

Geoarqueología

(Actas de la 2ª Reunión Nacional de Geoarqueología.
I.T.G.E., Madrid, 14, 15 y 16 de diciembre de 1992)

Editor:

Jesús F. Jordá Pardo



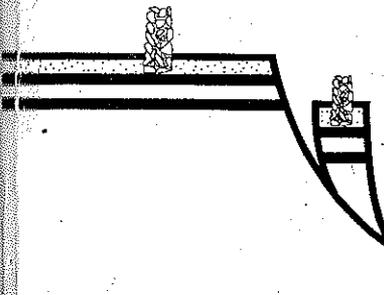
Instituto Tecnológico
GeoMinero de España



Asociación Española para el Estudio del Cuaternario

Madrid, 1994

2ª REUNION NACIONAL DE GEOARQUEOLOGIA
Madrid, 14, 15 y 16 de diciembre de 1992



2ª Reunión Nacional de Gearqueología (Madrid, 14, 15 y 16 de diciembre de 1992)

ORGANIZACION

ENTIDADES ORGANIZADORAS

Instituto Tecnológico Geominero de España. Area de Ingeniería Geoambiental

Asociación Española para el Estudio del Cuaternario (AEQUA)

SECRETARIO DE LA REUNION Y EDITOR DE LAS ACTAS

Jesús F. Jordá Pardo

COMITE CIENTIFICO

* Francisco Javier Ayala Carcedo

Area de Ingeniería Geoambiental. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid.

* Francisco Borja Barrera

Departamento de Geografía Física y Análisis Regional. Facultad de Humanidades (Huelva). Universidad de Sevilla.

* Victor M. Fernández Martínez

Departamento de Prehistoria. Facultad de Geografía e Historia. Universidad Complutense de Madrid.

* Francisco Giles Pacheco

Museo Municipal de El Puerto de Santa María (Cádiz).

* Gonzalo Ruíz Zapatero

Departamento de Prehistoria. Facultad de Geografía e Historia. Universidad Complutense de Madrid.

COMITE ORGANIZADOR

Alfonso Arribas Herrera, José Cervera, Rogelio Estrada García, Susana Fraile Gracia, Francisco González Medina
Máximo Hernández Ruíz, Luis de Luque Ripoll, Ana Isabel Ortega Martínez, Oscar David Pérez Escudero, Fernando Luis Sánchez Casado

ENTIDADES COLABORADORAS

* Fundación Gómez Pardo (Madrid)

* Diputación Provincial de Burgos

* Junta de Castilla y León

* Bodegas Camino de La Venta (Villanueva del Pardillo, Madrid)

* CMYK (Madrid)

Geoarqueología
(Actas de la 2ª Reunión
Nacional de Geoarqueología.
I.T.G.E., Madrid, 14-16, diciembre, 1992).
I.T.G.E. - AEQUA. Madrid, 1994.

Sistemas de Información Geográfica, Geoarqueología y Prospección Arqueológica. Una propuesta metodológica para la localización exhaustiva de yacimientos con arte rupestre en un sector de la provincia de Cádiz

Jesús F. Jordá Pardo, Luis Laín Huerta

Instituto Tecnológico Geominero de España. Ríos Rosas, 23. 28003 Madrid.

Martí Mas Cornellà

Departamento de Prehistoria e Historia Antigua. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Senda del Rey, s/n. Ciudad Universitaria. 28040 Madrid.

RESUMEN

Mediante la utilización de un Sistema de Información Geográfica y la caracterización geoarqueológica de la zona de estudio, se plantea una metodología para la prospección de yacimientos con Arte Rupestre Prehistórico en una zona de la provincia de Cádiz, en la cual, desde 1988, se viene desarrollando el Proyecto de Investigación Arqueológica "Las manifestaciones rupestres prehistóricas de la zona gaditana", dirigido por uno de nosotros (M.M.C.) y autorizado y subvencionado por la Dirección General de Bienes Culturales de la Consejería de Cultura y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, contando con la colaboración de técnicos del Instituto Tecnológico Geominero de España.

PALABRAS CLAVE: Sistemas de Información Geográfica, Geoarqueología, Prospección Arqueológica, Arte Rupestre, Cádiz.

1. INTRODUCCION

En este trabajo presentamos una propuesta metodológica en la que intentamos integrar las técnicas de Prospección Arqueológica, las aportaciones de la Geoarqueología y la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica, encaminada a la realización de un programa de investigación predictiva que permita la localización exhaustiva y sistemática de la práctica totalidad de los yacimientos con Arte Rupestre Prehistórico en un sector de la provincia de Cádiz.

Para la consecución de los objetivos propuestos, aplicaremos nuestra metodología de trabajo en una zona muy bien conocida por nosotros en cuanto a sus manifestaciones artísticas prehistóricas y a las características geológicas de los yacimientos rupestres, desarrollándolo en un primer momento en la Hoja nº 1.074 (Tahivilla) del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:50.000.

