

APLICACIONES SIG EN EL ANÁLISIS DE LAS SOCIEDADES DEL PASADO. UN CASO DE ESTUDIO: LAS PRIMERAS COMUNIDADES CAMPESINAS DEL LEVANTE PENINSULAR

*GABRIEL GARCÍA ATIÉNZAR
UNIVERSIDAD DE ALICANTE**

Resumen

La aparición y desarrollo de la Arqueología Espacial permitió plantear nuevos interrogantes sobre el modo de vida de las comunidades del pasado. En el seno de esta rama de la Arqueología, el empleo de herramientas como los Sistemas de Información Geográfica (SIG) permiten manejar una gran cantidad de información de manera ágil y ordenada lo que, en definitiva, permite abrir nuevas vías de aproximación. En este trabajo presentamos el análisis de las sociedades neolíticas del Levante de la península Ibérica sirve como marco general para la aplicación de estas nuevas herramientas, aunque atendiendo a las diversas problemáticas que han surgido en torno a su uso en los últimos años.

Palabras clave: Arqueología del Territorio, Paisaje, Sistema de Información Geográfica, Superficie de coste.

Abstract

The emergence and development of the Spatial Archaeology allowed raise new questions about the way of life of the communities of the past. Within this branch of

* Profesor Ayudante de Prehistoria (G.Garcia@ua.es).

the Archaeology, the use of tools such as the Geographic Information Systems (GIS) to handle a large amount of information quickly and orderly what, in short, allows us to open new avenues of approach. In this work presented an analysis of Neolithic societies in Levant of the Iberian Peninsula served as general framework for the implementation of these new tools, although in response to the various problems that have emerged around its use in recent years.

Key words: Archaeology of the Territory, Landscape, Geographic Information System, Cost Weighted.

1. Sobre arqueología, paisaje y territorio

En las últimas décadas, a los tradicionales estudios sobre cultura material y otros elementos arqueológicos se han venido a unir una serie de trabajos que tratan de aproximarse a las realidades del pasado desde perspectivas diferentes. Dentro de estas nuevas formas de hacer Arqueología, los trabajos dedicados al análisis de los comportamientos territoriales han jugado un papel especial en tanto han abordado el estudio de las sociedades del pasado a través de la impronta que éstas dejaron en el espacio que una vez ocuparon y explotaron.

Este tipo de aproximaciones han conocido un considerable desarrollo en los últimos años, en muchas ocasiones acompañadas del perfeccionamiento de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), herramienta que ha permitido una aproximación más objetiva y sintética al conocimiento del territorio sobre el cual se asientan los yacimientos arqueológicos. Asimismo, permite la realización de estudios detallados y rápidos pues facilitan el manejo de una ingente cantidad de información de manera sencilla y ágil.

No obstante, para encontrar los orígenes de este tipo de trabajos hay que mirar más de dos décadas hacia atrás. Fue en 1984 con la aparición de los Coloquios sobre Arqueología Espacial organizados desde el Colegio Universitario de Teruel cuando se dio el pistoletazo de salida a este tipo de análisis en la península Ibérica. Los trabajos dedicados a esta forma de aproximación al pasado han sido innumerables a partir de entonces conociéndose un espectacular desarrollo tanto a nivel metodológico como teórico. Varios han sido los autores españoles que han centrado sus trabajos en esta disciplina a lo largo de los últimos veinte años, tanto es así que Francisco Burillo habla de la existencia de tres generaciones de investigadores en el prólogo de la obra de L. García Sanjuán *Introducción al reconocimiento y análisis arqueológico del territorio* (Ed. Ariel, 2005).

Desde su introducción, los estudios dedicados a la Arqueología del territorio han conocido una más que importante transformación desde el punto de vista teóri-

co. En la segunda mitad del siglo XX, con el desarrollo del funcionalismo ecológico de manos de la *New Archaeology*, tuvo gran acogida el intento de aproximarse al estudio de las sociedades del pasado a través de las claves de la adaptación al medio de las mismas. En este momento, los estudios se centraron en la concepción del entorno como recurso y en el análisis de las relaciones de equilibrio entre hombre y medio. Esta comprensión se trasladaría hacia el interés por el entorno, traduciendo esto en su análisis en términos de relaciones espaciales y de decisiones locacionales mediante el empleo de nuevos útiles derivados de la Geografía que también en estos momentos estaba en plena fase de renovación conceptual y metodológica (la denominada *Nueva Geografía*). Uno de los momentos claves para el surgimiento de esta disciplina debemos situarlo en los años setenta en Cambridge y en la escuela paleo-económica que tendrá en E.S. Higgs y C. Vita-Finzi a sus figuras más relevantes con la aplicación de estudios económicos a varios yacimientos y el desarrollo de la técnica de los análisis de captación del yacimiento (*Site Catchment Analysis*). A partir de este momento, y una vez asentadas las bases de la Arqueología del Territorio, ésta entró en una fase de desarrollo y de debate interno encarnada en la aparición de diferentes trabajos entre los que cabría destacar los de I. Hodder y C. Orton (*Spatial analysis in Archaeology*, 1976) o D.L. Clarke (*Spatial Archaeology*, 1977).

Construcciones teóricas posteriores, dentro ya de la corriente posprocesualista, han continuado con estos estudios, aunque invirtiendo un considerable esfuerzo en la crítica y relectura de los fundamentos funcionalistas con la introducción de visiones de carácter materialista, estructuralista o fenomenológico (Vicent, 1991; Hernando, 1992). La nueva lectura del Paisaje aportada por la Arqueología posprocesual se apoya en términos como la percepción, lo cognitivo y lo alegórico, ofreciendo de esta manera una lectura simbólica y estructural de los elementos arqueológicos (Orejas, 1991; 1998) alejándose, de esta manera, del economicismo imperante en la época anterior.

Mientras que en el ámbito anglosajón la Arqueología del Territorio se refundía, ésta disciplina se introducía tímidamente en España entre finales de los años setenta e inicios de los ochenta. Aquí ha tenido un espectacular desarrollo a todos los niveles desde sus orígenes (aunque con unos tímidos pasos iniciales acompañados de cierto escepticismo) hasta la actualidad (caracterizada por un impulso espectacular) en la que, rebautizada bajo la denominación de Arqueología del Paisaje, aparece completamente asentada como una rama más de los estudios arqueológicos. Pero hasta llegar a este punto, vitales han sido las aportaciones de diferentes autores como F. Nocete o F. Criado quienes desde diferentes postulados teóricos, el materialismo histórico y el estructuralismo respectivamente, han ayudado a elaborar buena parte del aparato teórico que hemos heredado muchos de nosotros.

Dentro de la renovación metodológica a la que hacíamos mención anteriormente, una de las innovaciones que más llama la atención es la incorporación a los estudios arqueológicos de la tecnología GIS. Esta evolución, a la que pertenecería la tercera generación de investigadores de la Arqueología del Territorio a la que hacía mención Burillo, tiene sus orígenes necesariamente en las primeras aproximaciones realizadas sobre cartografía en papel y su contraste sobre el terreno. En los últimos años, la tecnología informática y el empleo de complejos software se ha convertido en herramienta casi imprescindible, tanto a nivel investigador como en nuestros propios planes de estudios universitarios o en la gestión del Patrimonio Cultural. El uso de técnicas derivadas de la geografía física y regional ha permitido que las aproximaciones así realizadas cuenten con un mayor y mejor aparato estadístico y gráfico que facilitan en cierta medida tanto la interpretación como la divulgación de los resultados de nuestras investigaciones.

2. Objetivos e hipótesis de partida para un estudio del territorio neolítico

El análisis que planteábamos en nuestra tesis doctoral¹ pretendía abarcar no sólo los patrones de ocupación y explotación del territorio, sino también otros elementos que considerábamos imprescindibles para la comprensión de cualquier sociedad pasada. Estos componentes se referían tanto a aquellos que abarcaban aspectos económicos como los que se aproximan a la esfera de lo simbólico e intangible.

El hecho de englobar un período tan extenso como el que se planteaba, casi 3000 años desde el Neolítico antiguo cardial (*ca.* 5600 cal BC) hasta el Calcolítico precampaniforme (*ca.* 2800 cal BC), nos permitió observar de manera diacrónica las diversas transformaciones que tienen lugar en el seno de estas sociedades. Asimismo, el que se abarcase una extensión geográfica tan amplia, la franja de territorio comprendida entre los ríos Júcar y Segura, nos facilitó a su vez analizar diversas facetas de un proceso de adquisición de la economía de producción que no sigue el mismo ritmo ni presenta las mismas características en toda la región. Lo que se pretendía era ampliar el «zoom», tanto cronológico como geográfico, para huir de los análisis excesivamente localizados en regiones muy concretas y ofrecer un panorama lo más amplio posible del proceso de neolitización del territorio. El hecho de abordar unos espectros tan amplios permitió inferir y analizar conjuntamente las distintas posibilidades de

1 Esta tesis «*La neolitización del Territorio. El poblamiento neolítico en el área central del Mediterráneo español*» fue presentada para la obtención del Grado de Doctor bajo la dirección del Dr. Mauro S. Hernández Pérez y defendida en la Universidad de Alicante el 20/07/2007 obtuvo la calificación de Sobresaliente *cum laude* por unanimidad ante un tribunal compuesto por los doctores Pilar Utrilla, Bernat Martí, María Fugazzola, Joan Bernabeu y Alberto Lorrio.

respuesta ante uno de los acontecimientos más trascendentales en la evolución de las sociedades humanas: la adopción de la economía de producción.

