

“APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS SIG EN EL ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN CERÁMICA CELTIBÉRICA DE LOS ALFARES DEL ENTORNO DEL RÍO PIEDRA”.

Saiz Carrasco, M^a Esperanza y López Romero, Raúl¹

Centro de Estudios Celtibéricos de Segeda

Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de Teruel. Universidad de Zaragoza.

Ciudad Escolar s/n, Teruel, 44002.

mesaiz@unizar.es; ralopez@unizar.es

Resumen:

Dentro del Proyecto Segeda una de las líneas de investigación que se está desarrollando es el estudio de los alfares celtibéricos del Sistema Ibérico Central con el fin de identificar las características de cada complejo alfarero, la producción cerámica del mismo y la distribución de sus cerámicas. En una primera aproximación, se han realizado prospecciones microespaciales en cada uno de los yacimientos, con el objetivo de intentar delimitar la extensión del alfar, la distribución interna de las estructuras que lo caracterizan, su adscripción cronológica y registrar los restos materiales superficiales significativos del alfar (bordes cerámicos, pellas de barro, fallos de horno, escorias de horno cerámico y adobes) con ayuda de una Estación Total. También se han determinado las producciones de los alfares celtibéricos mediante un estudio sistemático que integra distintos niveles: tipológico/funcional, caracterización arqueométrica, análisis multivariantes y estudio de la decoración y acabado.

El tratamiento de estos datos mediante el apoyo de herramientas SIG ha facilitado profundizar en el conocimiento sobre los alfares celtibéricos a dos niveles. Por un lado, la interpretación a nivel microespacial obteniendo datos relacionados con la especialización de cada zona del alfar (existencia de uno o varios hornos, localización de los mismos y del testar), la producción o producciones cerámicas del mismo, los diferentes momentos cronológicos, etc. Por otro lado, a nivel macroespacial analizando la distribución de estas producciones en el territorio.

En el trabajo presentado pretendemos mostrar las posibilidades que nos aporta la aplicación de las herramientas SIG integradas dentro de la metodología desarrollada

¹ Este trabajo se ha desarrollado gracias al Proyecto I+D: HUM 2005-03369/HIST financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia y fondos FEDER y a la colaboración del grupo Hiberus de la Universidad de Zaragoza.

para los alfares celtibéricos. Para ello, hemos seleccionado tres de los alfares celtibéricos ubicados en el entorno del río Piedra, y que por sus características y el conocimiento de este territorio nos permitían plantear hipótesis que en otros alfares no estamos en disposición de realizar.

I. INTRODUCCIÓN:

El interés de los investigadores por los diferentes procesos tecnológicos, las materias primas, y otros aspectos relacionados con la fabricación de cerámicas es relativamente reciente. Sin embargo, este hecho ha supuesto un cambio en la investigación de los materiales cerámicos tendente al conocimiento de éstos desde sus centros de producción, es decir, los alfares.

Por tanto, en los últimos años estamos asistiendo a un crecimiento de los estudios sobre la alfarería prerromana. A pesar de este cambio de tendencia, siguen existiendo grandes lagunas en la investigación arqueológica sobre este tema, y en particular, sobre los alfares prerromanos del ámbito celtibérico.

En el territorio del Sistema Ibérico Central se han documentado, hasta el momento, 12 alfares de época celtibérica de los cuales sólo se han realizado excavaciones sistemáticas en dos: Las Tejedas (Orihuela del Tremedal, Teruel) y Los Vicarios (Valdecebro, Teruel). Por tanto, la mayoría son yacimientos inéditos que no han sido objeto de ningún estudio. Los yacimientos en los que se centra este trabajo son: Barranco de la Cañada (Torralba de los Frailes, Zaragoza), Mojón de Ibdes II (Monterde-Llumes, Zaragoza) y La Rodriga (Fuentelsaz, Guadalajara). Estos alfares se localizan en la cuenca del río Piedra, zona de contacto entre las Parameras de Molina (Guadalajara) y el valle del río Piedra, las Ramas Castellana y Aragonesa del Sistema Ibérico respectivamente, donde afloran litologías de edad mesozoica (principalmente cretácicas), terciaria y cuaternaria. Asimismo el ecosistema de monte bajo y predominio de la carrasca, y la cercanía a cursos de agua, garantizan el suministro de materia prima para la fabricación cerámica.

