

# Análisis arqueométrico de muestras cerámicas de Cerdeña

Manuel GARCÍA HERAS

CENIM. Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Avda. Gregorio del Amo, 8. 28040 Madrid. mgheras@cenim.csic.es

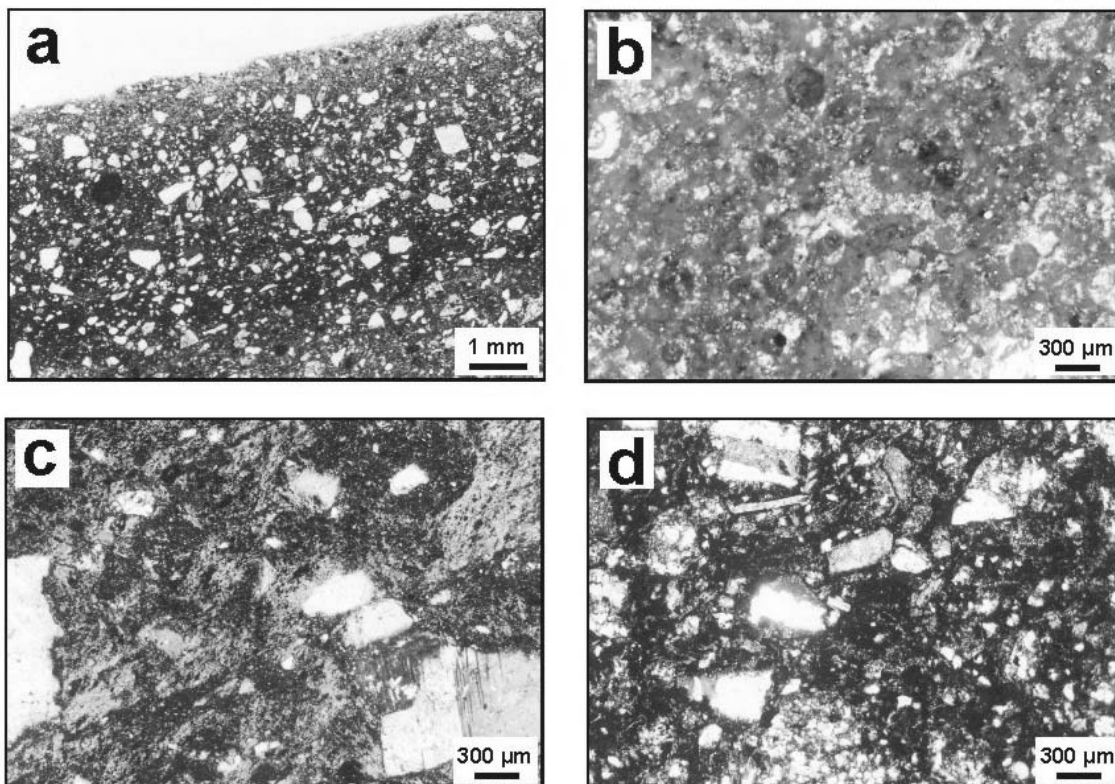
Se han analizado un total de cuatro fragmentos cerámicos procedentes de Pranu Illixi (Comune Escalaplano, provincia de Nuoro), fechados en la Edad del Hierro y en torno al inicio del Primer Milenio a.C. Uno de los fragmentos (M1) era de color ocre homogéneo y posiblemente fabricado a torno, mientras que los otros tres (M2-M4) pertenecían a cerámicas posiblemente fabricadas a mano, o quizás a torno lento o torneta, con coloración heterogénea entre el marrón oscuro y el negro. Ninguno de ellos permitió ser asignado a una forma tipológica concreta. El espesor del fragmento de cerámica ocre era de 8 mm y el de los otros fragmentos estaba comprendido entre 4 y 10 mm.