Lo que abordábamos, pues, era el problema (pre)histórico asociado a la evolución de las sociedades neolíticas tomando como principal base de apoyo el estudio del territorio, aunque para ello tuvimos que hacer obligada referencia al resto de aspectos que se incluyen dentro de la organización socio-económica. Y para llevar a cabo esta tarea, y como hipótesis inicial de trabajo, planteábamos el hecho de que los cambios ofrecidos por los patrones de ocupación y explotación del territorio eran el reflejo directo de las transformaciones sociales y económicas que se estaban operando en el seno de los grupos neolíticos. Se pretendía buscar la causalidad de las transformaciones observadas a lo largo del Neolítico y cuáles fueron las diferentes respuestas que se ofrecieron a lo largo del área de estudio. Objeto de especial atención fue también el análisis de las diversas soluciones ofrecidas en las diferentes regiones ante cambios similares, hecho que entendíamos que reflejaba la existencia de un proceso multilineal muy diferente a la imagen homogénea plasmada tradicionalmente por la historiografía arqueológica.

Partiendo de las bases establecidas por la Arqueología del Paisaje, y entendiendo por *Paisaje* el resultado de la integración del medio físico y de la acción del hombre sobre él a través de la implantación de un hábitat determinado y del aprovechamiento de los recursos naturales que ese medio ofrece de acuerdo con unos fines económicos, sociales o políticos que condicionan el grado de esa explotación (Orejas, 1991). Se buscaba incorporar la información interna del yacimiento (*on-site*) a su información externa (*off-site*) procurando de esta manera aunar los datos que nos pone al alcance el análisis macro y meso-espacial con la información arqueológica, paleo-económica y paleo-botánica conocida. Con todo este bagaje planteábamos las bases de partida para una interpretación de las formaciones económico-sociales tribales que ocuparon el territorio comprendido entre las cuencas de los ríos Júcar y Segura desde mediados del VI hasta los inicios del III milenio a.C.

El análisis del hábitat y del territorio fueron íntimamente ligados pues el conocimiento exhaustivo del primero facilita la comprensión del segundo. Lo que se buscaba, en definitiva, era establecer una serie de modelos de explotación y gestión del territorio, además de caracterizar las diferentes estrategias de ocupación que pudieran existir en el área de estudio durante el Neolítico. Esto nos permitió, además, una aproximación a aspectos básicos tales como los distintos intereses a la hora de ejercer un control territorial, los cambios demográficos, las transformaciones en los sistemas de control y explotación de los recursos, aspectos de la economía, el mundo simbólico, etc.

Como medio para completar el registro arqueológico, se tomaron en consideración otro tipo de indicadores que pueden encontrarse en el entorno que circunda

al yacimiento: el estudio de las áreas de captación de los asentamientos humanos leídos en clave de capacidad de uso del territorio circundante y de las unidades medioambientales. Estos estudios de alcance meso-espacial ayudan a una mejor comprensión de las posibilidades del entorno de los asentamientos, aunque hemos intentado de no caer en el reduccionismo ambiental con el establecimiento de categorías de análisis herméticas. No se trataba de establecer el uso final de los terrenos que se localizan en la inmediatez de cada una de las ocupaciones humanas, sino formar una idea aproximada de las posibilidades que ofrecen y esto, conjugado con los datos aportados por el registro arqueológico interno de los yacimientos, fue lo que nos permitió establecer las diferentes posibilidades acerca de la funcionalidad de cada ocupación.

Pero los asentamientos no pueden ni deben ser entendidos como unidades aisladas. Para evitar caer en los riesgos apuntados en las aproximaciones al territorio de carácter ambientalista y/o economicista (Orejas, 1998: 13-14), intentamos integrar otros elementos de análisis que entrarían dentro de lo que ha dado en denominarse análisis macro-espacial. Dentro de esta categoría de observación, lo que se pretendió fue la reconstrucción del paisaje entendiéndolo en la manera en la cual se definía anteriormente, es decir, como un producto social en el que se integra el medio físico y la acción del hombre sobre él. O si se quiere entender desde otro punto de vista, el fin último de esta escala de análisis lo que pretende es definir el sistema o sistemas de producción que se pueden observar intentando así señalar las formas de apropiación de la naturaleza por el hombre (Montané, 1982: 194). Para ello es necesario caminar hacia la construcción de un paisaje socializado por una sociedad concreta a través de la territorialización del mismo imponiendo una ordenación a diversas escalas (escala social, escala económica, escala simbólica, etc.). Este medio de apropiación resultará básico para establecer y explicar el uso del territorio, las conexiones entre los diferentes asentamientos, las relaciones de dependencia entre ellos y las formas de apropiación (físicas y simbólicas) del territorio.

Es así como concebimos la construcción del paisaje, como una síntesis de diferentes aproximaciones y visiones que tratan de aunar la mayor cantidad posible de manifestaciones humanas, desde las tangibles (registro material, paleo-económico o paleo-ambiental), hasta las intangibles (entre las que cabría incorporar las diversas manifestaciones simbólicas —arte, registro funerario, etc.— e ideológicas —y otros elementos para la apropiación del paisaje), aunque en muchas ocasiones ambas van de la mano. Lo que se buscaba, en definitiva, era una visión abstracta en la que se concibiese el territorio como *«un espacio social y socializado, en evolución y en tensión (visible o invisible) que está detrás de toda una serie de aproximaciones sintéticas al paisaje»* (Orejas, 1998: 14).

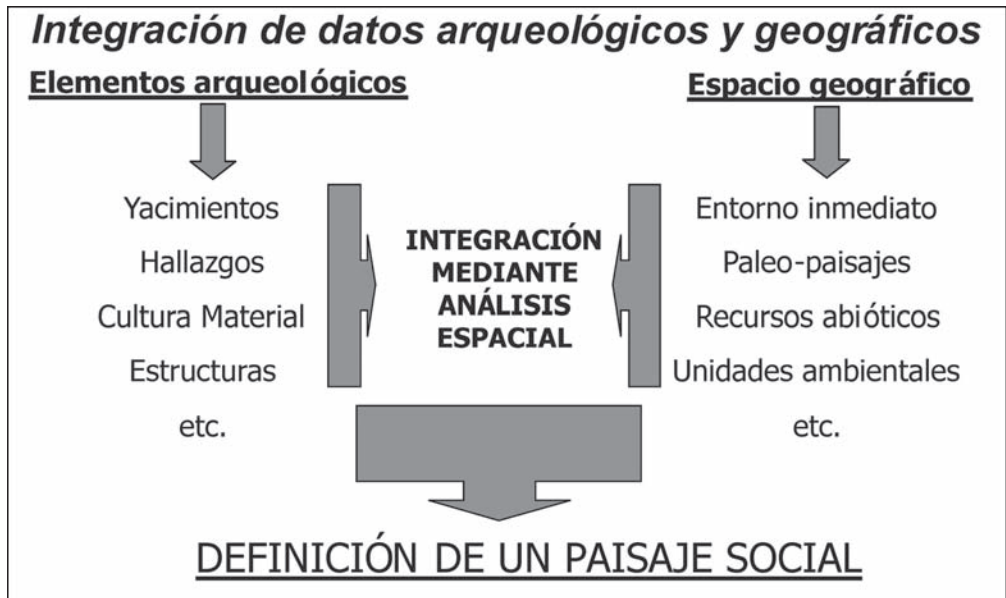


Figura 1. Esquema de aplicación para el estudio y definición de un Paisaje Social

3. La aplicación de SIG al estudio de las sociedades neolíticas

Como hacíamos referencia anteriormente, la aparición y desarrollo de los sistemas de información geográfica (GIS en su abreviatura anglosajona) ha permitido un extraordinario crecimiento de los trabajos dedicados a la explicación del comportamiento territorial de las sociedades del pasado. Como ha hecho notar Ignacio Grau en varias ocasiones, los SIG pueden emplearse para algo más que para la elaboración de cartografías didácticas o «bonitas» (Grau, 2002). Tanto el empleo de cartografías digitales como la implantación de programas informáticos, han permitido una mayor diligencia a la hora de interpretar el territorio, sobre todo gracias a que facilitan poder integrar una gran cantidad de datos consintiendo así el desarrollo de estudios que incorporan amplios espectros geográficos. Tal vez sea ésta la mayor ventaja de la aplicación de los SIG al estudio del territorio, aunque no la única. La comprensión de amplios espacios se ha traducido en la proliferación de estudios de carácter macroespacial lo que ha permitido una mejor asimilación de los comportamientos territoriales, económicos y políticos de los grupos analizados.

No obstante, son varios los límites que debemos poner a la aplicación de los SIG. Como ha recalcado C. González Pérez (1998: 73), los SIG no dejan de ser por sí mismos un sistema de representación extrapolado a partir de una realidad objetiva cuya imagen informatizada conlleva una importante carga subjetiva derivada de la simplifi-

cación de elementos mucho más complejos. Por otro lado, una de las grandes críticas que se han vertido en torno a la aplicación de los SIG es el hecho de que en muchas ocasiones su aplicación se convierte en el fin último de la investigación. El empleo exacerbado de los sistemas de información geográfica y de algunas de sus técnicas limita más que ayudan a la comprensión de las sociedades del pasado. Creemos que debe realizarse un uso razonable de estas herramientas empleándolas en aquellos casos en los que realmente sirven como elementos elaboradores de información interpretable, alejándonos de construcciones exageradas o cálculos tan innecesarios como obvios.

