

Arqueología y Servidores de Mapas en Red. Proyecto LIFE “Valle de Tíermes – Caracena”

Daniela Ballari

Miguel A. Manso Callejo

Miguel A. Bernabé Poveda

Grupo de Investigación Mercator.

Departamento de Ingeniería Topográfica y Cartografía. Universidad Politécnica de Madrid.

daniela@topografia.upm.es; m.manso@upm.es; ma.bernabe@upm.es

Resumen: *El presente artículo trata sobre la aplicación de las tecnologías de Servidores de Mapas en Red, en el ámbito de la Arqueología. Con motivo de la concesión del Proyecto LIFE: “Valle del Tíermes – Caracena” se decide administrar e interoperar la información a generar en el proyecto, que en su mayoría posee una componente espacial, a partir de los Geoservicios que provee una Infraestructura de Datos Espaciales, principalmente Servidores de Mapas en Red (OGC). El principal problema encontrado fue la total falta de interoperabilidad entre la información arqueológica, por encontrarse en archivos de diseño gráfico no georreferenciados y por la existencia de bases de datos sin componente espacial, aunque podrían poseerla sin ningún inconveniente. El artículo expone la metodología aplicada a los datos con el objetivo de lograr su interoperabilidad e inclusión en un Servidor de Mapas en Red para su visualización, navegación y consulta. Dicha metodología se centra especialmente en la transformación de archivos no georreferenciados a georreferenciados para su posterior inclusión en el Servidor de Mapas.*

INTRODUCCIÓN

El Proyecto LIFE Tíermes [1] se aprueba en septiembre de 2003 dentro del Programa LIFE de la Comisión Europea de la Dirección General XI de Medio Ambiente [2]. Este proyecto tiene como objetivo la promoción del área suroeste de la Provincia de Soria, situada en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. El proyecto se desarrolla en el marco geoeconómico de los municipios de Montejo de Tíermes, Retortillo de Soria, Licerías y Caracena (Figura 1), basándose en las potencialidades de sus valores ambientales, su riqueza patrimonial histórica y arqueológica y sus oportunidades turísticas, principalmente del Yacimiento arqueológico de Tíermes [3]. Se pretende que dentro de unos criterios de desarrollo sostenible, se invierta la actual tendencia a la despoblación, el abandono de tierras y la desertización.

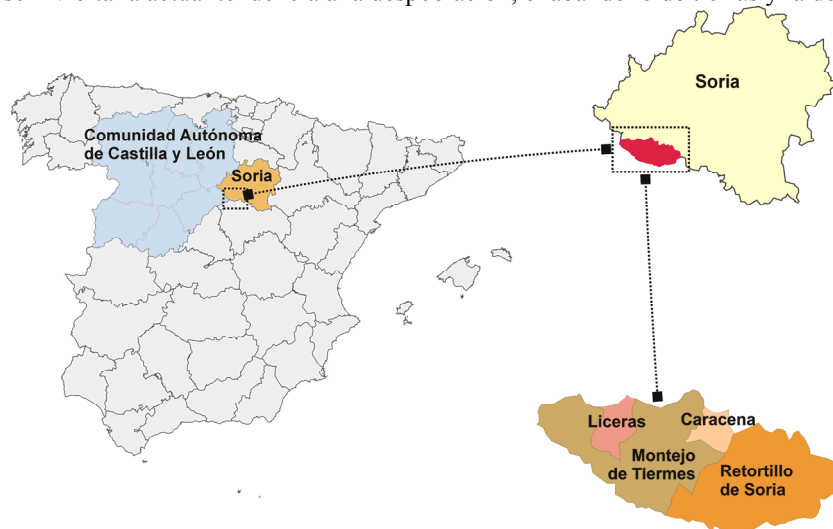


Figura 1. Ubicación geográfica de la Comarca de Tíermes – Caracena

El Turismo como activador de la economía

El turismo es una de las actividades que se contempla como “potencialmente” generadora de riqueza [4], [5], dentro del proceso de diversificación económica que se está concibiendo para los espacios rurales. El sector sur occidental se

destaca dentro de la provincia de Soria por su riqueza histórico-artística y la presencia en el interior o en sus proximidades, de parajes naturales privilegiados. El Yacimiento Arqueológico de Tiermes figura entre los recursos turísticos más importantes; complementado por el hecho de que patrimonio y paisaje forman un tándem sobre el que apoyar el atractivo turístico. No obstante, actualmente faltan recursos básicos capaces de atraer y retener a la población. La Asociación de Amigos del Museo de Tiermes, beneficiario del Proyecto LIFE Tiermes, planteó una serie de actuaciones que permiten avanzar hacia una nueva situación de estabilización del área y crecimiento sostenible. Las actuaciones abarcan, entre otras, los aspectos de:

1. Evaluación, protección y aprovechamiento del medio natural.
2. Evaluación protección y aprovechamiento del patrimonio histórico, arqueológico, cultural y social.
3. Promoción del conocimiento medioambiental y cultural del área.
4. Proyección de las potencialidades turísticas del área dentro las nuevas corrientes europeas de turismo cultural y ambiental, de carácter no exclusivamente estacional.

El objetivo global del proyecto es: “...promover un sistema innovador de gestión coordinada entre los diferentes actores para conseguir la protección del ecosistema, la ordenación del territorio y la valorización y desarrollo sostenible del complejo histórico-natural de Tiermes”. [1]

1. GEOSERVICIOS OGC COMO GESTORES DE LA INFORMACIÓN

Durante el transcurso del Proyecto (2003-2006) se generará gran cantidad de información de naturaleza muy variada: información medioambiental de zonas protegidas, oferta turística, cultural, etnológica, arqueológica, etc. La mayor parte de ella tendrá una componente espacial importante. Para administrar el gran volumen y diversidad de información generada se utilizará la Tecnología de los Geoservicios que provee una Infraestructura de Datos Espaciales [6], como ser Servidores de Mapas (Web Map Server) [7] y Servidores de Fenómenos en Red (Web Features Server) [8]. Se eligió esta alternativa frente a otras, tales como los Sistemas de Información Geográficos tradicionales, porque al mismo tiempo que permite la administración y visualización de la información, es posible publicitar la información del yacimiento arqueológico de Tiermes y de la comarca, a través de Internet.

De este modo usuarios no especializados podrán visualizar y consultar la Información Geográfica a través de una página Web (Cliente ligero), de forma intuitiva y opaca para ellos, sin ser necesaria la instalación de algún software. Mientras que los usuarios mas especializados podrán hacerlo mediante “clientes pesados” para visualizar, realizar consultas más complejas y transacciones, como son las actualizaciones, borrado e inserciones de registros.

La capacidad de consulta de los Servidores de Mapas se extenderá a través de las interfases de Web Feature Server [8], incluyendo consultas específicas construidas a partir de la semántica de codificación de consultas [9] del Open Geospatial Consortium [10].

Con esta alternativa también se converge con otra iniciativa de la Unión Europea: la Iniciativa INSPIRE (The INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe initiative) [11], que ha sido desarrollada con el propósito de hacer disponible información geográfica relevante, concertada y de calidad, de forma que se permita la formulación, la implementación, la monitorización y la evaluación de las políticas de impacto o de dimensión territorial, de la Comunidad Europea. INSPIRE es una iniciativa legal que establecerá estándares y protocolos de tipo técnico, aspectos organizativos y de coordinación, políticas sobre la información que incluye el acceso a los datos y la creación y mantenimiento de información espacial. Es el primer paso de una amplia iniciativa multilateral que inicialmente dirigirá su interés sobre la información espacial necesaria para políticas medioambientales y que estará disponible para satisfacer las necesidades prácticas de otras áreas, tales como la agricultura y el transporte [12].

Gran parte de la información geográfica generada en el proyecto LIFE-TIERMES será del tipo medioambiental, de allí la importancia de converger con la iniciativa INSPIRE.

El Servidor de Mapas y Fenómenos en Red permitirán la visualización y consulta de la información generada por el proyecto, que admita ser georreferenciada. La extensión geográfica del servicio será la Comarca de Tiermes (Municipios de Montejo de Tiermes, Retortillo de Soria, Caracena y Liceras) y contendrá capas tales como:

- *Información Geográfica básica:* Límites administrativos (provinciales, municipales, núcleos urbanos), curvas de nivel, carreteras, ríos, ciudades y poblados, catastro, ortofotos, cartografía oficial en formato papel escaneada a escalas 1:100.000, 1:50.000 y 1:25.000, Modelo digital del terreno (resolución de 25m por píxel).
- *Información generada por el Proyecto LIFE Tiermes:* información medioambiental, demanda turística, oferta turística, cultural, etnológica, arqueológica, etc.
- *Información del Yacimiento arqueológico de Tiermes:* información generada durante las campañas de excavación: planimetría de estructuras, unidades estratigráficas, fotografías, etc.

Para poner en marcha el Web Map Server se utilizó el software MapServer [13], desarrollo Open Source [14], iniciado por la Universidad de Minnesota [15], en conjunto con la NASA. El principal actor en el desarrollo del proyecto actualmente es el Grupo DM Solutions [16], quien mantiene e incrementa su funcionalidad. Actualmente implementa las siguientes especificaciones del OGC [21]: Servidores de WMS, WFS y WCS [17]; Clientes WMS y WFS; Acepta SLD [18], Filter, GML [19] y WMContext [20].

Para poner en marcha el Web Feature Server, se utilizó el software Geoserver [22]. Se trata de un proyecto Open Source cuyo desarrollo ha sido y está siendo financiado por distintas iniciativas privadas y gubernamentales con el objeto de alcanzar un conjunto de objetivos de interés para las organizaciones. Geoserver implementa las especificaciones WFS transaccional y WMS del OGC. Puede utilizar distintas fuentes de información entre las que se encuentran: Oracle, ArcSDE, PostGis y Shapefile. La cualidad que diferencia el proyecto del resto es que la gestión de los Servicios está integrada en una interfaz Web. [21]

El presente artículo trata sobre la puesta en marcha de un Servidor de Mapas correspondiente al primer y tercer tipo de información antes nombrado: *Información Geográfica Básica e Información del Yacimiento Arqueológico de Tiermes*. La inclusión de las capas de información propias del proyecto LIFE-TIERMES (segundo tipo) se realizará cuando la fase de recolección y producción de dicha información se halle finalizada según el cronograma del proyecto. El principal inconveniente encontrado fue que los datos arqueológicos en bruto disponibles para construir el Servidor de Mapas, eran **no interoperables**. Por este motivo fue necesario encontrar una metodología que posibilitara la interoperabilidad, visualización y consulta de dicha información, a través de la Web.

A continuación se expone la situación original para cada tipo de información. En segundo lugar la metodología desarrollada para conseguir su interoperabilidad e inclusión en un Servicio Web Map Server. En tercer término se presenta la situación final lograda a través de la visualización y consulta de la Información en un cliente ligero. Por último se muestran las conclusiones, los agradecimientos y las referencias.

2. PRESENTACIÓN DE LOS DATOS EN BRUTO

Tras finalizar la campaña arqueológica del año 2004 en el yacimiento arqueológico de Tiermes se disponía de la siguiente información:

- Dibujos de planimetrías en formato FreeHand [23]
- Base de Datos no espacial de unidades estratigráficas.

2.1.- *Dibujos de planimetrías* realizados a mano por los arqueólogos (Figura 2), escaneados y digitalizados en FreeHand (Figura 3), que contienen:

- las estructuras arqueológicas para cada nivel de avance de la excavación (Unidades Estratigráficas),
- el tipo de material del terreno y muros (ejemplo: caliza, arenisca, toba, etc),
- los puntos acotados,
- la identificación numérica de Unidades Estratigráficas.

Otras características de estos archivos son:

- Escala: 1:50,
- Formato: fh8, formato propietario de FreeHand ,
- Sistema de referencia: Como casi todos los entornos de Diseño Gráfico, FreeHand, no soporta la georreferenciación de sus archivos.

Así pues los problemas para su inclusión como capas en servidores WMS son:

- Archivos sin georreferenciación
- Dibujos fragmentados limitados por la utilización de folios tamaño A4 a escala 1:50.

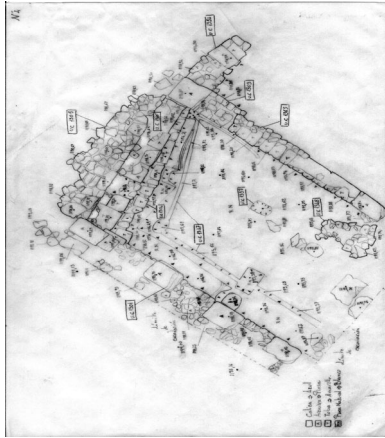


Figura 2. Dibujo de planimetría realizado a mano en campo

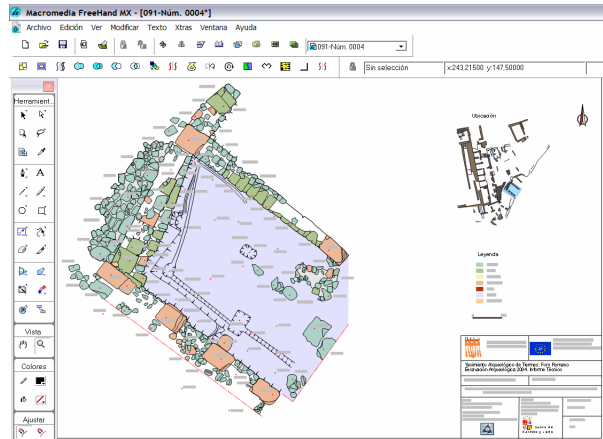


Figura 3. Dibujo de planimetría escaneado y editado en FeeHand.

2.2.- *Base de datos no espacial Access* (Figuras 4 y 5). Esta base de datos contiene la información que define a las unidades estratigráficas (extensión superficial de análisis arqueológico en un momento determinado de la excavación), como son:

- consistencia,
- color,
- descripción,
- cotas máximas y mínimas,
- unidades estratigráficas a las que corta o adosa,
- materiales, etc.

Otras características de estos archivos son:

- Formato: mdb (bases de datos de Microsoft Access),
- Sistema de referencia: La base de datos no tiene asignada geometría.

Así pues el problema para su inclusión como atributos asociados a geometrías en servidor WMS:

- No posee geometría asignada, aunque es susceptible de ser incluida.

Figura 4. Base de Datos Access. Visualización de Formulario

Area	Sector	Espacio	Contexto	Fase
Foro	Templo		romano	
Foro	Templo		romano	
Foro	Templo		romano	
Foro	Templo		romano	
Foro	Templo	Cella	romano	
Foro	Templo		romano	
Foro	Templo	Cella	romano	
Foro	Templo	Podium	romano	
Foro	Templo	Podium	romano	
Foro	Templo	Cella	romano	
Foro	Templo	Plataforma	romano	
Foro	Templo	Cella	romano	
Foro	Se	Habitación 3	Romano	Preflavia

Figura 5. Base de Datos Access. Visualización de Tabla

3. METODOLOGIA PARA EL TRATAMIENTO DE LOS DATOS PARA CONSEGUIR SU INTEROPERABILIDAD

La primera barrera encontrada, como se mencionó anteriormente, es la de disponer de información **no interoperable**. La falta de interoperabilidad queda patente al intentar visualizar de forma conjunta los datos procedentes del entorno de diseño gráfico FreeHand con la información alfanumérica almacenada en la base de datos MS-Access. Por el momento la única posibilidad de interoperar o trabajar conjuntamente con estas dos fuentes de información, es a través de la búsqueda visual del número de unidad estratigráfica en un dibujo de planimetría y, posteriormente, consultar la base de datos por la unidad estratigráfica deseada. Esta acción carece totalmente de un “vínculo automático” entre ambos tipos de información.

Para superar la falta de interoperabilidad y la carencia del “vínculo automático” se desarrolló la siguiente metodología:

3.A.- DE FREEHAND A SHAPEFILE

El objetivo consiste en unir todos los fragmentos de planimetrías (en nuestro caso más de 100 archivos generados durante la campaña arqueológica del año 2004), georreferenciarlos e incluirlos en el Servidor de Mapas.

La metodología es la siguiente:

3.A.1.- Primero se debe georreferenciar cada dibujo. Pero para ello se necesita disponer de puntos con referencia espacial (coordenadas) del yacimiento que sean identificables en los dibujos de planimetrías. Para alcanzar este objetivo se realizó un *Plano topográfico* (Figura 6) mediante topografía clásica, con las siguientes características:

- Tipo de información que contiene: estructuras arqueológicas del Foro Romano y Acueducto y puntos acotados.
- Escala: 1:200
- Formato: DXF
- Sistema de referencia: EPSG 23030 [24] (UTM - European Datum 1950 – Zona 30). Altitudes referidas al nivel medio del mar en Alicante.



Figura 6: Plano topográfico con zonas de intervención de campaña julio-diciembre de 2004



Figura 7: Fotografía del Yacimiento

Previo a la georreferenciación es necesario realizar los siguientes pasos:

3.A.2.- **Homogeneización de capas en FreeHand:** Cada archivo de planimetría identifica distintos tipos de materiales de los muros según el color que le es asignado (ejemplo: caliza, toba, arenisca, mortero, etc.). En los archivos originales estos rellenos se encuentran todos en una única capa. Se debe crear una capa de información para cada tipo de roca y cada atributo (cotas y unidades estratigráficas) (Figura 8). Para que al exportar el archivo como Shp [25], se adjudique como atributo el nombre de la capa a la que pertenece.

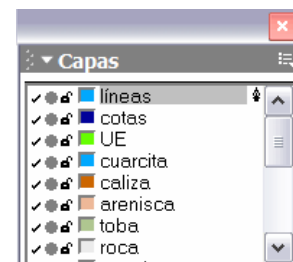


Figura 8. Las capas resultante en el archivo de planimetrías.

3.A.3.- **De FreeHand a CorelDraw:** En FreeHand se ha exportado la información en el formato de intercambio Adobe Illustrator 5.x (*.ai). Desde Corel Draw se lee y exporta en formato de intercambio para CAD DXF. Los nombres de las capas se mantienen a lo largo del proceso. En este punto la información está en condiciones de ser georreferenciada:

3.A.4.- **Georreferenciación:** La información obtenida del paso anterior se inserta como bloque en el *Plano Topográfico* de AutoCAD, que contiene las estructuras arqueológicas topografiadas. Con la ayuda del comando "ALIGN" se identifican dos puntos del dibujo de planimetría que se correspondan con el plano topográfico. El dibujo se traslada, rota y escala de forma que los puntos coincidan (Figura 11), ajustándose la planimetría al plano topográfico. Otras herramientas, producen la deformación de los dibujos obligándolos a ajustarse a un elevado número de puntos seleccionados. Puesto que los arqueólogos tienen más precisión en el dibujo de las formas pequeñas que en el dibujo de varias estructuras arqueológicas en conjunto, se prefirió renunciar a una exacta ubicación antes que introducir una distorsión de las formas. Además dado que las planimetrías sobre las que se aplicaría el algoritmo son de pequeño tamaño (alrededor de los 100 m²) y no tienen influencia otras circunstancias geodésicas del terreno se consideró adecuada la traslación, rotación, y escalado, en lugar de otros métodos polinómicos mas complejos. Una vez que el dibujo se encuentra georreferenciado se guarda como DXF nuevamente.

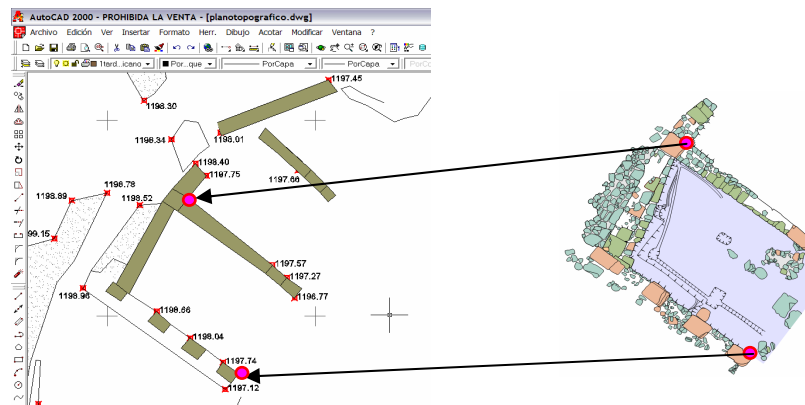


Figura 9. Correspondencia entre dos puntos de Planimetría con dos puntos de la estructura del plano topográfico.

3.A.5.- