrario, se encontró junto a un vado importante, alejado algo más de 4 km del castro de Villasviejas del Tamuja, en Botija/Plasenzuela, Cáceres. Su actitud agresiva, y su morfología, asimilable al ejemplar de Lumbrales 02, permitirían suponerlo como este, una imagen protectora destinada a la puerta principal del castro. Fue tallado con la roca madre de la localidad de Botija, cuya muestra de contraste fue tomada a 1,6 km al oeste del vado del hallazgo. Pero, por el número de verracos asociados a esta cantera —8 ej.— (Manglano, 2018: 128-129), se sabe que fue emplazamiento de otro taller productor de verracos (Fig. 17, n.º 6), por lo que cabe preguntarse si la escultura Botija 01 fue simplemente un producto más del taller, destinado a no se sabe qué lugar ni qué función.

Los ejemplares que se incluyen en la Serie C —de plena época romana—, de nuevo, parecen confirmar la idea de que la mayoría de los verracos se tallaban con roca del lugar. Talavera de la Reina 02 repite las pautas que se asocian a estos verracos tardíos: aparecer cerca, o en, contextos funerarios y cruces de caminos o vados. En este caso solo existe el indicio de que su lugar de hallazgo fue una gravera cercana al arroyo Zarzolejo y a la villa romana de Saucedo. El arroyo se cruza por un vado que se aprovecha por el viejo camino del Pinar. Es interesante comprobar

que este camino une el barrio de Torrehierro de Gamonal, donde se recogió el patrón de roca que coincide con este verraco. La distancia entre ambos apenas supera los 4,3 km. Así que este sería un caso más de verracos tallados para un uso inmediato y local, lo mismo que parecería resultar de la localización del patrón de cantera del verraco Villar del Pedroso 04, una roca localizada a 1,7 km al E del verraco, en el camino de Guadalupe de la localidad homónima. El verraco apareció a 2 km escasos hacia el O, entre la llamada Cruz de la Oliva y el arroyo Cagancha. Podría suponerse que es un caso similar al anterior, pero, de nuevo, se repite el patrón de los ejemplos ‘A’ y ‘B’: alrededor de Villar del Pedroso se conocen más de nueve esculturas (Manglano, 2018: 141), muchas de ellas con similitudes tan cercanas que es fácil defender el lugar, de nuevo, como emplazamiento de un taller importante (Fig. 17, n.º 33).

En suma, este trabajo demuestra cómo, ante la habitual ausencia de contextos arqueológicos relacionados con los hallazgos de verracos, la combinación de análisis geoquímicos y estadísticos ayuda en la interpretación y la reconstrucción de la funcionalidad de estas esculturas. Gracias a ellos se puede comprobar que muchas de estas esculturas se han hallado cerca de las fuentes de provisión de la roca con las que fueron talladas. Aunque tal evidencia puede conducir a una explicación fácil, el verraco pesaba tanto que se tallaba donde se precisaba, el resultado de los seis ejemplos analizados demuestra que esto es una realidad a medias: tres de ellos se hallan cerca de sus canteras de producciones seriadas salidas de talleres —Chamartín, Botija y Villar del Pedroso—. Es decir, estos tres ejemplares, como muchos otros hallados cerca de los patrones rocosos usados, se esculpieron para ser desplazados posteriormente a lugares más o menos distantes, siguiendo las pautas de una demanda local cuya distribución queda confirmada por la identificación de talleres cuya producción pudo ser, en el caso de Chamartín, tan antigua como la misma fabricación de los verracos.