Tomando en consideración estos *pros* y *contras*, en nuestro trabajo no tratábamos de mostrar una sucesión de aplicaciones de la Arqueología del Territorio, los resultados de las cuales en muchas ocasiones son tan obvios como innecesarios, sino que intentábamos abordar un estudio desde todas las perspectivas posibles con la intención de ofrecer una explicación plausible del proceso de implantación y expansión del Neolítico en el área central del Mediterráneo español.

3.1. *El análisis de los yacimientos*

En nuestra Tesis Doctoral, la unidad básica de análisis, que no la única, fueron los yacimientos arqueológicos. Para que la comprensión de los mismos resultase válida creíamos que debía elaborarse un análisis minucioso de toda la información contenida en ellos. Para llevar a cabo esta labor, nos centramos en diversos aspectos que consideramos definitorios tanto de su ocupación como del papel que debieron jugar dentro de un panorama más global que estaría integrado dentro de lo que a partir de ahora denominaremos paisaje social neolítico.

Para facilitar la tarea de estudio y comprensión del trabajo, dispusimos buena parte de la información en las fichas de análisis que tomaban en consideración, además de los rasgos arqueológicos tradicionalmente considerados, aspectos como:

- *Situación y Emplazamiento*. Se tuvieron en cuenta parámetros como la altitud absoluta, la altitud relativa, la accesibilidad, la orientación, la visibilidad, la situación geográfica y litológica sobre el terreno, la localización en función de la pendiente, etc.
- *Morfología del asentamiento*. Se estableció una doble línea de análisis debido a la dicotomía en el hábitat neolítico entre cueva y asentamiento en llano. Para las cuevas, se empleó como base de partida el análisis definido por J.E. Márquez y A. Morales (1986), mientras que para el hábitat en llanura se tendrán en cuenta los datos aportados por excavaciones recientes, además de encomendarse a los resultados referidos a otros asentamientos ya excavados y publicados, aunque quedasen fuera del ámbito inicial de estudio.

- *Relaciones entre asentamientos*. Se tuvieron en cuenta la distribución de los yacimientos, la distancia a los vecinos más próximos (lineal y real), su localización dentro de las zonas de contacto y paso entre las diversas unidades fisiográficas, etc.
- *Análisis de los recursos potenciales*. Nuestro trabajo trató de establecer los territorios de explotación de los yacimientos. Intentamos observar el territorio como el espacio físico socializado y culturizado en el que se desarrollan el conjunto de las relaciones de las sociedades humanas (Ruiz y Burillo, 1988). El análisis de áreas de captación (*Site Catchment Analysis —SCA—*) (Vita-Finzi y Higgs, 1970) nos permitió examinar la relación entre subsistencia humana y medio ambiente. Entre sus objetivos podemos citar los mencionados por I. Davidson y G.N. Bailey (1984):
 - i. Definir el área utilizada habitualmente por los moradores de un yacimiento para su subsistencia diaria.
 - ii. Rastrear los puntos de procedencia de recursos y materiales cuyos restos arqueológicos aparecen en el interior del yacimiento.
 - iii. Reconstruir los microambientes que rodean a cada yacimiento cuyo mejor indicio lo muestran las variaciones de los datos paleo-ambientales presentes en el yacimiento.
 - iv. Establecer los recursos alimenticios disponibles lo que permite inferir el tipo de economía que practicaron.
 - v. Plantear la posible función del yacimiento atendiendo a sus características internas y al territorio que le rodea.
 - vi. Reconstruir las relaciones socio-económicas entre yacimientos como miembros de sistemas regionales de asentamiento.

En diferentes ocasiones se ha tratado de aplicar este tipo de estudios a un solo yacimiento, práctica que desde aquí consideramos errónea ya que esta postura parte del principio intrínseco de que cada yacimiento supone un universo independiente separado del resto de asentamientos. De esta manera tan sólo se puede acceder a una parte de la interpretación del registro que es la que aporta el asentamiento en cuestión, obviándose la existencia de sistemas de complementariedad o subordinación entre establecimientos humanos contemporáneos. Este hecho resulta mucho más grave cuando se aplica en pequeños asentamientos o cavidades que por sí solos no satisfacen plenamente las necesidades territoriales, económicas y sociales de un grupo humano. Por ello, en este trabajo, tratamos de englobar un amplio territorio y, tras su análisis global, establecer (o no) diferentes paisajes sociales.

3.2. Los SIG y su aplicación al estudio del paisaje social neolítico

La aplicación y desarrollo de los Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Arqueología en un hecho relativamente reciente en la investigación española. Si bien no pretendemos aquí desarrollar una extensa historiografía de la aplicación de esta herramienta al estudio de las sociedades del pasado (véase I. Grau Mira, 2002: 22-24), no podemos dejar de obviar una serie de hitos que han marcado la implantación de este instrumento.

Sin lugar a dudas, uno de los puntos de arranque debe situarse en 1997 en el seno del Departamento de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid con la publicación del libro *Los SIG y el análisis espacial en Arqueología* (Baena, Blasco y Quesada, 1997). En este trabajo se mostraban las inmensas posibilidades que a lo largo de los últimos años se han ido desarrollando de la mano de estos autores, especialmente por parte de Javier Baena, a los que se han unido un sinnúmero de investigadores concentrados en muchas ocasiones en torno a diversos centros de investigación² o desde la individualidad como sería el caso de L. García Sanjuán (Universidad de Sevilla) o G. Aguilera (Servei d'Investigacions Arqueològiques y Prehistòriques de la Diputació de Castellón).

La aplicación de los SIG ha crecido considerablemente desde 1997 hasta alcanzar su madurez definitiva con la celebración de las *Jornadas de Arqueología, Territorios antiguos y Nuevas Tecnologías. La aplicación de los SIG en la Arqueología del Paisaje* celebradas en la Universidad de Alicante en el año 2005 (Grau, 2006). Estas jornadas sirvieron para una puesta en común de las aplicaciones que se habían desarrollado en los últimos años, además de mostrar como los SIG se habían integrado plenamente tanto en amplios proyectos de investigación como en la Arqueología de control y gestión del patrimonio. Entre las conclusiones de este foro cabría destacar la madurez tanto metodológica como teórica de muchas de las aplicaciones empleadas, aunque también se hicieron notar algunos peligros derivados de su aplicación como la ausencia de contrastación en el campo de algunas de las aplicaciones o el empleo de realidades cartográficas actuales aun a sabiendas de los cambios geomorfológicos sufridos en buena parte del territorio analizado. Precisamente fue en este punto sobre el cual centramos parte del esfuerzo dedicado a nuestro trabajo de investigación.

2 El Instituto de Historia del Centro Superior de Investigaciones Científicas (J.M. Vicent, A. Uriarte, V. Mayoral, E. López Romero, etc.), el Laboratorio de Arqueología del Instituto de Estudios Gallegos (F. Criado, C. Parceró, C. González, etc.), el Departamento de Prehistoria, Arqueología e Historia Antigua de la Universidad de Alicante (I. Grau, S. Fairén, etc.).

3.3. Organización y estructura de un SIG

Antes de pasar a observar los límites y posibilidades de los SIG, consideramos esencial definirlos. Si bien no existe un consenso en torno a una descripción concreta, existe la asunción de que se trata de un sistema integrado para trabajar con información espacial, herramienta esencial para el análisis y toma de decisiones en muchas áreas de conocimiento. Para una mejor comprensión cabe desglosar su enunciado mismo (Peña Llopis, 2005: 3). Por «Sistema de Información» entendemos la unión de la información y herramientas informáticas (software) para su análisis con unos objetos concretos. Por otro lado, «Geográfica» hace referencia al hecho de que la información es espacialmente explícita, es decir, incluye la posición en el espacio.

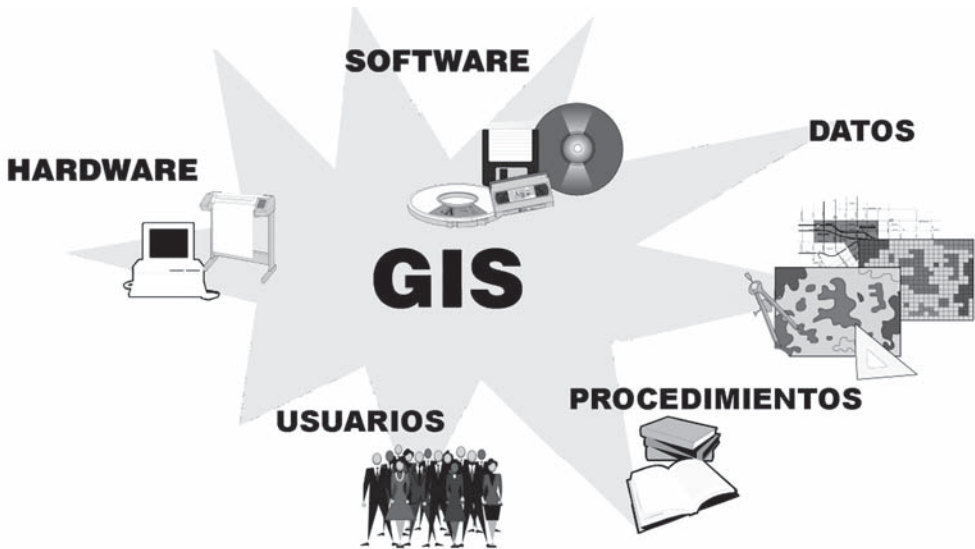


Figura 2. Estructura de uso y aplicación de un SIG

Los SIG presentan una base formada por diversas capas de información espacial en formato digital que representan diversas variables (formato ráster) y capas que representan objetos (formato vectorial) a los que corresponden varias entradas en una base de datos enlazada. Esta organización de la información lo que permite es combinar bajo una misma estructura información geográfica derivada de múltiples orígenes.

