

CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS FUNCIONAL DE UN HORNO DE TIPOLOGÍA ROMANA DEL ÁMBITO DE LA BAHÍA DE CÁDIZ

CONSTRUCTION AND FUNCTIONAL ANALYSIS OF A KILN OF ROMAN TYPE IN THE BAY OF GIBRALTAR

Rita Benítez Mota*
Pedro Luíz Ruiz Macías*
M.^a José Torrejón García*
Sebastián Bayón Jordán*
Francisco Javier Ramírez Muñoz*
Francisco J. Giles Guzmán*

RESUMEN

En este trabajo presentamos los primeros resultados del trabajo realizado en el Laboratorio de Arqueología Experimental ERA. Se sometieron a experimentación sistemática diversos aspectos de las técnicas constructivas aplicables al Imperio Romano y la fabricación de alfares en el ámbito de la bahía de Cádiz.

Palabras clave: *Figlina*, horno romano, cocción de cerámicas, cúpula.

ABSTRACT

In this article, we present the results of the work realized in the Laboratory Experimental Archaeology ERA. There surrendered to systematical experimentation, diverse aspects about constructive technologies applicable to the Roman Empire and to the manufactures of “alphar” from bahía de Cádiz.

Keywords: Fliglina, Roman kiln, ceramic firing, dome.

I. DESCRIPCIÓN Y OBJETIVO DEL PROYECTO.

El objetivo primordial de este trabajo, y de todas las actividades que desarrollamos en ERA, es la utilización de la arqueología como instrumento de conocimiento y valoración del patrimonio histórico-arqueológico, ya que pensamos que no se puede apreciar aquello que no se conoce. Es aquí donde la arqueología experimental

juega un importantísimo papel, ya que a través de ella podemos reproducir tecnologías de épocas anteriores. La arqueología experimental es una ciencia que en la actualidad se encuentra en auge y cuya definición es difícil de ofrecer debido a su carácter novedoso y actual. Autores como Rowlands, Coles o Baena Preysler trabajan en perfilar dicho concepto, por lo que cabe divagar en estas cuestiones.

* ERA Laboratorio de Arqueología Experimental. E-mail: era@eracadiz.es

II. ELABORACIÓN DEL PROYECTO.

II.1. Breve reseña del contexto histórico-geográfico.

“*Sigue después Gádir, isla separada de la Turdetania por un estrecho canal y alejada de Kálpe en unos setecientos cincuenta estadios, que otros calculan en ochocientos. Esta isla, que en nada difiere de otras, gracias a la intrepidez de sus habitantes en las cosas del mar y a su adhesión a los rhomaíoi, ha experimentado un tal incremento en su fortuna de todo orden que, a pesar de alzarse en el extremo de las tierras, es la más famosa de todas*” (Strab., III, 1, 8). Con estas palabras que Estrabón acuñó en su “Geografía”, queremos poner de manifiesto la preponderancia que tuvo Gades en el ámbito comercial del Imperio Romano.

El comercio se convirtió en la fuente principal de la prosperidad imperial, y especialmente el comercio marítimo interprovincial. En este contexto, la bahía de Cádiz durante época imperial se alzó como uno de los principales enclaves comerciales de la Bética, situado en la desembocadura del Guadalquivir. No debemos olvidar la coyuntura que se presenta tras la proclamación imperial de Augusto, ya que existe una libertad casi absoluta para comerciar y que todo el comercio cuenta con iniciativa privada.

A este periodo de aperturismo mercantil, debemos sumar otro dato importante, y es que Gades cuenta con el patrocinio de los Balbo. Esta familia, se ganó a pulso el apoyo imperial tras sus colaboraciones con César en importantes batallas. Tanto es así, que Augusto nombra cónsul a L. Cornelio Balbo, siendo éste el primer provinciano que consigue ese honor.

El comercio en la bahía gaditana se centraba en los productos de primera necesidad. La característica “triada mediterránea” formaba el grueso de la mercancía, aunque también cabe destacar la fructífera producción de salazones y la fabricación de uno de los manjares más solicitados del Imperio, el *garum*.

Además de todo lo expuesto, las características geográficas de la bahía de Cádiz la convierten en un marco incomparable para ser un importante enclave comercial. Desde tiempos fenicio-púnicos, los ríos Guadalete y Guadalquivir actuaron como importantes vías de acceso hacia el interior, facilitando el comercio con los pueblos autóctonos. Al mismo tiempo, Gades ostentaba el control marítimo de la zona del estrecho de Gibraltar, por lo que el paso del Mediterráneo al Atlántico era un monopolio gaditano. No olvidemos el concepto de *portus*

gaditanus y su actuación como estación aduanera de la *Baetica* (Pérez – Ruiz – López, 1989).