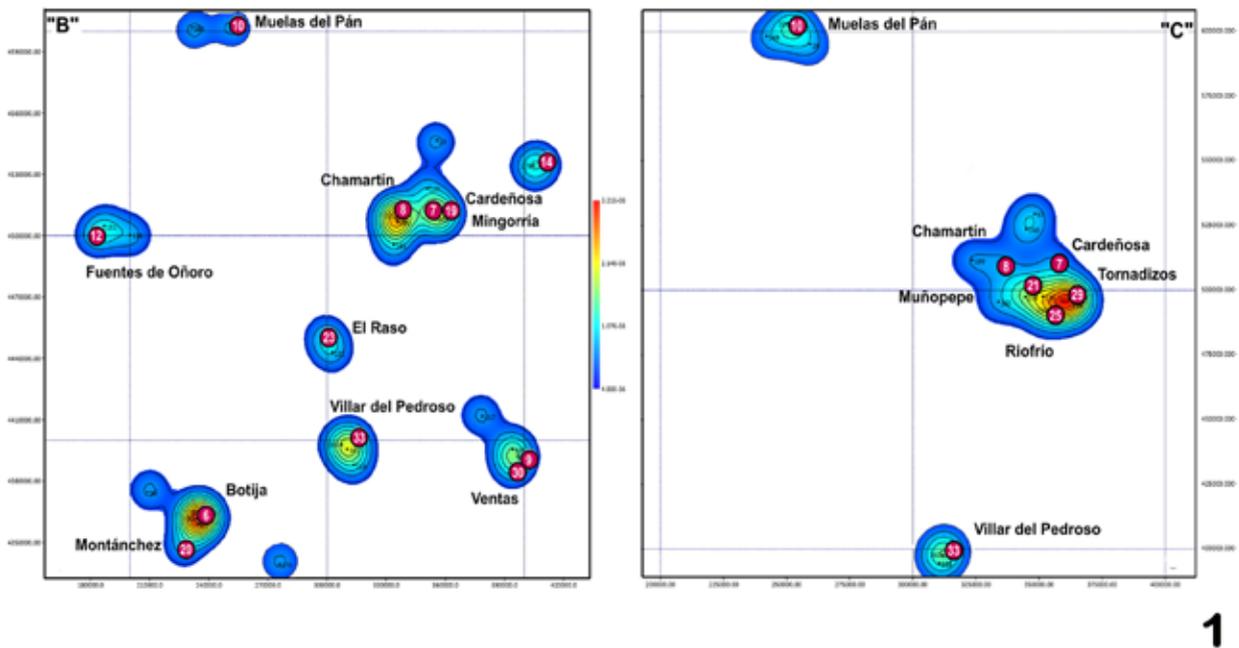


FIG. 17. Gráficos Kernel de los principales talleres de verracos, en las series 'B' y 'C', con la localización de los analizados en el texto: 6) Botija, Cáceres; 8) Chamartín, Ávila; 33) Villar del Pedroso, Cáceres (según Berrocal-Rangel et al., 2018).

## Bibliografía

- ÁLVAREZ-SANCHÍS, J. R. (1999): *Los Vettonos*. Bibliotheca Archaeologica Hispana, 1. Madrid: CSIC.
- ÁLVAREZ-SANCHÍS, J. R. (2003): *Los señores del ganado. Arqueología de los pueblos prerromanos en el Occidente de Iberia*. Madrid: Akal Arqueología.
- ÁLVAREZ-SANCHÍS, J. R.; RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, J. y RUIZ ZAPATERO, G. (2021): "El askos de Ulaca (Solosanco, Ávila) y el simbolismo del toro entre los vetones", *Trabajos de Prehistoria*, 78(2), pp. 356-365.
- ANTONELLI, L.; LAZZARINI, L. y CANCELLIER, S. (2010): "'Granito del Foro' and 'granito di Nicotera' petrographic features and archaeometric problems owing to similar appearance", *Archaeometry*, 52(6), pp. 919-936. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2010.00520.x>
- BAYAZIT, M.; ADSAN, M. y GENÇ, E. (2020): "Application of spectroscopic, microscopic and thermal techniques in archaeometric investigation of painted pottery from Kuriki (Turkey)", *Ceramic International*, 46, pp. 3695-3707. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2019.10.090>
- BEA, F.; VILLASECA, C. y BELLIDO, F. (2004). "El batolito de Ávila (Sistema Central Español)". En VERA, J. A. (ed.): *Geología de España*. Madrid: SGE-IGME, pp. 101-110.
- BERROCAL-RANGEL, L.; GARCÍA-GIMÉNEZ, R.; MANGLANO, G. R. y RUANO, L. (2018): "When archaeological context is lacking. Lithology and spatial analysis, new interpretations of the 'verracos' Iron Age sculptures in Western Iberian Peninsula", *Journal of Archaeological Science Reports*, 22, pp. 344-358. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2016.03.031>
- BERROCAL-RANGEL, L.; GARCÍA-GIMÉNEZ, R.; MANGLANO, G. R.; RUANO, L. y DE LUIS, S. (2023): "De la cantera a la muralla: la obtención y la distribución de la producción de piedra de construcción en la Edad del Hierro de la Meseta noroccidental a partir de su análisis geoquímico (canteras, esculturas zoomorfas, murallas)". En *Actas de la AFEAF XXXIV*. Bordeaux, pp. 313-328.
- BERROCAL-RANGEL, L. y MORET, P. (2007): "Las fortificaciones protohistóricas de la Hispania céltica. Cuestiones a debate". En BERROCAL-RANGEL, L. y MORET, P. (eds.): *Paisajes fortificados de la Edad del*