Este trabajo es el fruto de una estrecha colaboración, desde 1988, entre el Area de Ingeniería Geoambiental del Instituto Tecnológico Geominero de España y el Departamento de Prehistoria e Historia Antigua de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, en el marco del Proyecto de Investigación Arqueológica "Las manifestaciones rupestres prehistóricas de la zona gaditana", que se lleva a cabo bajo la dirección de M.M.C., contando con la autorización y subvención de la Dirección General de Bienes Culturales de la Consejería de Cultura y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía.

2. ANTECEDENTES

La combinación de los Sistemas de Información Geográfica, la Geoarqueología y la Prospección Arqueológica no es una novedad en el campo de la Arqueología Espacial, si bien el desarrollo de proyectos de investigación dentro del contexto internacional en los que se realice esta integración no cobra una cierta dimensión hasta la segunda mitad de la década de los ochenta. Estos trabajos han sido desarrollados básicamente por investigadores del ámbito anglosajón y podemos señalar como elemento básico de referencia el libro *Interpreting Space: GIS and archaeology* (Allen, Green y Zubrow, eds., 1990), en donde se plasman los resultados de numerosos proyectos en los que se utilizan Sistemas de Información Geográfica.

La aplicación de los Sistemas de Información Geográfica cobra especial interés a la hora de plantear una prospección arqueológica de un territorio concreto partiendo de una modelización predictiva. Como ejemplo podemos citar los trabajos de Farley *et al.* (1990) en los estados del suroeste de los EE.UU. (Colorado, Kansas, Missouri, New Mexico, Oklahoma, Texas y Lousiana), o los de Warren (1990 a y b) en el Medio Oeste y los de Carmichael (1990) en Montana, ambos también en los EE.UU. En todos estos ejemplos la integración de datos de índole geoarqueológica en los Sistemas de Información Geográfica ha permitido obtener mapas predictivos de localización de diferentes tipos de asentamientos humanos.

En España, la reciente disponibilidad de este tipo de "software" y su escasa presencia en centros de investigación arqueológica ha condicionado el reducido desarrollo de metodologías integradoras. No obstante existen propuestas metodológicas basadas en trabajos llevados a cabo en un marco internacional (Arroyo-Bishop, 1991) o proyectos enfocados a la gestión de datos arqueológicos, como es el caso del programa creado en la Universidad Autónoma de Madrid para la Comunidad Autónoma de Madrid, cuyo objetivo fundamental se centra en la protección del Patrimonio Arqueológico e Histórico, mediante la informatización y digitalización de las Cartas Arqueológicas ya realizadas.

3. SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA (S.I.G.)

3.1. Concepto y utilidad

Un Sistema de Información Geográfica o SIG, se puede definir como el conjunto formado por el equipo informático, programas de ordenador y datos geográficos, con el fin de capturar, almacenar, actualizar, manipular, analizar y obtener diferentes tipos de salidas de todo tipo de información susceptible de ser georreferenciada o, más simplemente, se puede definir también como un sistema informático capaz de contener y utilizar datos que describan lugares de la superficie terrestre.

Por tanto, en un SIG, la geografía es el denominador común, a través del cual los datos pueden ser localizados, analizados, comparados y representados.

Un SIG consta de dos elementos principales interconectados: una base de datos relacional para el almacenamiento y manipulación de datos, y un sistema que maneja las coordenadas y la topología, de tal manera que cualquier corrección o actualización que se realice en uno de estos dos elementos, queda automáticamente reflejada en el otro.

Los SIG se han revelado como herramientas muy útiles a la hora de procesar y analizar datos relacionados con las Ciencias de la Tierra. El empleo de un Sistema de Información Geográfica como herramienta de trabajo, facilita la ejecución de una serie de tareas en las que el ahorro de tiempo va a ser considerable y, además, se pueden acometer otros trabajos, cuya realización por métodos tradicionales es muy compleja.

Muchas organizaciones públicas y privadas requieren, para desarrollar su cometido, el manejo de gran cantidad de planos y mapas de tipo geográfico. La actualización y mantenimiento de esa información gráfica sobre papel, consume recursos importantes. El disponer siempre de planos y mapas actualizados, no siempre es fácil, al igual que el evitar incoherencias entre el material de trabajo de los distintos equipos de una empresa u organismo.

Los problemas antes señalados quedan eliminados con la utilización de un SIG, al permitir éste un inmediato acceso a los datos, la actualización de los datos y un eficaz intercambio de información, así como también resulta ser

una ayuda de gran importancia la facilidad de obtención de documentos gráficos de trabajo.

En el caso de la realización de proyectos de Geoarqueología, en los que son básicos los mapas litológicos, geomorfológicos, hidrográficos, etc., los SIG son de gran utilidad para la elaboración de mapas temáticos, generación automática de mapas de pendientes y de zonas de influencia, de mapas de aspecto (o de orientaciones), de mapas de intervalos de altitud, así como para la selección de áreas o zonas determinadas mediante operadores lógicos.

Por último, no se puede dejar de mencionar lo que es la aplicación fundamental de un SIG, que es el mantenimiento y explotación de una base de datos. El usuario puede seleccionar la información que desea utilizar en la base de datos correspondiente y, a su vez, dicho usuario puede enriquecer la base de datos aportando, con la previa supervisión del administrador de dicha base, resultados de los estudios y análisis realizados.