La cronología de estos centros es similar, centrada en los siglos III-II a. C., con probable perduración hasta el I a. C.

Figura 1. Mapa de situación de los alfares del Sistema Ibérico estudiados.

En el presente trabajo se exponen los resultados de la metodología aplicada al estudio de estos alfares celtibéricos del Sistema Ibérico, prestando especial atención al apoyo de las herramientas SIG en los diferentes procesos de esta investigación, en combinación con otros factores.

II. METODOLOGÍA.

1. PROSPECCIÓN MICROESPACIAL.

1.1. Objetivos.

Los objetivos que se persiguen con la prospección microespacial son:

- Delimitar la extensión del yacimiento para poder actuar de cara a su preservación y planificación de futuras intervenciones.
- Situar y recoger con E. Total los elementos identificativos del alfar, así como documentar y registrar las estructuras visibles en superficie.
- Diferenciar áreas funcionales dentro del yacimiento y/o áreas de mayor intensidad de ocupación a partir de la interpretación de la dispersión y concentración significativa de los diferentes vestigios arqueológicos teniendo en cuenta, los procesos postdeposicionales que han afectado al yacimiento.
- Establecer, a partir de los materiales cerámicos recogidos en superficie, la producción cerámica del alfar, así como el momento de funcionamiento del mismo.

1.2. Elementos que caracterizan el alfar.

La elección de esta estrategia de prospección microespacial para el estudio de los alfares del Sistema Ibérico está condicionada por la hipótesis de que a partir de determinados elementos identificativos es posible aproximarnos a la distribución espacial y funcional de estos establecimientos. Existe un trabajo precedente a este respecto realizado en el alfar de La Rodriga (Arenas 1991-1992).

En este proceso previo fue clave definir los indicios que indican la existencia de las posibles áreas funcionales dentro del alfar, así como la catalogación de un yacimiento como centro productor de cerámica. Son los siguientes:

- **Bordes cerámicos:** la gran cantidad de material que se conserva en los alfares, nos obligó a plantear un muestreo dirigido a aquéllos fragmentos cerámicos más representativos y que nos aportan más información sobre las formas cerámicas.

- **Pellas de barro:** son elementos de arcilla, aparentemente informes, que aparecen en número abundante. En cuanto a su función no existe consenso (tapones para las toberas de la parrilla, separadores o soportes dentro del horno, entre otras).

- **Fallos de cocción:** son aquellas cerámicas que durante el proceso de cocción se han roto o deformado y presentan una coloración variable dependiendo de la temperatura alcanzada en el horno (grisácea o negruzca, verdosos casi vidriados, morados, etc). Por tanto, la concentración de este tipo de material nos ayuda a interpretar donde se puede ubicar el testar del alfar.

- Fragmentos de **escorias de horno cerámico:** o fragmentos de las paredes interiores del horno vitrificadas por la acción del fuego. Suelen ser bastante pesadas, de color verdoso, incluso vidriadas. Su localización en superficie y el estudio de su dispersión nos aporta dos datos importantes: la posible ubicación de los hornos y la observación de la probable destrucción de estas estructuras.

- **Fragmentos de adobes:** los hornos cerámicos de los alfares prerromanos se construyen principalmente con adobes y arcilla o barro. Por tanto, corresponden a la estructura del horno y nos aportan datos sobre la posible ubicación de éste.

- **Otros elementos:** cualquier vestigio arqueológico metálico, lítico, etc que pueda aportar información adicional sobre el alfar y su funcionamiento, cronología, etc.

Figura 2. Elementos identificativos de alfar: 1. Bordes cerámicos; 2. Pella de barro; 3. Adobe; 4a y 4b. Cerámicas calcinadas; 5. Escorias de horno cerámico.

1. 3. Estrategia de recogida del material.