- Hierro*. Bibliotheca Archaeologica Hispana, 28. Madrid: RAH-Casa de Velázquez, pp. 169-330.
- CARRACEDO, M.; GIL IBARGUCHI, J. I.; GARCÍA DE MADINABEITIA, S. y BERROCAL, T. (2005): "Geocronología de los granitoides hercínicos de la serie mixta: edad U-Th-Pb total de monacitas del plutón de Cabeza de Araya (Zona Centro Ibérica) y de las manifestaciones filonianas asociadas", *Revista de la Sociedad Geológica de España*, 18(1-2), pp. 75-86.
- CARVAJAL, J. (1990): "FULLPROF: A Program for Rietveld Refinement and Pattern Matching Analysis, Abstr. Satell. Meet. Powder Diff". En *xv Congr. IUCr. citelike-article-id:1840305 773*
- CHAPA, T. (1985 [1979]): *La Escultura Ibérica Zoomorfa*. Madrid: Ministerio de Cultura.
- CORRETGÉ, L. G.; CASTRO, A. y GARCÍA-MORENO, O. (2004): "Granitoides de la Serie Mixta". En VERA, J. A. (ed.): *Geología de España*. Madrid: SGE-IGME, pp. 115-116.
- DE SOTO, I. S.; DE SOTO, M. R. y GARCÍA-GIMÉNEZ, R. (2019): "Mineralogical analysis of mortars in the Walls of Ávila (Spain) and its surroundings", *Minerals*, 9, pp. 381-393. <https://doi.org/10.3390/min9060381>
- FABIÁN, J. F.; GIMENO, H.; HERNANDO, M. D. y PIRES, H. (2021): "The 'Toros de Guisando' in the Digital Age". En VELÁZQUEZ, I. y ESPINOSA, D. (eds.): *Epigraphy in the digital age: opportunities and challenges in the recording, analysis and dissemination of inscriptions*. Oxford: Archaeopress, pp. 91-114.
- FINGER, L. W.; COX, D. E. y JEPHCOAT, A. P. (1994): "Correction for powder diffraction peak asymmetry due to axial divergence", *Journal of Applied Crystallography*, 27, pp. 892-900. <https://doi.org/10.1107/s0021889894004218>
- FROST, B. R.; BARNES, C. G.; COLLINS, W. J.; ARCULUS, R. J.; ELLIS, D. J. y FROST, C. D. (2001): "A Geochemical Classification for Granitic Rocks", *Journal of Petrology*, 42(11), pp. 2033-2048
- GARCÍA-GIMÉNEZ, R.; PETIT-DOMÍNGUEZ, M. D.; RUCANDIO, M. I.; MANGLANO, G. R. y BERROCAL-RANGEL, L. (2017): "Rocas graníticas como base de las esculturas vettonas en España: los verracos". En vv. AA. (eds.): *Proceedings XII Congreso Nacional de Geoquímica-XI Congreso Ibérico de Geoquímica*. Linares: Consejo Superior de Colegios de Ingenieros de Minas de España.
- GARCÍA-GIMÉNEZ, R.; VIGIL, R.; DE SOTO, I. S. y CABALLERO, J. (2013): "Alteration processes of historical granitic rock found in Ávila, Spain", *Mediterranean Archaeological Archaeometry*, 13, pp. 107-115.