La aplicación de los SIG al mundo de la Arqueología no es muy diferente a la que se viene realizando en otros campos tanto de las ciencias naturales (Ecología, Geología, Biología, etc.) como de las sociales (Geografía, Economía, etc.). En nuestro

caso, las variables geográficas vienen mostradas a través los modelos ráster o modelos digitales del terreno. Estos no son más que la abstracción digital de la realidad física y aparecen expresados de multitud de maneras: modelos altimétricos, mapas de pendientes, mapas de velocidades, mapas de dispersiones/concentraciones, etc. Todos ellos tienen en común que su representación se realiza, como su propio nombre indica, mediante un modelo ráster, *grid* o malla de celdas formada por multitud de píxeles organizados en filas y columnas que tienen asociado un valor que podrá variar en función de la información que se pretende analizar.

En Arqueología, el ráster más empleado es aquel que contiene información altimétrica, es decir, aquel en el que cada casilla tiene asociado un valor de altura. No obstante, existen otros tipos también empleados para el análisis de las sociedades del pasado como pueden ser los mapas de pendiente en los que a cada píxel le corresponde un valor expresado en grados, los mapas de costes en los que cada celda tendrá vinculada una entidad derivada de la mayor o menor dificultad que conlleva transitar por ella, etc. A pesar de la infinidad de modelos ráster que podemos presentar, la mayoría de los empleados en Arqueología derivan siempre de la información altimétrica, es decir, de la orografía del terreno. Y es a partir de estos Modelos Digitales de Elevación (*Digital Elevation Model – DEM*) de donde se extrae la información geográfica que se analizará posteriormente.

Pero para completar un GIS, es imprescindible la parte referida a la información vectorial que se centra en objetos y elementos concretos que, en el caso de la Arqueología, son básicamente los yacimientos arqueológicos. Se considera así al yacimiento como un elemento más del espacio pudiendo representarse a través de diversas estructuras de datos: puntos (elementos con una localización concreta), líneas (elementos con un desarrollo a lo largo del territorio) y polígonos (realidades que ocupan una extensión de terreno delimitada). Estas unidades vectoriales se caracterizan por el hecho de presentar una localización espacial exacta e independiente las unas de las otras. Por otro lado, y a diferencia de otros programas de formato vectorial existentes en el mercado (Autodesk AutoCad, Corel Draw, Adobe Freehand, etc.), los SIG permiten almacenar junto a estas representaciones gráficas una infinidad de datos de diversa complejidad, desde la localización espacial expresada en un eje de coordenadas y abscisas X-Y y la altimetría (Z), hasta cualquier tipo de dato alfanumérico que consideremos oportuno. Con la creación de una base de datos, podremos integrar cualquier tipo de información dentro de la representación geográfica y aplicar estos datos en función de las necesidades de la investigación.

Para nuestro trabajo se elaboraron dos bases de datos distintas. La primera se vinculaba a todos y cada uno de los yacimientos analizados. A través de los campos X e Y, referidos a las coordenadas UTM de los yacimientos, esta base de datos fue exportada al programa GIS desde el cual creamos las distintas capas en función de

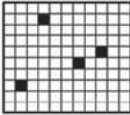


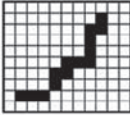

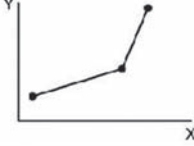
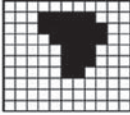

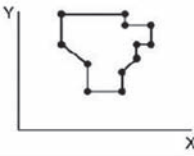


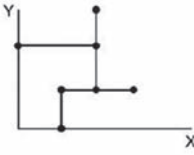
Imagen Raster	Realidad física	Imagen vectorial
	 Puntos: hoteles	
	 Líneas: red eléctrica	
	 Polígono: laguna	
	 Polilínea: red de carretera	

Figura 3. Representaciones ráster y vector de realidades físicas

las necesidades (tipos de asentamientos, cronologías, localización espacial, etc.). Por otro lado, y para homogeneizar toda la información, tanto la cartografía digital como las distintas coberturas temáticas se ofrecen siempre a través del sistema de referencia European Datum 1950.

Se elaboró por otra parte una base de datos referida a los yacimientos de arte rupestre postpaleolítico. El sistema de importación y gestión fue el mismo que el empleado para los yacimientos de hábitat. Los datos fueron extraídos de diferentes catálogos de yacimientos, especialmente del Catálogo del Arte Rupestre en el Arco Mediterráneo de la UNESCO. No obstante, algunas coordenadas de esta relación tuvieron que ser rectificadas al no coincidir con su ubicación exacta, hecho bastante habitual en los inventarios públicos de yacimientos (error que en la mayoría de ocasiones está asociado a la incorrecta conversión entre sistemas de referenciación).

También en formato vectorial pueden aparecer representados otros elementos del terreno como la red hidrográfica, las divisiones administrativas, etc. Estas capas fueron generadas a través de digitalización manual de cartografía en papel o usando las ya editadas por distintos organismos públicos.

YACIMIENTO		TERMINO	
Campo del Alfarero		Las Torres de Cotillas	
COMARCA	X	Y	Tipo de registro
Vega Media, Murcia	651960	4211700	Excavación antigua
<input type="checkbox"/> Neolítico cardial <input type="checkbox"/> Neolítico epicardial <input type="checkbox"/> Neolítico postcardial <input type="checkbox"/> Eneolítico antiguo <input checked="" type="checkbox"/> Eneolítico pleno			
HISTORIA			
El descubrimiento de este asentamiento es fruto de las diversas exploraciones que llevaron a cabo varios vecinos de la comarca de Las Alguazas. Tras el hallazgo de los primeros objetos, la zona fue reconocida minuciosamente por estos mismos aficionados quienes recuperaron un interesante lote de materiales procedentes de la excavación de algunas de las estructuras reconocidas.			
ENTORNO			
El yacimiento se localiza en tierras de labor, margen derecha del río Mula. Los hallazgos provienen de varias terrazas localizadas en esta margen que se encuentran sobreelevadas varios metros sobre el actual cauce y que ocupan una extensión aproximada de media hectárea.			
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS			
Los aficionados que excavaron el yacimiento constatan la existencia de pequeños depósitos de forma circular con cenizas, barro endurecidos y piedras quemadas en cuyo interior hallaron gran cantidad de materiales arqueológicos. Se reconocieron hasta 8 estas estructuras, además de otras peor definidas y con menor intensidad de materiales. Las estructuras principales se disponían en las inmediaciones de la senda que comunicaba los campos de trabajo, siendo observadas muchas de ellas en los cortados de los bancales.			
CULTURA MATERIAL			
La industria lítica en sílex está representada por puntas de flecha de pedúnculo y aletas, varias láminas (algunas de ellas de sílex melado translúcido) y restos informes. Entre los fragmentos de cerámica recuperada predominan los acabados lisos, no pudiéndose determinar la morfología de ningún vaso. Entre los fragmentos decorados, destacan algunos con impresiones de cestería y varios con decoración incisa. Las únicas formas cerámicas completas recuperadas son varias cucharas. También destaca la abundancia de elementos de molinología que se detectan prácticamente en todas las estructuras excavadas. Se trata de molinos, varios de ellos naviformes, y manos de molino. También se hace mención a la existencia de ídolos sobre roca, extremo que a nuestro entender cabe descartar, al igual que la presunta decoración de algunos de los elementos líticos recuperados. Se menciona también la existencia de un par de conchas de bivalvos, aunque no se especifica la especie. Se tienen noticias que en la margen opuesta del río también se documentaron cerámicas prehistóricas, aunque en mucha menor cantidad que en la margen derecha.			
DATOS ECONÓMICOS			
No se menciona la existencia de elementos faunísticos o vegetales, posiblemente debido a las características de la intervención.			
COMENTARIO GLOBAL			
Se trata de un poblado localizado en ladera de suave pendiente sobre el margen del río Mula. La escasez de la intervención impide valorar con certeza la cronología de este asentamiento, aunque la mención a un fragmento campaniforme, la tipología de algunas de las puntas de flechas hablan de momentos avanzados en la secuencia calcolítica, aunque no puede descartarse una ocupación desde el Eneolítico Pleno.			
BIBLIOGRAFÍA			
Ayala Hurtado, F., 1977			

Figura 4. Formulario de base de datos que posteriormente se integró en el SIG

3.4. Aplicaciones SIG en el marco del trabajo de investigación

A. Las bases de partida

Antes de pasar a desarrollar las diversas técnicas que se emplearon a lo largo del trabajo, consideramos obligado explicitar cual es la información de partida que hemos empleado para la elaboración de las matrices sobre la cual desarrollar los diferentes análisis.