La recogida de material se realizó con el apoyo de una Estación Total (Pentax, R315N) que nos ha permitido su ubicación georreferenciada en coordenadas UTM. Las bases topográficas desde las que se llevaron a cabo la toma de datos se establecieron en lugares estratégicos desde los que la visibilidad del yacimiento fuera idónea para la lectura de la Estación Total. Según las características del yacimiento, fue necesario el establecimiento de bases de apoyo para la mejora del registro de la información.

Tras esta labor inicial, se siguieron los siguientes pasos:

- División de la superficie del yacimiento en sectores o bandas de 2-10 m de anchura (longitud variable), dependiendo de las características físicas del enclave, la densidad de material superficial y la visibilidad del yacimiento.

- Señalización con bolsas de todos los elementos en su posición original.

- Recogida: identificación de los materiales con un código numérico correspondiente con el de la E. Total sobre la bolsa y siguiendo un orden según el tipo de material (bordes, pellas de barro, etc) para agilizar el trabajo de lectura.

- Documentación de los elementos o estructuras que podían tener relación con el funcionamiento del alfar (muros, restos de hornos, manchas de ceniza, etc).

Figura 3. Prospección microespacial con Estación Total.

2. ESTUDIO DE LA PRODUCCIÓN CERÁMICA:

La producción cerámica identifica unos productos cerámicos con unas características comunes en sus pastas, formas y decoraciones/acabados. La vinculación del objeto cerámico con su lugar de fabricación se considera el objetivo de la descripción cerámica, a la que quedan supeditados el resto de elementos. Por tanto, en el modelo de estudio de las producciones de los alfares celtibéricos se realiza un análisis integrado que consta de varios niveles y que aúna cada una de esas características, que tratadas de forma aislada difícilmente nos permiten discriminar diversas producciones cerámicas.

2.1. Estudio Tipológico/Funcional.

Las formas cerámicas estudiadas se agrupan dentro de los grupos funcionales establecidos para el yacimiento de Segeda I (Cano *et al.* 2002): vajilla de almacenaje/transporte, vajilla de servicio, vajilla de mesa, y elementos auxiliares.

En el caso de los alfares del río Piedra se aprecia, de forma general, un predominio de la vajilla de almacenaje (tinajas, *ilduratin*) sobre el resto de recipientes, aunque también se documentan numerosas vasijas de servicio y mesa, así como otros elementos (fusayolas y *pondus*). La excepción se cumple en el alfar de Barranco de la Cañada, donde destacan las formas cerámicas de tamaño medio/pequeño como los cuencos o vasos caliciformes.

Figura 4. Tabla de formas cerámicas documentadas en los alfares del río Piedra.

2.2. Análisis Multivariantes.

El objetivo de estos análisis es definir las formas de cada alfar a partir de las características métricas de los fragmentos de bordes e intentar concretar la procedencia de cerámicas de otros yacimientos con una probabilidad de error mínima, tal y como planteó A. Aguilera (1998). Para comprobar la viabilidad de este tipo de análisis en las cerámicas celtibéricas se ha experimentado con una única forma: las tinajas. Las 11

variables seleccionadas nos informan sobre el tamaño y la dirección del labio y del cuello. Las medidas se han realizado con el programa Autocad 2002.

Tras la realización del análisis discriminante los resultados muestran cierta homogeneidad entre las medidas de los bordes de los tres alfares, clasificando correctamente los fragmentos con una probabilidad del 60% según el alfar de procedencia.

2.3 Decoración.

Se analizan tanto los aspectos técnicos (modo de aplicación de la decoración, con qué tipo de instrumentos: pincel múltiple, compás, punzones, etc) como los estilísticos (los motivos representados ya sean geométricos, vegetales o figurados y los colores empleados).

En los alfares del río Piedra los motivos representados son mayoritariamente geométricos y la decoración empleada es la pintura. Los colores utilizados son el marrón, rojo, naranja y negro, bien de forma individual o en bicromía.

El alfar de La Rodriga es el que mejor nos permite rastrear sus productos en el territorio por ciertas peculiaridades decorativas que no están presentes en los otros dos yacimientos: emplea decoración impresa, el color naranja y es el único donde se documentan motivos figurados.