- GORDÓN, J. J.; PÉREZ GARCÍA, P. P.; YANGUAS, N.; VILLA, A. J. y GAMO, E. (2022): "Nuevos horizontes interpretativos de los verracos. Análisis y estudio del verraco geminado de El Gordo (Cáceres)", *Zephyrus*, xc, pp. 159-178. <https://doi.org/10.14201/zephyrus202290159178>
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T. y RYAN, P. D. (2001): "PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis", *Palaeontol. Electron*, 4(1), pp. 1-9. [http://palaeo-electronica.org/2001\\_1/past/issue1\\_01.htm](http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm)
- IGME (Instituto Geológico y Minero de España). *Hoja 506. Cardenosa*. Escala 1:50.000, 1982. Madrid.
- IGME (Instituto Geológico y Minero de España). *Hoja 705. Trujillo*. Escala 1:50.000, 1980. Madrid, España.
- IGME (Instituto Geológico y Minero de España). *Hoja 653. Valdeverdeja*. Escala 1:50.000. 1985. Madrid.
- IGME (Instituto Geológico y Minero de España). *Hoja 627. Talavera de la Reina*. Escala 1:50.000, 2009. Madrid.
- IGME (Instituto Geológico y Minero de España). *Hoja 474. Lumbrerales*. Escala 1:50.000, 2000. Madrid.
- IGME (2012). *Atlas Geoquímico de España*. Madrid.
- KERR, P. F. (1965). *Mineralogía óptica*. New York: McGraw-Hill.
- LÓPEZ MONTEAGUDO, G. (1969): *Esculturas zoomorfas celtas de la Península Ibérica*. Anejos de Archivo Español de Arqueología, x. Madrid: CSIC.
- MANGLANO, G. R. (2018): *Los verracos vettones. Orígenes, litologías, entronque popular, procedencia y dispersión natural en el territorio español*. Col. Monografías de Arqueología y Patrimonio, 1. Madrid: UAM Edic.
- MANGLANO, G. R.; GARCÍA-GIMÉNEZ, R.; RUANO, L. y BERROCAL-RANGEL, L. (2021): "Sobre verracos vettones. Nuevas esculturas zoomorfas de la Edad del Hierro en la meseta occidental", *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología UAM*, 47(2), pp. 237-260. <https://doi.org/10.15366/cupauam2021.47.2.008>
- MARTÍN VALLS, R. (1974): "Variedades tipológicas en las esculturas zoomorfas de la Meseta", *Studia Archaeologica*, 32, pp. 69-92.
- MOTA, M. I.; FORT, R.; ÁLVAREZ DEL BUERGO, M. y PIZZO, A. (2020): "Provenance analysis of the granitic ashlar used in the construction of the Roman Theatre in Emerita Augusta (Mérida, Spain)", *Archaeological Anthropological Science*, 12, p. 236. <https://doi.org/10.1007/s12520-020-01192-1>