La información altimétrica partió principalmente de dos fuentes. Para las zonas comprendidas dentro de la Comunidad Valenciana, se ha empleado la cartografía básica 1:50.000 editada por la Consellería de Obras Públicas y Transporte de de la Generalitat Valenciana; esta cartografía nos ha facilitado información altimétrica con curvas de nivel con una equidistancia de 20 metros, además de otra información de

carácter vectorial como la red hidrográfica, las delimitaciones administrativas, etc. Para la Región de Murcia y las tierras manchegas y andaluzas que también quedaban comprendidas dentro del ámbito de trabajo se ha empleado una cartografía de elaboración propia a escala 1:25.000 en la que se recoge tanto la red hidrográfica de la cuenca del Segura como la altimetría expresada en curvas de nivel separadas cada 10 metros. La calidad y exactitud de los datos que empleamos es más que suficiente para el desarrollo de análisis de carácter meso y macro-espacial, aunque sería insuficiente si lo que pretendiésemos fuera elaborar análisis a escala micro. Es a partir de la base altimétrica de donde elaboraremos los diversos modelos digitales del terreno.

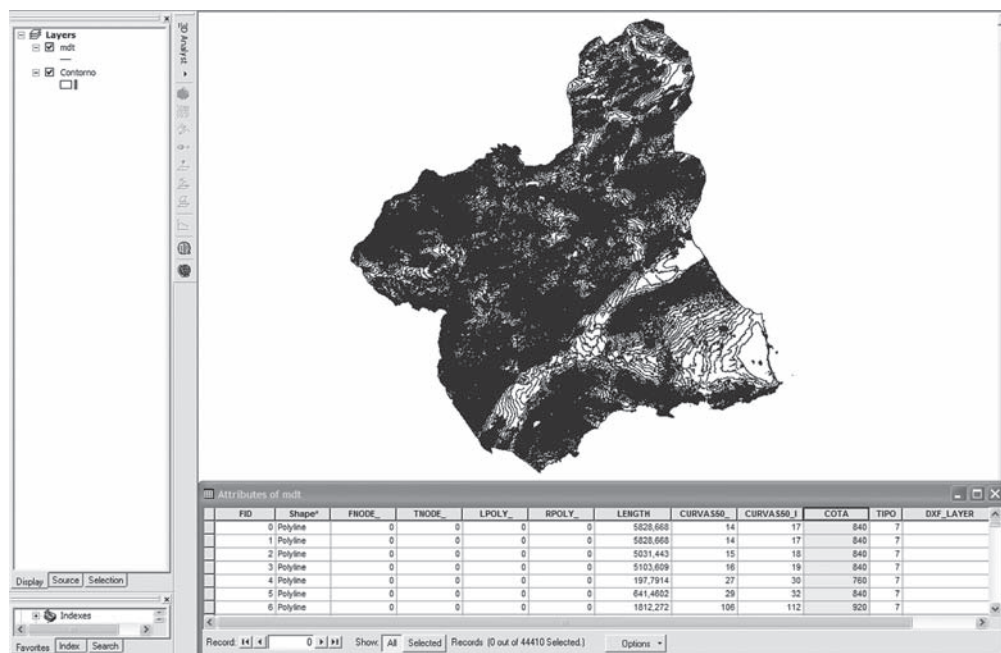


Figura 5. Representación vectorial de la altimetría y base de datos asociada

B. Creación y definición del MDT y de las Superficies de Coste

El empleo del software ArcGIS® 9.x de ESRI³ obliga a un paso intermedio antes de la elaboración definitiva del MDT. Antes de llegar al modelo digital del terreno, las curvas de nivel y su información altimétrica deben interpolarse mediante una

3 El uso de este software se realiza mediante licencia adquirida por el Departamento de Geografía Humana de la Universidad de Alicante a quienes agradecemos, especialmente al Dr. José Antonio Larrosa Rocamora, las facilidades prestadas para su empleo.

Red de Triángulos Irregulares (TIN – *Triangulated Irregular Network*) que no es otra cosa que un modelo del terreno que utiliza una extensión de triángulos contiguos y conectados basados en la triangulación de *Delaunay* de irregulares nodos espaciados o puntos de observación. La construcción de la superficie TIN se realiza mediante la creación de una masa de puntos que presentan un valor altimétrico –Z- tomado de la base de datos asociada a las curvas de nivel. Estos nodos serán los que determinen la superficie global de la superficie. Así, los TIN permiten modelar superficies heterogéneas eficazmente incluyendo más puntos en aquellas áreas donde la superficie es muy variable y menos en los que la superficie es relativamente constante. Proporcionan una gran precisión en el almacenamiento de datos de elevación, aunque presentan el gran inconveniente de impedir algunos tipos de análisis espaciales.

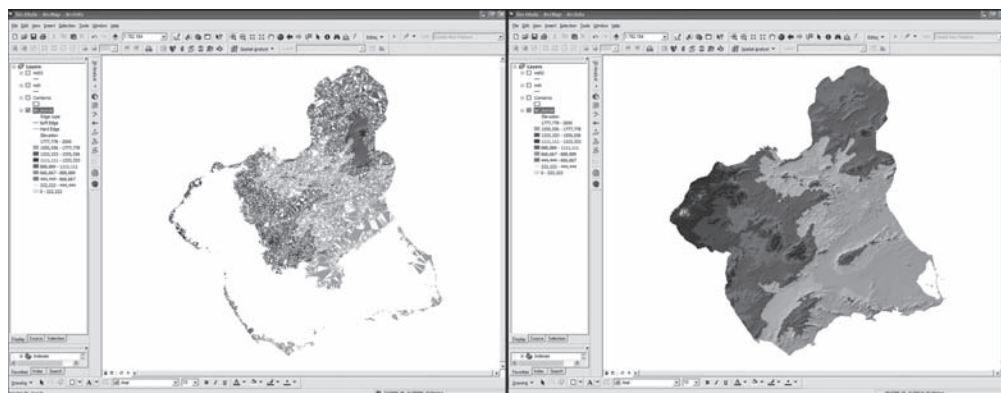


Figura 6. Proceso de generación de un TIN a partir de altimetría expresada en curvas de nivel

Para llevar a cabo la elaboración de los MDT, debemos convertir estos TIN en ráster. Es decir, transformar la información altimétrica contenida en la red de triángulos en información de alturas basada en una rejilla en la que cada píxel tendrá un valor concreto similar o distinto al píxel localizado junto a él. El método de interpolación seleccionado es el «*Linear Method*» según el cual el valor de las celdas se establece usando una interpolación lineal de los triángulos generados en el TIN. El tamaño de resolución seleccionado para cada una de estas celdas fue el de un cuadrado de 20 metros de lado, una resolución aceptable si se tiene en cuenta la superficie analizada y las necesidades de estudio que buscan una delimitación teórica de los yacimientos y no tanto una exactitud en cuanto a sus dimensiones o dispersión artefactual.

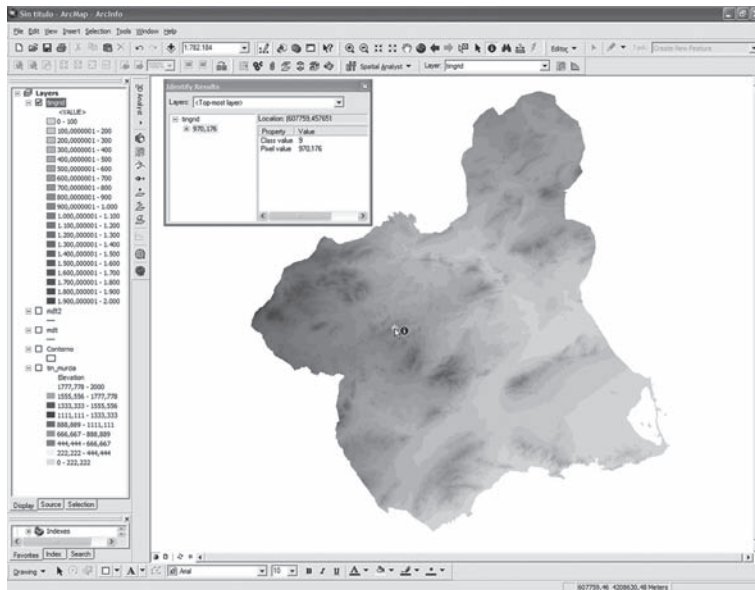


Figura 7. Representación ráster de la altimetría a partir de una malla de celdas con un valor de cota vinculado

La creación de los perímetros isócronos mediante el empleo de SIG se fundamenta principalmente en el valor coste-recorrido para lo cual se genera un mapa de superficies de coste sobre el cual se inician recorridos hipotéticos. Para llegar a establecer estas superficies de fricción, es necesario hacer derivar el modelo digital de elevaciones hacia otro modelo que represente el mayor o menor impedimento de recorrer el terreno. Tradicionalmente, este elemento no es otro que la orografía del terreno expresada en grados de pendiente, aunque existen una amplia gama de soluciones (algoritmos) matemáticas que hacen hincapié en otros aspectos como el gasto energético, la velocidad, etc. (Grau Mira, 2006). Pero antes de llevar a cabo esta operación, debemos reclasificar este terreno otorgando una serie de costes a cada fracción del terreno con el fin de establecer diferentes categorías de análisis ya que, de realizar el análisis tomando la superficie como una trama continuada, se considerarían superables zonas realmente impracticables como los cortados o los acantilados y se les atribuiría un valor de coste demasiado elevado a zonas prácticamente llanas y sinuosas. Esta conversión, realizada mediante el empleo del comando *Slope*, permite crear una superficie de pendientes que expresará la mayor o menor dificultad a la hora de transitar por el terreno.