3.2. Descripción del SIG a utilizar

El Sistema de Información Geográfica a utilizar para la realización de un estudio de este tipo es ARC/INFO, desarrollado por el Environmental System Research Institute, Inc. (ESRI), con sede en California, EE.UU.

El Sistema ARC/INFO está construido sobre una base de datos dual: se parte de dos tipos de datos, como son los datos de localización geográfica y los atributos añadidos a estos datos de localización. Sobre todos ellos se construye un modelo topológico para hacer manejables los datos de localización y un modelo relacional, para asociar e interrelacionar los atributos ligados a los datos de localización con estos últimos y también entre sí.

La información se almacena en capas o coberturas, cada una de ellas con una topología específica: puntos, líneas o polígonos.

Así pues, el sistema ARC/INFO es un Sistema de Información Geográfica, que incluye tres componentes: un sistema de referenciación geográfica, unos atributos asociados a una base de datos y una topología que permite construir entidades complejas de forma automática.

La representación gráfica de las entidades del sistema es dinámica, pudiéndose elegir la representación en función de los atributos asociados. De esta forma, se pueden obtener distintas representaciones a partir de una misma información, en función de las necesidades de cada usuario.

La información está siempre asociada a un sistema de referencia (UTM, Lambert, etc.), por lo que queda situada adecuadamente en el espacio. Esto, unido a la librería de mapas, permite manejar grandes volúmenes de información de forma coherente y funcionando como un mapa continuo.

La base de datos relacional, incluida en el sistema (INFO), para el manejo de los atributos, también puede conectar y utilizar bases de datos externas.

La interfase del sistema con el usuario se realiza mediante la llamada a un grupo de mandatos, con sus correspondientes argumentos. Así mismo, el SIG aquí utilizado, incorpora el lenguaje de programación AML (Arc Macro Language), con el que se pueden escribir programas de ordenador que controlen todos los aspectos del SIG.

Los módulos que forman este SIG son los siguientes:

* ARC: Es el programa principal y contiene los mandatos para entrar en los demás módulos.

* TIN: Triangulated Irregular Network. Este módulo permite la modelización de la superficie del terreno, mediante una red irregular de triángulos.

* INFO: Es el módulo gestor de la base de datos relacional, que enlaza los datos alfanuméricos o atributos con las características geográficas.

* ARCEDIT: Es el editor gráfico de la base de datos.

* ARC PLOT: Es el módulo utilizado para realizar las salidas gráficas.

* ADS: Es el módulo de digitalización y edición de elementos gráficos.

El equipo informático que sirve de plataforma a este Sistema de Información Geográfica, disponible en el Área de Ingeniería Geoambiental del ITGE, consta de:

* Un miniordenador Hewlett-Packard, de la serie 9000, modelo 370, con 1,2 GB de disco duro y 8 MB de memoria RAM y con monitor gráfico de alta resolución.

* Un tablero de digitalización Benson, modelo 6301, de tamaño DIN A0.

* Un trazador gráfico Hewlett-Packard, modelo Draft Master I, de 8 plumas, tamaño DIN A0, que es con el que se han realizado las salidas gráficas obtenidas en este proyecto.

* Los dispositivos de entrada/salida, aparte del tablero ya mencionado, son de dos tipos: cartucho de cinta de 32 pistas y 160 MB de capacidad, junto con una unidad de disco flexible de 3 pulgadas y media y alta densidad (1,4 MB).

3.3. Entrada, carga y manejo de datos

Los datos espaciales pueden ser introducidos en el SIG, principalmente, a partir de métodos, tales como la digitalización de mapas impresos, tecleando datos de campo utilizando geometría de coordenadas, importando datos de otros sistemas de SIG o de CAD, importando y transformando información ya digitalizada o de bases de datos, etc.

Una vez introducidos los datos, se debe comprobar si existen errores geométricos, topológicos o de codificación, para lo cual el SIG aquí utilizado dispone de las herramientas que permiten realizar esta tarea de manera automática.

Los datos de los atributos se pueden editar en los dos entornos: en el gráfico y en el de la base de datos. Dentro de los gráficos, los atributos conectados a las entidades gráficas se pueden cargar y editar tocando la entidad deseada con el cursor en la pantalla. Las actualizaciones realizadas sobre los atributos se reflejan inmediatamente en las siguientes operaciones que se realicen.

3.4. Análisis de los datos y presentación de resultados

Una vez completa la base de datos, pueden comenzar las tareas de análisis. El análisis geográfico permite estudiar los procesos del mundo real, o de nuestro entorno, mediante el desarrollo y la aplicación de modelos. Estos modelos ayudan a resaltar características concretas o determinadas tendencias de los datos geográficos y, de esta manera, es posible la obtención de nueva información, que a su vez se puede almacenar con las otras capas o niveles de información (coberturas) ya existentes.

En un estudio para la localización de yacimientos con arte rupestre, se pueden ejecutar las siguientes etapas para la realización de las tareas de análisis:

1) Establecimiento de objetivos y criterios para el análisis.