2.4. Estudio arqueométrico.

Recientemente se ha publicado un trabajo en el que se exponen detalladamente los objetivos de este estudio, las técnicas analíticas realizadas y los resultados obtenidos (Igea *et al.* 2008). Para el caso que nos ocupa, simplemente queremos hacer hincapié en ciertos detalles generales que consideramos de gran importancia.

La cerámica celtibérica de estos alfares se ha elaborado a partir de un modo de producción especializado mediante el uso de tecnologías homogéneas comunes: emplean arcillas illíticas ricas en moscovita, la temperatura de cocción alcanzada se establece entre 850-900 °C, no existe una adición intencionada de desgrasantes y parece que la arcilla ha experimentado un proceso de machaqueo previo al decantado. Además no se documenta relación entre el tipo de pasta utilizada y la morfología o función a la que estaban destinadas las piezas.

Figura 5. Esquema de la metodología de investigación desarrollada.

III. APLICACIÓN DE LOS SIG AL ESTUDIO DE LOS ALFARES: INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

En este trabajo, el empleo de las herramientas SIG ha partido de su consideración como *una tecnología aplicada a la resolución de problemas* (Bosque Sendra 1992: 21) y no como “generadores de mapas finales”. La utilización de estos sistemas nos ha permitido una gestión, edición y cálculo de la ingente información arqueológica recogida en los trabajos de campo, y ha servido como apoyo para su análisis, posibilitando la generación de nuevas hipótesis y líneas de trabajo.

3.1. Conversión de datos

Tras el trabajo de campo (vid. apartado 1.4) fue necesaria la conversión de los datos almacenados en la Estación Total a otro formato compatible con los programas CAD. Para evitar pérdidas de información durante la exportación se utilizó el conversor de ficheros DataLink DL01, que transfiere los datos en formato de texto y en ficheros con extensión DXF, posibilitando la comprobación y la lectura de éstos por el programa SIG empleado.

Toda la información fue agrupada en una Geodatabase donde además de los atributos primitivos recogidos por la Estación Total (ubicación UTM, el código identificativo, y la clase de objeto: borde, fallo de cocción, escoria de horno, etc) se añadieron campos adicionales con otros atributos descriptivos de los materiales (forma, tipo de pasta, decoración, motivos decorativos, cronología, etc). Posteriormente, se complementaron con “atributos de bloque”, enlaces a imágenes o dibujos.

3.2. Análisis de la información.

El estudio de los datos recogidos en los trabajos de campo se va a desarrollar a dos niveles de análisis. Por un lado, nivel microespacial, es decir, dentro de cada alfar se estudiará la dispersión de los elementos recogidos para intentar conocer la organización de los alfares y distribución de sus estructuras (testares, hornos, obrador, almacén, etc).

Por otro lado, la posibilidad de unir esta información con otros datos cartográficos del territorio estudiado (curvas de nivel, capas geológicas, hidrográficas, usos del suelo, etc) nos ha permitido obtener una imagen representativa o aproximada de la distribución de cada producción cerámica. El conocimiento de ésta nos puede aportar datos de carácter económico, tales como el establecimiento de un área máxima

de dispersión de la producción, plantear rutas óptimas para el transporte de ésta, las relaciones con recursos necesarios para el desarrollo de la alfarería (canteras de arcilla, agua, combustible, etc), los tipos de intercambio, etc.

3. 2.1. Análisis Microespacial:

El análisis microespacial desarrollado fue aplicado sobre aquellos elementos característicos que componían y describían el alfar. Conocer las particularidades de un yacimiento de estas características, resultó fundamental para el desarrollo y funcionalidad de este trabajo considerando que el conjunto de elementos y propiedades físicas documentadas en superficie definían su origen, función y finalidad. Es decir, lo que queríamos documentar en el yacimiento no eran únicamente objetos sino *sucesos*, por tanto, explicar el hecho de que estos objetos o fragmentos de objetos se encontrasen en un lugar concreto y las circunstancias que llevaron a que ese material se depositase allí (Barceló *et al.* 2006: 31).

Una vez volcada toda la información de la microprospección al programa SIG, se plantearon diferentes sistemas de representación gráfica de esta información:

- **Representación por fragmentos individuales:** se representaron los distintos elementos materiales recogidos diferenciándolos según atributos (cerámicas, fallos de cocción, escorias de horno, etc) y según los elementos característicos de cada uno de estos.