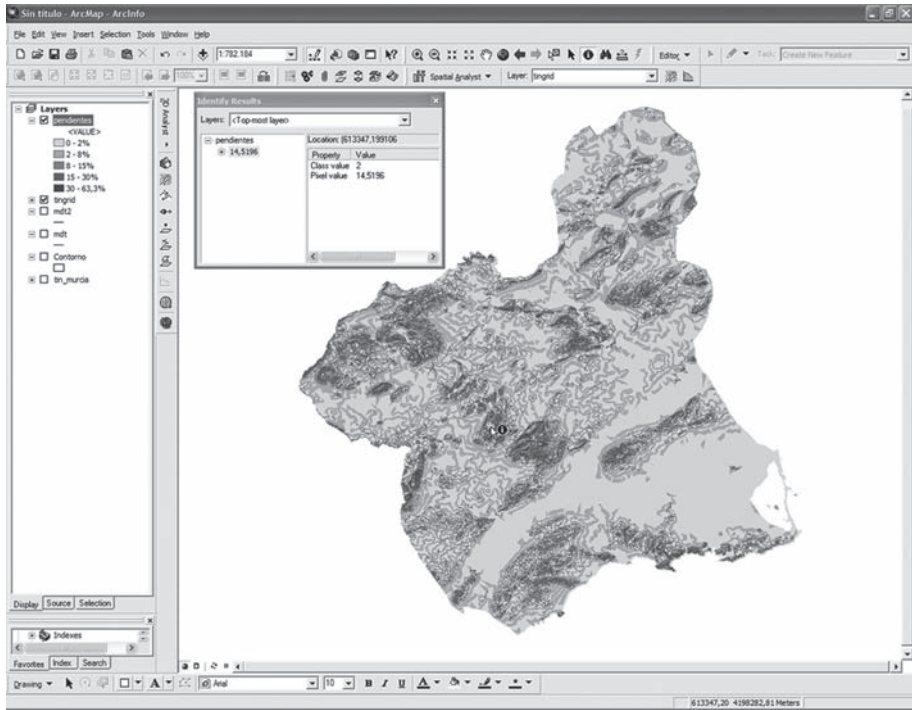


Figura 8. Modelo digital en el que se expresa la pendiente

<i>Pendiente</i>	<i>Porcentaje</i>	<i>Coste de desplazamiento</i>
Llana	0 – 2 %	<i>Básico</i>
Suave	2 – 8 %	<i>Escaso</i>
Moderada	8 – 15 %	<i>Medio</i>
Acentuada	15 – 30 %	<i>Alto</i>
Muy acentuada	+ 30%	<i>Muy alto</i>
<i>Mar y zonas lagunares</i>	-	<i>Infinito</i>

Tabla 1. *Categorías de pendientes y costes de desplazamiento según el porcentaje (Aguilella y Gusi, 2004)*

Pero no podemos obviar que existen otros elementos que también suponen un impedimento para el tránsito como pudieran ser los cursos fluviales, zonas encharcadas, etc. En nuestro marco de trabajo, la red hidrográfica nunca debió ser de gran entidad siendo superable fácilmente desde cualquier punto de su recorrido. Mención aparte merecen las zonas encharcadas, en la actualidad completamente transformadas o desecadas, pero que durante la secuencia neolítica sí debieron suponer cierta limitación para el tránsito de hombres y animales. Tenemos así dos variables más que debemos integrar a la hora de crear los mapas de pendientes.

Una vez construido en Modelo Digital del Terreno y la Superficie de Coste, se pueden empezar a desarrollar aquellos análisis de carácter espacial que consideremos oportunos. El tipo de observación que más emplearemos será el del análisis de las áreas de captación que trata de delimitar el espacio teórico que sería explotado por una comunidad humana dentro de un marco geográfico delimitado por la variable espacio tiempo.

C. La definición de las áreas de captación

Sin lugar a dudas, esta técnica ha sido una de las más empleadas por la Arqueología del territorio desde su aparición. Posiblemente, la proliferación en su uso se debe tanto al extraordinario desarrollo metodológico como a la importancia de un aparato teórico que justifica y apoya su aplicación. El *Site Catchment Analysis* o Análisis del Territorio de Explotación supone un valor cuantificado que tiene sentido en tanto permite evaluar relativamente las diferencias entre yacimientos por estar definido de igual forma para todos ellos (Fernández y Ruiz, 1984). Trata de establecer el espacio cultural y económico que está en función de satisfacer exigencias planteadas a través del mínimo consumo de energía y que rechaza el azar como patrón de estudio. Su análisis define el límite arbitrario del territorio de explotación del hábitat basado en consideraciones teóricas sobre el tamaño del área circundante a un yacimiento que sería el habitualmente explotado por sus habitantes. Pretende, pues, investigar la relación entre los recursos potencialmente disponibles y los recursos explotados lo que permite una explicación de las causas de la elección de un determinado yacimiento, su economía y la relación localización-economía con respecto a directrices regionales (Davidson y Bailey, 1984).

El factor tiempo-distancia es la base de la delimitación del territorio de explotación definido a partir de un sistema independiente de evaluación, la distancia isocrónica, que permite establecer el radio máximo de desplazamiento desde un yacimiento a un área de explotación de recursos determinada, de tal forma que la energía consumida durante el viaje y la extracción no exceda la energía adquirida como alimento o recurso. Para las poblaciones agricultoras sin medios de transporte (tal es el caso de las sociedades que centraron nuestro estudio) se ha establecido un espacio de una hora

de tiempo de desplazamiento dentro de sus territorios de explotación reconociendo los requerimientos más intensivos y laboriosos del tipo de cultivo de las sociedades campesinas tradicionales (Chisholm, 1968). Se pretende con ello establecer el área territorial susceptible de ser utilizada para obtener los recursos necesarios, es decir, el que permite hacer un viaje de ida y vuelta en un mismo día, sin que por ello queramos afirmar que sea el único empleado.

Este tipo de estudios se ha empleado de manera recurrente desde la publicación de los trabajos de la escuela paleo-económica de Cambridge. Si bien en un principio estas aproximaciones se limitaban a establecer una circunferencia de 5 km de radio en torno al yacimiento, pronto se vio que los resultados obtenidos no se ajustaban a la realidad. A partir de ese momento se incorporó el criterio esfuerzo a la hora de calcular esos territorios. Durante muchos años se emplearon las cartografías tradicionales y su contrastación sobre el terreno lo que limitaba el trabajo, resultando muy complicado analizar un amplio territorio. No obstante, en los últimos años, el desarrollo de programas informáticos aplicados al conocimiento geográfico han facilitado enormemente este tipo de cálculos ya que permiten analizar amplias zonas y en consecuencia establecer conclusiones de carácter global.

La creación de un mapa de distancias de coste implica reclasificar el territorio en píxeles, cada uno de los cuales tendrá un valor asociado tanto a la distancia desde el punto de origen (los yacimientos analizados) como al esfuerzo necesario en recorrerlos. Con el software empleado en nuestro trabajo, esta operación se realiza mediante el comando *Cost Weighted* que permite definir el punto de origen, la superficie de coste (la reclasificación del ráster de pendientes) y la relación distancia/tiempo a recorrer en el supuesto de que toda la superficie no presente ninguna fricción. El resultado será el territorio ideal que una persona puede caminar a una velocidad constante de 5 km/h en terreno sin ningún coste de desplazamiento. Se generan así una serie de perímetros en los que se ven reflejadas aquellas variables que dificultan el tránsito, creándose superficies prácticamente circulares en torno aquellos yacimientos que se localizan en entornos llanos y perímetros irregulares y de reducido tamaño en torno a aquellos que se ubican en zonas orográficamente complejas.

D. Hacia la interpretación de las posibilidades económicas del área de captación

Tras la delimitación del territorio de explotación, se pasará a evaluar su potencial económico. Para ello se tendrán en cuenta unidades independientes que más tarde se conjugarán entre sí: los condicionantes del medio físico, el aprovechamiento actual e histórico del territorio o la pendiente del terreno. Merece la pena en este momento que nos detengamos en la descripción de algunas de las cartografías temáticas que empleamos para una mejor caracterización de cada uno de los yacimientos.