Los objetivos del análisis arqueométrico consistieron en determinar su composición mineralógica y su tecnología de producción. Con la determinación de la composición mineralógica se pretendió comprobar si las cerámicas analizadas eran geológicamente compatibles con el territorio en el que se recuperaron y, por tanto, constatar si se trataba de producciones locales o, por el contrario, se trataba de posibles importaciones de otras zonas del Mediterráneo como Cartago.

La caracterización mineralógica se llevó a cabo a través de dos técnicas complementarias de análisis: observación petrográfica mediante lámina delgada y difracción de rayos X (DRX). Para la observación de las láminas delgadas se utilizó un microscopio petrográfico Zeiss modelo Axioskop. Las fotografías se obtuvieron con una cámara MC 100 spot y las muestras a partir de un corte realizado paralelamente a las superficies del fragmento cerámico con un disco de diamante. Los análisis de difracción de DRX se realizaron con un difractómetro Siemens modelo D-5000, utilizando la radiación K $\alpha$  del Cu (1,5406 Å) bajo condiciones de trabajo de 40 kV y 30 mA. Las muestras se barriaron con una velocidad angular de 5°/min entre 2 $\theta$  = 2-55°.

La composición mineralógica determinada a través del examen petrográfico fue muy homogénea y similar en los dos tipos de cerámicas analizadas, hallándose abundantes inclusiones angulares, subangulares y subredondeadas de cuarzo mono policristalino, feldespato potásico y plagioclasa. También se hallaron, en mucha menor proporción, óxidos de hierro (férricos hacia la superficie de los fragmentos cerámicos y más ferrosos hacia el interior de los mismos), minerales opacos, fragmentos de roca metamórfica con estructura planar, esquistos silíceos y alguna laminilla de mica de tipo moscovita (Figura 1). En algunos casos, los feldespatos mostraron alteraciones de origen térmico en sus bordes.

Las únicas diferencias encontradas entre el fragmento de cerámica ocre (M1) y los fragmentos marrones y negros (M2-M4), se establecieron en función de la granulometría de las inclusiones y de las características de su matriz. Así, la cerámica ocre presentó una granulometría con un menor tamaño de grano que no sobrepasaba los 0,7 mm, lo que representa una escasa presencia de las fracciones arena gruesa (0,630-2 mm) y arena media (0,320-0,5 mm), y un predominio de las fracciones arena muy fina (0,063-0,125 mm) e inferiores (limos y arcillas) (Figura 1a). Sin embargo, los otros fragmentos presentaron una granulometría con un mayor tamaño de grano, principalmente en las inclusiones de cuarzo y feldespatos, alcanzando en algunos casos hasta 1,6 mm, lo que representa una mayor presencia de fracciones de arena gruesa y arena media (Figura 1c-1d). Estos datos podrían indicar que en el caso de la cerámica ocre se utilizó un sedimento más seleccionado que el utilizado para las cerámicas marrones y negras en las que, dada la angularidad observada en muchas de sus inclusiones, también pudo añadirse intencionadamente algún tipo de desgrasante. Por otro lado, en lo referente a las características de la matriz, la cerámica ocre pre-



**Figura 1.-** Fotografías de lámina delgada de las muestras estudiadas. a) Muestra M1. Cerámica ocre. Superficie. Luz plana. b) Muestra M1. Cerámica ocre. Nícoles cruzados. c) Muestra M3. Cerámica marrón/negra. Nícoles cruzados. d) Muestra M4. Cerámica marrón/negra. Nícoles cruzados.

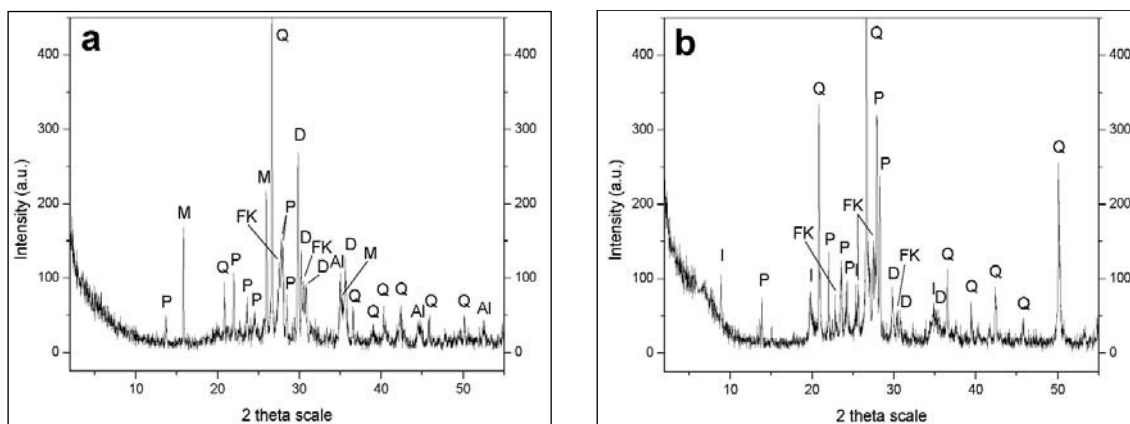
sentó una matriz semi-isótropa con escasa macroporosidad y abundantes zonas con inicios de vitrificación (Figura 1b), mientras que las cerámicas marrones y negras mostraron unas matrices isotropas más birrefringentes, con mayor macroporosidad y en las que no se hallaron indicios de vitrificación (Figura 1c-1d). Por lo demás, en los dos tipos de cerámica se constató la presencia de corazón negro, que indica que la cocción se realizó alternando atmósferas oxidantes y reductoras y en la que el enfriamiento se llevó a cabo en una atmósfera predominantemente oxidante.

Los resultados del análisis mediante DRX confirmaron los datos obtenidos a través del examen petrográfico, ofreciendo igualmente una composición mineralógica homogénea en la que las únicas diferencias consistían en la presencia o ausencia de fases de neoformación. De este modo, en la cerámica ocre (M1) se detectaron cuarzo, plagioclasa y feldespato potásico como fases predominantes, y dióxido/piroxeno, mullita y  $\gamma$ -alúmina o corindón como fases neoformadas (Figura 2a). Por otro lado,

en las cerámicas marrones y negras (M2-M4), se detectaron las mismas fases predominantes más la presencia de ilita y filosilicatos, y sólo reflexiones de baja intensidad de dióxido/piroxeno como fase de neoformación (Figura 2b).

Teniendo en cuenta que las fases predominantes detectadas, es decir, el cuarzo, las plagioclasas y los feldespatos potásicos, no experimentan transformaciones estructurales hasta temperaturas superiores a los 1200 °C para el caso del cuarzo (Rice 1987: 103) y 1150 °C para las plagioclasas y los feldespatos potásicos (Rice 1987: 97), las diferencias entre los dos tipos de cerámicas deben establecerse en función de las fases que se han neoformado durante la cocción y que son las que ofrecen información sobre su temperatura de cocción equivalente.

La cerámica ocre es el fragmento cocido a una mayor temperatura, la cual puede establecerse en torno a los 1000 °C. Este dato viene apoyado por el hecho de que no se detectan reflexiones correspondientes a ilita y filosilicatos, que se descomponen a partir de 850-900 °C (Maggetti 1982: 127).



**Figura 2.-** Difractogramas de las muestras analizadas. a) Muestra M1. Cerámica ocre. b) Muestra M4. Cerámica marrón/negra. Al: ?-alúmina o corindón. D: Diópsido/piroxeno. FK: Feldespato potásico. I: Iilita y filosilicatos. M: Mullita. P: Plagioclasa. Q: Cuarzo.

Sin embargo, sí aparecen reflexiones importantes de fases consideradas de alta temperatura como la mullita, un tipo de piroxeno como el diópsido y ?-alúmina o corindón. La mullita y el corindón se forman a partir de un tipo de arcilla como la caolinita a temperaturas próximas a los 950-1000 °C (Maggetti 1982: 127; Rice 1987: 90 y 386), mientras que el diópsido se forma por encima de los 800-850 °C en presencia de compuestos cálcicos y/o magnésicos (Maggetti 1982: 128). Estos resultados confirman los datos obtenidos en el examen petrográfico mediante lámina delgada, en donde se detectaban áreas con inicios de vitrificación producida por la alta temperatura de cocción y en donde algunos feldespatos presentaban bordes de alteración de origen térmico. Por el contrario, si se tiene en cuenta la presencia de reflexiones correspondientes todavía a la iilita y los filosilicatos y el escaso crecimiento de diópsido, la temperatura de cocción equivalente de las cerámicas marrones y negras podría situarse en torno a los 800-850 °C.

A partir de los datos aportados por los análisis mineralógicos mediante lámina delgada y DRX, la única diferenciación que puede realizarse entre la cerámica ocre y el resto de los fragmentos cerámicos es sobre la base de su distinta tecnología de producción. Por lo tanto, la cerámica ocre (M1) se manufacturó a partir de un sedimento más seleccionado y a una mayor temperatura de cocción equivalente que las cerámicas marrones y negras (M2-M4), que se cocieron a una temperatura inferior y se elaboraron con un sedimento menos seleccionado en el que quizás se añadió de forma deliberada algún tipo de desgrasante.

Finalmente, la confrontación de los resultados arqueométricos obtenidos en este estudio con aquellos obtenidos en cerámicas de otros lugares de Cerdeña y Cartago, puede arrojar alguna luz sobre la posible procedencia geográfica de las cerámicas analizadas. En primer lugar, la total ausencia de inclusiones calcáreas y de material carbonatado, tanto en la cerámica ocre como en el resto de los fragmentos, hace del todo improbable una procedencia de Cartago, ya que ésta es una de las principales características mineralógicas del material cerámico producido en este enclave (Peacock 1984) y posteriormente distribuido a otras partes del Mediterráneo (Amadori y Fabbri 1998a). De esta forma, la mirada debe dirigirse a otros lugares de la propia Cerdeña o, quizás, a localizaciones de la vecina costa italiana. En este sentido, los materiales que más similitudes ofrecen con los aquí estudiados proceden de uno de los grupos de cerámica fenicia de mesa, compuesto por platos y copas y fechado entre mediados del s. VIII y el s. VI a.C., que ha sido definido como producción local en el yacimiento de S. Antioco, ubicado en la costa oeste de Cerdeña (Amadori y Fabbri 1998b). La composición mineralógica de este grupo, determinada por lámina delgada, está formada igualmente por arcillas no calcáreas con inclusiones de cuarzo mono y policristalino, feldespato potásico, plagioclasas alteradas en los bordes, óxidos de hierro, minerales opacos, mica y fragmentos de roca metamórfica. Asimismo, mediante DRX, las fases determinadas fueron cuarzo, feldespato potásico, plagioclasa, iilita y filosilicatos y trazas de piroxeno, gehlenita y cristobalita, estas dos últimas no detectadas en los

análisis realizados en esta investigación. A partir de estos datos, los autores estiman una temperatura de cocción equivalente de aproximadamente 900 °C (Amadori y Fabbri 1998b: 74-76).

Por lo tanto, puede concluirse que los fragmentos cerámicos estudiados son compatibles con la geología de la zona en la que se recuperaron, pudiendo ser considerados como producción local. Teniendo en cuenta que, además, comparten la ma-

yoría de las características mineralógicas con cerámicas analizadas del yacimiento de S. Antioco, podría sugerirse que estos fragmentos proceden de este yacimiento o, quizás, de una zona geológica de la propia isla Cerdeña con características geológicas similares. En cualquier caso, el análisis de otros repertorios cerámicos será el que confirme o desestime la validez de esta hipótesis.