Los objetivos que se persiguen son la realización de diversos mapas temáticos de cara a la obtención de otros mapas que permitan la localización de zonas aptas para el tipo de yacimiento buscado. Para ello se efectuará una representación gráfica de los datos referentes a infraestructura geográfica, geológica, de recursos, etc., así como cartografía de síntesis de las anteriores, siempre con el fin de obtener valoraciones para el objetivo final deseado.

2) Preparación de los datos para las operaciones gráficas.

Al llegar a esta etapa, las coberturas que van a ser utilizadas en el análisis ya deberían estar perfectamente preparadas. No obstante, puede ser de utilidad añadir algún nuevo atributo o realizar alguna operación gráfica sobre

ciertas coberturas, a fin de completar, facilitar o clarificar el análisis.

Es importante también, en esta etapa, la separación en espacios de trabajo de las distintas zonas del estudio.

3) Realización de las operaciones gráficas.

En este momento es cuando se realizan las tareas de combinación de niveles de información (coberturas) y/o las tareas de síntesis de los mapas existentes (por ejemplo, la obtención del Mapa Geomorfológico a partir del Mapa Geológico).

4) Preparación de los datos para las operaciones numéricas.

Consiste en la realización de operaciones, en los campos escogidos dentro de las tablas correspondientes a las coberturas a tratar, utilizando ecuaciones con operadores lógicos y/o aritméticos, y añadiendo o suprimiendo campos en los registros.

5) Realización del análisis de datos y atributos.

Una vez añadidos o suprimidos los campos necesarios y obtenidos los valores de estos campos, se pueden realizar las operaciones propias del análisis con los datos y atributos de las tablas, de cara a los objetivos del proyecto.

6) Evaluación e interpretación de los resultados.

Uno de los objetivos principales de esta etapa, es la determinación de un conjunto de criterios para evaluar los resultados obtenidos. Por ejemplo, una vez realizado el análisis inicial y obtenidos los primeros resultados, se puede realizar una comprobación in situ para ver si dichos resultados iniciales coinciden con lo realmente existente y, si es así, se puede dar por bueno el criterio utilizado y aplicarlo a otros lugares.

En las tareas de análisis, hay que tener en cuenta, así mismo, si los resultados que se van obteniendo parecen coherentes, si puede ser de utilidad incluir otros criterio o datos o si se han cometido errores de valoración.

Con los resultados producidos por el análisis, se procede a la evaluación e interpretación de los mismos.

Una vez que se dan por terminadas las tareas de análisis, habiendo obtenido los resultados deseados, se procede a la elaboración de los mapas e informes correspondientes, para lo cual se siguen estas etapas:

1) Decisión sobre el propósito y requisitos del mapa a generar.

Se debe tener aquí en cuenta para qué va a servir este mapa y a quién va dirigido, así como el tipo de presentación que va a tener el mapa, enfatizando los temas que sean el objeto principal del mapa y señalando más brevemente otros elementos, por ejemplo elementos de referencia, tales como carreteras, cascos urbanos o límites administrativos.

2) Determinación de la escala de los mapas del estudio.

La escala se elegirá en función de la claridad de exposición de los resultados obtenidos y también, por motivos prácticos, en función del tamaño final del mapa obtenido.

Aunque con un SIG se pueden realizar salidas gráficas a cualquier escala, independientemente de la escala original de los datos gráficos iniciales, no se debe aumentar exageradamente la escala, a fin de que el mapa obtenido sea preciso. Así mismo, si se reduce la escala, también de manera exagerada, se produce un empastamiento del mapa, dificultando o impidiendo su lectura. Este último caso se puede paliar eliminando áreas pequeñas y concentraciones de información.

En el estudio que nos ocupa, la entrada de datos gráficos se realizaría a escala 1:50.000 y los mapas finales se podrían trazar a escalas 1:50.000 y 1:25.000, en este último caso realizando las correcciones y ajustes

correspondientes.

3) Diseño del mapa.

Se considera aquí la porción del estudio que se va a representar gráficamente y su ubicación sobre el papel, así como la situación de otros elementos, tales como títulos, leyenda, barra de escala, textos, etc.

Es muy importante una correcta utilización de colores y de símbolos y tramas, a fin de resaltar aquello que sea de interés y facilitar la comprensión del mapa, evitando tramas o colores que puedan parecerse, dando lugar a confusión.

4) Creación del mapa final.

Para ello se utilizan las coberturas necesarias, total o parcialmente y se añaden los elementos adicionales considerados durante el diseño del mapa.

Resulta de gran utilidad el almacenamiento en un fichero AML de la gran cantidad de mandatos utilizados en la realización de un mapa, para que, de esta manera, resulte más sencilla y fiable la realización de cualquier tipo de modificación sobre el mapa.

El mapa final obtenido se acompaña de una memoria, fotografías, gráficos, etc. que resulten convenientes para su mejor utilización.

4. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

La zona objeto de nuestro estudio corresponde a las Unidades Alóctonas del Campo de Gibraltar, dentro de las Cordilleras Béticas. Estas Unidades forman un conjunto de mantos y escamas completamente desenraizados, constituidos principalmente por formaciones cretácicas y paleógenas, en las cuales, las de tipo Flysch tienen una muy importante representación (Fontboté y Vera, 1983). Una de estas unidades que componen el Complejo del Campo de Gibraltar es la Unidad del Aljibe, situada entre el Senoniense (Cretácico superior) y el Burgigaliense (Mioceno medio), y es en una de las formaciones que culminan esta unidad, concretamente la Formación Areniscas del Aljibe, en donde se desarrollan las cavidades que componen los conjuntos rupestres que nos ocupan.

La Formación Areniscas del Aljibe (Gavala, 1916, 1929), de edad Aquitaniense y Burdigaliense inferior (Mioceno) (Fontboté, 1983), llega a alcanzar una potencia de 1000 m, y está formada predominantemente por areniscas, que son exclusivamente silíceas y tienen una coloración blanquecina o amarillenta en fractura fresca, que pasa a parda por meteorización. Fontboté (1983) describe esta formación como una arenisca de granos de cuarzo, bien redondeados, de pequeño tamaño, con cemento limoso arenoso de grano muy fino, más o menos ferruginoso, no muy consistente, por lo que la roca tiene una cierta friabilidad; se presentan en bancos potentes que destacan en el relieve, con estructuras sedimentarias que indican claramente que estas areniscas se depositaron por corrientes de turbidez y flujos de detritus, en la parte media de abanicos submarinos profundos. Apenas contienen fósiles, pero pueden correlacionarse claramente con el llamado "manto numídico" al otro lado del estrecho de Gibraltar.

Las Areniscas del Aljibe están afectadas por la Orogenia Alpina, encontrándose en las sierras del Campo de Gibraltar claramente tectonizadas formando un sinclinal tumbado, cuyo eje tiene una dirección NW-SE. Además, esta formación se encuentra cortada por numerosas fallas normales de dirección EW y SW-NE, algunas de cierta extensión, produciendo desplazamientos verticales y horizontales en los materiales plegados. En los planos de estas fallas, claras zonas de debilidad, es frecuente el desarrollo de cavidades, como es el caso de la Cueva del Tajo de las Figuras.

Geomorfológicamente, las Areniscas del Aljibe destacan en el relieve, dando lugar a varias alineaciones montañosas, limitadas por áreas deprimidas, como la de la Laguna de la Janda, antiguo humedal de gran importancia para las comunidades de aves migratorias, que desgraciadamente ha sido desecada por la intervención humana en épocas recientes. Estas sierras presentan la peculiaridad de contener numerosas cavidades o abrigos rocosos, de pequeño tamaño, originadas por corrosión y por erosión eólica, junto con superficies corroidas en extensión, dando lugar en conjunto a una morfología de tafonis en areniscas silíceas.

5. EL ARTE RUPESTRE EN LA ZONA DE ESTUDIO

En las sierras del Campo de Gibraltar y otros núcleos montañosos -como Sierra Momia, por ejemplo- próximos a la antigua Laguna de la Janda existe un interesante conjunto rupestre prehistórico. Se trata de algo más de cien yacimientos conocidos, la mayoría de ellos cavidades, abrigos rocosos, con pinturas y grabados. El arte postpaleolítico de esta zona fue dado a conocer por Cabré y Hernández-Pacheco (1914) y Breuil y Burkitt (1929) a principios de siglo. Se trata de los únicos estudios de carácter global que tenemos hasta ahora.

Estas estaciones de las sierras a las que hemos hecho referencia están comprendidas dentro de un radio de unos treinta kilómetros como máximo, desde la antigua Laguna de la Janda, y constituyen un núcleo diferenciado dentro de las manifestaciones artísticas rupestres postpaleolíticas de la Península Ibérica, caracterizado por presentar, junto con determinadas tipologías relacionables con el denominado fenómeno esquemático, unas fases con representaciones de tendencia naturalista difícilmente paralelizables con otros estilos, así como diferentes particularidades muy poco frecuentes, como la existencia de aves o la utilización de pintura blanca para plasmar abstracciones, como podemos observar, especialmente, en la Cueva del Tajo de las Figuras (Mas Cornellà y Torra Colell, 1990).

Como hemos señalado anteriormente, en 1988 iniciamos un proyecto de investigación arqueológica que se ocupa de la reproducción y estudio directo del arte rupestre de esta zona. Se trata, en definitiva, de una nueva documentación. Con los recientemente descubiertos grabados paleolíticos (Ripoll López, Mas Cornellà y Torra Colell, 1991) podemos establecer un horizonte cronológico y cultural que se remonta al Paleolítico superior y llega hasta la Edad del Bronce, con significativas perduraciones.