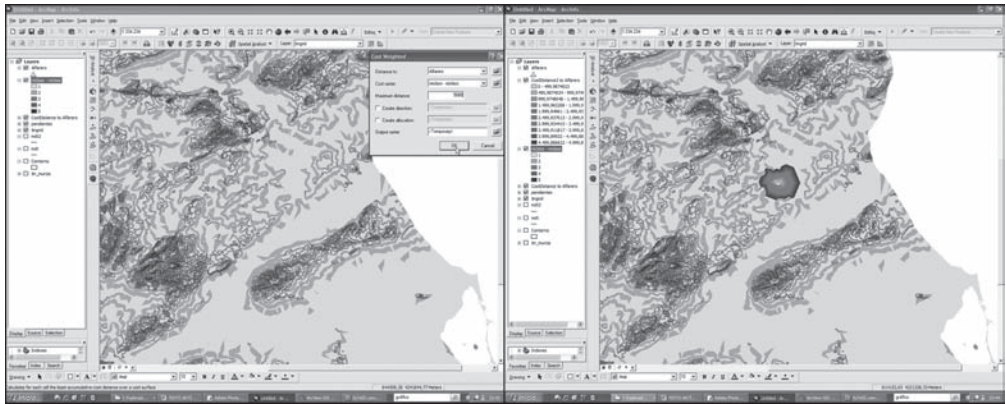


Figura 9. Generación de una superficie de coste a partir de un punto concreto (El Campo del Alfarero)

Para la evaluación de las posibilidades económicas del entorno nos encontramos ante el problema de la inexistencia de una cartografía homogénea para el territorio comprendido en el trabajo. Si bien en trabajos previos (García Atiénzar, 2004; 2006) hicimos uso de la cartografía dedicada a la capacidad de uso del suelo elaborada por la Consellería de Urbanismo y Transporte de la Generalitat Valenciana, en esta ocasión nos hemos visto obligados a descartarla ya que el ámbito de la misma no abarcaba nuestras necesidades. Para las distintas zonas de estudio existen varias cartografías temáticas que hacen referencia al uso del suelo, a las características edafológicas y geológicas. No obstante, hemos preferido emplear una que reúna características idénticas para todo el ámbito analizado. Optamos en esta ocasión por manejar la cartografía elaborada por la Agencia Europea de Medio Ambiente sobre los usos del suelo (*Corine Land Cover 2000 —CLC—*). El CLC supone la clasificación del terreno partiendo de la interpretación visual de las imágenes de satélite a escala 1:100.000, siendo la unidad mínima de análisis de 25 ha de extensión. El proyecto original establece 44 categorías agrupadas en diferentes subniveles. Aquí emplearemos el segundo nivel de análisis que establece la presencia de 15 categorías, aunque algunas de ellas no aparecen representadas:

Somos conscientes de que el empleo de una cartografía de estas características para la evaluación de las posibilidades de uso durante el pasado puede resultar peligroso en tanto las transformaciones habidas han sido muchas. La introducción de maquinaria agrícola con gran capacidad de transformación, la existencia de intereses económicos concretos o la propia necesidad de expansión de las sociedades actuales ha generado una importante transformación del espacio. Si bien no obviaremos en ningún momento este hecho, creemos que el empleo de este tipo de cobertura permite esbozar las posi-

- 1. SUPERFICIES ARTIFICIALES**
 - 1.1. Trama urbana
 - 1.2. Zonas industriales y comerciales y áreas de transporte
 - 1.3. Minas y sitios de construcción
 - 1.4. Zonas artificiales no agrícolas
- 2. ÁREAS AGRÍCOLAS**
 - 2.1. Zonas arables
 - 2.2. Cosechas permanentes
 - 2.3. Pastos
 - 2.4. Áreas agrícolas heterogéneas
- 3. ÁREAS FORESTALES Y NATURALES**
 - 3.1. Bosques
 - 3.2. Asociaciones maleza y/o herbáceas
 - 3.3. Espacios con poco o ninguna vegetación
- 4. TIERRAS HÚMEDAS**
 - 4.1. Tierras húmedas interiores
 - 4.2. Tierras húmedas marinas
- 5. ESPACIOS ACUÁTICOS**
 - 5.1. Zonas interiores
 - 5.2. Zonas diluidas marinas

Tabla 2. Tipos de suelos según la clasificación del Corine Land Cover (ed. 2000)

bilidades económicas del entorno de cada yacimiento en tanto su empleo no está encaminado a establecer la funcionalidad de cada yacimiento. El empleo de la información aportada por esta cartografía fue un elemento más dentro de una suma de variables que ha sido la que, en definitiva, nos permitió plantear una probable funcionalidad. Lo que pretendíamos con esto era aportar una variable más que nos ayudase en este estudio alejándonos siempre de las soluciones simplistas y deterministas basadas únicamente en el análisis del entorno inmediato y sus posibilidades.

El otro gran elemento de análisis es el que se refiere a las unidades fisiográficas. Para ello adaptamos la catalogación elaborada por Carmen Antolín (1998), trabajo que supone la subdivisión objetiva en diferentes unidades ambientales según la combinación de factores naturales como las formas del terreno, la vegetación, la morfología erosiva o las propiedades del suelo. Según esta distribución, las zonas llanas (0-2% de desnivel) se distribuyen a lo largo de las planicies aluviales de la zona litoral y algunos puntos del fondo de los valles. Las zonas de relieves ondulados (2-8%) coinciden con depósitos cuaternarios con limos aluviales, glaciares de acumulación o

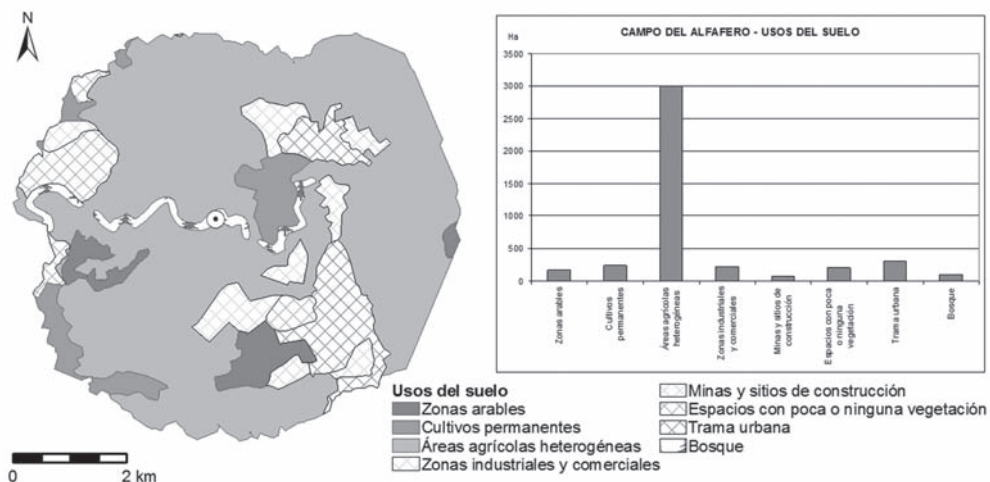


Figura 10. Representación gráfica e histograma de tipos de suelos en el área de captación del yacimiento analizado

depósitos de suaves pendientes. Las unidades con una pendiente algo más acentuada, de fisiografías fuertemente onduladas o laderas suaves (8-15%), se localizan en los pies de elevaciones de relieves más acusados y ocupan la franja entre estos y las zonas llanas; son suelos de origen coluvial y poco evolucionados. Las áreas con pendiente entre 15-30% incluyen formas de terrenos elevados y laderas moderadas y que se corresponden con zonas de menor pendiente de las alineaciones montañosas o bien con elevaciones que emergen sobres las llanuras cuaternarias de manera aislada. Los relieves más acentuados se sitúan en las cadenas montañosas del interior, presentan marcados desniveles y están separadas por valles más o menos amplios a lo largo de todo el territorio. El resto de fisiografías que se encuentran en pendientes mayores al 30% fuertemente socavadas, laderas acentuadas o muy acentuadas, aparecen puntualmente en las alineaciones montañosas.

La combinación de todas o algunas de estas variables considerábamos que podía servir de base para la distinción entre los diferentes asentamientos, aunque sin olvidar que un mismo yacimiento pudo jugar varios papeles dentro de un grupo y por tanto mostrar diferentes variables. En definitiva, la labor de establecer facies funcionales y/o estacionales en un yacimiento dependió en la mayoría de casos del grado de conocimiento que teníamos del mismo y, si bien éste no siempre era el más óptimo, tratamos de recurrir a emplear variables ajenas al propio yacimiento fijándonos en aquellas que no han podido ser modificadas por el hombre como la morfología del asentamiento o el entorno geográfico inmediato y sus posibilidades económicas.

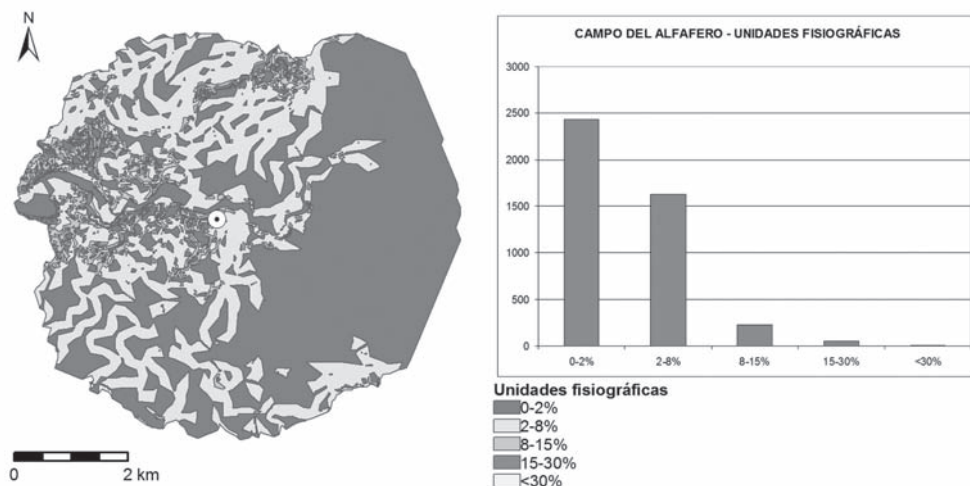


Figura 10. Representación gráfica e histograma de las unidades fisiográficas en el área de captación del yacimiento analizado

El análisis de las características mostradas por estas cartografías temáticas en el hipotético territorio de captación requiere del solapamiento entre ambas coberturas, o lo que es lo mismo, cortar la capa temática (usos del suelo/unidades fisiográficas) a partir del polígono generado tras el cálculo de la distancia isocrónica. Este solapamiento, llevado a cabo a través del comando *Clip*, genera una nueva capa en la que aparecerá un nuevo polígono que hace referencia a las distintas unidades que quedaban dentro del área de captación. Este cálculo no supone sólo la representación gráfica de las unidades fisiográficas y tipos de suelos dentro del recorrido de una hora sino que también genera una base de datos con la cantidad de superficie de cada tipo. Es decir, se obtienen de esta manera los datos para cuantificar en unidades de superficie (metros, hectáreas, etc.) los valores comprendidos dentro del área de captación.

Y no sólo podemos representar los datos de una manera cartográfica sino que también podemos observarlos a través de un histograma gracias a que, con la creación de la nueva capa o shapefile, también se genera un archivo «.dbf» (compatible con diversos software como Microsoft Excel o Microsoft Access) que contiene todos los datos. De esta manera, la lectura de los datos es totalmente precisa y cuantificable favoreciendo así el proceso de interpretación arqueológica.

E. Análisis crítico

Somos conscientes de las críticas vertidas hacia este tipo de aproximaciones, las cuales se han centrado básicamente en su aplicación dentro de marcos interpretativos

basados en criterios funcionalistas. Estos reproches se centran principalmente en dos aspectos; por un lado, en su excesivo funcionalismo en tanto otorga demasiada importancia a factores externos y adaptativos en el establecimiento de pautas que guían el comportamiento humano; y por otro, en la aplicación de criterios de eficiencia y racionalidad económica empleados en la economía de mercado actual (Vicent, 1991). Coincidimos en que el SCA no resulta un método definitivo para evaluar los territorios de explotación, aunque creemos que sí resulta válido en tanto supone un método de cuantificación idéntico para todos ellos con lo que la comparación de los resultados es objetiva permitiendo observar similitudes y asimetrías entre los diferentes yacimientos y sus áreas de captación.

Para superar las limitaciones intrínsecas a este sistema de aproximación y salvar el desarrollo de una visión de carácter economicista-ambientalista, se tomaron en consideración otro tipo de manifestaciones que se aproximan a la esfera de lo ideológico. Fueron objeto de especial atención elementos como el arte rupestre y su localización dentro del espacio ocupado y explotado por el hombre, los yacimientos de carácter funerario y su relación con los asentamientos vinculados al hábitat u otras actividades humanas. Estas líneas de investigación nos sirvieron de marco a la hora de interpretar y explicar la existencia de unos paisajes socializados y cambiantes a lo largo de la secuencia neolítica en las tierras comprendidas entre las cuencas de los ríos Júcar y Segura.

4.5. Otras aplicaciones SIG

Partiendo también de las superficies de coste generadas para el cálculo de las áreas de captación, es de dónde se pueden generar las conocidas como rutas óptimas. Este cálculo, realizado mediante el módulo *Shortest Path*, une dos o más puntos articulándolos de manera tal que el recorrido acumule el menor coste posible, es decir, transitando por aquellos píxeles que presentan un menor coste asociado. Lo que se obtiene es una trama de caminos con un punto de partida, el yacimiento a partir del cual se ha establecido la superficie de coste, y uno o varios puntos finales. Lo que se establece, en definitiva, son aquellas rutas por las cuales resultaría más fácil transitar, aunque esto no quiera decir que fueran los transitados habitualmente ya que esto pudiera variar en función de parámetros no cuantificables como pudieran ser las relaciones socio-políticas, cuestiones asociadas a la ideología y el mundo simbólico, etc.

Otro de las aplicaciones que desarrollaremos en nuestro estudio será la observación de los asentamientos en relación con la *pendiente*. Partiendo de nuevo del Modelo Digital del Terreno, se creará un mapa de pendientes que será reclasificado en varias categorías que faciliten el análisis. Posteriormente se vinculará cada uno de los yacimientos tomados en consideración con el rango de pendiente sobre el

cual se asienta. Este dato nos permitirá establecer posibles transformaciones diacrónicas en cuanto al patrón de asentamiento y localización pudiendo observarse si los cambios aparecen asociados a otro tipo de transformaciones de carácter socio-económico.

4. Conclusiones

En resumen, lo que se pretendía era plantear es un estudio territorial de carácter arqueológico que se realizará desde dos líneas complementarias. Por un lado un análisis meso-espacial en el que se trataba de establecer la funcionalidad y el carácter estacional de los diferentes yacimientos. Para ello se establecía su correspondiente territorio de explotación dentro de diferentes coberturas temáticas (recursos hídricos, edafología, litología, etc.) creadas y modificadas a través de la aplicación de diferentes SIG. Esta información, conjugada por la aportada por el yacimiento, fue la que en definitiva nos permitió caracterizar cada uno de los yacimientos u ocupaciones en el caso de tratarse de asentamientos pluriestratificados.

Por otro, se trató de establecer un marco macro-espacial que englobase los diferentes yacimientos y zonas para establecer hipótesis acerca de la ocupación y explotación del territorio por parte de las primeras sociedades productoras.

La conjugación de estas dos escalas de análisis con otros datos derivados del registro arqueológico y otras manifestaciones simbólicas (arte y mundo funerario básicamente) nos permitió observar como se asentaron las primeras comunidades neolíticas en las comarcas centro-meridionales valencianas; como, desde el primer momento, articularon un paisaje social con la presencia de santuarios rupestres orientados, muy posiblemente, a reforzar los lazos de unión del grupo tribal; como se expandieron a lo largo del Levante peninsular repitiendo y modificando las claves del paisaje original en función de nuevas necesidades sociales; y como, en los albores del III milenio a.C., se había neolitizado todo este territorio a través de una comunidades campesinas que poco tenían que ver con los grupos neolíticos pioneros pero que, en última instancia, seguían articulando su territorio en función de unas necesidades sociales, económicas y simbólicas.

5. Bibliografía

AGUILLELLA, G. y GUSI, F., «Avanç a l'estudi del territori d'Orpesa la Vella (Orpesa, Plana Alta) a l'edat del Bronze mitjançant sistemes d'informació geogràfica (SIG)» En M.S. HERNÁNDEZ y L. HERNÁNDEZ (Eds.): *I Jornadas de la Edad del Bronce en las tierras valencianas y zonas limítrofes* (Villena, 2002), pp. 127-135. Villena, 2004

- BAENA, J., BLASCO, C. y QUESADA, F. (Eds.), *Los SIG y el análisis espacial en Arqueología*. Madrid, 1997
- CLARKE, D.L. (Ed.), *Spatial Archaeology*. Cambridge, 1977
- CHISHOLM, M., *Rural settlement and Land Use*. Londres. 1968
- DAVIDSON, I y BAILEY, G.N., «Los yacimientos, sus territorios de explotación y la topografía». *Boletín del Museo Arqueológico Nacional*, vol. II, pp. 25-46. Madrid, 1984
- GARCÍA ATIÉNZAR, G., *Hábitat y Territorio. Aproximación a la ocupación y explotación del territorio en las comarcas centro-meridionales valencianas durante el Neolítico cardial*. Villena, 2004
- GARCÍA ATIÉNZAR, G., «Abrigos, valles y pastores. Análisis espacial del paisaje pastoril en las tierras centro-meridionales valencianas» En I. GRAU (Ed.): *La Aplicación de los SIG en la Arqueología del Paisaje*, pp. 149-170. Alicante, 2006
- GARCÍA SANJUÁN, L., *Introducción al reconocimiento y análisis arqueológico del territorio*. Barcelona, 2005
- GONZÁLEZ PÉREZ, C.A., «GIS, Arqueología y Paisaje: una crítica constructiva». *Arqueología del Paisaje. Arqueología Espacial*, 19-20, pp. 71-77. Teruel. 1998
- GRAU MIRA, I., *La organización del territorio en el área central de la Contestania Ibérica*. Alicante, 2002
- GRAU MIRA, I. (Ed.), *La Aplicación de los SIG en la Arqueología del Paisaje*. Alicante, 2006
- HERNANDO, A., «Enfoques teóricos en Arqueología». *SPAL*, nº 1, pp. 11-35. Sevilla, 1992
- HODDER, I. y ORTON, C. 1976. *Spatial analysis in Archaeology*. Cambridge
- MÁRQUEZ, J.E. y MORALES, A., «La habitabilidad de las cuevas: análisis morfológico». *Arqueología Espacial*, nº 7, pp. 169-181. Teruel, 1986
- MONTANÉ, J.C., «Sociedades igualitarias y modo de producción». En L.F. BATE *et alii.*: *Teorías, métodos y técnicas en Arqueología*, pp. 191-209. México, 1982
- OREJAS, A., «Arqueología del Paisaje: Historia, Problemas y Perspectivas». *Archivo Español de Arqueología*, nº 64, pp. 191-230. Madrid. 1991
- OREJAS, A., «El estudio del Paisaje: visiones desde la Arqueología». *Arqueología del Paisaje. Arqueología Espacial*, nº 19-20, pp. 9-19. Teruel, 1998
- PEÑA LLOPIS, J., *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio*. Alicante, 2005
- VICENT GARCÍA, J.M., «Fundamentos teórico-metodológicos para un programa de investigación arqueo-geográfica». En P. LÓPEZ (Ed.) *El cambio cultural del IV al II milenios en la comarca noroeste de Murcia*, pp. 31-117. Madrid. 1991