

## TRABAJOS TOPOGRAFICOS Y CARTOGRAFICOS REALIZADOS EN EL EMIRATO DE SHARJAH (E.A.U.) 1998-2000.

Mercedes Farjas; Berta Domínguez; Mirem Bartolomé; Elena Ledesma; Sonia Acosta; Roberto Hernández; Alberto Pascual, Ricardo Lobo, Gerardo Mellado y colaboradores.  
Universidad Politécnica de Madrid

### ABSTRACT

*The aim of this research is to develop new methods of co-operation between cartographers and archaeologist by applying the latest developments instrumentation, surveying methodology and information management.*

*The proposal is based in two approaches. The first approach is to provide the archaeologist with precise digital maps and networks applicable to any excavation, by applying GPS and integrating it into the national and international co-ordinate system. We are working in the implementation of micronets for the mapping of the site area in scales from 1/100 to 1/500, depending on the extent of the site. From these nets the archaeologists and their teams could make their work easier*

*On the other hand, to represent the Archaeology phenomena in a geographical area, it is necessary to connect these nets with the national or international geodesy. The nets implemented in the Sharjah Project are analysed with regard to their accuracy and possibilities of the Method.*

*The aim of the second approach is to investigate the design and creation of mapping documents which contain the archaeological information in two different formats : digital format for multimedia interactive applications and hard copies for general use.*

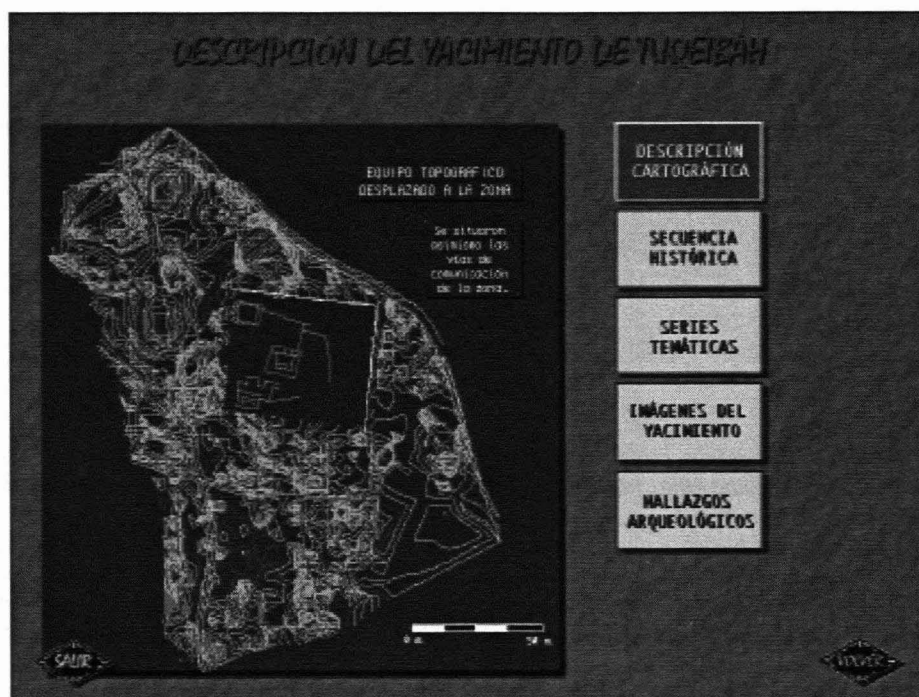
*The New Cartography models will enable the interpretation of the archaeological phenomena. The information has to be reconstructed and so new products are created. These new thematic maps could be given to visitors of the Museum or of the interpretation centre at the site. These documents could also support, in digital format, multimedia applications, and could be integrated into Internet web pages.*

*Finally, the research attempts enable the archaeologist to achieve the integration of the Archaeology phenomena in the environment, including them in the developing areas policies.*

### 1. ANTECEDENTES

En 1996 fuimos invitados por el Dr. Joaquín Córdoba a participar en la campaña arqueológica del Proyecto Al-Madam en los E.A.U. Desde entonces y en campañas sucesivas, estamos estudiando en el Grupo de Investigación Arqueología y Paisaje de la Universidad Politécnica de Madrid, cómo desarrollar nuevos métodos de cooperación entre las ciencias cartográficas y la arqueología, aplicando las nuevas tecnologías de la ingeniería.

