

## Herramientas SIG 3D

Francisco R. Feito Higuera y Rafael J. Segura Sánchez

Departamento de Informática Universidad de Jaén. España

### Resumen

*Las aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica en los diversos campos de la Arqueología han aumentado continuamente a lo largo de los últimos años. Los avances que continuamente se están produciendo en estas tecnologías están permitiendo que cada día se pueda trabajar con modelos 3D más cercanos a la realidad que se intenta modelizar. En este trabajo se presenta un paradigma de estas herramientas, "Tetraedro SIG", en el que se intenta remarcar los diversos elementos que configuran un sistema de este tipo a la vez que nos facilita entender mejor todas sus posibilidades. A la vez se describen básicamente las características 3D de algunos productos software concretos tanto comerciales como basados en software libre, así como de su aplicación en ámbitos arqueológicos*

**Palabras Clave:** SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA, SISTEMAS DE INFORMACIÓN ESPACIAL, SIG, SIE, 3D, INFORMÁTICA GRÁFICA

### Abstract

*Applications of Geographical Information Systems on several Archeology fields have been increasing during the last years. Recent avances in these technologies make possible to work with more realistic 3D models. In this paper we introduce a new paradigm for this system, the GIS Tetrahedron, in which we define the fundamental elements of GIS, in order to provide a better understanding of their capabilities. At the same time the basic 3D characteristics of some comercial and open source software are described, as well as the application to some samples on archeological researchs.*

**Key words:** GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM, SPATIAL INFORMATION SYSTEM, GIS, SIS, 3D, COMPUTER GRAPHICS

### 1. Introducción

El objeto de estas consideraciones es motivar a los presentes y a todos aquellos que puedan llegar a leerlas a embarcarse en nuevas aventuras relacionadas con la Información Geográfica 3D y su aplicación en el mundo de la Arqueología. Si la Geografía es la ciencia que estudia la Tierra, y ésta es por naturaleza tridimensional, 3D, se debe buscar que los desarrollos se orienten a una mayor y mejor modelización de la información 3D. De hecho en los últimos años se han conseguido grandes avances fruto de las aplicaciones de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) al ámbito geográfico. Dichos desarrollos, junto con los obtenidos en Informática Gráfica están permitiendo que cada día más se pueda hablar de SIG 3D. Intentaremos determinar algunas características de estas herramientas.

Es ya clásica, y conocida por todos, la siguiente definición de SIG:

“Sistema de hardware, software y procedimientos elaborado para facilitar la obtención, gestión, manipulación, análisis, modelado y representación de datos espacialmente referenciados y para la resolución de problemas complejos que impliquen la manipulación y gestión de dichos datos” (NCGIA, National Center for Geographic Information and Analysis- USA).

Hace ya unos años se constituyó un consorcio de universidades para la Ciencia de la Información Geográfica (8CIG), el UCGIS ([www.ucgis.org](http://www.ucgis.org)) con el objetivo de proponer prioridades en cuanto a la investigación en CIG y colaborar en la expansión y

aplicabilidad de su desarrollo. No se trataba, por supuesto de olvidar los SIG, sino de trascenderlos y considerarlos una herramienta imprescindible dentro de un marco más amplio.

Se determinaron diez tópicos, todos ellos bien conocidos en el campo de la Arqueología, pero no por ello menos actuales:

- Adquisición e integración de datos espaciales
- Computación distribuida
- Extensión de las representaciones geográficas
- Aspectos cognitivos de la información geográfica
- Interoperabilidad de la Información geográfica
- Escalas
- Análisis espacial en entornos SIG
- Infraestructuras de datos espaciales
- Incertidumbre en los datos geográficos y en el análisis basado en SIG.
- Sociedad y SIG

Al objeto de integrar todos los campos anteriores puede servirnos de modelo la figura 1. En dicha figura aparece un posible paradigma para los SIG, denominado tetraedro SIG, en el que se intentan remarcar los diversos elementos que

configuran un sistema de este tipo a la vez que nos facilita entender mejor sus posibilidades.

La base de este tetraedro está constituido por la plataforma más tecnológica: hardware, software y entorno (especialmente, el personal humano). El objetivo (indicado por el vértice superior) es la generación de geoconocimiento, y en el caso que nos ocupa, de geoconocimiento aplicado a la Arqueología. Pero no es posible que esto funcione sin un núcleo, sin un contenido claro: los datos. Esto remarca la posición, la utilización, el objetivo de los SIG 3D dentro de esta disciplina: son una herramienta al servicio de la Arqueología.

A la vez es importante señalar algo que se olvida con frecuencia. El entorno humano es fundamental para que la herramienta sea útil. No basta con conocimientos superficiales, sino que es necesario especialistas en SIG que trabajen coordinados con los arqueólogos. Es por tanto necesario asegurar siempre, en todo proyecto, la debida interdisciplinariedad, aunque sin olvidar la posición de herramienta de estas tecnologías.

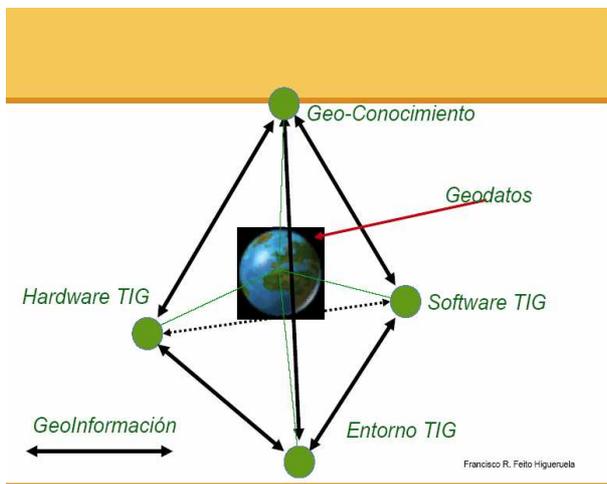


Figura 1. Tetraedro SIG

Gracias al desarrollo de la Informática Gráfica se está pasando de una cultura verbal y escrita a una cultura en la que lo que predomina es lo visual. Este cambio es importantísimo y está afectando a los campos más básicos de la sociedad: la educación, los negocios, la industria, el ocio, etc. y en un futuro muy cercano esto afectará más. La Informática Gráfica nos permite reconsiderar los aspectos más visuales y menos verbales y abstractos de nuestro pensamiento, a la vez que permite equilibrar los mismos procesos mentales de abstracción entre lo producido por las palabras y lo producido por las imágenes. En resumen, nos permiten visualizar mejor: “Visualizar es crear gráficos analíticos” (Carol Hunter, Lawrence Livermore National Laboratory). Esto está permitiendo desarrollar nuevas formas de geovisualización que soportan el significado de los fenómenos geoespaciales así como de los procesos temporales.

Ya que los datos son 3D, todo el geoconocimiento obtenido debe ser 3D. Esto supone un conjunto de retos muchos de los cuales están aun pendientes incluso de definir adecuadamente. No es posible crear un modelo “1:1” de la Tierra, pero ¿cómo debemos modelizar toda la información? ¿cómo integrar adecuadamente todo los elementos de interés?. La integración de

la Informática Gráfica y los SIG está permitiendo que cada vez más se pueda hablar de verdaderos SIG 3D.

Vamos a detallar en la sección siguiente algunas características 3D de algunos productos software. Se han elegido por tener algún aspecto particular que lo hace especial dentro del contexto de los SIG 3D. Seguro que muchas otras herramientas están contribuyendo también a la extensión de la Arqueología Virtual, pero las presentadas pueden servir de modelo del desarrollo actual.

## 2. Software SIG 3D

### 2.1. ArGis

La empresa ESRI, S.A. fue una de las pioneras al lanzar al mercado en 1981 su producto ArcInfo. Era un software que funcionaba en minicomputadoras. En 1987 completan el producto con una extensión para programación (Lenguaje AML). Muchas de las aplicaciones iniciales de los SIG al campo de la arqueología fueran hechas con el software ArcView (versión reducida de Arcinfo para ordenadores personales). A finales del siglo pasado se presentó una revisión total del producto de la empresa ESRI. La última versión presentada recientemente se denomina ArcGIS 9.3.

Siguiendo la filosofía de muchos otros productos el software está constituido por diversos módulos (algunos básicos, otros para aplicaciones avanzadas o especializadas). Dentro de estos destaca 3D Analyst, que está formada dos extensiones de otros módulos y dos módulos específicos que son alimentados por un conjunto de herramientas (3d Analyst Tool). Estas últimas facilitan el trabajo con los diversos elementos 3D (vectores, ráster, TIN y terrenos).

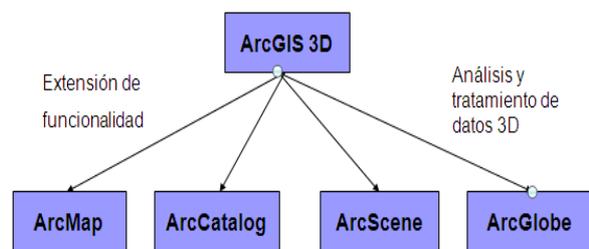


Figura 2. Tetraedro SIG

ArcMap es el módulo básico de Arcgis. Las funcionalidades que aporta la extensión son: métodos de análisis y creación de superficies 3D, perfiles de visión y superficies de visualización así como digitalización e incorporación de simbología 3D.

ArcCatalog es el módulo principal para la gestión de datos. La funcionalidad fundamental añadida es la previsualización de datos 3D así como la generación de nuevas capas y propiedades de visualización relacionada con datos 3D.

Junto a las dos extensiones anteriores, 3D Analyst incorpora dos módulos específicos. ArcScene con el que es posible la visión de múltiples capas de datos 3D, creación de superficies (TIN o ráster), y análisis de superficies. Permite también un amplio geoprocetamiento de modelos digitales del terreno,

incluidos los que proceden de datos LIDAR en los que es posible gestionar también la variable de intensidad que proporcionan estos sensores. Se puede también modificar puntos de vista y combinar diversas fuentes de información así como modificarlas así. Se suele usar para zonas pequeñas.

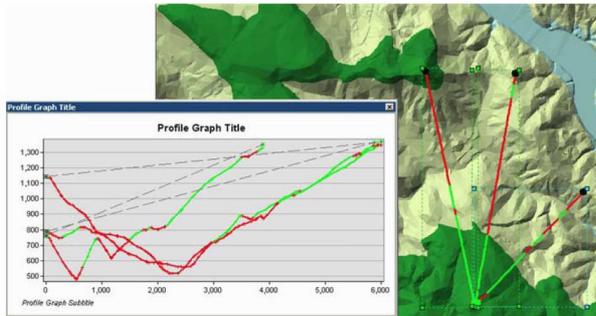


Figura 3. 3D Analyst: Múltiples perfiles de visión

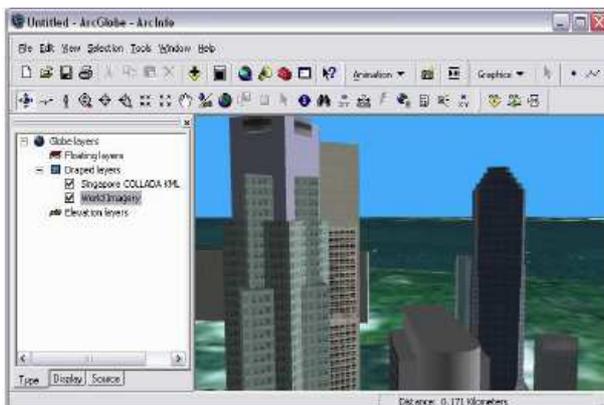


Figura 4. ArcGlobe

El módulo ArcGlobe usa la analogía del globo terráqueo. Permite múltiples formas de visualización de capas de datos SIG, creación y análisis de superficies. Se pueden integrar datos vectoriales y ráster y combinarlos con modelos digitales del terreno (bien en formato ráster, TIN o DEM). Es posible usar tanto técnicas multiresolución para mallas como niveles de detalle en los formatos ráster.

## 2.2. Google Earth

Es indudable la similitud entre las figuras 4 y 5. Esta última es una captura del software Google Earth. Puede afirmarse que, junto con los navegadores GPS, ha sido la herramienta que más ha popularizado en los años recientes el uso de información geográfica.

Google Earth procede de la compra por parte de Google de KeyHole, software desarrollado por la empresa KeyHole Inc y que inicialmente se orientaba a la superposición de imágenes de satélite sobre el modelo de un globo terráqueo. La última versión

presentada es la versión 5 en la que se incluye navegación por el océano.

Aunque el ámbito de negocio fundamental de Google es la publicidad es indudable la repercusión que este programa está teniendo en muchos ámbitos relacionados con la cartografía. Hay que hacer notar que aunque hay versiones gratuitas, el acceso al servidor y por tanto a los datos, depende de la autorización de Google (aunque podamos tener algunos datos en modo local).



Figura 5. Google Earth

Junto a la versión gratuita existen otras tres versiones de pago (Google Earth plus, Google Earth pro y Google Earth Enterprise). En cada una de ellas se ofrece más utilidades SIG y GPS así como la integración con datos corporativos de empresas o entidades.

En septiembre de 2008, la empresa GeoEye puso en orbita el satélite GeoEye-1. Sus fotografías (hasta 0.5 metros de resolución) estarán disponibles para Google Earth por lo que muy probable que en breve mejore la resolución de muchas zonas geográficas que hasta ahora no disponían de ese nivel de detalle.



Figura 6. San Basilio (SkeetchUp): <http://www.enricodalbosco.it/>

Para mejorar la semántica de los modelos a visualizar, Google ha puesto otro software a disposición de los usuarios: SketchUp, que también dispone de versión profesional. Es un software orientado al diseño de elementos que pueden incorporarse a Google Earth. Permite no solo edificios sino todo tipo de modelos y elementos.

Las sucesivas versiones han añadido nuevas funcionalidades y es cada día más usado en el campo de la reconstrucción arqueológica (PARCAK, S. (2007)).

### 2.3. Grass

El software Grass fue inicialmente desarrollado por el CERL (U.S. Army Construction Engineering Research Laboratory). Cuando dicho Centro cesó su desarrollo, diversas universidades y centros de investigación lo continuaron. Puede afirmarse de que es un software muy adecuado para fines de investigación tanto por sus capacidades como por estar desarrollado como proyecto oficial software abierto por la Open Source Geospatial Foundation. El uso que de él se ha hecho en diversos proyectos de arqueología confirman esta afirmación (ver por ejemplo BEZZI, A. et al. (2006)).

Con Grass es posible realizar diversos procesos sobre modelos digitales del terreno que siempre son consideradas superficies 2D/1/2. El modelo se puede obtener importando desde formato DEM o desde formato TIN. Es posible generar modelos digitales a partir de la interpolación de curvas de nivel o a partir de un conjunto de puntos determinados. También es posible trabajar con datos de sensores láser.

En relación a modelización 3D Grass contempla tanto elementos vectoriales 3D como elementos raster 3D (volúmenes). Los elementos vectoriales 3D se obtienen de la geodatabase por instanciación de entidades con la simbología adecuado o por la extrusión de elementos 2D.

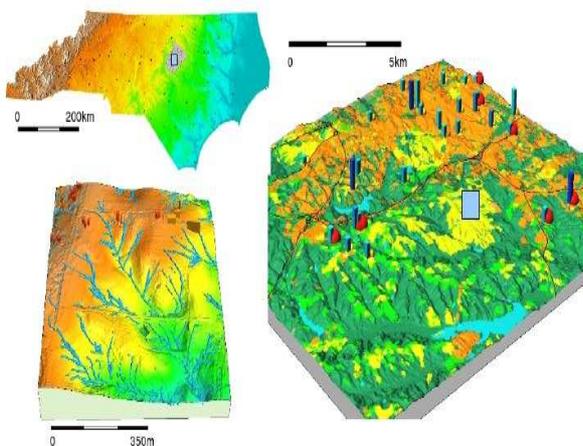


Figura 6. Grass Gis

En relación a los volúmenes existen muchas utilidades para trabajar con ráster en 3D. Es posible importar desde ficheros de

puntos (x,y,z) o bien generarlos a partir de un conjunto de puntos determinado. También se pueden obtener modelos volu-

métricos por la unión de capas ráster 2D. Grass ofrece una extensión total a 3D de la clásica algebra de mapas ráster que implementan todos los SIG: es posible ejecutar tanto operaciones aritméticas como lógicas como aplicar un conjunto muy completo de funciones a los ráster 3D. También es posible obtener secciones 2D, calcular estadísticas y exportar a formatos ASCII o VTK.

Por último conviene destacar la posibilidad de generar visualizaciones dinámicas que permiten trabajar con datos 4D.

### 2.4. gvSIG

El proyecto gvSIG surge por iniciativa de la Generalitat Valenciana, a través de su “Conselleria de Infraestructuras y Transporte”. Es multiplataforma y de código abierto desarrollado bajo licencia GNU/GPL. Está cada día más extendido y ya se usa en multitud de administraciones.

Su nombre es una abreviatura que significa “Generalitat Valenciana, Sistema de Información Geográfica”. Dispone de las herramientas usuales básicas para visualización y navegación de información espacial. Trabaja con los formatos más comunes así como clientes de los estándares de servicios WEB remotos del OGC, WMS (servicio de mapas), WCS (servicio ráster) o WFS (servicio vector). Cada día se está extendiendo más su uso en el ámbito arqueológico (FERNÁNDEZ LOPEZ DE PABLO, J. (2008)). De hecho recientemente se ha añadido una extensión para trabajar con datos LIDAR.

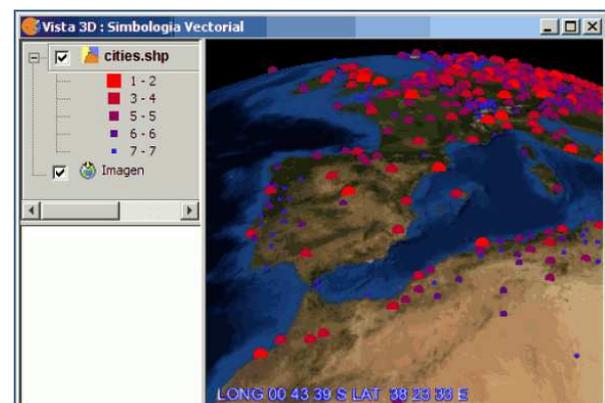


Figura 7. GvSIG

GvSIG cuenta con un gestor de información 3D. Las vistas 3D funcionan al igual que las vistas usuales, pudiéndose trabajar en forma esférica o plana. En el modelo esférico se usa el modelo “globo terráqueo” sobre el que es posible superponer capas de información y navegar con los controles fundamentales de movimiento o bien mediante navegación combinada. En el modelo plano se combinan la visión 2d con los controles de navegación 3D.

En ambos casos es posible integrar tanto capas vectoriales como capas ráster y controlar los detalles de su visualización. En el

caso de las capas vectoriales es posible modificar aspectos relacionados con la simbología de los elementos que componen dicha capa.

En la fase de desarrollo actual, el módulo 3D puede considerarse solo un visor de información. Es un proyecto en ejecución en el que cada día hay involucradas más personas y organismos por lo que es fácil predecir un adecuado futuro.

### 3. Conclusiones

A lo largo de esta comunicación se ha presentado un posible paradigma para los SIG que clarifica tanto los objetivos de estas herramientas como su soporte tecnológico. Se han reseñado

brevemente las características 3D de algunos productos software, tanto comerciales como de código abierto y se han señalado ejemplos de su uso en Arqueología.

En los próximos años se van a integrar en los SIG verdaderas utilidades 3D que trascenderán el simple uso como visores 3D y que permitirán una mejor modelización de la realidad. Al mismo tiempo, se facilitará su utilización en un mayor número de dispositivos, especialmente dispositivos móviles, lo que abrirá nuevos campos de aplicación en la difusión de elementos arqueológicos.

De modo paralelo van a ir aumentando el uso de las herramientas 3D en todos los ámbitos de la Arqueología lo que va a requerir mejorar la coordinación entre expertos de ambos ámbitos de modo que se obtengan mejores y mayores resultados.

### Agradecimientos

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia de España y la Unión Europea a través de los Fondos FEDER, bajo el proyecto de investigación TIN2007-67474-C03. Así mismo ha sido parcialmente subvencionado por la Junta de Andalucía y la Unión Europea a través de los Fondos FEDER, bajo los proyectos P07-TIC-02773 y P06-TIC-01403.

### Bibliografía

BEZZI, A. et al. (2006): "L'utilizzo di Voxel in campo archeologico", en *Geomatic workbooks* 6, 2006 [online] <http://geomatica.com.polimi.it/workbooks/> [Consulta: 2-03-2009].

DUCKE, Benjamin (2008): "The use of GIS in Archaeological Settlement Research Facts, Problems and Challenges" en Workshop of the Romano-Germanic Commission of the German Archaeological Institute with the DFG-project "Princely Sites" & Environs (Fürstentum & Umland) Frankfurt/Main, Germany, September 26th 2008

PARCAK, S. (2007): "Google Earth and Egyptian archaeology: not just another pretty picture" en *The 58th Annual Meeting of the American Research Center in Egypt, Wyndham Toledo Hotel, Toledo, Ohio*, Apr 18, 2007

FERNÁNDEZ LOPEZ DE PABLO, J. (2008) "gvSIG y Arqueología de Gestión: hacia un nuevo concepto de uso de los SIG y de las IDE en el conocimiento y protección del patrimonio arqueológico" 4ª jornadas gvSIG, 3-5 Diciembre 2008, Valencia (España).