La producción anfórica de la bahía de Cádiz, no es más que una evidente consecuencia de la lucrativa coyuntura que ofreció Gades a lo largo del periodo altoimperial. El ánfora, como elemento fundamental de transporte de mercancías, provocó el auge de otro sector industrial, la alfarería. El número de ánforas necesitadas en este creciente periodo productivo era colosal, por lo que la cifra de figlinas o alfares, era proporcional. La documentación textual y la arqueológica constatan una amplia producción anfórica en la bahía, que además queda refrendada por la aparición de *gadium amphorae* por todos los rincones del Imperio.

Como característica generalizada en la bahía, los alfares se encuentran ligados a las *villae*, por lo que el grueso de la producción no se encontraba en Gades. Los grandes comerciantes contaban con importantes alfares de su propiedad, que situaban cerca de la boca de la bahía para contar con una mayor vivacidad en sus movimientos mercantiles. Por ello, todas las poblaciones que bordean la costa, cuentan en su registro arqueológico con un amplio número de *figlinae*, entre las que cabe destacar Puerto Real, San Fernando, Chiclana y El Puerto de Santa María (fig. 1).

II.2. Descripción de la documentación arqueológica.

Como señalamos anteriormente, contamos con un fructífero registro arqueológico, en lo que a *figlinae* se refiere, dentro del ámbito de la bahía de Cádiz. La capacidad productiva de las *villae* queda constatada, tras la aparición en las dos últimas décadas de numerosos restos arqueológicos, donde el alfar es el protagonista principal. Centramos nuestro estudio, en un número limitado de estos alfares, eligiendo los más significativos de las zonas de Puerto Real y Chiclana, ya que estos poseen la estructura tipológica más frecuente en la comarca, y que posteriormente replicaremos en ERA.

II.2.1. Cerro de Ceuta.

Se sitúa en un cerro de 53 m de altitud. Se constata la aparición de una villa y de dos hornos; dichos alfares se dedican básicamente a la fabricación de ánforas. Toda la producción ronda el siglo I d.C. (Lagóstena, 1993). La verdadera relevancia de este enclave no es el horno en sí, mal conservado, si no el propio cerro que cuenta con un barrero. De esta manera se verifica la existencia en la zona de un punto de extracción de materia prima.



Figura 1. Fliginas de la bahía de Cádiz (comp. a partir de García Vargas, 1998, y Bernal Casasola – Lagóstena Barrios, 2004).

II.2.2. Torrealta.

Este alfar fue dado a conocer por Jiménez Cisneros, ubicado entre el término municipal de Puerto Real y el de Medina Sidonia. En las labores de excavación se documentaron dos hornos de idéntica factura, de planta circular y con doble cámara (4,25 m de diámetro). Poseía pilar central y disposición radial de los arcos de sustentación (Jiménez Cisneros, 1971). Estas *suspensurae* tenían un buen estado de conservación en uno de los dos elementos. Compartían una fachada levantada con restos cerámicos y piedra ostionera que les daba un aspecto robusto y compacto. La tipología de estos hornos es la denominada Cuomo IA, su periodo de utilización se corresponde con el siglo I d.C. y la producción era, casi en su totalidad, dedicada a las ánforas. También se ha constatado producción de cerámica común cuya diversidad formal se ignora (Lazarich– Sánchez – Ladrón – Núñez, 2001).

II.2.3. Olivar de los Valencianos.

Jiménez Cisneros llevó a cabo estas excavaciones donde se documenta la aparición de un horno de planta circular con doble cámara (6 m de diámetro), parrilla con pilar central y arcos radiales, también de la tipología Cuomo IA. Contaba como elemento diferenciador con un pasillo que conectaba el laboratorio con una habitación contigua, al parecer, acce-

so de la *pars urbana* de la villa (García Vargas, 1998, 174). Su cronología podemos enmarcarla entre los siglos I y II d.C.

II.2.4. El Gallinero.

Horno hallado cerca del caño del Trocadero, en una zona recientemente urbanizada. La existencia de cuatro zonas de vertidos propició la localización de un posible horno (García Vargas, 1995, 124-129). La excavación reveló su planta circular y el sistema de arcos radiales (Cuomo IA). Dicho alfar contaba con un muro de contención que sólo dejaba el flanco sur libre, donde se situó el *praefurnium*. La cámara de cocción contaba con un acceso simple en la parte este. Podemos datar esta estructura dentro del primer cuarto del s. I d.C.

II.2.5. El Fontanar.

A muy poca distancia del río Iro, a su paso por Chiclana, se documenta la aparición de dos alfares de planta circular y 3 m de diámetro, con parrilla sobre arcos radiales y *praefurnium* de bóveda de medio punto. Posee, al igual que los anteriores una característica común, su tipología Cuomo IA. Según la morfología de los restos, podemos datarlo en torno al primer tercio del siglo I d.C. (Lagóstena 1996).

II.2.6. Puente Melchor.

Esta excavación tiene una amplia repercusión en el ámbito arqueológico de la bahía de Cádiz puesto que, además de los alfares, posee diferentes estructuras pertenecientes a una *villae* de grandes dimensiones. Las primeras noticias acerca de la misma, aparecen a mediados del siglo pasado, pero no se lleva a cabo una excavación sistemática hasta 1994, con motivo de la realización de una variante de la nacional IV entre el Puerto de Santa María y Puerto Real.

Nuevas intervenciones (Lavado, 2004) han dejado al descubierto diferentes estructuras. Depósitos anfóricos, restos de grandes habitaciones, e incluso vestigios de un espacio funerario, convierten a este yacimiento en el de mayor extensión conocido en el ámbito de la alfarería. También su cronología abarca un amplio margen de utilización, ya que sus restos productivos conocidos hasta el momento se sitúan entre la tardorrepública y principios del siglo IV d.C.

Puente Melchor cuenta con cinco hornos bien documentados, pero son dos los que cuentan con mayor documentación, ya que se encuentran en un perfecto estado de conservación (Millán – Lavado, 2001). El primero de ellos, denominado horno A, presenta la tipología más común

en la comarca (Cuomo IA), estructura de planta circular con un diámetro de 5,75 m, una parrilla apoyada sobre arcos radiales, que a su vez descansan sobre un pilar central de 1,5 m. La cámara de cocción conserva una altura de 3 m y junto a ésta, aparece un pequeño y estrecho pasillo de 0,56 m. El *praefurnium* sólo pudo excavar desde el interior ya que estaba completamente cegado por tierra, aun así, contaba con un espacio abovedado por la unión de arcos de medio punto. El horno paralelo al anterior, al que Lavado (2004) calificó como horno B presentaba un sistema de sustentación diferente al anterior, ya que poseía una serie de brazos perpendiculares a la boca del *praefurnium* (Cuomo ID), que formaban una bóveda interior que atravesaba de extremo a extremo la cámara de combustión. La parrilla apareció desplomada, pero la boca del *praefurnium* contaba con un perfecto arco apuntado de fábrica de ladrillo. Probablemente el dintel de dicho arco sirviera de sustento a la parrilla. El resto de las dimensiones eran análogas al anterior alfar comentado.

II.3. Planteamiento del estudio experimental.

Una vez expuesta la relevancia estratégica de la bahía de Cádiz y contrastado el registro arqueológico, se observa la poca documentación arqueológica que existe acerca de uno de los elementos que forman parte de estas estructuras, la cúpula. El motivo de esta ausencia ha sido causa de debate, y es aquí donde nuestro trabajo puede arrojar cierta luz a la cuestión de este vacío en el registro arqueológico, a través de planteamientos fundamentados en la arqueología experimental. Intentaremos contrastar hipótesis del desarrollo de construcción de un alfar, y del proceso de cocción, así como la comprobación de la funcionalidad de una cúpula de carácter efímero. Factores como la temperatura alcanzada, la resistencia a las altas temperaturas o el resultado de la cocción de las piezas cerámicas, serán valorados en este trabajo experimental.

III. RECONSTRUCCIÓN EXPERIMENTAL.

III.1. Preparación de los elementos constructivos.

III.1.1. Fabricación del elemento constructivo: el ladrillo de adobe.

La extracción de la arcilla se efectuó en un barrero a 500 m dirección este del lugar donde construiremos el horno, en la finca propiedad del laboratorio. La proximidad de los barreros, agiliza la producción al proporcionar

materia prima abundante e inmediata. El otro elemento imprescindible para confeccionar el adobe, es la fibra vegetal. En nuestro caso, utilizamos la castañuela, una fibra vegetal muy común en los humedales de la zona. Este vegetal sirve como elemento de cohesión al barro. No debemos olvidar que estas arcillas no necesitan decantación, puesto que va a ser utilizado como elemento constructivo y que las pequeñas piedras pueden ayudar a dar consistencia a las piezas.

Posteriormente, las arcillas serán trituradas con un pisón para que se humedezca por completo. Las arcillas trituradas junto con la castañuela y agua serán mezcladas en barreños que luego iremos vertiendo en unos moldes preparados al efecto. Estos moldes están fabricados en madera, a modo de batería, con 5 unidades cada una. A lo largo del proceso de fabricación del adobe, utilizamos 15 moldes, con unas dimensiones de 78 x 12 x 4 cm, por lo que en cada tirada fabricamos 75 adobones. Debemos rellenar estos moldes, luego enrasar la parte superior y eliminar los restos para, pasados unos minutos, retirar el molde y dejar secar los adobes. El proceso de secado es lento, para que los adobes sean duros y resistentes ante las posteriores cocciones. El tiempo aproximado de secado es de un mes, periodo en el que debemos vigilar los adobones e ir girando sus caras, para que el secado sea paulatino por todos los lados. Se fabricaron 2.200 piezas. Tras el proceso de secado, las dimensiones finales de cada pieza fueron 7 x 12 x 4 cm, siendo éstas un poco más pequeñas que el tamaño usual del *sesquipedalis*, el ladrillo estándar utilizado por los romanos.

