

*Análisis de las evidencias
macroscópicas de cocción
en la cerámica
prehistórica: una
propuesta para su estudio*

**Jaume Garcia Rosselló
Manuel Calvo Trias**

Mayurqa (2006), 31:
83-112

ANÁLISIS DE LAS EVIDENCIAS MACROSCÓPICAS DE COCCIÓN EN LA CERÁMICA PREHISTÓRICA: UNA PROPUESTA PARA SU ESTUDIO

Jaume Garcia Rosselló*

Manuel Calvo Trias*

RESUMEN: En este trabajo se analizan las principales evidencias macroscópicas de cocción de las cerámicas prehistóricas a mano. Se propone una estructura de análisis a la vez que se analiza el potencial inferencial de cada una de ellas.

PLABRAS CLAVE: Cerámica prehistórica, cocción, trazas macroscópicas

ABSTRACT: In this article the presence of prehistoric pottery macroscopic wears on the cookery process have been analyzed. We propose a method of study and the results obtained on the analysis on each one of them.

KEYS WORDS: Prehistoric pottery, cookery process, macroscopic wears.

1. INTRODUCCIÓN¹

El presente trabajo propone una metodología para abordar el estudio de la cocción cerámica prehistórica utilizando para ello la observación macroscópica de las trazas de cochura.² El protocolo de análisis que presentamos debe considerarse como complemen-

* Grup de Recerca Arqueobaleare [http://www.uib.es/depart/dha/prehistoria/]. Laboratorio de Prehistoria. Departamento de Ciencias Históricas y Teoría de las Artes. Universidad de las Islas Baleares. Jaume.garcia@uib.es, vdhamct0@uib.es, el presente trabajo forma parte del proyecto de investigación (HUM2004-00750) titulado Subsistence and Resources in a mediterranean insular environment. The balearic human communities during prehistory, financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia.

¹ Quisieramos agradecer al Doctor Víctor Guerrero su colaboración y comentarios en la elaboración de este artículo y al señor Simón Gornés el habernos cedido algunas de las imágenes presentadas, así como información sobre la producción cerámica en la zona Fulani y Manprusi de Ghana.

² Siguiendo la propuesta de Cau (1997: 399) «Entendemos como observación macroscópica aquella que se efectúa sobre la pieza o el fragmento cerámico, sin que se requiera una preparación específica de la muestra. Distinguimos dos posibilidades: únicamente a ojo desnudo o mediante la ayuda de alguna lupa o lupa binocular».

tario a las informaciones obtenidas por medio de los estudios arqueométricos.³ Si bien las carencias del análisis mediante observación macroscópica han sido ampliamente discutidas (Tuset 1991, Buxeda et al. 1991, Cau 1993, 1997, Macías 1993, Buxeda 1995, Bronitsky, 1989, Capel et al. 1982, 1984, 1986), sobre todo las referidas al color (Rye 1981: 119-120, Picon 1984, Shepard 1965, Rice 1997), consideramos que de una buena estructuración y análisis puede obtenerse una información válida y plenamente complementaria a la conseguida mediante otros protocolos de análisis.

Lo más fácil a la hora de identificar las técnicas de cocción sería el estudio de las áreas de cocción y de los hornos, complementado con el análisis de los desperdicios. Sin embargo, en la mayoría de casos esto no es posible ante la falta de hornos excavados o áreas de desperdicios y residuos cerámicos localizados en los yacimientos. Por ello, nuestra propuesta de análisis se centra en la reconstrucción de las técnicas de cocción a partir de vasijas procedentes de excavaciones de zonas de hábitat o funerarias, sin que necesariamente se hayan documentado los hornos y zonas de residuos cerámicos.

El análisis propuesto se centra en el estudio de vasijas de perfil completo o reconstituible. La identificación de las técnicas de cocción basadas en el estudio de fragmentos cerámicos sin que se tenga el perfil completo o reconstituible carece de sentido y no aporta una información científicamente válida, porque en cocciones con un bajo desarrollo tecnológico, como son las que se realizan para la cochura de la cerámica prehistórica a mano, las atmósferas de cocción y las variaciones de temperatura pueden comportarse aleatoriamente, por lo que la combustión puede afectar de forma diferente a las distintas partes de una misma vasija. Esto puede conllevar una alta variabilidad en las evidencias de cocción de las piezas haciéndose imprescindible abordar el estudio de la cocción a través de vasijas de perfil completo o reconstituible con el fin de poder interpretar correctamente la alta variabilidad observada.

Junto al análisis de la cerámica, el estudio de los procesos de cocción requiere de estrategias complementarias tanto de corte etnográfico⁴ como experimental.⁵ De ambas estrategias se deduce información relevante, tanto para sistematizar protocolos de identificación de temperaturas, atmósferas o tipos de cocción por medio de diferentes variables, como para confirmar las sospechas e intuiciones surgidas de la observación del material arqueológico.

³ Si bien estos estudios aportan una información muy relevante respecto al tipo de pasta y a los cambios físico-químicos que se generan durante las cocciones, lo que nos da información sobre temperaturas alcanzadas y atmósferas de cocción, no nos informan sobre otras variables importantes como la posición de las piezas en los hornos, la variabilidad y cambio de atmósferas de cocción, etc. A su vez, lo complejo y costoso del análisis arqueométrico limita su campo de acción a un número reducido de muestras, limitación ésta, inexistente con los protocolos de análisis macroscópicos, por lo que ambas estrategias pueden conjugarse en aras de una información global de los procesos de cocción.

⁴ Entre ellos podemos destacar aquellos trabajos que analizan los hornos de cocción (Rye y Evans 1976, Sarawasti y Behura 1966, Nicholson y Patterson 1989, García Rosselló 2006a, 2006b) aunque sólo en unos pocos casos hacen referencia a los efectos que producen en la cerámica. Un ejemplo en este sentido pueden ser las aportaciones de Lauer (1974) que establecieron las temperaturas, atmósferas y tipos de cocción en los sistemas de cocción de vasijas de Nueva Guinea.

⁵ Podemos citar como precursores los trabajos de Matson (1963) o Hodges (1962) que pretendían reconstruir los sistemas de cocción mediante la observación del núcleo y las deposiciones de superficie mediante experimentaciones controladas.

2. CONSIDERACIONES SOBRE LA COCCIÓN CERÁMICA

La cocción cerámica constituye la etapa más relevante del proceso de fabricación y es determinante para conseguir transformar la arcilla en cerámica. La finalidad de la cocción es someter la arcilla a una temperatura suficiente para asegurar la completa fusión de los cristales del material arcillosos que experimentan un crecimiento de volumen y de esa manera transformar el comportamiento plástico de la arcilla en otro rígido (Rye, 1981). La cocción es quizás la fase más compleja y la que necesita un desarrollo tecnológico más específico. Por ello, a diferencia de otras fases del proceso de producción, el grado de desarrollo técnico cerámico de la comunidad condicionará el tipo de cocción utilizada.

En cocciones prehistóricas, la temperatura necesaria para transformar el preparado arcilloso varía según las diferentes arcillas e inclusiones presentes e iría desde la temperatura más baja, sobre unos 500 °C., a la más alta, situada sobre los 800 °C. Cuando se llega a estas temperaturas, la arcilla consigue unas propiedades definitivas (dureza, porosidad y estabilidad química y física ya invariables) que la convierte en cerámica con un aspecto duro y resistente.

Una combustión es una reacción química que origina una elevación de temperatura al producirse. En ella interviene el combustible que es el material que se quema y el comburente que es el que hace que el primero se queme. Existen tres tipos de combustiones: por contacto, por convección y por radiación. En la primera, que es la que principalmente nos interesa, las cerámicas se sitúan junto al combustible, muchas veces en contacto directo con él. En el segundo caso el combustible y las vasijas están separados, por lo que la combustión se consigue por los gases que emite el combustible. En el tercer caso la combustión por radiación se obtiene por el calor acumulado en las paredes que son de material refractario.

En la transmisión de calor por contacto los materiales leñosos apilados producen una combustión imperfecta y con una considerable falta de aire por lo que la atmósfera tenderá a ser reductora, si están muy apilados, y más oxidante, si están muy separados. Al ser muy malos conductores del calor, los materiales arcillosos se calientan mucho en la parte que está en contacto con el fuego pero existen grandes diferencias de temperatura en las distintas partes de una pieza. En general el rendimiento energético es muy bajo porque el combustible pasa directamente a la atmósfera en forma de humo, pero sin quemarse, por lo que las temperaturas máximas alcanzadas son muy bajas. El ritmo de incremento de la temperatura, la temperatura máxima alcanzada y la atmósfera generada, afectan a todo el grupo de piezas que forman parte de una misma cocción. Pero en cocciones abiertas donde las vasijas y el combustible están en contacto se pueden producir diferencias considerables de temperatura, choque térmico y atmósfera según el lugar donde esté colocada la vasija y su posición.

Por su parte, la transmisión de calor por convección está estrechamente relacionada con el horno porque se aprovechan las llamas que son conducidas por un tubo consiguiendo temperaturas más perfectas y más altas.

Un ritmo moderado y constante de incremento del calor es vital para una buena cocción con el fin de evitar que la pieza se fracture o se agriete. Es importante el tiempo que se mantiene la temperatura óptima y no sólo el calor que se produce, porque la combinación de ambos factores determina las transformaciones físico-químicas que sufre la arcilla. No es deseable, ni una cocción demasiado lenta, porque requiere demasiado combustible, ni una cocción demasiado duradera, porque el exceso de temperatura puede producir daños irreparables en las cerámicas.

La atmósfera a la que se someten los objetos está determinada por la cantidad de aire que existe para quemar el volumen de combustible disponible. Como expone Rye (1981: 96) ésta puede ser: oxidante, cuando hay un exceso de aire para quemar (exceso de oxígeno), reductora, cuando la cantidad de aire es insuficiente y forma monóxido de carbono y, neutra, cuando hay una relación óptima de aire y combustible para completar la combustión formándose dióxido de carbono.

Respecto a la tipología de las estructuras de cocción (fig.1) cabe decir que los hornos pueden ser de muy variada forma, desde una simple hoguera a un horno de doble cámara. La mayoría de cocciones tradicionales pueden ser agrupadas en dos categorías aunque existen multitud de sistemas de cocción intermedios (Rye 1981: 96):

Cocciones abiertas. Donde vasijas y combustibles se colocan juntos.

Hornos. Donde el combustible y las cerámicas se colocan por separado.

A continuación proponemos como modo de clasificación de los tipos de cocciones cerámicas, la distinción entre abiertas y cerradas y con estructuras arquitectónicas y sin ellas, sin pretender realizar un trabajo exhaustivo sobre la documentación etnográfica existente:

1. Cocciones abiertas de superficie que implican la ausencia de estructuras arquitectónicas

Este tipo de estructuras son las más generalizadas entre la alfarería tradicional actual. Generalmente se utilizan para la cocción de un grupo de vasijas de pequeño tamaño. Como combustible se emplea estiércol, madera seca de los alrededores o hierba fresca. El estiércol preferentemente es de vaca y la leña seca procede de especies que tengan una combustión lenta. La cobertura final se realiza con una capa de hierba fresca, fragmentos de vasijas o bostas de animal, y tiene la función de mantener la temperatura de combustión y evitar pérdidas de calor innecesarias. No consideramos aquí este tipo de estructuras como cerradas pues el contacto con el aire es bastante grande a diferencia de otro tipo de coberturas. Además el estiércol tiene la cualidad de no producir un choque térmico de temperatura tan fuerte como la leña, evitando así, los cambios muy bruscos de temperatura. Son cocciones de corta duración que no alcanzan una temperatura suficientemente elevada.