La investigación que presentamos tuvo su origen en 1996, en el Proyecto Pre-Competitivo de Investigación I+D "Topografía y Cartografía arqueológica, aplicada a Reconstrucciones Históricas en el Emirato de Sharjah". El objetivo de la misma era la creación de un prototipo multimedia de divulgación arqueológica, como aparece en la imagen.



Nuestro primer objetivo consiste en proporcionar a los arqueólogos cartografía básica a diferentes escalas que pueda ser utilizada por los equipos multidisciplinares que participan en la excavación como soporte de información específica.

En una segunda línea de estudio pretendemos crear modelos de documentación arqueológica que contribuyan a la divulgación museológica del fenómeno. Estos modelos en formato papel servirán de guía en visitas a los emplazamientos, o en soporte digital se convertirá en plataforma de productos multimedia que podrán ser expuestos en los museos arqueológicos.

La investigación se está desarrollando en el marco del Convenio firmado entre la Universidad Politécnica de Madrid y el Ministerio de Cultura e Información del Emirato de Sharjah, con la colaboración de la Universidad Politécnica de Valencia desde 1999. Contamos además con el apoyo del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía y la participación en las campañas de empresas de nuestro sector: SOKKIA, SIGEO, Topografía y Obras, etc.

Si bien nos encontramos todavía en fase de creación de modelos, que aplicamos a la arqueología en el Emirato de Sharjah, empiezan a vislumbrarse los primeros resultados, que pasamos a describir a continuación.

## **2. PROYECTO “DIGITALIZACIÓN DE LA CARTOGRAFÍA DEL EMIRATO DE SHARJAH. ELABORACIÓN DE UN MAPA TOPOGRÁFICO A ESCALA 1/50.000 Y UN MAPA DE SITUACIÓN DE YACIMIENTOS Y LUGARES DE INTERÉS HISTÓRICO-CULTURAL CON SALIDA EN INTERNET”**

Este proyecto cartográfico se aplica a los Emiratos Arabes Unidos, país situado en el sudoeste asiático que linda con el golfo Pérsico, el Golfo de Omán, Omán y Arabia Saudí. De los siete emiratos que lo integran: Abu Dhabi, Dubai, Sharjah, Fuyaira, Ajman, Umm al-Qaiwayn y Ras al-Jayma; se ha trabajado en la región de Al-Madam del emirato de Sharjah.

El objetivo principal consistía en efectuar un tratamiento de la información para obtener documentos cartográficos diversos que facilitasen los trabajos de los distintos especialistas que participan en los proyectos internacionales de investigación arqueológicos, potenciados por la fuerte política de inversión en investigación del Ministerio de Cultura e Información del emirato.

Todos sabemos que la cartografía es un medio de expresión gráfica que proporciona los conocimientos básicos para determinar datos o fenómenos, y que es un instrumento de investigación y un medio de control y de presentación de datos. Con esta premisa como punto de partida se han elaborado dos documentos cartográficos: un mapa topográfico a escala 1/50.000 de situación general de yacimientos y un mapa turístico de la ciudad de Sharjah y del emirato; que editados en papel permitirán divulgar información general desde el Museo Arqueológico de Sharjah, y que en formato digital constituirán un soporte para la creación de modelos multimedia de consulta en el propio Museo.

La documentación original proporcionada por el Ministerio de Cultura e Información del Emirato consta de 8 mapas de dimensiones 0,80 m x 3,20 m, en proyección UTM, a escala 1/6.250. Esta documentación, de procedencia inglesa tiene fecha de 1992. El origen de altitudes es el nivel del mar en Dubai, y toda la zona de trabajo se encuentra ubicada en el huso 40.

A partir de la digitalización de las hojas mencionadas se ha obtenido un mapa topográfico de la región de Al-Madam a escala 1:50000. En él se han situado los yacimientos arqueológicos utilizando las coordenadas de los vértices implantados y observados mediante técnicas GPS en la campaña de 1997.