- MUNSELL, A. H. (1975): *Munsell soil color charts*. Baltimore: Macbeth a Division of Kollmorgen Corporation.
- NAVARRO, R.; MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, J.; FERNÁNDEZ SUÁREZ, J.; ÁLVAREZ-ARECES, E. y BALTUILLE, J. M. (2022): "Comparative analysis of the current uneven situation of historical quarries associated with the UNESCO world heritage sites in Spain", *Research Pollution*, 75, 102471. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102471>
- ONEKURA, K.; HASEGAWA, H.; HÖTTA, A. y SUUKI, T. (2008): "A novel approach to studies of prehistoric exploitation of stone tool materials using material composition, surface morphology, microstructure and mechanical properties", *Archaeometry*, 50(5), pp. 727-746. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4754.2008.00374.x>
- OREJANA, D.; VILLASECA, C. y KRISTOFFERSEN, M. (2020): "Geochemistry and geochronology of mafic rocks from the Spanish Central System: Constraints on the mantle evolution beneath central Spain", *Geoscience Frontiers*, 11(5), pp. 1651-1667. <https://doi.org/10.1016/j.gsf.2020.01.002>
- PÉREZ-ESTAÚN, A. y BEA, F. (2004): "Macizo Ibérico". En VERA, J. A. (ed.): *Geología de España*. Madrid: SGE-IGME, pp. 19-230.
- PETIT-DOMÍNGUEZ, M. D.; DE SOTO, I. S.; GARCÍA, R.; DA SILVA, M. D. P. y RUCANDIO, I. (2013): "Analytical information on the composition of Roman Glass from Braga (Portugal)", *Quaternary International*, 308-309, pp. 140-147. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2013.05.020>
- RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, J. (2013a): "Los procesos técnicos de la cantería durante la Segunda Edad del Hierro en el occidente de la meseta", *Zephyrus*, LXX, pp. 113-130.
- RODRÍGUEZ-HERNÁNDEZ, J. (2013b): *Poder y Sociedad. El oeste de la Meseta en la Edad del Hierro*. Ávila: Institución Gran Duque de Alba.
- RUIZ ZAPATERO, G. y ÁLVAREZ-SANCHÍS, J. R. (2002): "Etnicidad y arqueología: tras la identidad de los vettones", *Spal*, 11, pp. 253-275. <https://doi.org/10.12795/spal.2002.i11.13>
- RUIZ ZAPATERO, G. y ÁLVAREZ-SANCHÍS, J. R. (2008): "Los verracos y los Vettones". En ÁLVAREZ-SANCHÍS, J. (ed.): *Arqueología Vettona. La meseta occidental en la Edad del Hierro*. Zona Arqueológica, 12. Alcalá de Henares: MAR, pp. 213-231.
- THOMPSON, P.; COX, D. E. y HASTINGS, J. B. (1987): "Rietveld refinement of Debye-Scherrer synchrotron X-ray data from Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>", *Journal of Applied Crystallography*, 20, pp. 79-83. <https://doi.org/10.1107/s0021889887087090>
- VILA-BAÑOS, R.; RUBIO-HURTADO, M. J.; BERLANGA-SILVENTE, V. y TORRADO-FONSECA, M. (2014): "Cómo aplicar un clúster jerárquico en SPSS", *REIRE: Revista d'innovació i recerca en educació*, 7(1), pp. 113-127.
- VIGIL, R.; GARCÍA, R.; RUBIO, V. y BALLESTA, R. J. (2000): "Soil alteration processes on granite in the Central Mountain Range (Spain)", *Zefrische Geomorphology*, 44(2), pp. 233-248. <https://doi.org/10.1127/zfg/44/2000/233>
- VILLASECA, C.; BARBERO, L. y ROGERS, G. (1998): "Crustal origin of Hercynian peraluminous granitic batholiths of Central Spain: petrological, geochemical and isotopic (Sr, Nd) constraints", *Lithos*, 43, pp. 55-79. [https://doi.org/10.1016/s0024-4937\(98\)00002-4](https://doi.org/10.1016/s0024-4937(98)00002-4)
- WILLIAMS, D. F. (2005): "An integrated archaeometric approach ceramic fabric recognition. A study on Late Roman amphora 1 from the Eastern Mediterranean". En GURT, J. M.; J. BUXEDA, J. y CAU, M. A. (eds.): *Late Roman Coarse Wares, Cooking, Wares and Amphorae in the Mediterranean: Archaeology and Archaeometry*. BAR Intern. Ser., 1340. London, pp. 613-624.
- ZULUAGA, J.; RODRÍGUEZ, N.; RIVAS-RAMIREZ, I.; DE LA FUENTE, V.; RUFO, L. y AMILS, R. (2011): "An Improved Semiquantitative Method for Elemental Analysis of Plants Using Inductive Coupled Plasma Mass Spectrometry", *Biological Trace Element Research*, 144(1-3), pp. 1302-1317. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9140-8>. 2011