Una primera fase de este proyecto se ha desarrollado en Sierra Momia y Sierra del Niño, actuando sobre los yacimientos conocidos. Era en cierta manera absurdo no abordar una revisión de importantes lugares, por la cantidad y características de las representaciones que contienen, como los conjuntos rupestres del Tajo de las Figuras y las Cuevas de los Ladrones o Pretinas (Benalup), los Abrigos de Bacinete (Los Barrios) o las Cuevas de Palomas (Tarifa) que estaban en un estado total de abandono por parte de la investigación y desconocíamos totalmente su estado de conservación actual. Estas estaciones podían aportarnos más datos sobre la secuencia evolutiva, el estilo, la temática, la técnica, las tipologías, etc., y en definitiva su adscripción a una cronología relativa y momentos culturales más o menos definibles que unos hipotéticos nuevos descubrimientos. La validez de este planteamiento ha sido corroborada por el hallazgo, durante estos últimos años, de un importante número de figuras (pintadas o grabadas) inéditas, que muchas veces justifican una nueva lectura de los yacimientos y en algunos casos la varían radicalmente, como ha ocurrido, por ejemplo, ante el hallazgo de grabados paleolíticos infrapuestos a toda la secuencia de pinturas postpaleolíticas en la Cueva del Tajo de las Figuras.

Sin embargo, después de haber finalizado ésta fase, pretendemos iniciar, durante otros seis años, si la Dirección General de Bienes Culturales de la Consejería de Cultura y Medio Ambiente de la Junta de Andalucía acepta la prórroga de nuestra propuesta, un nuevo proyecto cuyas directrices generales podrían ser las siguientes:

- Documentación e investigación de la totalidad de los lugares conocidos con manifestaciones rupestres prehistóricas de la zona que nos ocupa, siguiendo las directrices metodológicas que hemos definido en los informes anuales que se han venido publicando o están en prensa, desde 1986 a 1991, en el Anuario Arqueológico de Andalucía.

- Prospección sistemática de esta área con la finalidad de conocer la totalidad (o el todo probabilístico) de los yacimientos con representaciones pintadas o grabadas.

- Contextualización arqueológica. Se prospectaría sistemáticamente la zona y realizarían determinados sondeos estratigráficos en cavidades o lugares al aire libre en donde hemos apreciado relleno y/o material arqueológico en superficie.

Para desarrollar estas líneas de trabajo es evidente que se documentarían la totalidad de yacimientos conocidos, tanto de arte rupestre como de otro tipo, y se prospectarían sus alrededores. Sin embargo, debido a que el espacio en donde nos movemos es muy amplio, pensamos que sería interesante diseñar una metodología específica para localizar lugares con arte rupestre y contextualizar arqueológicamente estas manifestaciones. Creemos que una prospección arqueológica debe aunar un buen conocimiento del terreno con un planteamiento basado en criterios científicos. Es por ésto que en cuanto a la segunda parte no tenemos más remedio que comenzar siguiendo criterios aleatorios, sin

embargo, por lo que respecta al arte rupestre nuestra experiencia, acumulada durante siete años de trabajos de campo en el sureste de Cádiz, nos permite diseñar una propuesta metodológica que a continuación exponemos, y que, como remarcaremos, es susceptible de ser aplicada a otras zonas o tipo de yacimientos dentro de esta misma una vez se clarifiquen las variantes que queramos discriminar.

6. PROPUESTA METODOLOGICA

Con este proyecto piloto intentaríamos efectuar una prospección sistemática probabilística - aleatoria, puesto que se prospectaría todo el territorio elegido utilizando criterios probabilísticos, pero con un marcado carácter selectivo, dado que el objetivo último del trabajo es la localización de estaciones con arte rupestre (aunque si se encuentran de otro tipo se valorarán debidamente, y este mismo procedimiento con diferentes variantes, puede aplicarse a yacimientos de otras características). Los resultados del trabajo se plasmaran en mapas predictivos que se contrastaran debidamente sobre el terreno.

Se trata de efectuar una aproximación científica al conocimiento del arte rupestre prehistórico de un territorio concreto con un doble objetivo:

- Llegar a una elevada probabilidad en la localización predictiva de yacimientos con arte rupestre en el área geográfica elegida.

- Establecer una metodología aplicable en otras zonas geográficas y a yacimientos de otro tipo dentro de la misma zona.

El esquema metodológico se articula en los siguientes pasos:

- El punto de partida es el planteamiento de una hipótesis de trabajo bien definida. Podría establecerse en relación al siguiente aspecto: existe una relación probabilística entre las áreas de localización del arte rupestre y el marco físico en el que se encuentran.

- Compartimentación del territorio, en este caso de la hoja elegida, en celdillas de igual extensión. Utilizaremos para ello las cuadrículas UTM que tienen unas dimensiones de 1 x 1 Km, que consideramos óptimas por su tamaño y carácter universal.

- Definición de los atributos que sirvan para establecer las características de cada cuadrícula: geología, litología, geomorfología, altimetría, pendientes, exposición a los vientos-dominantes-y-a la insolación, red de drenaje, cuencas visuales, etc.

- Definición de clases para cada uno de los atributos. Por ejemplo: para el atributo litología las clases serían todas las que aparezcan en el mapa geológico de la zona elegida (calizas, areniscas silíceas, esquistos, cuarcitas, arcillas, etc).

- Valoración de las diferentes clases de los atributos en función de la probabilidad que ofrezcan para la existencia de arte rupestre. Por ejemplo: la probabilidad de que exista arte rupestre en una zona de litología arcillosa es cero, mientras que la probabilidad en una zona de rocas silíceas (en nuestro caso) es uno, si definimos la escala de probabilidades de 0 a 1.

- Valoración de los diferentes atributos en cada cuadrícula: una cuadrícula puede tener un 40% de zona arcillosa y una 60% de zona silícea, luego existe una probabilidad de 0,6 de que exista arte rupestre. Esto permite hacer un mapa tramando las diferentes cuadrículas de valores iguales para cada atributo, obteniéndose así un mapa de probabilidad de encontrar arte rupestre para cada atributo.

- Valoración total de las cuadrículas, sumando los valores de los diferentes atributos, que se plasmaría igualmente en un mapa de probabilidad global o predictivo.

- Llegados a este punto tenemos delimitadas áreas homogéneas (con igual valor global), compuestas por determinadas cuadrículas, que se numerarán sistemáticamente para poder efectuar en cada una de las áreas homogéneas un muestreo aleatorio.

- Las cuadrículas elegidas se prospectorán sobre el terreno de forma exhaustiva e intensiva, localizándose o no yacimientos con arte rupestre. En la zona homogénea en que la probabilidad de encontrar arte fuese cero, verificaremos o no este aspecto. En las zonas de probabilidad máxima de encontrar arte rupestre, verificaremos la presencia o no de éste. Comprobaríamos también la existencia o no de otro tipo de yacimientos.

- Con los datos obtenidos en el campo daremos valores a los cuadros muestreados según la presencia de 0 o n yacimientos con arte rupestre.

- A continuación cruzaremos esta información con el mapa de probabilidad global (suma de atributos) y con los mapas de probabilidad de cada atributo, para contrastar los resultados con las previsiones, y así corregir la valoración probabilística de cada atributo.

- De esta forma se puede prospector físicamente toda la zona de probabilidad máxima de encontrar arte rupestre, contrastándose de nuevo los resultados obtenidos con los previstos en los mapas predictivos.

- El mapa de probabilidad global o predictivo y los diferentes mapas de probabilidad por atributos elaborados nos permite además efectuar una contrastación del método utilizando las cuadrículas donde se encuentran los yacimientos ya conocidos (ya no sería una elección aleatoria, sino dirigida, pero válida para nuestros objetivos finales de verificación).

- Finalmente no nos queda más que verificar la hipótesis de trabajo inicial, contrastarla e incluso modificarla, y en el peor de los casos abandonarla.

REFERENCIAS

Allen, K. M. S., Green, S. W. y Zubrow, E. B. W. (eds.) (1990): *Interpreting space: GIS and archaeology*, Taylor y Francis, London - New York - Philadelphia, 398 pp.

Arroyo-Bishop, D. (1991): El sistema ArchéoDATA: hacia la creación de un Sistema de Información Arqueológica. En Fernández Martínez, V. M. y Fernández López, G. (eds.), *Aplicaciones Informáticas en Arqueología, Complutum*, vol. 1, pp. 167-174.

Breuil, H. y Burkitt, M. C. (1929): *Rock paintings of Southern Andalusia. A description of a Neolithic and Copper Age art group*. Clarendon Press, Oxford, 88 pp.

Cabré, J. y Hernández-Pacheco, E. (1914): Avance al estudio de las pinturas prehistóricas del extremo Sur de España (Laguna de la Janda). *Trabajos de la Comisión de Investigaciones Paleontológicas y Prehistóricas*, 3, Madrid, 35 pp.

Carmichael, D. L. (1990): GIS predictive modelling of prehistoric site distributions in central Montana. En Allen, K. M. S., Green, S. W. y Zubrow, E. B. W. (eds.), *Interpreting space: GIS and archaeology*, Taylor y Francis, London - New York - Philadelphia, pp. 216-225.

Farley, J. A. et al. (1990): The archaeologist's workbench: integrating GIS, remote sensing, EDA and database management. En Allen, K. M. S., Green, S. W. y Zubrow, E. B. W., (eds.), *Interpreting space: GIS and archaeology*, Taylor y Francis, London - New York - Philadelphia, pp. 141-164.

Fontboté, J.M. y Vera, J.A. (1983): La Cordillera Bética. Introducción, *Libro Jubilar J.M. Rios. Geología de España*. I.G.M.E., pp. 205-218, Madrid.

Fontboté, J.M. (1983): La Cordillera Bética. Zonas internas y unidades adyacentes, *Libro Jubilar J.M. Rios. Geología de España*. I.G.M.E., pp. 251-343, Madrid.

Gavala, J. (1916): Regiones petrolíferas de Andalucía. *Bol. Inst. Geol. Min. España*, vol. 37, pp.33-208, Madrid.

Gavala, J (1929): La Geología del Estrecho de Gibraltar. *Bol. Inst. Geo. Min. España*, vol. 51, pp. 3-36, Madrid.

Mas Cornellà, M. y Torra Colell, G. (1990): Arte rupestre en Cádiz. Documentación e investigación. *Revista de Arqueología*, 113, Madrid, pp. 14-22.

Ripoll López, S., Mas Cornellà, M. y Torra Colell, G. (1991): Grabados paleolíticos en la Cueva del Tajo de las Figuras (Benalup, Cádiz). *Espacio, Tiempo y Forma*, 4, serie I (Prehistoria y Arqueología), Madrid, pp. 111-116.

Warren, R. E. (1990a): Predictive modelling in archaeology: a primer. En Allen, K. M. S., Green, S. W. y Zubrow, E. B. W., (eds.), *Interpreting space: GIS and archaeology*, Taylor y Francis, London - New York - Philadelphia, pp. 90-111.

Warren, R. E. (1990b): Predictive modelling of archaeological site location: a case study in the Midwest. En Allen, K. M. S., Green, S. W. y Zubrow, E. B. W., (eds.), *Interpreting space: GIS and archaeology*, Taylor & Francis, London - New York - Philadelphia, pp. 201-215.

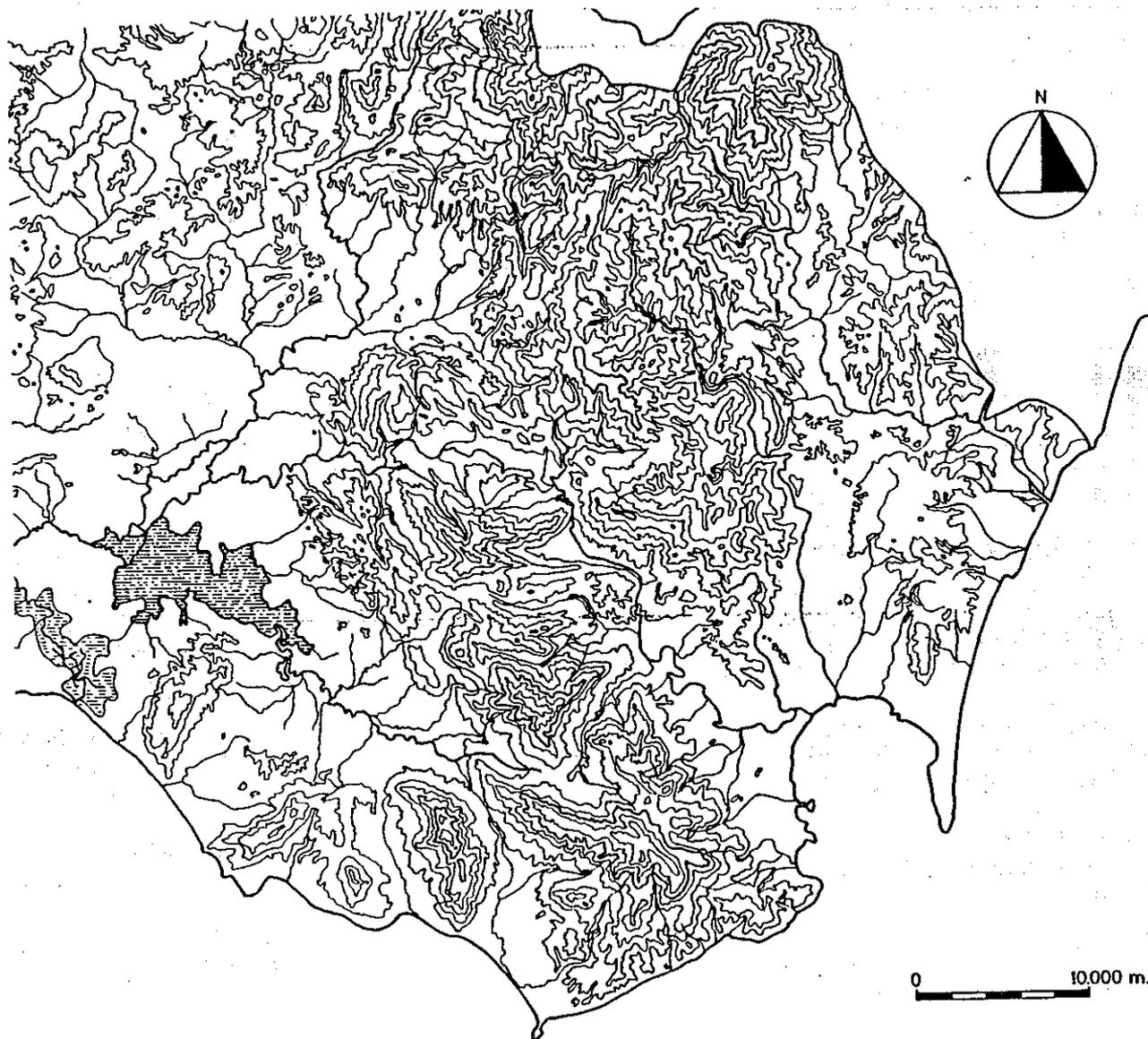


Figura 1. Reconstrucción de la antigua Laguna de la Janda y las sierras que la bordean en el sureste de la provincia de Cádiz (dibujo realizado a partir de la cartografía siguiente: Mapa Topográfico Nacional 1:50.000. 1073, Vejer de la Frontera, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, Madrid (segunda edición), 1955; Mapa Topográfico Nacional 1:50.000. 1074, Las Habas, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, Madrid (segunda edición), 1960; y Mapa provincial 1:200.000. Cádiz y Ciudad de Ceuta, Dirección General del Instituto Geográfico Nacional, Madrid (tercera edición), 1988).