Las dispersiones individuales nos aportaron una primera visión, superficial pero muy descriptiva, de cómo se distribuyen los diferentes materiales arqueológicos en el yacimiento, permitiéndonos buscar respuestas que explicasen las concentraciones significativas de elementos característicos o la función de estos.

Figura 6. Representación de las áreas funcionales según la dispersión por fragmentos individuales en *Mojón de Ibdes II* (Monterde, Zaragoza).

- **Representación por capas raster de densidad:** esta representación de superficie muestra la densidad de la distribución espacial de un fenómeno expresado por puntos. Los cálculos fueron desarrollados utilizando la Densidad Focal o Kernel. Se estableció un radio del círculo de 8 m y se ponderaron los puntos del interior de manera desigual según su proximidad al centroide del píxel (pesando más los más cercanos y menos los distantes). Por tanto, la representación de las agrupaciones dentro del

yacimiento se realiza por proximidad de los fragmentos dentro de un círculo con radio previamente establecido y común a todos (Moreno 2006: 681-682).

Con este tipo de representación, frente a la de fragmentos individuales, podemos apreciar de una forma más nítida la realidad de las concentraciones de diferentes materiales o atribuciones, observándose donde radican las mayores acumulaciones de los diversos materiales. A diferencia de otros trabajos (Arenas 1991-1992) donde los datos se representan a partir de los porcentajes según número de fragmentos y peso por cuadro, en nuestro caso, prevalece la representación de los datos según la densidad de los elementos recogidos, por lo expuesto anteriormente.

-Modelo 3D: para finalizar se realizó la representación de estas dispersiones y densidades en un modelo 3D. Éste se generó a partir de las restituciones de curvas de nivel 1:5000 del SITAR (Sistema de Información Territorial de Aragón), obteniendo un MDE con un ancho de píxel de 0,5 m. Para conseguir resultados más satisfactorios la restitución se complementó con un pequeño levantamiento topográfico del enclave y su entorno próximo.

El modelo 3D nos posibilita la observación de fenómenos que en una representación en planta son más difíciles de analizar o interpretar como, por ejemplo, las orientaciones o direcciones de las pendientes.

Figura 7. Representación de las escorias de horno y cerámicas por densidades en el modelo 3D de Mojón de Ibdes II (Monterde, Zaragoza).

La mayor dificultad en la observación de estas representaciones se encuentra en discernir si las acumulaciones significativas responden a una realidad que se oculta bajo el subsuelo o se deben a procesos postdeposicionales a los que se ha visto sometido el yacimiento a lo largo del tiempo. Por este motivo, en el proceso de interpretación de los datos obtenidos en el análisis microespacial en las tres modalidades expuestas, siempre ha primado la valoración crítica de los datos a tratar empleando criterios basados en la geoarqueología tal y como plantean numerosos autores (Collado *et al.* 1993; Burillo 1996). Nunca debemos de ignorar los procesos de alteración postdeposicional ya que son responsables, en buena medida, de la ubicación superficial de los materiales arqueológicos y por tanto, condicionan muchas de las interpretaciones que se puedan plantear o exponer.

Como se aprecia en las figuras 6 y 7 el estudio de las dispersiones de material tanto de forma individual como por densidad nos han permitido establecer la ubicación

de distintas “áreas funcionales” en el alfar de Mojón de Ibdes II. Sobre todo, es evidente que elementos como las cerámicas, fallos de cocción, pellas de barro y escorias de horno se agrupan en dos zonas cercanas pero bien diferenciadas que marcan la localización de los hornos y el testar. Por otra parte, la funcionalidad de otros sectores se plantea por otras evidencias como restos de una estructura rectangular de piedra que podría corresponderse bien con el obrador o almacén del alfar.