III.1.2. La arquitectura efímera.

a) El soporte de los arcos. La estructura de soporte o *suspensurae*, es vital para el desarrollo de la construcción del horno. Los arcos que conforman la estructura interior de la cámara de combustión, deberán ser suficientemente sólidos para soportar el peso de la parrilla, pero además no pueden ocupar mucho espacio ya que deben dejar hueco para el combustible.

El soporte de los arcos se confeccionará en madera, teniendo unas dimensiones 46 x 10 x 7 cm. Su función principal será facilitar la construcción de los arcos radiales, ya que en un principio los adobes descansarán sobre esta estructura de madera. Este soporte, reposará con uno de sus extremos, en el pilar central y el otro en la pared del alfar, de tal forma que el arco nazca en la pared de forma trabada con los adobes, y muera en dicho pilar central. Los arcos secundarios no descansan en el pilar

central, sino que lo hacen sobre los arcos principales, por ello, la estructura del soporte contará con una pequeña ramificación que hace posible su apoyo en el pilar central.

b) El soporte del *praefurnium*. De igual manera que para construir los arcos, necesitamos la ayuda de otra estructura efímera para la confección del *praefurnium*. Estas estructuras serán dos arcos unidos por tablillas. El arco interior será de mayor tamaño (10 x 46 cm) que el exterior (10 x 35 cm) para dar al *praefurnium* una boca en forma de embudo. Con posterioridad, sobre esta estructura, se construirá una falsa bóveda de cañón por aproximación de arcos de medio punto.

III.2. Selección de la ubicación del alfar y preparación del terreno.

Es una evidencia reseñar que la colocación del alfar no es un elemento aleatorio, y que por el contrario, la ubicación del mismo es una operación muy estudiada. Son varios los elementos técnicos a tener en cuenta para que el posterior trabajo sea completamente satisfactorio.

En primer lugar, deberemos buscar un lugar con pendiente, para facilitar la construcción del horno. Al situar el alfar en una zona sobreelevada, conseguimos facilitar el trabajo en varios campos. El *praefurnium*, debe quedar en una zona de fácil acceso, ya que es fundamental para mantener activa la cámara de combustión. Esta cámara de combustión será ubicada aprovechando la pendiente, para utilizar el mismo terreno como refuerzo (a modo de contrafuerte natural) de las paredes de la cámara. De esta forma, el *praefurnium* y la cámara de combustión quedarían por debajo del nivel del suelo y en un nivel inferior. El otro factor a tener en cuenta será la orientación, ya que deberemos estudiar cual es la dirección del viento predominante para situar la boca del *praefurnium* a contraviento, evitando el excesivo consumo de combustible.

Las limitaciones con las que contamos dentro de nuestro laboratorio, en lo que al terreno se refiere, provocaron que la fabricación del alfar fuese muy compleja. La ladera idónea para la colocación del horno ronda el 30% de pendiente, mientras que el desnivel con el que contábamos en el laboratorio experimental, era del 2%. De este modo, nos vimos obligados a modificar la estructura del terreno, para ubicar los elementos del alfar en el lugar más factible. Situamos la cámara de combustión por debajo del nivel del suelo y para ello debimos desalojar 1,5 m³ de tierra. A renglón seguido, desmante-

lamos 1,5 m más, para la ubicación del *praefurnium*. De este modo, la cámara de cocción quedó 60 cm por encima del nivel natural del suelo.

La orientación correcta del *praefurnium* con respecto a los vientos hubiera sido hacia el oeste, pero como ya señalamos con anterioridad, el terreno nos obligó a alterar las condiciones óptimas. Situamos su boca en dirección este, de manera que nos vimos obligados, a efectuar las cocciones los días de viento en calma. De tal modo que sin viento, provocamos un ahorro de combustible, así como un mayor control de las curvas de temperatura durante la cocción.

III.3. La confección del alfar.

III.3.1. La distribución y el estudio geométrico.

Una vez dispuestos todos los elementos constructivos, ejecutamos un estudio geométrico previo. La disposición de los arcos debe estar completamente estudiada para que no coincidan con la boca del *praefurnium* (fig. 1).

El alfar, de planta circular como ya hemos advertido, cuenta con diámetro exterior de 1,5 m e interior de 1,2 m, por lo que su radio es de 0,75 m. Su perímetro es de 4,71 m; los ocho arcos principales se separarán 0,59 m entre sí. El diámetro del pilar central, será de 50 cm. Al comenzar a levantar la pared de la cámara de combustión, debemos comenzar a dejar el espacio donde trabajaremos los ladrillos del *praefurnium*. No podemos hacer coincidir el nacimiento de los arcos con la boca de dicho *praefurnium*, por lo que cuando hagamos las marcas cada 0,59 m para la separación entre arcos, debemos situar el nacimiento de los arcos coincidiendo con la estructura saliente del *praefurnium*.

III.3.2. La cámara de combustión y el *praefurnium*.

La cámara de combustión y el *praefurnium* deben ser construidos simultáneamente. Comenzaremos elevando la pared de la cámara de combustión con hiladas de ladrillos en aparejo común, que combinaremos con el alzado del *praefurnium* para ir trabando ambas estructuras. Las hiladas de ladrillos se colocarán de manera transversal con respecto al eje del pilar central. De esta forma la pared queda más delgada pero bien protegida ante las dilataciones, ya que el muro exterior de tierra ejerce como contrafuerte. En el momento en que no contamos con esa pared natural, invertiremos la colocación de los ladrillos y pasaremos a ubicarlos por su parte más reducida (7 cm) en dirección al pilar central. Fueron sie-

te las hiladas levantadas hasta llegar al nacimiento de los arcos, siendo la altura de 35 cm. Esta elevación es consecuencia de la altura de los ladrillos (4 cm) más el mortero (este mortero está íntegramente fabricado con barro bien triturado y agua).

Una vez constituida la cámara de combustión, construiremos otro elemento básico, el pilar central (lám. 1). Con un diámetro de 50 cm levantaremos la circunferencia con adobe, hasta llegar a la altura adecuada. Luego será rellenado con mortero y restos de adobes en mal estado. A posteriori, debemos centrarnos en la construcción de los arcos radiales (lám. 1). Cada 0,59 m, debemos ubicar la estructura efímera correspondiente, para con posterioridad y sobre esta estructura de madera, comenzar a colocar los ladrillos. El adobe se apoyaría a lo largo de la estructura buscando la clave (punto más elevado con 10 cm) desde ambas direcciones. El segundo ladrillo más cercano al pilar central, se colocará de manera perpendicular, siendo utilizado como recurso técnico, ya que sobre los salientes del mismo descansarán los arcos secundarios.

El pilar central solo puede acoger los ocho arcos principales por lo que los arcos secundarios se apoyarán en los principales en su extremo más próximo al pilar central, modificando la estructura efímera que les sirve de soporte. Esta situación cuenta a su vez con otra importante variación. Como hemos comentado previamente, existen dos arcos principales que nacen justo donde comienza la estructura del *prae-furnium*, por lo que lógicamente, dos arcos secundarios tendrán que ser apoyados, no sobre la pared de la cámara de combustión, si no sobre el arco de medio punto que forma el nacimiento de la falsa bóveda del *prae-furnium*.

III.3.3. La parrilla.

Una vez elevada la pared de la cámara de combustión y finalizado el proceso de edificación de los arcos radiales, iniciaremos la siguiente fase, la construcción de la parrilla (lám. 1; fig. 2).

La parrilla nace sobre la altura máxima de los arcos, por lo que esa altura nos dará el nivel (madera y plomada) y la disposición horizontal de la misma. Dispondremos círculos concéntricos de ladrillos de tal forma que aparecen los primeros orificios de salida de aire al exterior. El proceso se desarrolla de manera lógica y matemática. Separamos un círculo concéntrico de otro con medio ladrillo de adobe. Obtenemos un resultado de 80 orificios de salida.

Otro factor importante a tener en cuenta, es el relleno que indiscutiblemente debemos ir añadiendo a los huecos que se crean entre la altura máxima del arco y que es donde descansa la parrilla, y la altura donde nacen los mismos. Este elemento debe ser tenido en cuenta desde que comenzamos a construir la parrilla.

III.3.4. El laboratorio o la cámara de cocción.

La cámara de cocción nace a raíz de la continuación de la pared de la cámara de combustión. La parrilla queda totalmente trabada a la pared de la cámara de combustión, y en ese orden seguimos elevando la pared. Serán ocho las hiladas de ladrillos utilizadas para alcanzar una altura de 40 cm (8 hiladas x 4 cm del ancho del ladrillo más el mortero). Finalmente se recubre la pared interior con un poco de mortero para aportar a la estructura una mayor consistencia. El resultado final será de una cámara de 1,20 m de diámetro interior por 40 cm de altura (450 l de volumen).

III.4. Elaboración de las piezas cerámicas.

La tipología utilizada fue amplia y variada, realizando cerámica común. Dentro de la cerámica común encontramos varios grupos, entre los que se encuentra la cerámica de cocina (ollas, trípodes, cuencos con pitorro, mortero), cerámica de mesa (jarras, botellas, nasiternas), cerámica de almacenaje y transporte (*dolia* y alguna tipología anfórica). Todas las piezas fueron efectuadas en escala real, exceptuando las *dolia* y las ánforas que fueron reproducidas a escala 1: 4. Al margen de la cerámica común, también optamos por incluir en la cocción varias lucernas, cerámica de tipología ibérica, como *kalathos* y urnas y otras piezas de tipología diversa.

III.5. La cocción.

III.5.1. La cocción previa y la carga del alfar.

Tras la construcción del alfar pasamos a la fase de cocción. Previamente el horno sufrió un proceso de secado al aire libre durante un periodo de siete días. Transcurrido este tiempo, pasamos a realizar una primera cocción (bizcochado) con el objetivo de dar consistencia a la figlina y asegurarnos de que todas sus estructuras están en perfecto estado. Esta cocción se realiza sin contenido cerámico, consideramos esta como una prueba de resistencia del horno, ante las altas temperaturas que con

**Cámara de combustión****Pilar central****Arcos radiales.****Parrilla****Laboratorio****Cúpula efímera**

Lámina 1. Proceso de fabricación del horno (fots. ERA Laboratorio de Arqueología Experimental).

posterioridad deberá soportar. La cámara de combustión se fue cargando de manera progresiva, dejando el horno en funcionamiento durante un periodo de 5 h. Es en este periodo donde también desaparecen las estructuras efí-

meras que hasta el momento habían soportado tanto el peso de los arcos como del *prae-furnium*.

Realizado el bizcochado con éxito, pasamos a realizar una prueba de carga, en la que uno de nuestros com-

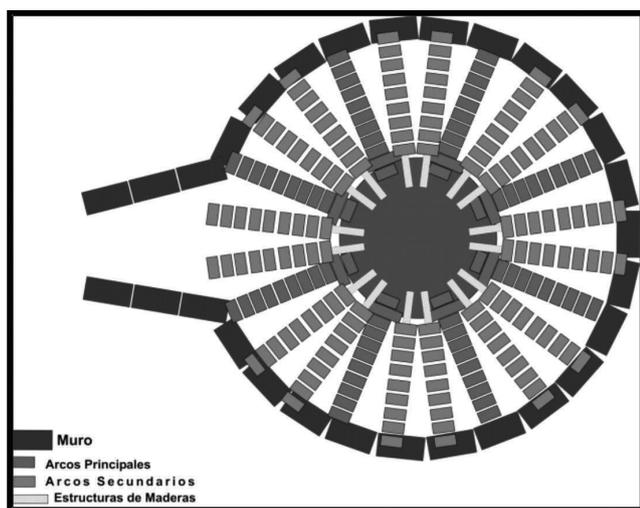


Figura 2. Esquema constructivo del horno experimental (dib. ERA Laboratorio de Arqueología Experimental).

pañeros, con un peso de 90 kg, se subió encima de la parrilla. El resultado de la prueba fue satisfactorio.

Una vez terminada esta fase procedemos a la carga de las piezas cerámicas. Las piezas que ocuparán la base de la parrilla y por lo tanto, que serán introducidas en una primera tanda, serán las más pesadas y voluminosas (*dolia*, *kalathos*, nasiternas y algunos morteros). Debemos ir situando las piezas, de manera que no obstruyamos las salidas de aire de la parrilla. Continuaremos introduciendo nuevas tandas, conformando de esta forma, nuevos pisos superiores con piezas de menor entidad.

En esta fase fueron ubicados los conos pirométricos, indispensables para conocer la temperatura alcanzada en el interior del horno. Fueron 16 unidades las utilizadas, en grupos de 4 (termoscopios escala de Seger).

III.5.2. La cocción de las piezas.

Ubicadas las piezas dentro de la figlina, deberemos cubrir el laboratorio para evitar que el calor se disipe con facilidad. Construiremos una cúpula efímera (lám. 1). No existe en el registro arqueológico de la bahía de Cádiz, ningún horno donde se documente la existencia de cúpula como tal. Si constan algunos alfares donde aparecen indicios de su arranque por aproximación de ladrillos, pero nunca se ha constatado en los diferentes niveles de excavación, material derruido sobre la parrilla que pueda constituir una cúpula de grandes dimensiones. Cabe destacar, que una cámara de cocción al aire libre, es más operativa, ya que facilita el trabajo de carga.

En nuestro experimento optamos por fabricar la cúpula con tejas de barro rojo. Se colocaron sobre las piezas cerámicas, dejando espacio entre las mismas, para que el laboratorio tuviera tiro entre las piezas y comunicáramos con pequeños orificios, desde la cámara de combustión hasta la parte superior de la cúpula (a modo de pequeñas chimeneas). Posteriormente las tejas se cubrieron con adobe, para dar mayor solidez a la falsa cúpula.

La combustión no comienza de manera efectiva dentro de la cámara, sino que iremos efectuando la combustión por aproximación. Con esta técnica conseguimos que el cambio de temperatura dentro del horno no sea muy brusco y evitamos que la figlina sufra importantes dilataciones. Situaremos una hoguera en el exterior de la boca del *praefurnium*, con madera de encina (*Quercus ilex-coccifera*) autóctona de la zona. Una vez prendida la hoguera iremos aproximando las brasas de manera paulatina, hasta ir introduciendo el combustible en el interior de la cámara.

El proceso de cocción fue estudiado detenidamente, ya que el periodo de aumento de la temperatura duró 14 h. Este momento del proceso de cocción será mucho más transparente si observamos la gráfica de la fig. 3: como podemos observar, la temperatura irá en aumento a lo largo de todo el proceso, siendo el momento clave entre la quinta y séptima hora. En este lapso de tiempo, es cuando el horno alcanza la temperatura de 500° C, instante en el que la cerámica comienza a perder el agua química; a partir de este periodo, el aumento de temperatura se hace muy costoso, y como se refleja en la gráfica, llegar a los 900° C fue muy laborioso.

Además de contar con la gráfica y el estudio termoscópico a través de los conos de Seger, utilizamos otra técnica muy común entre los especialistas en cerámica, la pirometría óptica. Esta se basa en la radiación emitida por los cuerpos calientes en función de su temperatura. De esta forma puede asignarse a los colores de la pasta el grado de temperatura.

III.5.3. Los resultados de la cocción.

Podemos afirmar con rotundidad que los resultados de esta experimentación fueron óptimos. El horno apenas sufrió deterioros después del proceso de cocción. Fueron dos grietas en el laboratorio los únicos daños reseñables, pero estas se pueden reparar con facilidad. Dada las altas temperaturas alcanzadas por la *figlina*, es todo un éxito que esta mantenga su estructura original intacta.

TIPOLOGÍA	CANTIDAD
Ollas	9
Trípodes	10
Cuencos pitorro	10
Morteros	7
Coladores	11
Jarras	13
Botellas	9
Nasiternas	10
Dolias	13
Ánforas	21
Lucernas	21
Kalathos	12
Urnas	14
Piezas varias	37
Total	189

COLOR	°C.
Rojo más bajo visible	475°
Rojo más bajo visible a rojo oscuro	475-650
Rojo oscuro a rojo cereza	650-750
Rojo cereza a rojo cereza brillante	750-815
Rojo cereza brillante a naranja	815-900
Naranja a amarillo	900-1090
Amarillo a amarillo claro	1090-1315
Amarillo claro a blanco	1315-1540
Blanco a blanco deslumbrante	1540 y mas

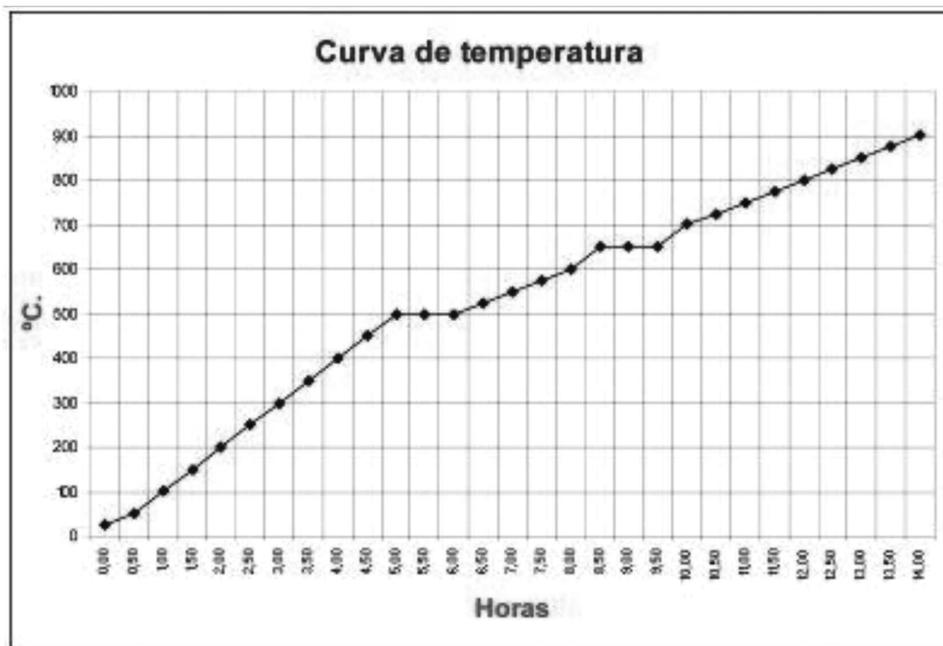


Figura 3. Relación piezas cocidas, curva de temperatura y relación color de la llama / temperatura (comp. ERA Laboratorio de Arqueología experimental).

Pero hemos maximizado los resultados, ya que de todas las piezas que se introdujeron en la cámara de cocción (189 en total) sólo hubo dos fracturas. Además, dichas fracturas no venían provocadas por fallos de cocción. Un asa de cerámica común se fracturó por defecto de fabricación y la base de un *kalathos* se desprendió porque se introdujo demasiado húmedo.

IV. CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS DEL PROYECTO.

Después del análisis del proceso de fabricación y utilización del alfar, llegamos a la conclusión de que la estructura del *praefurnium* debe ser modificada. Se necesita un mayor caudal de aire para oxigenar el interior de la cámara de combustión, por lo que a la hora de cons-

truir un nuevo horno deberemos aumentar la capacidad del *praefurnium*. A colación de lo expuesto, nos encontramos con otro problema, la curva de temperatura fue demasiado larga. Esto es debido a dos motivos, la entrada de poco oxígeno en la cámara y la dificultad de introducir el combustible dentro de la misma. El periodo de 14 h durante el que se alargó el proceso de aumento de temperatura, deberá ser disminuido a unas 8 h aproximadamente. Para ello, será imprescindible aumentar la boca del *praefurnium*, como ya hemos advertido. Otro factor reseñable en esta experimentación es el índice de fractura de las piezas. El porcentaje de fracturas (1,5 %) es muy bajo, y esto puede ser debido al parsimonioso espacio que transcurre desde que comienza la cocción hasta que se alcanzan los 900° C. La pasta apenas sufre cambios bruscos y la temperatura en los momentos claves (500° C) se modifica al cabo de casi 1,5 h, por lo que las piezas no sufren de manera significativa. Es probable, que si la curva de temperatura hubiese sido más ágil, las piezas se hubiesen resentido en mayor número.

BIBLIOGRAFÍA.

- BAENA PREYSLER, J., 1998: “La arqueología experimental, algo más que un juego”, *Boletín de Arqueología Experimental*, 1, 2-5.
- BERNAL CASASOLA, D. – LAGÓSTENA BARRIOS, L., 2004: “Talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética romana”, en: D. Bernal – L. Lagóstena (edd.), *Actas del Congreso Internacional Figlinae Baeticae. Talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética Romana (ss. II a.C.-VII d.C.) (BAR International Series, 1266)*, Oxford.
- COLES, J., 1979: *Experimental archaeology*, London.
- CUOMO DI CAPRIO, N., 1988: *La ceramica en Archeologia*, La Fenice.
- EIROA, J. J. – BACHILLER, J. A. – CASTRO, L. – LOMBA, J., 1999: *Nociones de tecnología y tipología en Prehistoria*, Barcelona.
- GARCÍA VARGAS, E., 1998: *La producción de ánforas en la bahía de Cádiz en época romana*, Sevilla.
- GARCÍA VARGAS, E., 1998: “Las ánforas del alfar del Gallinero en el contexto de las producciones anfóricas de la Bahía”, en: *Actas de las VI Jornadas de Historia de Puerto Real (Puerto Real, 1998)*, Cádiz, 55-84.
- JIMÉNEZ CISNEROS, M. J., 1971: *Historia de Cádiz en la Antigüedad*, Cádiz.
- LAGÓSTENA, L., 1993: “El alfar romano del Cerro de Ceuta, Puerto Real”, *Habis*, 24, 95-104.
- LAVADO FLORIDO, M. L., 2004: “El complejo industrial de Puente Melchor: el centro productor, la organización del espacio y su área de influencia”, en: D. Bernal – L. Lagóstena (edd.), *Actas del Congreso Internacional Figlinae Baeticae. Talleres alfareros y producciones cerámicas en la Bética Romana (ss. II a.C.-VII d.C.) (BAR International Series, 1266)*, Oxford, 473-488.
- LAZARICH, M. – SÁNCHEZ, M. – LADRÓN, I. – NUÑEZ, M., 2001: “La organización del espacio industrial alfarero en la bahía de Cádiz: El modelo de Puerto Real”, en: *Congreso Internacional Ex Baetica Amphorae (Écija-Sevilla, 1998)*, Écija, vol. II, 201-213.
- LÓPEZ DE LA ORDEN, M. D. 1981: “Hornos cerámicos romanos en el Olivar de los Valencianos (Puerto Real)”, *BMC*, II, 59-62.
- MILLÁN LEÓN, J. – LAVADO FLORIDO, M. L., 2001: “El complejo industrial de Puente Melchor, (Puerto Real, Cádiz)”, en: *Congreso Internacional Ex Baetica Amphorae (Écija-Sevilla, 1998)*, vol. I, 215-225.
- PÉREZ FERNÁNDEZ, E. – RUIZ GIL, J. A. – LÓPEZ AMADOR, J. J., 1989: “El *Portus Gadi-tanus*. Estación aduanera de la Bética”, *Revista de Arqueología*, 104, 29-38.