Dentro de este grupo se distinguen:

1a) Hoguera cónica de pequeño y mediano tamaño para cocer una o varias piezas de reducidas dimensiones utilizando como combustible estiércol (principalmente boñigas de vaca) y leña seca. Este tipo de cocción ha sido documentada entre los Kota en la región de los Nilgiri en el norte de la India (Mahias 1994: 338); entre los Bafia de Camerún (Gosselain 1992: 575-576, 1995: 153-155); entre los alfareros de la población de Olleros en el Perú (Tello 1978: 425-427); entre los Mizo en la región india de Assam (Saraswaty y Behura 1966: 108- 19) en las poblaciones de Pilén y Quinchamalí en el centro de Chile (García Rosselló, 2006a: 228-253; 2006b: 301-307); o entre los alfareros tococeños de la región andina del Alto Loa en el norte de Chile (Varela 1993: 120-121; 2002: 225- 252).

1b) Hoguera cónica de pequeño tamaño utilizando como combustible leña seca. Técnica de cocción documentada en las regiones de Garrapata y Chamí en Colombia (Uribe 1987); entre los ceramistas del grupo Matis en el río Javarí al oeste del Amazonas Brasileño (Lopez-Mazz 2006: 82-84); entre los Tunebos del Amazonas colombiano (Osborn 1979); entre las alfareras de Jatumpamba en

Ecuador (Sjoman 1992: 55-80); en la región de Benishangul- Humus en el oeste de Etiopía (Gonzalez Ruibal 2005: 49-56); entre las alfareras de los Tuxtles en el centro de México (Arnold 1991: 52- 53); en el pueblo de Canelos en la selva ecuatoriana y en Caloto y Guásimo en Colombia (Litto 1976: 141-142; 208- 212); en la región de Kaminaliyuyu en Guatemala (Arnold 1978: 347-357); entre los Urali de Kerala en la India (Saraswaty y Behura 1966: 108- 109); entre grupos de población de la selva del Ituri en África central (Mercader et al. 2000: 179-180) o entre alfareros y alfareras de Papua Nueva Guinea, destacando las poblaciones de Lumi y Vanimo en la West Spike Province o las islas de Tubetube y Amagusa (May y Tukson 1982: 29-54). En algunas ocasiones esta técnica no consiste exclusivamente en cubrir las vasijas con leña, si no que éstas se colocan sobre una base de troncos gruesos.

1c) Hoguera cónica de pequeño tamaño que utiliza como combustible exclusivamente estiércol e hierba fresca. Ejemplo de ello son los ceramistas del departamento de Ancash en el Perú (Tello 1978: 422-424).

1d) Hoguera cilíndrica que utiliza como combustible leña seca y estiércol y cubierta con una capa de tiestos fragmentados sobre la que se coloca una capa de bostas. Este tipo de estructuras de combustión tienden a ser de gran tamaño pudiendo cocer un gran número de cerámicas. Este sistema de cocción ha sido documentado por Viro (1994: 358-361) en la población de Teheriba en Burkina Faso o por Saraswaty y Behura (1966: 110- 112) en la región india de Rajasthan y con variaciones en la región de Gujarat.

2. Cocciones cerradas de superficie que implican la ausencia de estructuras arquitectónicas

Son estructuras de combustión que tienen entradas de aire en la zona donde arde el combustible. No se trata de estructuras donde el contacto con el aire está completamente sellado. Sarawasty y Baehura (1966: 103-108) han documentado etnográficamente este tipo de estructuras en diferentes regiones de la India: las estructuras cubiertas con una capa de arcilla o tierra dejando un canal de aire vertical se distribuyen por Uttar Pradesh, Punjab, Madhya Pradesh, Rajasthan y Himachal Pradesh; cocciones similares pero con canalizaciones de aire horizontales se localizan en Madhya Pradesh y partes del Rajasthan y Gujarat; finalmente otra variante de estas estructuras pero sin canalizaciones explícitas de aire se encuentra en Madrás y Andhra Pradesh.

3. Cocciones abiertas en hoyo que implican la ausencia de estructuras arquitectónicas

Se trata generalmente de hoyos abiertos en la tierra que se cubren con el propio combustible utilizado en la cocción. La función de estas estructuras es conservar durante más tiempo la temperatura generada por la combustión reduciendo los puntos de contacto con el aire. Podemos distinguir entre los hoyos cubiertos sólo con estiércol y los cubiertos con fragmentos de vasijas rotas:

3a) Hoguera de pequeño tamaño (se utiliza generalmente para cocer un reducido número de piezas) en hoyo profundo cubierto por boñiga o bostas. Esta técnica es utilizada por los alfareros de la región de Kavango en Namibia (August, 1982); los ceramistas de los valles de Makapata o Kucho en la provincia peruana de

Paucartabo (Ravines 1978: 427-428); o poblaciones alfareras de Camerún (Gosselain 1995: 153-155).

3b) Hoguera de pequeño tamaño en hoyo poco profundo cubierto exclusivamente por leña seca. Este tipo de cocciones ha sido documentada por Rye y Evans (1976: 13-16, 212) en la región de Chitral en Pakistán.

3c) Hoguera de gran tamaño en hoyo poco profundo cubierto por fragmentos de vasijas rotas leña seca y estiércol. El diámetro de la pira de cocción puede llegar a los tres metros y medio y una altura de un metro y medio. Estas cocciones son estructuras intermedias entre la cocción abierta de superficie y la cocción abierta en hoyo. Son utilizadas para realizar cocciones de un volumen mayor de fragmentos que las de hoyo o las de superficie. Cocciones de este tipo se han localizado en la costa norte del Perú, en las poblaciones de Morropé (Shimada 1994: 307-311) y Simbilá (Litto 1976: 12-17; Ravines 1978: 413-415).

4. Cocciones cerradas en hoyo que implican la ausencia de estructuras arquitectónicas

Un ejemplo de este tipo de cocciones lo encontramos entre las alfareras de la tribu Gazua del norte de Marruecos donde cubren las vasijas destinadas al comercio con una capa de fragmentos rotos de cerámica, otra capa de bosta seca y una tercera de estiércol fresco (Gonzalez Urquijo et al. 2001: 14-16). Aquí el estiércol fresco funcionaría igual que si se tratase de tierra.

5. Cocciones abiertas con estructuras arquitectónicas no permanentes

Un ejemplo de esta técnica la encontramos descrita por Ravines (1978: 456-457) en la población de Ccaccasiri en la región de Huancavelica o por Litto (1976: 22-27) en la población de Machacmara, ambas en el Perú. Se trata de una estructura abierta delimitada por sus lados, de forma circular, por un muro de piedra de medio metro de altura donde se colocan las vasijas y se cubren con bostas y paja, dejándose cocer durante unas 20 o 30 horas. Se pueden destacar también las estructuras semiexcavadas a modo de zanjas delimitadas por un pequeño muro en la costa de Andhra Pradesh y las cocciones que encierran mediante un pequeño muro las cerámicas a cocer en la región de Maharastra en la India (Sarawasty y Behura 1966: 14-119).

6. Cocciones cerradas con estructuras arquitectónicas no permanentes

En la zona de Bomboret Valley al Norte de Pakistán Rye y Evans (1976: 13-16, 207) han documentado un sistema de cocción en hoyo forrado y tapado con una capa de piedras del entorno.

7. Cocciones abiertas con estructuras arquitectónicas permanentes

Nos referimos a estructuras construidas formando un horno de una sola cámara con una cobertura superior abierta, cubierta únicamente con fragmentos de vasijas o desechos variados. Dentro de este grupo distinguimos entre:

7a) Estructuras arquitectónicas permanentes en forma de pozo de planta circular o cuadrada donde las vasijas están separadas del combustible por una parrilla. Este

tipo de estructuras son las que tienen una mayor dispersión entre las cocciones realizadas en estructuras arquitectónicas permanentes. Ejemplos de esta técnica la encontramos en muchos hornos de Galicia (Vázquez Varela: 2000: 137-158); en diferentes puntos del Alto Egipto (Nicholson y Patterson 1985: 223-239, 1989: 71-86); entre los alfares de la isla de Cerdeña (Annis 1985: 246-252); entre unas pocas alfareras de los Tuxtlas en México (Arnold 1991: 54-56); en este caso se trata de pequeños hornos contruidos de adobe, piedras y arcilla; en la población de Pomaire en el centro de Chile (García Rosselló 2006a: 302-304, 2006b: 176-197); en muchos centros alfareros de Ecuador (Sjoman 1992); o en las regiones de Jammu y Cahemira de la India donde la zona destinada a la combustión está excavada (Sarawasty y Behura 1966: 122).

7b) Estructuras similares a las anteriores, pero sin un espacio que separe el combustible de la cerámica. Ejemplos de ello los encontramos en el África sub-sahariana (Gosselain 1995: 153-155) o en gran parte de los alfares de Pakistan (Rye y Evans 1976).

7c) Estructuras arquitectónicas permanentes, donde la zona destinada al combustible está excavada y la zona destinada a las vasijas está completamente abierta. Sarawasty y Behura (1966: 120-122) han descrito este sistema en las regiones de West Bengal, Orissa, Assam y Bihar de la India.

8. *Cocciones cerradas con estructuras arquitectónicas permanentes*

Son los hornos más evolucionados pudiendo ser similares a los anteriores, presentan una cobertura permanente del techo. Ejemplos de ello se pueden encontrar en Ecuador (Sjoman 1992); o Colombia o Venezuela (Litto 1976: 146-190).

3. ANÁLISIS DE LAS EVIDENCIAS DE COCCION MACROSCÓPICAS

Durante la cocción se producen una serie de reacciones que afectan de diferente modo a los objetos cerámicos. El aspecto final de las vasijas está condicionado por diferentes variables. Entre ellas podemos destacar:

A) Variables propias de la vasija cerámica.

A1. El tipo de pasta arcillosa con la que se ha fabricado la vasija. El comportamiento térmico de la vasija va en función de los materiales que componen la pasta arcillosa, especialmente los materiales orgánicos, el hierro o los carbonatos cálcicos y otro tipo de inclusiones, la granulometría de los mismos, etc. Por ello, cualquier estudio sobre el aspecto que adquieren las cerámicas, fruto del sometimiento de las mismas a una combustión, debe contemplar la composición la pasta arcillosa (Clöp, 2001:60).

A2. Aspectos tecnológicos como el grosor de la pasta, el sistema de levantado, los tratamientos de superficie, etc. Todos estos aspectos influyen en el comportamiento térmico de la cerámica (Clöp, 2001:60)

B) Variables que se relacionan con el tipo de cocción.

B1. El tipo de horno utilizado por el ceramista que influye en la atmósfera y la temperatura de cocción

B2. El tipo de combustible seleccionado, que condicionará, junto con el horno, el ritmo de aumento del calor.

B3. La posición en la que se deposita la vasija para su cocción, lo que determinará microatmósferas de cocción así como diferentes choques térmicos sobre la pieza.

Todas estas variables determinan el tipo y las características de la cocción que inciden sobre la coloración, dureza y porosidad de la pasta, sobre la forma final de la vasija y sobre las fracturas y grietas de origen térmico que se han podido generar durante la cocción.