3.2.2. Macroespacial:

El estudio de los materiales de los alfares (vid. apartado 2) nos ha mostrado que existe una gran estandarización de la producción cerámica celtibérica, lo que dificulta su discriminación. A este problema, se le suma la inexistencia de excavaciones sistemáticas realizadas sobre asentamientos o necrópolis celtibéricas del entorno y la falta de sistematización de sus materiales cerámicos (hecho que, por ejemplo, no nos permite hacer estimaciones según de volumen de material encontrado por yacimiento). Por estos motivos, el análisis de la dispersión de las producciones los alfares celtibéricos estudiados se ha desarrollado comparando con los materiales cerámicos procedentes de las prospecciones de las comarcas de Daroca (Burillo 1991) y de Catalatayud (Burillo, *inédito*), intentado rastrear aquellas piezas que presentaban alguna característica o singularidad propia.

En este caso, el concepto de *Accesibilidad*, se concibe como la relación entre la fricción sufrida y el tiempo que tarda una persona en desplazarse por un determinado territorio. El concepto sigue los preceptos del SCA (*Site Catchment Analysis*) (Higgs y Vita-Finzi 1972), aunque en este caso con el objetivo específico de conocer qué mercados se encuentran más accesibles en tiempo/distancia a cada alfar, y si la ubicación del alfar determina la dispersión de la producción (Wheatley and Gillings 2002: 159-162), en un terreno orográficamente muy escarpado y por tanto, determinante en el desplazamiento de personas y carromatos, como sería el cauce del río Piedra.

A partir del MDE del territorio estudiado se ha calculado una capa de costes teóricos, basándonos en la formulación de Gorenflo y Gale (1990) quienes estiman que la velocidad de desplazamiento sobre un determinado terreno es exponencial al porcentaje de pendiente existente:

$$v = 6e^{-3.5[\text{pendiente}+0,05]}.$$

Esta fórmula de la fricción de desplazamiento es la más utilizada por los arqueólogos en sus estudios territoriales. Criticada por algunos autores por ignorar otros factores (Wheatley y Gillings, 2002: 155), según nuestra propia experiencia en la

investigación del Sistema Ibérico (Burillo y López, *en prensa*; Burillo *et al. en prensa*) y comparando sus resultados con los obtenidos en la aplicación de otras formulaciones (Marble, 1996 y Parceró, 2002), consideramos que es la más adecuada para cumplir nuestros objetivos.

Para el cálculo de los costes de recorrido se construyó un mapa raster de fricciones unitarias (píxel de 5 x 5 m), que miden lo costoso que resulta atravesar un píxel. En este caso se seleccionó el atributo de grados de pendientes para valorar este coste. Tuvimos en cuenta el factor de la orografía del territorio para analizar que rutas son más accesibles y rápidas en una hipotética ruta comercial.

El mapa de accesibilidades resultante representa los asentamientos que se encuentran en las isocronas de mayor influencia comercial de cada alfar y la accesibilidad en relación distancia/tiempo a cada uno. A partir de esta representación gráfica, se rastreó el material cerámico de esos asentamientos con el fin de adscribirlos a algún alfar.

Figura 8. Mapa de coste de desplazamiento de Mojón de Ibdes II y La Rodruga.

Esta metodología nos ha facilitado la adscripción de materiales “dudosos” a un alfar determinado según sus zonas de mayor influencia comercial, aunque este hecho habrá que corroborarlo con otro tipo de análisis cerámicos. Los resultados han sido más satisfactorios para el caso de La Rodruga y Mojón de Ibdes II. Por su posición geográfica estos alfares compartirían una zona de distribución de sus producciones común. Sin embargo, el estudio de la accesibilidad al entorno de estos, nos muestra que existe un menor esfuerzo de desplazamiento para el primero hacia la zona endorreica de la Laguna de Gallocanta, mientras que para el alfar Mojón de Ibdes II, se reduce considerablemente en el tramo final del río Piedra, el Jalón Medio y el norte del río Jiloca (Fig. 8). El estudio de la producción de los alfares en los asentamientos y necrópolis celtibéricas del entorno nos demuestra que existe una evidente relación entre el coste de desplazamiento por el entorno y la distribución de la producción (Fig. 9).

Solamente se han documentado fragmentos de Barranco de la Cañada en dos yacimientos. Quizás este hecho responda a que se trata de un alfar de pequeñas dimensiones, por lo que su producción es menos voluminosa y llega a un mercado más reducido.