La digitalización se ha realizado de forma manual sobre tableta digitalizadora, con *MicroStation V5*, e incorporando imágenes digitales del Atlas del Emirato. Persiguiendo obtener una imagen legible y expresiva, en los mapas derivados, se han eliminado los elementos superfluos, simplificando las formas, y enfatizando las características más importantes del espacio cartográfico. La simbolización utilizada intenta mostrar las características esenciales de los elementos, representando las posiciones relativas de los mismos.

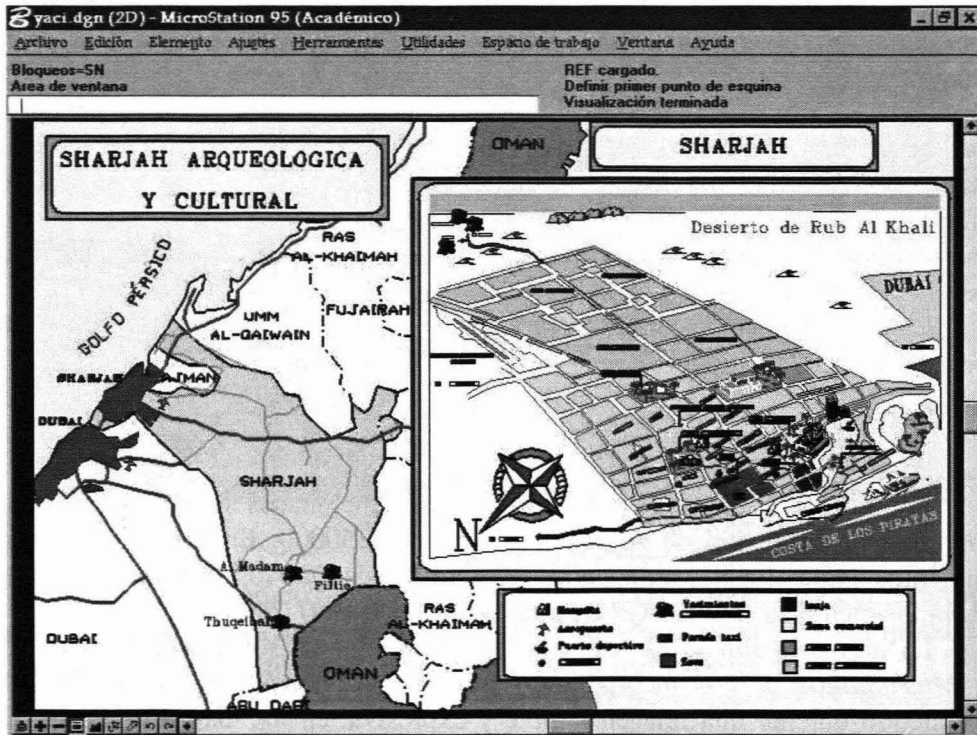
En el proceso de la edición geométrica, para eliminar los errores, controlar y asegurar la integridad de los datos, buscando la coherencia en las familias de redes superficiales geométricas, se ha utilizado la aplicación *Line Weeder* de MGE. Se trata de un algoritmo de simplificación de líneas y de un proceso gráfico con el que se reduce el tamaño y la complejidad de los elementos lineales. Con ello se consigue reducir el espacio de almacenamiento en el disco, y como consecuencia una mayor velocidad al regenerar y actualizar las imágenes, y en el análisis de las mismas.

Finalizada esta tarea, y las distintas fases mencionadas, se obtuvo el mapa topográfico a escala 1:50.000 resultado de la integración de los datos obtenidos a partir de una digitalización manual (tradicional) y de otra vectorial en pantalla sobre imágenes raster. Este mapa, en soporte digital, permite una actualización continua y abre la posibilidad de trabajar, medir y proyectar directamente en un paquete de CAD.

La segunda tarea consistió en la realización de un boceto de mapa de localización de yacimientos arqueológicos en el Emirato, y de los lugares de interés histórico - cultural de la ciudad de Sharjah, y en concreto de su Museo Arqueológico.

Los datos utilizados para la elaboración de dicho mapa provienen de imágenes digitales del Atlas del Emirato de Sharjah, fotografías tomadas "in situ", así como otras obtenidas a través de Internet, y de documentos de información turística obtenidos en el propio Emirato y en su Embajada en España. En el mapa turístico de Sharjah se han incluido imágenes tridimensionales de los edificios de interés histórico-cultural, así

como otras que enriquecen la cartografía y la convierten en un documento más atractivo para el usuario.



*Mapa de situación general de los yacimientos y mapa turístico de la ciudad de Sharjah.*

La página Web se diseñó como prototipo de ensayo programando en lenguaje Html. Existen programas en el mercado que nos ayudan a crear las páginas, introducir imágenes y crear hipervínculos con otros usuarios o servicios de Internet. Para introducir los mapas, lo hacemos exportándolos a imágenes raster, en las que debemos tener en cuenta que variando el formato, cambia la velocidad de carga de la imagen y el tamaño de la misma, y que los formatos pueden ser, JPG, GIF, TIF u otros.

En nuestro trabajo los mapas son imágenes en las que se han definido una serie de áreas activas asociadas a enlaces o acciones. Al hacer clic sobre estas áreas se recibe como respuesta del servidor una pagina determinada, acercándonos cada vez más, a la cartografía del siglo XXI.

En la edición que presentamos el acceso a los mapas se realiza mediante iconos que evocan el contenido de lo que podremos encontrar en ellos. Estos iconos son imágenes con formato GIF, de menor tamaño, que tienen un vínculo a las imágenes de la cartografía.

Otras posibilidades que hemos incorporado en la página son los efectos de zoom, vinculando a nuestros mapas imágenes de mayor tamaño, que saltan al pinchar sobre ellas, y leyendas interactivas que nos llevan, mediante vínculos, a zonas que nos ofrecen mayor cantidad de información.



Una mayor interactividad se obtiene al introducir elementos gráficos en el documento cartográfico que hemos introducido en Internet como imagen raster. Para ello solo es necesario introducir las coordenadas (x, y respecto de la imagen) de los pixeles que delimitan el fenómeno geográfico del que se ofrece mayor información.

Pulsando sobre él nos trasladamos a otro lugar de nuestro Web donde se da una completa información de dicho fenómeno. Por ejemplo pulsando sobre el yacimiento señalado el navegador de internet nos llevará directamente al lugar del Web donde se encuentra toda la información sobre este yacimiento.

Toda esta cartografía está realizada en formato digital, lo que nos permite una gran versatilidad a la hora de realizar cualquier actualización, ofreciéndonos la oportunidad de trabajar con ella de una manera rápida y eficiente.

### **3. PROYECTO “LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO A ESCALA 1:1000, DE LA ZONA DEL JEBEL-BUHAI, EN EL EMIRATO DE SHARJAH (E.A.U.) Y LA CREACIÓN DE UN MODELO DIGITAL DEL TERRENO”**

La zona elegida para la realización de este proyecto, comprende un importante yacimiento arqueológico que se encuentra en el Jebel-Buhai. La topografía de la zona, es un factor decisivo en la localización de dicho yacimiento. Podríamos describir el Jebel-Buhai como una pequeña cordillera, que frena el avance del desierto de arena llamado Rub-al-Khali.

La otra ladera del Jebel-Buhai, en la que ya no hay arena, fue escogida desde la Antigüedad como lugar de paso de las gentes que en sus desplazamientos pasaban por la zona. Este lugar fue escogido también para implantar asentamientos como demuestran algunos restos encontrados. El abundante número de tumbas encontradas, nos lleva a pensar en el Jebel-Buhai como un lugar sagrado en el que no sólo se enterraba a la gente que moría en el transcurso de la ruta caravanera, o a la poca gente que podía vivir en el lugar.

El número de tumbas encontrado hasta la toma de datos en campo era superior a 80, algunas de ellas eran tumbas comunes. En este momento las excavaciones continúan.

La fase del trabajo de campo fue realizada con un estación total TC1000 y sus complementos. Además de los puntos que nos sirven para describir la topografía del terreno, se registraba también un punto por cada tumba, para posteriormente representarlo en el plano con un símbolo. Debido a sus dimensiones la tumba número 18 fue tomada por su contorno. Las tumbas pertenecen a diferentes épocas que pueden variar desde la Edad de Hierro a la época islámica.

Para llevar a cabo este proyecto, se hizo imprescindible viajar a la Unión de Emiratos Arabes para realizar la fase de toma de datos. Este viaje tuvo lugar entre el 15 de Enero y el 15 de Febrero del año 2.000.

El equipo que se desplazó al lugar en cuestión estaba formado por cinco alumnos que estuvieron supervisados en los primeros días por sus correspondientes tutores. Debido a la evidente escasez de personal el trabajo de toma de datos se tuvo que hacer de forma conjunta, colaborando todos los alumnos en cada uno de los proyectos.

El instrumental facilitado por la E.U.I.T. Topográfica fue el siguiente:

- Dos estaciones totales tipo TC1000 de la casa Leica con trípodes.
- Cuatro baterías de larga duración y dos cargadores de baterías.
- Hitos de señalización, clava - hitos y maceta.

- Cuatro prismas.
- Ordenador portátil provisto de los programas *necesarios* (*TransB*, *Topcal*, *MicroStation*).
- Prismáticos

Dentro de este apartado cabe destacar la imposibilidad de llevar radiotransmisores al país, por cuestiones militares con las dificultades que ello conlleva.

Si analizamos los objetivos que pretende alcanzar este proyecto, se hace evidente la necesidad de disponer de una red básica sobre la que apoyarnos en la radiación de la red de relleno que nos describirá detalladamente la forma y las características de la zona de trabajo.

Esta explicación sobre la red básica empleada, debemos introducirla informando de la previa existencia de una serie de puntos con coordenadas conocidas en el sistema U.T.M. Estos puntos pertenecen a la Red Topográfica Al-Madam cuyo fin es conectar los sistemas de referencia empleados en los distintos yacimientos que entran a formar parte dentro del proyecto que lleva este nombre.

La observación de esta red tuvo que ajustarse a una serie de condiciones y es que debido a que los E.A.U es considerada militarmente una zona estratégica, y a las diversas tensiones desencadenadas tras la “guerra del Golfo Pérsico”, no se facilita en este país las coordenadas de ningún vértice de la red geodésica por posibles filtraciones a países enemigos.

Se hace evidente por tanto la imposibilidad de situar una red correctamente en coordenadas absolutas. Esta cuestión no debe preocuparnos, pues la importancia de estos trabajos reside en las observaciones relativas.

Bajo estas condiciones, la observación de la red original se llevó a cabo de la siguiente forma: el instrumental empleado fue un equipo de G.P.S., de tal manera que se escogió un único punto fijo en el cual la observación se realiza por código, es decir, lo que realiza el aparato es decodificar la información que llega desde los satélites de la constelación NAVSTAR y nos proporciona coordenadas del punto con una precisión de 100 metros. Estas coordenadas se consideran fijas y en las sucesivas observaciones se toma dicho punto como referencia y se emplean para medir incrementos de coordenadas en (x, y, z) las propias ondas que transmiten la información que mencionamos antes, con lo cual, mejoramos mucho la precisión relativa de la red.

Como datos de información debemos incluir que dicha red se encuentra en el huso 40 de la proyección U.T.M. y que el elipsoide de referencia empleado fue el WGS84.

Centrándonos más concretamente en nuestro proyecto, diremos que son nueve los puntos de la red en nuestra zona. Estos puntos fueron insuficientes para llevar a cabo el levantamiento taquimétrico, por lo que la red fue ampliada, hasta hacer un total de 13 puntos. Estos puntos fueron escogidos a pie de terreno con el fin de completar la visibilidad. En una fase que podríamos denominar de anteproyecto, se decidió que lo más conveniente era realizar una comprobación del estado de la red, mediante una nueva observación por topografía clásica incluyendo todos los puntos y empleando las coordenadas ya conocidas como aproximadas en el ajuste.

Cada día de trabajo los datos tomados debían ser volcados al ordenador y eran tratados con el programa de cálculo *TOPCAL* para poder observar la correspondiente nube de puntos en un programa de dibujo, en este caso utilizamos el programa *MicroStation*.

Con la obtención de la nube de puntos de toda la zona, se finalizó la fase de “trabajo de campo”. El siguiente paso fue realizar el curvado de dicha nube con ayuda

del programa *INRAIL* y el suavizado, ya que el curvado automático debe ser siempre revisado y corregido.

En la actualidad se está efectuando la edición del plano, con ayuda de un programa de dibujo, completandolo con los diferentes símbolos, cuadrícula y cartela.

El proyecto finaliza con la creación de un modelo digital del terreno con ayuda del programa *Natural Scene Design* para ello será necesario realizar una malla triangular y convertirla en una imagen raster con el programa *MDTOP*.

#### **4. PROYECTO “LEVANTAMIENTO DEL SECTOR AL-MADAM 32 Y OBTENCIÓN DE UN MODELO TRIDIMENSIONAL”**

Los trabajos realizados en el área Al- Madam 32 tuvieron como fin la obtención de un modelo digital tridimensional de los restos de una construcción localizada en Jebel Buhais y de su entorno. Éste tipo de representación de un objeto resulta muy atractiva por su realismo, pudiéndose visitar el emplazamiento en tres dimensiones con comodidad, a la vez que fiable en cuanto a su precisión por la forma en que se han tomado los datos para su obtención.

Los trabajos topográficos de campo constaron de dos fases:

- La instauración de una red desde la que se viera toda la zona de interés.
- El levantamiento topográfico de la construcción, del monte donde se ubica y de sus alrededores radiando desde los vértices de la red citada.

Los trabajos de campo se complementaron con la toma de fotografías de detalle de los muros del edificio y del suelo para poder introducirlos posteriormente como texturas en el modelo digital. Así mismo se tomaron fotografías de los alrededores formando vueltas de horizonte para ponerlas como paisaje de fondo en el modelo.



La previa existencia de una red topográfica que engloba la zona de Jebel Buhais facilitó la instauración de la red necesaria para este trabajo, ya que dos de los vértices de la primera tenían la posición adecuada de visibilidad y sólo fue necesaria la colocación de otros dos, de manera que toda la zona que se pretendía radiar era visible desde alguna de las cuatro estaciones. Usando como base estos dos puntos de los que se tenían previas coordenadas en el sistema U.T.M. se hicieron los cálculos necesarios para tener tanto las coordenadas de los puntos del monte como las de los puntos que definían el edificio, en este sistema de coordenadas.

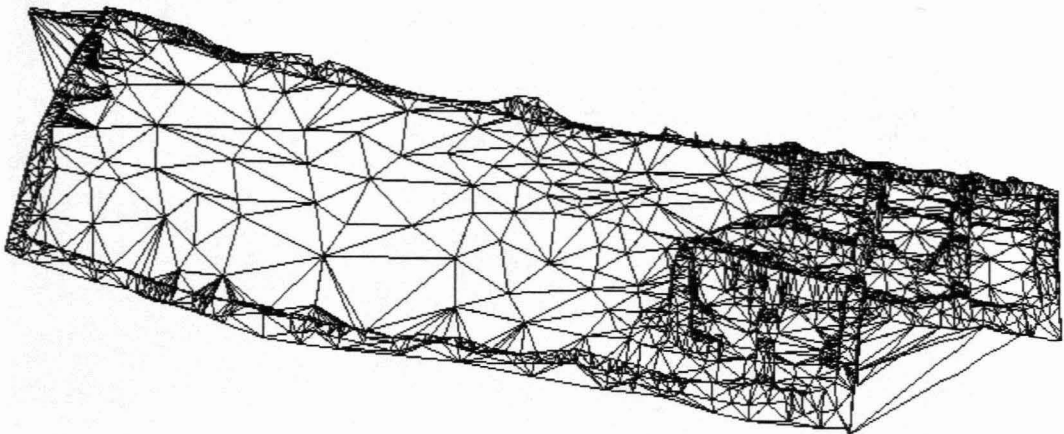
Para la realización de los trabajos topográficos se utilizó una estación total TC-1000 de WILD, con la que se medían ángulos horizontales, verticales y distancias geométricas a cada punto visado. Datos que eran almacenados de manera automática en un módulo REC que se introduce en el instrumento y del que se pasan posteriormente al ordenador.

El proceso de medición de los puntos que definen los restos arqueológicos tenía que ir acompañado con la realización de croquis claros y detallados en los que se marcasen los puntos visados para su posterior tratamiento. Tras estudiar la posibilidad de emplear croquis en planta, se optó por la utilización de dibujos en perspectiva sobre los que se marcaban en distinto color los puntos que definían las aristas inferiores y los de las aristas superiores para su mejor reconocimiento.

Una vez medidos los puntos se calcularon sus posiciones y se obtuvo un archivo de dibujo de extensión *dxf* en el que aparecían los puntos con su número y cota.

Con el programa de CAD *MicroStation* se importaron estos archivos de dibujo *dxf* y se separaron los datos de distintos días en distintos niveles y colores, de manera que si posteriormente se detectase algún fallo, se pudiese separar el conjunto de datos pertenecientes a ese día. Una vez unidos los ficheros de los diferentes días, se procedió a unir los puntos de las aristas inferiores y los de las aristas superiores, así como las aristas verticales. De esta manera quedaba definida la planta de los restos del edificio y la estructura tridimensional de las aristas.

Con la nube de puntos y las aristas unidas se realizó la triangulación del modelo



del yacimiento con el programa de modelos digitales del terreno *MDTOP*,



introduciendo las aristas como líneas de ruptura. Así se consiguió una malla de triángulos que tenían como vértices los puntos medidos en campo. Esta malla de triángulos se fue separando en mallas más pequeñas según la geometría de los muros de manera que se le pudiesen aplicar las texturas correctamente.

Una vez separada la malla en distintas capas con el programa *AUTOCAD*, se transformó el archivo para poder trabajar con el programa *3D Studio Max*.

Para conseguir superficies más regulares se suavizaron las distintas mallas consiguiendo la formación de triángulos intermedios que suavizaron los ángulos. Con el fin de conseguir una representación más realista se crearon materiales con las fotografías tomadas en campo para aplicarlas a las distintas superficies a modo de texturas. Con el programa de tratamiento de imágenes *PHOTOSHOP*, se modificó su iluminación, brillo, contraste y otros parámetros visuales para conseguir homogeneidad. Así mismo se creó un hemisferio que rodease el modelo al que se aplicó la imagen formada por las fotografías de la vuelta de horizonte con las vistas de los alrededores.

## **5. PROYECTO “EDICIÓN Y ACTUALIZACIÓN DE DOCUMENTOS CARTOGRÁFICOS EXISTENTES Y REALIZACIÓN DE UN MAPA MULTIMEDIA DEL EMIRATO DE SHARJAH”**

Para la realización de este proyecto fue necesario trasladarse al Emirato de Sharjah donde se recogió y comprobó la información referente a los temas que se iban a tratar a para después contrastarla y seleccionarla.

El objetivo de este proyecto es la divulgación arqueológica y turística en distintos soportes, papel y multimedia. El soporte papel consiste en un folleto con un mapa temático de la ciudad de Sharjah en el que se localizan los distintos museos con información de los mismos, así como del país y del Emirato de Sharjah.

La confección de todo mapa es el resultado de un largo proceso que comienza con la determinación de la superficie de la zona a representar, la escala, la proyección, valores inter-relacionados entre sí, y que dependen del propósito del mapa. Definidos estos parámetros iniciamos la elaboración de la cartografía con el proceso de generalización, donde la labor del cartógrafo es seleccionar sólo aquellas características que ayuden al lector a una buena interpretación del mapa. Este es un largo proceso que no se rige, por desgracia, a reglas matemáticas ni normas. La regla que sí se mantiene es que cuanto mayor sea la escala del mapa, menos información ha de representarse, y por tanto mayor ha de ser la generalización. La creación de la simbología es un proceso largo y muy importante para la legibilidad del mapa, el que se transforman y limitan fenómenos geográficos tridimensionales en elementos gráficos bidimensionales. Al escanear la cartografía de apoyo se pasó la información posicional en papel a una fuente de información compatible con el ordenador para después realizar una digitalización manual con *Freehand 8*, programa que permite digitalizar sobre pantalla utilizando como plantilla el fichero raster que hemos obtenido en el proceso de escaneado. La fase de edición es de revisión del mapa donde se realizan las oportunas modificaciones que nos conducirán a una perfecta y legible comprensión del mapa. Este folleto turístico se ha completado con la elaboración de una serie de textos y así dar una información más completa de la ciudad de Sharjah. La labor de maquetación es todo un arte, y para la elección de la composición final se han analizado las diferentes maquetaciones de guías y se han realizado decenas de prototipos.

Otra forma de divulgar la información arqueológica y turística es con tecnologías multimedia y su implantación en los museos supone una predisposición de sus visitantes al aprendizaje y a la experimentación, siendo los mismos un elemento activo y participativo.

Este multimedia nos acerca a los Emiratos Árabes Unidos mostrándonos una visión general del país. Además nos propone un viaje por el Emirato de Sharjah desde la costa occidental a la oriental. En Sharjah conoceremos una ciudad cultural y comercial con un gran número de museos y un casco antiguo que reflejan la cultura y la vida de un pueblo. En la costa oriental conoceremos ciudades interesantes como son Dibba, Kalba y Khor Fakhan.

El gran número de yacimientos arqueológicos que existen en este Emirato dan la posibilidad de conocer de un modo distinto la raíz y la cultura de esta civilización.

Para la realización del multimedia se ha utilizado el programa *Director 7*, el tratamiento de las fotografías y pantallas con *Photoshop 5* y el diseño de planos y símbolos con *Freehand 8*.

## 6. LINEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

La investigación que hemos planteado continúa. No sólo se trata de ensayar y experimentar con nuevas tecnologías sino de complementar los trabajos de los arqueólogos. En este sentido tenemos pendiente y es el objetivo previsto en la próxima campaña el levantamiento del entorno arqueológico en el yacimiento de Tuqueibah.

Los trabajos multidisciplinares aplicados a la arqueología necesitan el levantamiento de detalle, no sólo de la propia excavación sino de las posibles futuras y en concreto en Tuqueibah se ha puesto de manifiesto la necesidad de levantamiento de detalle de una zona mucho más amplia, de lo que desde la Topografía, diseñamos en un principio. En este trabajo ensayaremos la aplicación de las tecnologías GPS, posicionamiento por satélite, en tiempo real, ampliando la red básica implantada por sistemas de posicionamiento por satélite tradicionales.

Seguimos trabajando en la obtención de la representación del conjunto del fenómeno arqueológico, integrando los diferentes yacimientos y finalmente interrelacionando los lugares de excavación con los lugares de exposición, los museos, a través de las tecnologías multimedia.

Todos los trabajos que presentamos han sido posibles gracias a la invitación y total colaboración de la Universidad Autónoma de Madrid, y en concreto del Dr. Joaquín Córdoba; así como de la Dirección General de Antigüedades del Emirato de Sharjah, del Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía y de diversas empresas de nuestro sector (Sokkia, Sigeo, Topografía y Obras, etc.) que están apoyando la investigación.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

BOHIGAS ROLDAN, A. (1997): Topografía arqueológica. Obtención de la cartografía a escala 1/100 del yacimiento arqueológico de Tuqueibah (Emirato de Sharjah). Proyecto Fin de Carrera sin publicar. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Topográfica. Universidad Politécnica de Madrid.

LAMOLDA RUIZ, C. Y MANZANO RODRÍGUEZ, A. (1997): Modelo de integración de documentación arqueológica mediante técnicas multimedia (Proyecto Fin de Carrera no publicado), UPM, Julio.

LOBO MARTINEZ, Ricardo; MELLADO BENITO, Gerardo (1998): Proyecto Fin de Carrera Digitalización de la Cartografía del Emirato de Sharjah. Elaboración de un mapa topográfico a escala 1/50.000 y un mapa de situación de yacimientos y lugares de interés histórico - cultural con salida en Internet. E.U.I.T. Topográfica. Universidad Politécnica de Madrid.

LLANOS, A. (1995): Presentación de los fenómenos geográficos en entornos multimedia: Elementos del diseño cartográfico (Tesis doctoral), UNED.