Este conjunto de elementos conforman el corpus básico de las trazas macroscópicas de cocción. De su análisis pueden extraerse conclusiones sobre el tipo de horno, el tipo de atmósfera u atmósferas, algunas informaciones sobre temperaturas alcanzadas mediante los marcadores térmicos macroscópicos, la posición de la pieza en la estructura de cocción, etc. En cualquier caso, volvemos a enfatizar la necesidad de complementar estos análisis macroscópicos con otras estrategias de análisis de tipo arqueométrico que permitan precisar temperaturas y en parte atmósferas de cocción, cuando no se trate de pastas con inclusiones de tipo orgánico. En el caso de la identificación de inclusiones de origen vegetal en la pasta es mejor recurrir al análisis de texturas (Albero, inédito), que permiten constatar ordenación, tamaño y distribución de los negativos dejados por la combustión de los materiales orgánicos.

Sin embargo, para realizar un estudio de ese corpus de trazas macroscópicas de origen térmico se hace necesario una labor previa de discriminación de aquellas trazas que tienen un origen posterior a la cocción y que derivan de la vida de la vasija. Entre ellas podemos destacar, trazas de uso, documentadas en aquellas piezas que han servido para la cocción de alimentos y han estado en contacto con el fuego, trazas de reutilización, y trazas de origen tafonómico.

En las siguientes páginas desarrollamos estrategias de análisis para cada una de los grupos de trazas macroscópicas de origen térmico:

Aspecto cromático.

Modificaciones térmicas de la forma original de la vasija.

Aspecto de la pasta cerámica.

Grietas y fracturas de origen térmico.

3.1. Análisis cromático

El análisis cromático de las piezas cerámicas se muestra útil para realizar una aproximación a los sistemas de cocción. En este sentido, el análisis de la secuencia cromática del corte transversal y el análisis cromático de la superficie de las piezas nos puede dar información sobre el tipo o tipos de atmósfera de cocción realizadas, la tipología del horno, etc. Sin embargo, las limitaciones de este método obedecen a la variabilidad cromática que puede darse en una misma pieza y a la multitud de factores que influyen en la coloración de las pastas.

Como dice Rice (1987:333), *«El color de una pieza de arcilla cocida es una consecuencia de diversas variables de las cuales dos son las más importantes. Una es la talla, cantidad y distribución de las impurezas, el hierro sobre todo y el material orgánico presente en la arcilla cruda. El segundo concierne al tiempo, temperatura y atmósfera de cocción»*. La combinación de estos factores produce diferentes coloraciones en las pastas, que en muchos casos nos permiten conocer el proceso de cocción utilizado.

Dentro del primer grupo de variables, aquellas que engloban al tipo de minerales y a la materia orgánica presente en una pasta cerámica cabe tener en cuenta las siguientes reflexiones:

Respecto a los minerales incluidos dentro de la pasta cerámica debemos decir que el color está determinado principalmente por dos tipos de inclusiones: el material orgánico y

los componentes de hierro (Shepard, 1976, Rye, 1981, Rice 1987, Orton et al, 1994), lo que no excluye que otros minerales como el manganeso, la magnetita, etc puedan también influir en el color de las vasijas (Rice 1987).

La presencia de mineral de hierro no afecta al color obtenido por la cocción hasta que éste no se ha oxidado y se ha eliminado completamente el material orgánico presente en la pasta. La total oxidación del hierro ocurre cuando se incrementa la temperatura de cocción hasta aproximadamente los 900 o 950 grados. Una vez que esto ha ocurrido el color final de cocción depende principalmente del estado químico del hierro (Rice, 1987: 334, 336). Cuando el hierro está completamente oxidado produce colores rojos o marrones rojizos, mientras que el hierro en estado ferroso produce tonos grises, azulados, verdosos o gris-amarronado (Rice, 1987: 335). En cualquier caso el color también depende de la cantidad de óxidos de hierro presente en la arcilla. Shepard (1956: 150) propone coloraciones de la cerámica en función de la cantidad de hierro, cuando el resto de componentes se comportan igual: los óxidos de hierro en cantidad de 1% provocan tonos amarillentos una vez cocidos, en cantidad de 1,5 a 3% causan tonos amarronado o anaranjados y en cantidad de un 3% o más un color rojo.

Sin embargo, a pesar de lo comentado anteriormente, cuando los componentes del hierro llegan a altas temperaturas, o se cuecen en atmósferas reductoras, mixtas o con una atmósfera oxidante muy incompleta, el color de la vasija puede cambiar de tonalidades anaranjadas-rojas a marrones o negruzcas.

La influencia en las variaciones cromáticas por la presencia de material orgánico (raíces, fibras, humus, bostas), en la pasta cerámica, varía en función de la cantidad de carbono presente en la arcilla. Éste es muy variable y depende de que se hayan realizado acciones de incorporación de desgrasante vegetal o que nos encontremos con arcillas sedimentarias y de superficie, los cuales a veces contienen una alta cantidad de material orgánico.

La influencia en el aspecto cromático de una vasija, en función de la presencia de carbono en la arcilla es complejo. Cuando se produce una combustión, el carbono de la pieza se oxida y carboniza y se va eliminado desde el interior de la pieza hacia la superficie. Éste proceso genera gas anhídrido carbónico. Las condiciones necesarias para consumir el material carbonoso pueden variar de una vasija a otra, dependiendo de la cantidad de carbono presente en la arcilla, del espesor y porosidad de las paredes de la vasija, del tipo de minerales presentes o de la cantidad de oxígeno existente durante la cocción (atmósfera oxidante, reductora mixta). Todo ello condicionará la rapidez e intensidad con que el carbono se consume y desaparece de la vasija convertido en gas anhídrido carbónico.

El segundo grupo de variables que condicionan el aspecto cromático de las vasijas se relaciona principalmente con el tiempo, temperatura y atmósfera de cocción. En este sentido, sin tener en cuenta el tipo de pasta, atmósferas reductoras tenderían a generar pastas de tipo oscuro (gris-negro), vasijas cocidas en atmósferas oxidantes tenderían a generar tonalidades anaranjado-rojizas, mientras que atmósferas mixtas generarían contrastes cromáticos en las piezas. La variación de atmósferas a lo largo de una misma cocción originarían cambios cromáticos en la sección transversal de la pieza, mientras que la última atmósfera de cocción sería la que condicionaría, junto con otras variables (tiempo, presencia de materia orgánica, tipo de pasta y minerales incluidos, etc) el aspecto cromático de la superficie de la pieza. Por su parte, el tiempo y la temperatura de cocción también determinan la secuencia cromática, ya que el aumento de ambas variables supone un mayor nivel de combustión de la materia orgánica y una mayor afección térmica al resto de minerales presentes en la cerámica.

En definitiva, la combinación de ambos grupos de variables genera un amplio abanico de posibilidades cromáticas que pueden responder a muy variadas situaciones, lo que a veces imposibilita definir de manera excluyente cuáles fueron las variables que determinaron la secuencia cromática localizada en una vasija.

La consignación del color para conocer el sistema de cocción que han sufrido las cerámicas analizadas es objeto de un amplio debate entorno a su validez. Mientras que Shepard (1956:102-113) y Rice (1987: 339-343) enfatizan las virtudes de la utilización del código Munsell. Picon (1984, 1973) rechaza los códigos de color complicados y ejemplifica como pastas de la misma composición podrán tener coloraciones diferentes dependiendo de la temperatura alcanzada. Echalié (1984: 20-21) constató que pastas de composición diferente en una cocción similar producían coloraciones distintas. Cau (1997), en cambio plantea la consignación de variables cromáticas que se refieran a gamas de colores y que nos informen sobre el proceso de cocción.

Dentro de esta discusión parece más acertado referirse a gamas de color o a tonalidades concretas, aunque lo que verdaderamente ofrece información es la observación de los contrastes de color entre tonos claros y oscuros.

Aún así, el código Munsell se puede consignar junto a las gamas de color que utilizemos y, una vez finalizado el análisis de la colección de cerámica, unificar dicho código en gamas de colores, evitando así el error producido por criterios personales en el momento de identificar el color. En cualquier caso no se ha demostrado operativo usar códigos de colores excesivamente complejos.

Es especialmente interesante consignar sobre todo los contrastes de color producidos en distintas zonas de la sección transversal o en la superficie de una cerámica. La información obtenida sobre los contrastes en un corte trasversal de la vasija se refiere principalmente a la atmósfera de cocción, mientras que la que se obtiene de la superficie cerámica hace referencia al tipo de estructura de cocción utilizada o a la posición de la pieza.

Con el fin de mejorar la interpretación sobre la colocación de las piezas, el proceso de enfriamiento y el tipo de estructura de cocción, junto al análisis de la sección transversal y de la superficie de la vasija, es conveniente tener en cuenta la tipología de la boca y del cuerpo superior de las vasijas, analizando la correlación entre profundidad de la pieza, la obertura de la boca, la anchura de la boca, el diámetro máximo de la pieza y la tendencia de cerramiento del cuello respecto al diámetro máximo. Los datos obtenidos se cruzarán con el aspecto cromático de la superficie, las trazas de cocción y localizaciones cromáticas específicas, lo que permitirá apuntar interpretaciones sobre el tipo de estructura de cocción, colocación de la vasija y atmósferas y microatmósferas de cocción.

La descripción del aspecto cromático de las piezas cerámicas debe desarrollarse a partir de la identificación de los individuos cerámicos caracterizados tipológicamente. Sólo se debe consignar el color en aquellas piezas con los perfiles relativamente bien conservados, tanto por su tamaño como por su estado de conservación. Las caracterizaciones sólo serán concluyentes si se realizan sobre piezas con un perfil representativo ya que la coloración puede ser diferente según la situación y posición de las diferentes partes del cuerpo de la pieza en la estructura de combustión.

El análisis cromático se realiza sobre dos aspectos de las vasijas:

1. Análisis cromático del corte transversal de las paredes de la vasija.
2. Análisis cromático de la superficie de las vasijas.

3.1.1. Análisis cromático del corte transversal de las paredes de la vasija

A la hora de realizar el análisis del corte transversal debemos distinguir entre el núcleo y márgenes exteriores. En caso de existir una distinción cromática en cada una de estas zonas, debe consignarse el color principal y el color secundario.

Para la descripción de la secuencia cromática del corte transversal debemos empezar por el núcleo e ir hacia la superficie. Es conveniente que el análisis se realice sobre fracturas recientes con el fin de eliminar alteraciones postdeposicionales como elementos adheridos, o erosiones producidas una vez abandonada la pieza.

La secuencia y los contrastes cromáticos del corte transversal (núcleo, márgenes y superficie) deben relacionarse con las características de la pasta, las inclusiones, la temperatura y la atmósfera de cocción.

El estudio de cromático del corte transversal se estructura en dos niveles de análisis:

- El análisis de la secuencia cromática
- El análisis del grosor de las franjas cromáticas.

3.1.1.1. El análisis de la secuencia cromática

A grandes rasgos las secuencias cromáticas más comunes en el corte transversal pueden sintetizarse en los siguientes grupos (fig. 2):

- Corte transversal (núcleo-margen-superficie) homogéneo, tanto oscuro (O) como claro (C) sin diferencias entre el núcleo y los márgenes exteriores.
- Con diferenciación entre márgenes y núcleo. Dentro de este grupo podemos distinguir las siguientes variantes: núcleo oscuro y márgenes claros (C-O-C); con márgenes del corte transversal oscuros y núcleo claro (O-C-O); con margen interior oscuro y núcleo y margen exterior claro (O-C-C) o con margen exterior del corte transversal oscuro y núcleo y margen interior claro (C-C-O).

El núcleo es la parte de la pasta menos expuesta durante la cocción, por lo que está preservado de la atmósfera y de las temperaturas extremas. Es el último lugar donde llegan los efectos producidos durante la cocción.

Un núcleo de color oscuro (de gris a negro) puede relacionarse con las siguientes condiciones de cocción:

- A)
 1. Presencia de materia orgánica (carbono) en la pasta
 2. Cocción incompleta por lo que no se ha combustionado todo el carbono
 3. Una atmósfera de cocción tanto oxidante como reductora.
- B)
 1. Presencia o ausencia de materia orgánica en la pasta
 2. Deposición de carbono en el núcleo
 3. Cocción completa en la que se ha combustionado todo el carbono
 4. Atmósfera de cocción reductora

Un núcleo de color claro (de colores crema a rojizos) puede relacionarse con las siguientes condiciones de cocción:

- A)
 1. Presencia o ausencia de materia orgánica en la pasta.
 2. Cocción completa en la que se ha combustionado todo el carbono.
 3. Atmósfera oxidante.
- B)
 1. Presencia o ausencia de materia orgánica en la pasta.
 2. Cocción incompleta por lo que no se ha combustionado todo el carbono.
 3. Atmósfera oxidante.

Los márgenes exteriores e interiores de la sección transversal de la vasija se ubican entre el núcleo y la superficie y no siempre aparece con una coloración diferente. Cuando

el color es igual al núcleo significa una cocción larga y estable hasta alcanzar un equilibrio homogéneo en toda la vasija. En estos casos las condiciones de cocción son idénticas a las ya descritas para el núcleo.

Cuando los márgenes presentan variaciones cromáticas respecto al núcleo pueden relacionarse con diferentes situaciones de cocción. Entre ellas podemos destacar como más representativas las siguientes:

1. Que las variaciones cromáticas se relacionen con la posición y diámetro de la boca de la vasija. Ello genera microatmósferas de cocción, que dan como consecuencia diferencias cromáticas entre los márgenes interior, exterior y núcleo. Vasijas colocadas boca abajo, una encima de otra, o piezas con diámetros de boca muy estrechos, generan espacios cerrados en las que la atmósfera de cocción y la temperatura alcanzada pueden comportarse de manera significativamente distinta al resto del espacio de cocción. En estas zonas, suelen generarse atmósferas reductoras o con poco oxígeno y temperaturas no tan elevadas como en el resto del espacio de cocción.
2. Que las variaciones cromáticas se relacionen con un consumo parcial del carbono existente en la pasta cerámica. Debido a una baja temperatura o a un tiempo reducido de cocción es posible que el carbono se haya consumido en los márgenes pero no en el núcleo. Esta condición de cocción genera diferencias cromáticas entre el núcleo, que tiene a tener una coloración más oscura, y unos márgenes mucho más claros.
3. Que las variaciones cromáticas se relacionen con un consumo total del carbono en el núcleo y una deposición del mismo en los márgenes.
4. Que las variaciones cromáticas se relacionen con cambios en la atmósfera de cocción pasando de momentos reductores a oxidantes o viceversa.

Entre el margen y el exterior de la vasija puede aparecer una delgada línea que se refiere a la superficie de la pieza. Es mejor consignar el color de la sección transversal en la zona de la superficie y no la superficie propiamente dicha para evitar alteraciones producidas por concreciones o pérdidas de color motivadas por procesos sedimentológicos.

Cuando la superficie de la pieza presenta la misma gama cromática que el resto del corte transversal de la pared de la pieza, nos indica la presencia de una cocción larga y estable, lo que acaba generando un equilibrio y homogeneidad cromática de todo el corte transversal. Cuando observamos esta homogenización cromática, las condiciones de cocción son las ya descritas cuando analizábamos las variaciones cromáticas del núcleo.

Las variaciones cromáticas entre la superficie de la pieza y el resto de las áreas del corte transversal de la pasta pueden deberse a diferentes condiciones de cocción, existiendo una combinación de atmósferas. Aquí las posibilidades son muy variadas, tres son las más comunes:

1. La oxigenación de la vasija cuando aún esta caliente y ha tenido una combustión reductora o con una falta parcial de oxígeno provoca un color oscuro en núcleo y márgenes y un color rojizo en la superficie.
2. La reducción de la vasija cuando aun esta caliente después de una cocción oxidante produce oxidación de márgenes y núcleos y reducción de superficies presentando un color grisáceo.
3. Superficies mixtas con contrastes claros y oscuros respecto al margen. Esta situación cromática suele relacionarse con la presencia de microatmósferas de cocción en condiciones reductoras, debidas a la posición de la pieza (boca abajo o una encima de la otra), bocas de diámetros reducidos o el contacto de la vasija con el combustible.

3.1.1.2. El análisis del grosor de las franjas cromáticas

Junto a la consignación del contraste cromático debe realizarse un análisis del grosor de cada una de las franjas cromática, así como un análisis de su delimitación (difusa o delimitada).

Análisis del grosor de las franjas cromáticas

El grosor de cada una de las franjas cromáticas (núcleo, márgenes, superficie) nos informa sobre el tiempo al que se ha sometido a la pieza a una determinada atmósfera. Algunas veces la combinación de diferentes contrastes entre claro y oscuro en la sección transversal puede indicar fluctuaciones complejas entre diferentes atmósferas de cocción (Rice, 1987: 335).

La observación de una homogenización cromática de todo el corte transversal nos refleja una cocción larga y una atmósfera de cocción estable, lo que determina un equilibrio y homogenización cromática del corte transversal de las paredes de la vasija.

En otros casos la presencia de variaciones en la atmósfera de cocción genera diferencias cromáticas en cada una de las zonas del corte transversal:

A grandes rasgos podemos dividir el grosor de las franjas cromáticas en tres grandes grupos:

1. Núcleo grueso y márgenes finos. Este grupo se relaciona con dos condiciones de cocción:

- a. con cambios de la atmósfera de cocción en los momentos finales.
- b. con un consumo reducido de la materia orgánica debido a un tiempo breve cocción o a una temperatura baja de cocción.

2. Núcleo fino y márgenes gruesos. Este grupo se relaciona con dos condiciones de cocción:

- a. con cambios de la atmósfera de cocción en los momentos iniciales.
- b. con un consumo importante de la materia orgánica pero no total debido a un tiempo largo de cocción o a una temperatura alta de cocción

3. Margen exterior fino y margen interior grueso. Este grupo se relaciona con dos condiciones de cocción:

- a. con un cambio en el momento final de la atmósfera de cocción exterior, pero un mantenimiento de la atmósfera de cocción en el interior de la vasija en función de la posición de la pieza (boca abajo o una encima de la otra boca abajo) o un diámetro de la boca de la vasija muy reducido.
- b. con un consumo menor de la materia orgánica en el margen interior respecto al margen exterior, debido a diferencias de temperatura a consecuencia de la posición de la pieza (boca abajo o una encima de la otra) o un diámetro de la boca de la vasija muy reducido.

4. Margen exterior grueso e interior fino. Este grupo se relaciona con dos condiciones de cocción:

- a. con un cambio en el momento final de la atmósfera de cocción interior, pero un mantenimiento de la atmósfera de cocción en el exterior de la vasija en función de la posición de la pieza: una encima de la otra, boca arriba, o un diámetro de la boca de la vasija muy amplio, lo que facilita el cambio de temperatura y atmósfera del interior respecto al exterior que esta inserto en otra pieza.
- b. con un consumo menor de la materia orgánica en el margen exterior respecto al margen interior, debido a diferencias de temperatura fruto de la posición de la pieza (boca arriba) o un diámetro de la boca de la vasija muy amplio, lo que facilita la pérdida de temperatura del interior respecto al exterior que está en contacto con otras piezas y, por lo tanto, la pérdida de calor es menor.

La delimitación de los márgenes del núcleo informa sobre el sometimiento de la pieza a una atmósfera de forma continuada e intensa para los tipos delimitados o cambios más lentos de atmósfera para los tipos difusos.

Sintetizando, en la siguiente tabla, lo anteriormente dicho, exponemos las variables que intervienen en la secuencia cromática del corte transversal de la pasta de las vasijas.

Variable	Variaciones cromáticas en las que interviene
Atmósfera de cocción	Cambios en la secuencia cromática del corte transversal
Tiempo de atmósfera de cocción	Cambios en el grosor de las franjas cromáticas
Consumo de materia orgánica	Cambios en la secuencia cromática del corte transversal Cambios en el grosor de las franjas cromáticas Cambios en la delimitación de las franjas cromáticas
Temperatura de cocción	Cambios en la secuencia cromática del corte transversal Cambios en el grosor de las franjas cromáticas Cambios en la delimitación de las franjas cromáticas
Posición de la vasija	Cambios en la secuencia cromática del corte transversal Cambios en el grosor de las franjas cromáticas Cambios en la delimitación de las franjas cromáticas
Posición del combustible respecto de la vasija	Cambios en la secuencia cromática del corte transversal Cambios en el grosor de las franjas cromáticas Cambios en la delimitación de las franjas cromáticas

3.1.2. Análisis cromático de la superficie

El aspecto cromático de la superficie hace referencia a las gamas de color y sus combinaciones en la superficie de la pasta, tanto en la interior como en la exterior, además de en el borde y en la base.

El color de la superficie de la cerámica depende, al igual que en el corte transversal, de dos grupos de variables:

Aquellas que se relacionan con las condiciones de cocción:

- Atmósfera final de cocción.
- Temperatura de cocción.
- Tiempo de cocción.
- Posición de la vasija.
- Posición del combustible respecto a la vasija.

Aquellas que se relacionan con las características de la pasta cerámica

- Presencia de materia orgánica.
- Presencia de inclusiones minerales, en especial los óxidos de hierro.
- El grosor de las paredes y su nivel de porosidad.

El análisis cromático de la superficie cerámica se estructura en tres tipos de reconocimiento:

- a. Aspecto cromático de superficie (ACS)
- b. Trazas cromáticas de cocción (TCC)
- c. Localizaciones cromáticas específicas (LCE)

A. La consignación del aspecto cromático de superficie (ACS)

El aspecto cromático de superficie nos informa principalmente sobre el tipo de estructura de combustión (abierta, cerrada, con cámara, etc) y las posibilidades que tiene ésta para generar atmósferas de cocción constantes en los momentos finales de cochura.

En este sentido, superficies cromáticas homogéneas en la superficie de las vasijas nos reflejarían unas estructuras de cocción, que han podido generar en los momentos finales, una atmósfera de cocción constante, en cuanto a la presencia de oxígeno y temperatura. Estas condiciones de cocción constantes suelen generarse en estructuras de cocción cerradas y en donde el combustible no está en contacto directo con las vasijas.

Por su parte, superficies cromáticas heterogéneas nos informan sobre estructuras de cocción, donde en los momentos finales de combustión, ni la presencia de oxígeno, ni temperatura, se mantienen constantes. Este tipo de condiciones suelen generarse en estructuras de combustión abiertas y en las que el combustible o el fuego están en contacto con las piezas.

Por último, una superficie cromática homogénea pero distinta en el interior de la vasija y en el exterior nos evidencia la presencia de temperaturas y atmósferas finales diferentes. Ello se relaciona principalmente con la posición de la pieza (una encima de la otra, piezas boca abajo) y con el diámetro de la boca (o muy estrechos o muy amplios).

B. Identificación de las trazas cromáticas de cocción (TCC)

Las trazas cromáticas de cocción hacen referencia a cambios de color en zonas específicas de la pieza. Estas variaciones cromáticas localizadas nos informan principalmente sobre la posición de la pieza en la estructura de cocción. (fig. 3)

A grandes rasgos, las trazas cromáticas de cocción pueden estructurarse en los siguientes grupos:

1. una superficie interior de diferente color.
2. una línea en el borde de diferente color.
3. borde y superficie interior de diferente color.
4. base exterior de diferente color.

C. Análisis de las localizaciones cromáticas específicas

El análisis de las localizaciones cromáticas específicas (LCE) se refiere a variaciones de color concretas que pueden localizarse en zonas muy variadas de la pieza. Su origen debe relacionarse con el contacto de la pieza con el combustible, con el fuego, o con otras piezas cerámicas durante la cocción. Generalmente estas trazas se ubican en la superficie exterior, aunque en piezas con boca de diámetro considerable se pueden ubicar en el interior. Por ello es importante resaltar la zona donde se observan y la forma que tienen.

Los tipos más comunes de las localizaciones cromáticas específicas son los siguientes (fig. 4):

- redondas
- alargadas
- en forma de anillo.

También es interesante reconocer si las manchas que aparecen son oscuras sobre una superficie clara o claras sobre una superficie oscura.

3.2. Modificaciones térmicas de la forma original de la vasija

Las cocciones a una temperatura superior al punto de fusión de los componentes que forman la pasta pueden provocar daños en la forma de la vasija. La zona afectada

puede llegar a ser pirolástica y doblarse o engrosarse distorsionando la forma original. Existen diferentes formas de distorsión de origen térmico, sin embargo, se debe contemplar la posibilidad de que, en ocasiones, el doblado obedezca a otras causas de distorsión, entre ellas podemos destacar la alta fragmentación de la vasija con lo que, una vez reconstruida, se producen defectos de forma debidos a la distorsión y doblado que han sufrido los fragmentos por efectos de presión postdeposicional.

Entre las modificaciones de la forma original causadas por una sobrecocción podemos destacar (fig.5: 1 y 2);

- Doblado del labio: es la forma más común de distorsión. Se caracteriza por la disminución o doblado del labio producida por una pequeña y suave sobre-cocción.
- Doblado o hundimiento de la base: esta situación provoca generalmente el doblado de todo el cuerpo al hundirse la base.
- Pequeño hundimiento del cuerpo: esta deformación se origina al haberse apoyado sobre un punto de la vasija, leña u otras piezas. Generalmente la deformación coincide con una coloración que indica una falta de oxígeno en ese punto.

3.3. Aspecto de la pasta cerámica

Como ya se ha comentado anteriormente, la temperatura alcanzada durante una cocción se puede conocer mucho mejor usando análisis arqueométricos. Sin embargo, el problema de este tipo de análisis radica en que no siempre es posible realizar un estudio amplio sobre diferentes colecciones de fragmentos por su elevado coste tanto en recursos como en tiempo. A su vez, este tipo de análisis presentan limitaciones a la hora de obtener datos de temperatura en pastas con abundante materia orgánica. Para que un análisis arqueométrico sea viable deben documentarse cambios en los cristales de los minerales, cosa que sólo es posible a partir de determinadas temperaturas que en algunas cocciones prehistóricas no se alcanzaba.

Ante este tipo de dificultades, un análisis macroscópico del aspecto de la pasta cerámica nos puede aportar una información que, si bien se muestra incompleta nos aporta la información sobre la temperatura alcanzada durante el proceso de cocción. En este sentido un análisis sobre, la dureza y la porosidad de la pasta, o sobre las trazas de origen térmico pueden ayudar a identificar de forma aproximativa la temperatura de cocción.

La poca dureza y desmenuzamiento de la pasta sirve para documentar una baja temperatura. El análisis a realizar se basa en el test descomposición de los componentes que conforman una pasta determinada. Poniendo en agua fragmentos cerámicos cuya temperatura de cocción es inferior al punto de fusión de sus inclusiones minerales tiende a desmenuzarse pasado un tiempo. El análisis de descomposición de la pasta, y el tiempo que se tarda para ello, nos dan información sobre la temperatura relativa de cocción. Fragmentos que una vez inmersos en el agua tardan poco en desmenuzarse, evidencian una temperatura más baja de cocción que aquellos otros que tardan más en desmenuzarse. Aquellos fragmentos que no se desmenuzan en su inmersión en agua nos dan información de una temperatura de cocción por encima del punto de fusión de los minerales de la pasta (Rye, 1981: 11).

Por su parte el nivel de dureza de la cerámica sirve para identificar una alta temperatura, porque la dureza de la cerámica se incrementa con la temperatura.

Las trazas de origen térmico (TOT) ayudan a documentar una alta temperatura o sobre-cocción. Entre las diversas trazas macroscópicas de origen térmico podemos destacar:

- Vacuolas esféricas y redondeadas. Su origen se relaciona con procesos de sobrecocción y son atribuibles a la presencia de material orgánico en la pasta y a la generación de gases debido a su combustión.

– Fusión o vitrificación del cuerpo en una zona o en la totalidad del cuerpo de la pieza. La sobre cocción causa generalmente en algunas pastas hinchazón o vitrificado de la superficie de la pasta.

El análisis de estas trazas de origen térmico se realiza mediante su consignación a nivel macroscópico y un análisis de texturas con lupa binocular en donde se puede medir la ordenación, tamaño y distribución de hinchazones, vacuolas. También es interesante documentar superficies brillantes donde las diferentes partículas se han fundido unas con otras (vitrificado). El problema radica en poder distinguir si estos efectos son fruto de la cocción o de los diferentes usos y procesos posdeposicionales que ha sufrido la vasija.

3.4. Grietas y fracturas

El calentamiento y enfriamiento rápido de las vasijas puede producir tipos característicos de fracturas y grietas (Rye 1981: 111-114). La mayor expansión de unos elementos sobre otros puede conducir a una situación de compresión, la cual origina tensiones que superan el umbral de ruptura, generando grietas y fracturas.

Estas fracturas y grietas térmicas pueden originarse por cambios bruscos de temperatura, en función de la posición de la vasija respecto al combustible, a diferencias de temperatura entre las superficies externas e internas de la pieza, o a las características de porosidad de la pasta y tamaño de las inclusiones. Todos estos factores generan diferentes ratios de expansión de los elementos que se encuentran en diferentes zonas de la pieza que conllevan la aparición de tensiones físicas, que favorecen la aparición de grietas y fracturas (Clop 2001: 61).

A su vez, la porosidad y el tamaño de las partículas pueden servir como reguladores de la conductividad. Por ejemplo una alta porosidad y partículas minerales de pequeño tamaño favorecerán la conductividad térmica y por tanto ayudaran a prevenir las consecuencias de las tensiones térmicas. Una buena conductividad térmica sirve para mejorar la resistencia a los cambios bruscos de temperatura, tanto cuando aumenta durante el inicio de la cocción, como cuando disminuye durante el enfriamiento (Clop 2001: 62).

A lo largo de la vida de la vasija las grietas de origen térmico pueden convertirse en fracturas lo que provocará la amortización de la pieza. La alta variabilidad de los tipos de fracturas hace difícil, en algunos casos, identificar claramente una fractura de origen térmico en la fase de cocción. Se hace especialmente complicada la diferenciación de fracturas térmicas producidas en el momento de la cocción de aquellas que se producen durante el uso de la vasija cuando entra en contacto con el fuego. En este sentido, la exposición de una vasija a un fuego constante para cocinar alimentos puede provocar, por ejemplo, fracturas horizontales con aristas a lo largo del perímetro de la base o fracturas de origen térmico, pero que no están relacionadas con el proceso de cocción.

Existen diferentes tipos principales de roturas y grietas de origen térmico (Hamer, 1975; Clop, 2001; Rye, 1981; Rice, 1987), entre ellas podemos destacar las siguientes (fig. 5: 3, 4, 5: fig. 6) :

1. Grietas térmicas en forma de red: son unas finas grietas a modo de red en la superficie que algunas veces tienen forma hexagonal. En algunos casos extremos, las roturas se extienden a lo largo de grandes zonas pudiendo penetrar en las paredes formando grietas mucho más profundas. Estas grietas obedecen a la exposición rápida al calor anterior a la descomposición de los minerales de arcilla (entre 300 y 500 grados).

2. Grietas en forma de estrella: se trata de una serie de líneas radiales desde un centro común con un diámetro que nunca supera un centímetro en el exterior de la superficie.

Las roturas son provocadas por la expansión de granos de mineral que sobresalen de la superficie en pastas groseras durante un rápido calentamiento (Hamer, 1975: 84). Si el grano es de cuarzo, la grieta se produce generalmente cuando el cuarzo se modifica térmicamente (573 grados).

3. Desconchados o fracturas laminares: Son provocados por cambios bruscos en la temperatura de la pieza. Entre ellos cabe destacar las fracturas concéntricas alrededor de la pieza unidas por fracturas verticales (Hamer 1975: 107).

El origen de las fracturas laminares se relacionan con:

a. La expansión de la humedad desde el centro de la pared de la vasija causando grandes desprendimientos. Ocasionalmente pueden atravesar la pared. Este fenómeno ocurre cerca de los 300 grados y es muy común en paredes densas que no se han secado completamente. Cuando se calienta la arcilla, el agua que contienen sale a la superficie en forma de vapor de agua. Si el aumento de temperatura es muy brusco, el vapor de agua genera una gran presión en el interior de la arcilla para poder salir y esto puede provocar, primero el desconchado y después, la fractura de la pieza (Clop, 2001; Rye, 1981; Rice, 1987)

b. Granos que sobresalen de la superficie de la pasta y que por medio de un rápido calentamiento se desprenden de la superficie formando pequeños desconchados de superficie cóncava. Este tipo de fracturas laminares obedecen a las mismas causas que las grietas en forma de estrella.

c. La transformación de granos de carbonato de calcio (concha, coral, caliza o roca caliza) en óxido de calcio. Esto se puede producir cuando la temperatura es suficientemente alta como para descomponer el carbonato cálcico y transformarlo en óxido de calcio. Si tiempo después el óxido de calcio se combina con vapor de agua formando hidróxido de calcio, que tiene un gran volumen, éste intenta salir, presionando la pasta, lo que causa normalmente formas cónicas dejando un polvo blanco.

4. Fracturas verticales: Cuando las vasijas se enfrían muy rápidamente el calor se pierde rápidamente hacia el borde. Este enfriamiento pone al borde en tensión produciéndose una fractura. Ésta es más ancha en el borde que en su parte inferior.

4. REFLEXIONES FINALES

La enorme complejidad derivada de los sistemas de cocción prehistórica genera múltiples evidencias que obligan a los investigadores a definir estrategias diversas para su análisis. Todas ellas deben considerarse como complementarias y no excluyentes. En este sentido, la información de un análisis estructurado, y de una consignación metodológicamente rigurosa de las trazas macroscópicas de cocción, nos aporta una información válida y complementaria a otras estrategias analíticas derivadas de protocolos de análisis arqueométricos.

Junto a esta información complementaria, el bajo coste y la relativa rapidez del análisis macroscópico, hace viable extender el protocolo de análisis a conjuntos cerámicos muy amplios que difícilmente podrían asumirse desde una estrategia arqueométrica.

Debido a ello se hace necesario establecer protocolos de consignación de las trazas macroscópicas de cocción con el fin de estandarizar la información y permitir comparaciones entre investigadores. El trabajo presentado en este artículo debe considerarse como una aportación metodológica en este sentido.

BIBLIOGRAFÍA

- ALBERO, D. (Inédito): Análisis textural de las cerámicas realizadas a mano procedentes del turriforme de Son Ferrer.
- ANNIS, M. B. (1985): «Resistance and Change: pottery manufacture in Sardinia», *World Archaeology*, 17. N° 2. Etnoarchaeology, 240-255.
- ARNOLD, D. (1978): «The ethnography of pottery making in the valley of Guatemala», en Wetherington, R., *The ceramics of Kaminaliuyu*, Pennsylvania University Press, Pennsylvania, 327-400.
- ARNOLD III, P. J. (1991): *Domestic ceramic production and spatial organization: a Mexican case study in ethnoarchaeology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BRONITSKY, G. (coord.), (1989): *Pottery Technology. Ideas and Approaches*, Special studies in archaeological research, 1989.
- BUXEDA, J.; CAU, M. A.; SAGRISTÀ, A.; TUSET, F. (1991): *Apretiation macroscòpique et détermination des fabriques XIII Congresos de la S.F.E.C.A.G.*, Cognac, 1991.
- BUXEDA, J. (1995): *La caracterización arqueométrica de la cerámica de Terra Sigillata Hispanica Avanzada de la ciudad romana de Clunia i la seva contrastació amb la Terra Sigillata Hispanica d'un centre productor contemporani, el taller d'Abella*, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- CALVO, M; FORNÉS, J.; GARCÍA, J.; GUERRERO, V. M.; JUNCOSA, E.; QUINTANA, C.; SALVÁ, T. (2004): *La cerámica prehistórica a mano: una propuesta para su estudio*, El Tall, Palma de Mallorca.
- CALVO, M; FORNÉS, J.; GARCÍA, J.; JUNCOSA, E. (2004): «Propuesta de cadena operativa de la producción cerámica prehistórica a mano», *Pyrenae*, 35 (1).
- CAPEL, J.; NAVARRETE, M.S.; HUERTAS, F.; LINARES, J. (1982): «Algunos aspectos del proceso de manufacturación de cerámicas neolíticas. Estudio del contenido en desgrasantes mediante lupa binocular», *Cuadernos de Prehistoria de Granada*, 7, 73-109.
- CAPEL, J.; LINARES, J.; HUERTAS, F.; NAVARRETE, M. S. (1984): «Cerámicas con decoración a la almagra: identificación y caracterización de los términos almagra, aguada y engobe. Proceso decorativo», *Cuadernos de Prehistoria de Granada*, 9, 97-114.
- CAPEL, J.; LINARES, J.; HUERTAS, F.; MUÑOZ, P. (1986): «La sima de los intentos: estudio óptico y mineralógico», *Cuadernos de Prehistoria de Granada*, 11, 65-71.
- CAU, M. A. (1993): *Las Cerámicas tardorromanas de cocina modeladas a mano o a torneta de Sa Mesquida (Calvià, Mallorca): caracterización macroscòpica, caracterización arqueométrica y estudio arqueológico. Una propuesta metodològica*, Barcelona.
- CAU, M.A. (1997): *Cerámica tardorromana de cocina de la Islas Baleares: Estudio arqueométrico*, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- CLOP GARCIA, X. (2001): «El foc y la cerámica», *Cypsela*, 13, 59-72.
- COLL CONESA, J. (2000): «Aspectos de tecnología de producción de la Cerámica Ibérica», *Saguntum Extra (3) 2000*: 191- 207.
- ECHALIER, J. C. (1984): «Éléments de technologie et d'analyse des terres cuites archéologiques. Méthodes et techniques», *Documents d'Archéologie Méridionale*, 3, 40.
- GARCIA ROSSELLÓ, J. (2006a): *La tecnología como herramienta para documentar los procesos de cambio y los sistemas de organización de la producción cerámica: Un estudio etnoarqueológico en los valles centrales de Chile*. Memoria de Investigación. Departament de Ciències Històriques i Teoria de les Arts, Universitat de les Illes Balears, Palma.
- GARCIA ROSSELLÓ, J. (2006b): «La producción cerámica en los valles centrales de Chile», en CSIC., Institució Milà i Fontanals. Departament d'arqueologia i antropologia. *Etnoarqueologia de la Prehistoria: más allá de la analogía*, Ministerio de Educación y Ciencia. Treballs d'etnoarqueologia, 6, Barcelona.
- GONZÁLEZ RUBIAL, A. (2005): «Etnoarqueología de la cerámica en el Oeste de Etiopía», *Trabajos de Prehistoria*, 62 (2), 41-66.

- GONZÁLEZ URQUIJO, J.; IBÁÑEZ ESTÉVEZ, J. J.; ZAPATA, L.; PEÑA, L. (2001): «Estudio etnoarqueológico sobre la cerámica Gazua (Marruecos). Técnica y contexto social de un artesanado arcaico», *Trabajos de Prehistoria*, 58, nº 1, 5-27.
- GOSELAIN, O. P. (1992): «Technology and style: potters and pottery among Bafia of Cameroun», *Man (New studies)*, 27, 559-586.
- GOSELAIN, O. P.; LIVINGSTONE, A. (1995): «The Ceramics and Society Project: An Ethnographic and experimental Approach to Technological Choices», *KVHAA Konferensei* 34, Stockholm, 147-160.
- HAMER, F. (1975): *The potter's dictionary of materials and techniques*, Pitman Publishing, Londres.
- HODGES, H. W. M. (1962): «Thin sections of prehistoric pottery: an empirical study», *Bulletin of the Institute of Archaeology*, 3, 58-68.
- LAUER, P. K. (1974): *Pottery traditions in the d'Entrecasteaux. Islands of Papua*, Occasional Papers in Anthropology, 3, Anthropology Museum, University of Queensland, Queensland.
- LITTO, G. (1976): *South American Folk Pottery*, Watson-Guption, New York.
- LÓPEZ-MAZZ (2006): «Posibilidades y límites para una etnoarqueología de la cerámica Matis», en CSIC., Institució Milà i Fontanals. Departament d'arqueologia i antropologia. *Etnoarqueologia de la Prehistoria: más allá de la analogía*, Ministerio de Educación y Ciencia. Treballs d'etnoarqueologia, 6, Barcelona.
- MACIAS, J. M. (1993): *Ceràmiques grolleres tardo-romanes de l'Antiga Audiència, Tarragona. la ceràmica comuna a Tarraco en la segona meitat del segle V d.C. Caracterització macrosòpica i estudi arqueològic*, Tesis Doctoral, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- MAHIAS, M. (1993): «Pottery techniques in India. Technical variants and social choice», en LEMONNIER, P.: *Technological choices. Transformation in material cultures since the Neolithic*, Routledge, London, 157-180.
- MATSON, F. R. (1963): «Some aspects of ceramic technology», en BROTHWELL, D; HIGGS, E.: *Science in Archaeology*, Thames and Hudson, London.
- MAY, P.; TUCKSON, M. (1982): «The traditional pottery of Papua, New Guinea», Bay Books, Kensington.
- MERCADER, J.; GARCÍA-HERAS, M. (2000): «Ceramic tradition in the African Forest: Characterisation Analysis of Ancient and Modern Pottery from Ituri, D.R. Congo», *Journal of Archaeological Science*, 27, 163-182.
- NICHOLSON, P. T.; PATTERSON, H. L. (1985): «Pottery Making in Upper Egypt: an ethnoarchaeological study», *World Archaeology*, 17-2. Ethnoarchaeology, 222-239.
- NICHOLSON, P. T.; PATTERSON, H. L. (1989): «Ceramic Technology in Upper Egypt: a study of pottery firing», *World Archaeology*, 21-1. Ceramic Technology, 71-86.
- ORTON, C.; TYERS, P.; VINCE, A. (1997): *La cerámica en arqueología*, Ed. de Aubet, M^a Eugenia, Crítica Arqueología, Grijalbo Mondadori, Barcelona.
- PICON, M. (1973): «Notions générales sur la technologie des céramiques antiques», en Picon, M.: *Introduction à l'étude technique des céramiques sigillées de Lezoux*, 2, Laboratoire du C.E.R.G.R., Lyon.
- PICON, M. (1984): *Problèmes de détermination de l'origine des céramiques* P.A.C.T., 1984.
- RAVINES, R. (1978): «Cerámica actual de Caccasari, Huancavelica», en RAVINES, R.: *Tecnología cerámica*, Instituto de estudios peruanos, Lima, 447-473.
- RICE, P. M. (1987): *Pottery analysis: a sourcebook*, University of Chicago Press, Chicago.
- RYE, O. S.; EVANS, C. (1976): *Traditional pottery techniques of Pakistan*, 21, Smithsonian Contribution Anthropology, Washington.
- RYE, O. S. (1981): *Pottery technology. Principles and reconstruction*, Manuals on archaeology, 4, Taraxacum, Washington D. C.
- SARASWATI, B.; BEHURA, N. K. (1966): *Pottery techniques in peasant India*, Memoir, 13, Anthropological survey of India, Calcuta.
- SHEPPARD, A. O. (1956): *Ceramics for the archaeologist*, Carnegie Institute of Washington, Washington.

- SHIMADA, I. (1994): «La producción de cerámica en Morrope, Perú: Productividad, especialización y espacio vistos como recursos», en Shimada, I.: *Tecnología y organización de la producción de cerámica prehispánica en los Andes*, Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo editorial, Perú, 295-319.
- SJOMAN, L. (1992): *Vasijas de Barro. La cerámica popular en el Ecuador*, Centro Interamericano de Artesanía y Artes Populares. CIDAP., Cuenca.
- TELLO, J.C. (1978): «Tecnología y morfología alfarera y la cerámica Mochica», en RAVINES, R.: *Tecnología cerámica*, Instituto de estudios peruanos, Lima, 415-432.
- TUSET, F. (1991): *La Terra Sigillata de Clunia. Una propuesta metodológica para el estudio de las producciones altoimperiales*, Universitat de Barcelona, Barcelona.
- VARELA, V. (1992): *De Toconce «Pueblo de alfareros» a Turi «Pueblo de gentiles». Un estudio de etnoarqueología*. Tesis para optar al grado de Licenciada. Universidad de Chile, Santiago de Chile, 1992.
- VARELA, V. (2002): «Enseñanzas de alfareros Tocones: Tradición y tecnología en la cerámica», *Chungará*, 34-1, 225-252.
- VASCO, L. G. (1987): *Semejantes a los dioses. Cerámica Embera-Chamí*, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- VÁZQUEZ, M. (2000): *Etnoarqueología: estudiar el presente para entender el pasado*, Servicio de Publicacións. Deputación de Pontevedra, Pontevedra.
- VIROT, C. (1994): «L'association argile», en d'Antibes, XVe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Historie: *Terre Cuite et Société. La céramique, document, technique, économique, culturel*, APDCA, Juan-les-Pins, 351-357.

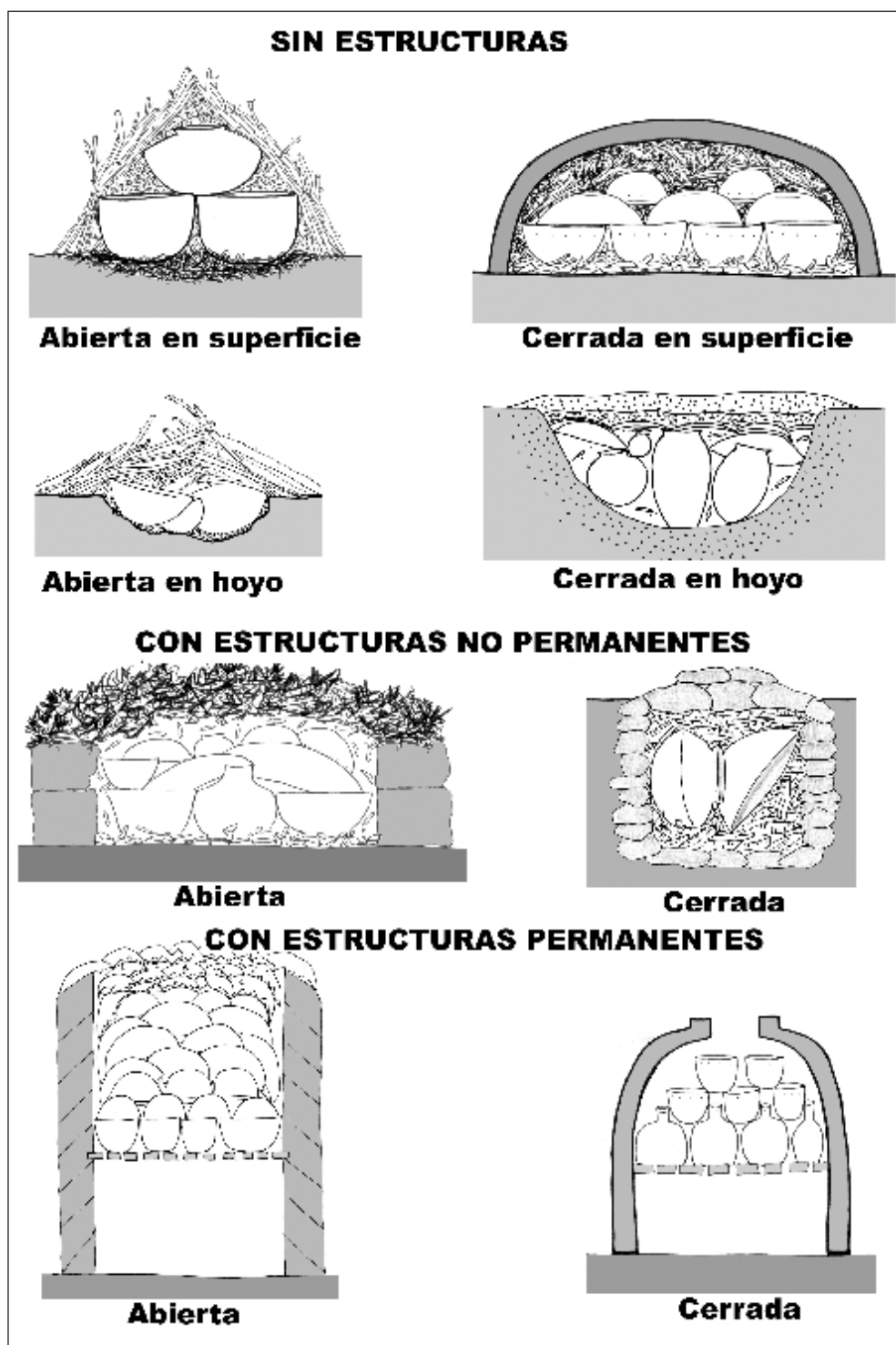


Fig. 1. Tipos de estructuras de cocción.

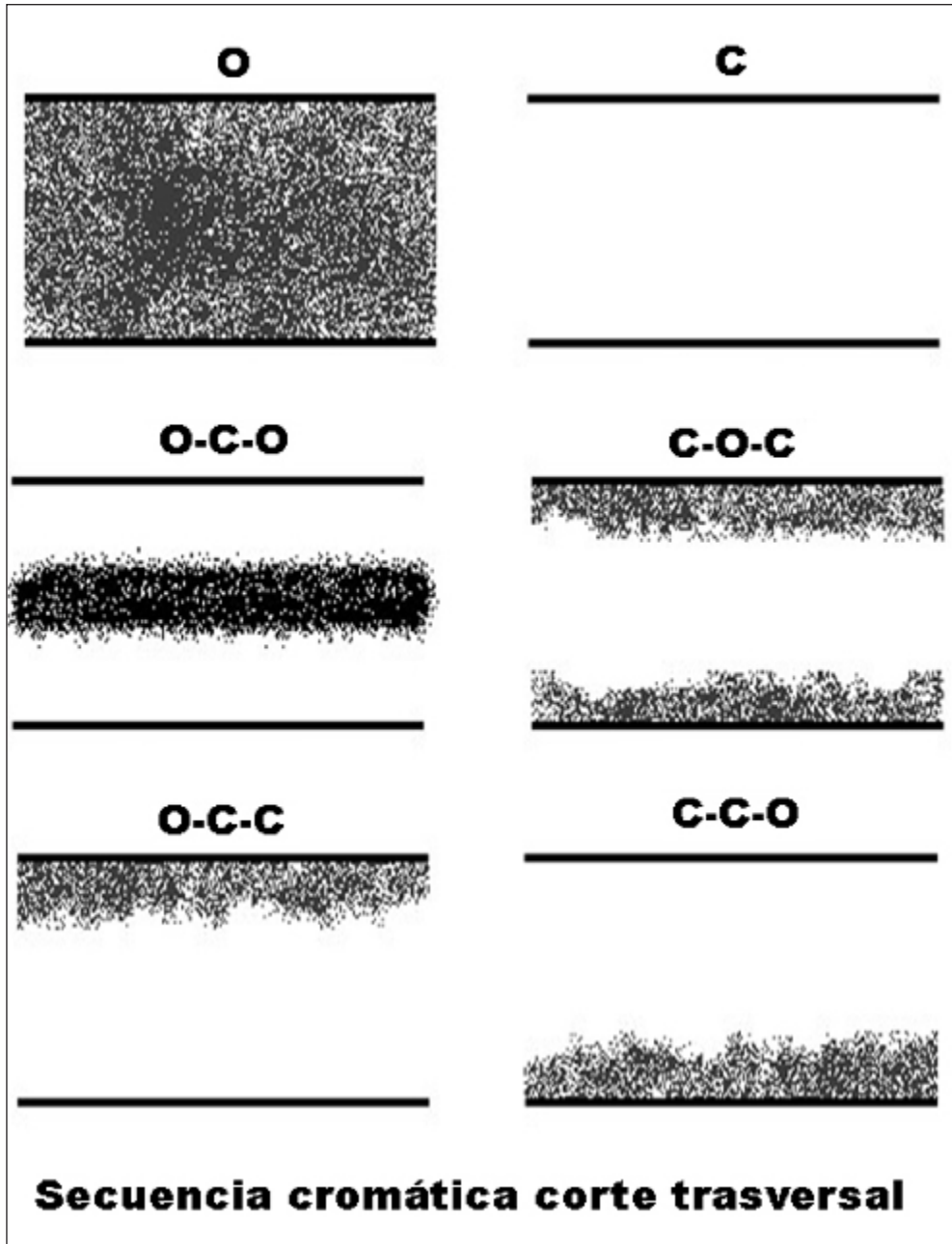


Fig. 2. Secuencia cromática trasversal.

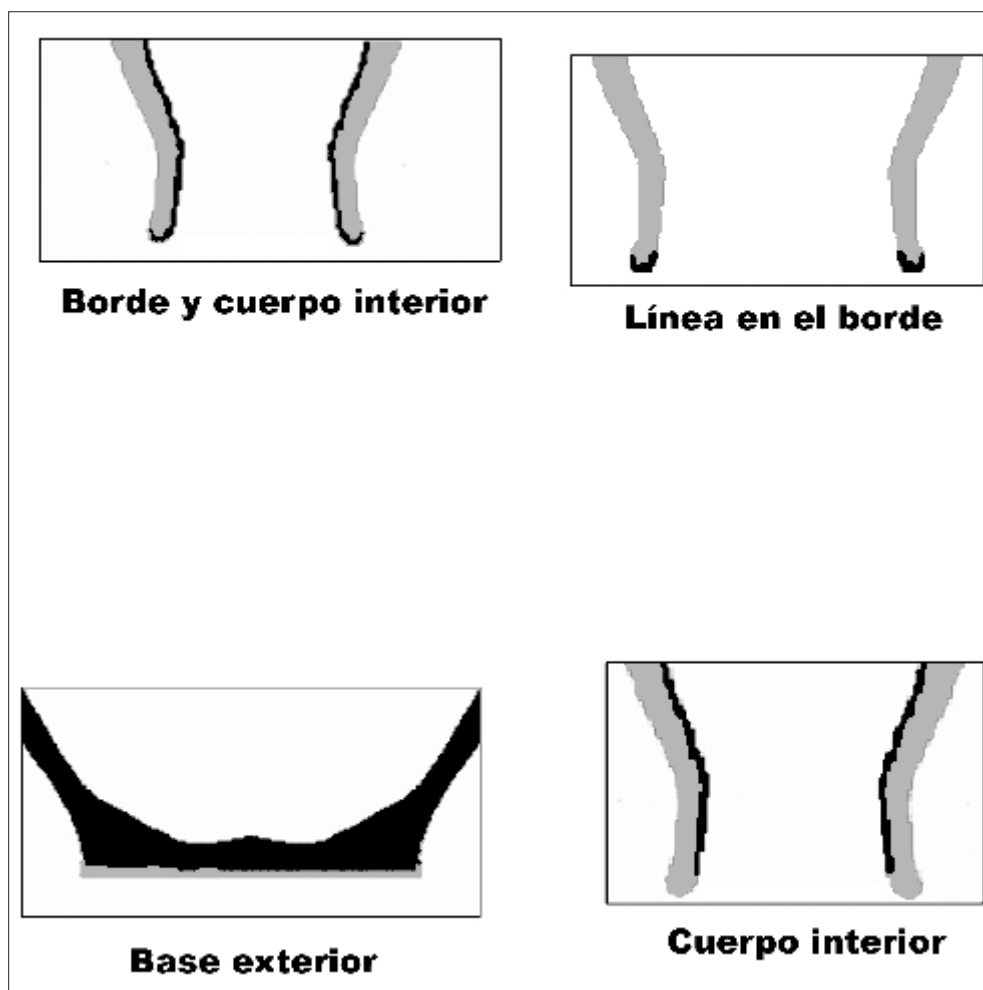


Fig. 3. Trazas cromáticas de cocción.

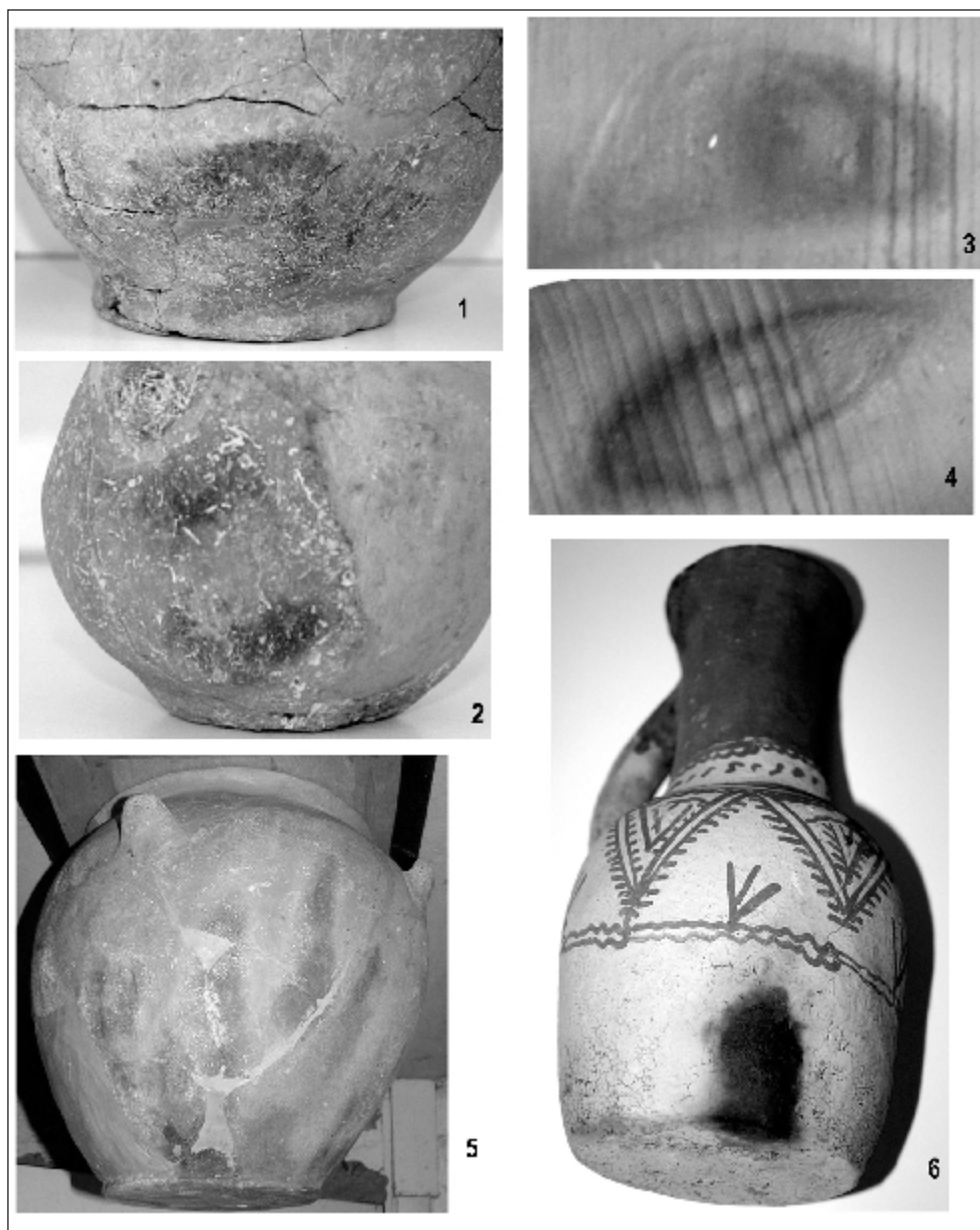


Fig. 4. Localizaciones cromáticas específicas.

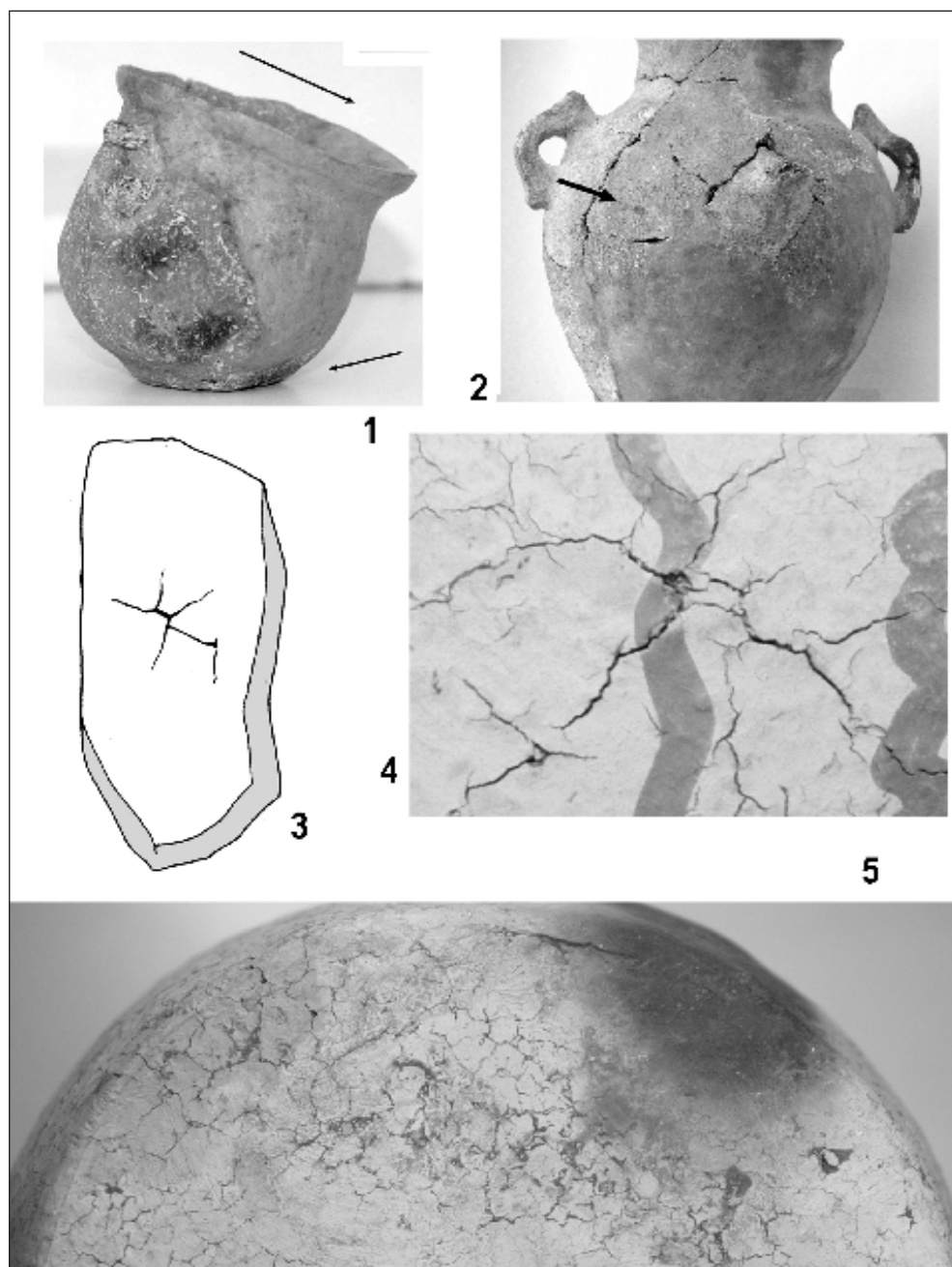


Fig. 5. Grietas y fracturas.

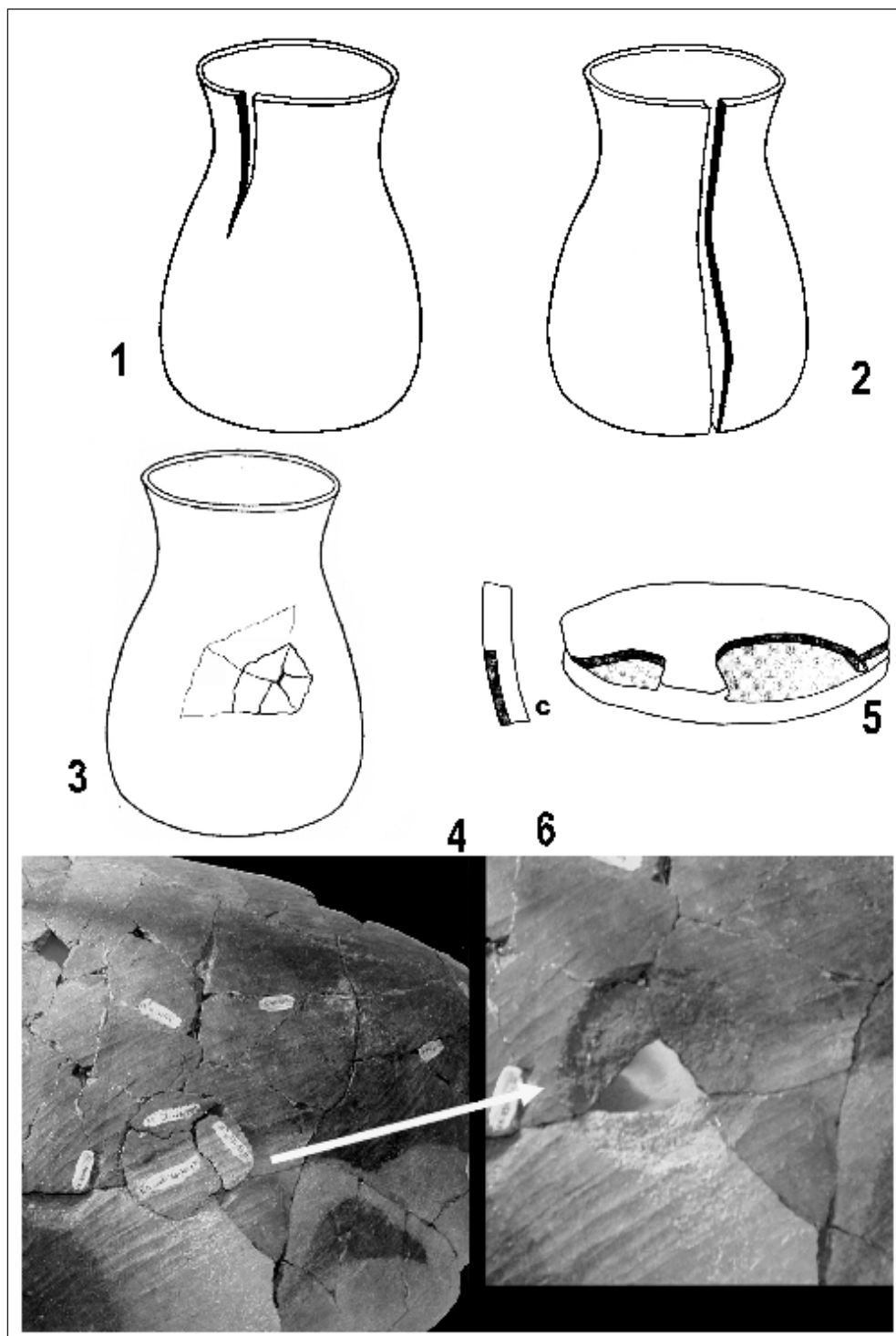


Fig. 6. Modificaciones térmicas de la forma original de la vasija y grietas y fracturas.



1

2



Fig. 7. Cocciones abiertas de superficie.