En cualquier caso, es evidente que respecto a la ubicación de estos centros alfareros se prima la proximidad a las materias primas antes que al mercado principal y

a las posibles vías de comunicación, al igual que se ha comprobado en el territorio de Kelin (Duarte *et al.* 2000: 238). Por ejemplo, la ciudad de Segeda I (Mara, Zaragoza) centro jerarquizador de este territorio se halla relativamente distante de estos alfares, y en principio, al ser su mayor “mercado potencial” sería lógico pensar que estos centros deberían ubicarse más cercanos.

La distancia al yacimiento más lejano con presencia de un determinado material cerámico distintivo de un alfar nos da el radio máximo de la dispersión de la producción. Para Mojón de Ibdes II y La Rodruga esta área tiene un radio de 45 km y 44 km, respectivamente. Por tanto, con los datos disponibles hasta el momento, la distribución de estas producciones se enmarcaría dentro de un comercio de corta distancia y acción comarcal, como se ha documentado en el área ibérica dentro del territorio Kelin, donde el radio de distribución de sus alfares se encuentra entre 14-32 Km (Duarte *et al.* 2000: 238).

Figura 9. Mapa de coste de desplazamiento de los tres alfares estudiados y distribución de sus producciones cerámicas.

IV. CONCLUSIONES:

El objetivo de este trabajo era presentar la metodología aplicada en el estudio de tres de los alfares celtibéricos del Sistema Ibérico Central ubicados en el entorno del río Piedra. En esta exposición hemos hecho especial hincapié en la complementación de las herramientas SIG con el resto de recursos empleados en la investigación y determinación de las producciones cerámicas de estos centros.

Los resultados del análisis microespacial corroboran que el método empleado tanto de recogida de datos como de interpretación de éstos en las diferentes modalidades expuestas (fragmentos individuales, capas raster de densidad y modelos 3D) es válida. Como ya se ha explicado (vid. Figura 6), se han podido distinguir varias áreas funcionales del alfar sin necesidad de excavar. Aunque estas hipótesis hay que contrastarlas con excavación, según hemos comprobado en otros yacimientos donde se conoce la ubicación de los hornos la dispersión superficial de las escorias se corresponde con la localización de estas estructuras.

En el análisis macroespacial hemos mostrado una primera aproximación a la distribución de las producciones cerámicas de los alfares del río Piedra en el territorio. En el proceso de estudio de la distribución cerámica hemos encontrado numerosas dificultades que se deben principalmente al conocimiento deficiente que se tiene del

poblamiento de este territorio y de sus materiales cerámicos. A esto hay que unir el hecho de que no se han podido consultar los materiales de todos los yacimientos. Por este motivo, no estamos en disposición de explicar, por ejemplo, a qué se deben los vacíos observados en los mapas.

A modo de resumen, podemos concluir que las herramientas SIG en nuestro trabajo han sido utilizadas como apoyo a la creación de nueva información arqueológica. La posibilidad de combinar datos geográficos y arqueológicos de diferente origen nos permitieron generar nuevos mapas con el fin de intentar resolver los interrogantes de las hipótesis iniciales (distribución interna de los alfares, distribución de las producciones, rutas óptimas, etc).

A su vez, nos han hecho plantearnos nuevas líneas de investigación y objetivos futuros. La gran similitud y las escasas variaciones en las formas, pastas y decoraciones de las producciones de Barranco de la Cañada, Mojón de Ibdes II y La Rodriga, evidencian la estandarización del proceso de fabricación de estas piezas y la más que probable sincronía de funcionamiento de estos centros o bien la sustitución de un alfar por otro en un corto espacio de tiempo. Por otro lado, la escasa distancia que separa estos alfares hace que nos planteemos numerosos interrogantes en relación a una posible especialización de alguno de ellos, o sobre la gran demanda existente en ese territorio, según se desprende de la gran cantidad de yacimientos documentados.

Somos conscientes de que estos primeros resultados son parciales por las causas citadas y con los datos manejados hasta el momento resulta imposible dar respuesta a todos los interrogantes planteados.

V. BIBLIOGRAFÍA:

AGUILERA MARTÍN, A. 1998: "Análisis multivariable: una nueva vía para la caracterización cerámica", *Pyrenae*, 29: 117-134.

ARENAS ESTEBAN, J. A. 1991-1992: "El alfar celtibérico de "La Rodriga". Fuentelsaz, Guadalajara", *Kalathos*, 11-12: 205-232.

BOSQUE SENDRA, J., 1992, *Sistemas de Información Geográfica*, editorial Rialp, 2ª Edición, Madrid.

BOSQUE SENDRA, J. Y MORENO JIMÉNEZ. A. (2004, eds.): *SIG y localización de instalaciones y equipamientos*, Editorial RA-MA, Madrid.

BURILLO MOZOTA, F. (Dir.) 1991: *Patrimonio Histórico de Aragón. Inventario Arqueológico. Daroca*, Departamento de Educación y Cultura, Zaragoza.

-1996: "Prospección Arqueológica y Geoarqueología", *Arqueología Espacial*, 15: 67-81.

BURILLO MOZOTA, F. *et alii*, en prensa: "Roma versus Segeda y Numancia. un análisis del camino hispano seguido por el consul Nobilior en el año 153 a. C.", en *XX Congreso Internacional de Estudios sobre la Frontera Romana*, León, 4-11 septiembre de 2006.

BURILLO MOZOTA, F y LÓPEZ ROMERO, R., *en prensa*, "Una propuesta cuantitativa de descripción de los asentamientos para un sistema de información geoarqueológica", en *Kalathos*, Teruel.

BARCELÓ, J.A., MAXIMIANO, A. Y VICENTE, O. 2006, "La multidimensionalidad del espacio arqueológico: Teoría, matemáticas y visualización", en Grau, I (ed.) en *La aplicación de los SIG en la arqueología del paisaje*, Universidad de Alicante.

CANO M^a. A. *et alii* 2002: "La cerámica de técnica ibérica aparecida en las excavaciones de la ciudad de Segeda I. Área 3: Campaña 2001", *Actas del XVII Congreso Nacional de Arqueología, Bolskan*, 19: 211-220.

COLLADO VILLALBA, O. *et alii* (1993): "Estudio geoarqueológico de Las Toscas (Villalba Baja, Teruel): Propuesta de una sistemática para la reconstrucción de yacimientos a partir del registro superficial", *IV Congreso Internacional de Arqueología Espacial: Procesos Postdeposicionales, Arqueología Espacial*, 16-17: 235-258.

DUARTE MARTÍNEZ, F. *et alii* 2000: "Tres centres de producció terrissera al territori de Kelin", *III Reunió sobre Economia en el Món Ibéric, Saguntum*, Extra, 3: 231-239.

GORENFLO, L.J & GALE, N. 1990: "Mapping regional settlement in information space" *Journal of Anthropology, space and geographic informatics systems*, edited by Aldenderfer, M. and Maschner, H.D.G., Spatial Information Series (New York: Oxford University Press): 241-250.

HIGGS, E.S. & VITA-FINZI, C. 1972: "Prehistoric economies: a territorial approach", en E. S. Higgs (ed.), *Papers in Economic Prehistory*, Cambridge: 27-36.

IGEA ROMERA, J. *et alii* 2008, "Estudio arqueométrico de cerámicas procedentes de cinco alfares celtibéricos del Sistema Ibérico Central", *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, vol. 47, 1: 44-55.

MARBLE, D.F. 1996: *The human effort involved in movement over natural terrain: a working bibliography*, Report, (Ohio: Department of Geography, Ohio State University).

MORENO JIMÉNEZ, A. (Coord.) 2006: *Sistemas y Análisis de la Información Geográfica*, edit. Ra-Ma, Madrid.

PARCERO OUBIÑA, C. 2002: *La construcción del paisaje social en la Edad del Hierro del Noroeste Ibérico*, Instituto de Estudios Galegos Padre Sarmiento.

WHEATLEY, D. Y GILLINGS, M. 2002: *Spatial technology and archaeology: The archaeological applications of GIS*, edited by Taylor & Francis, London and New York.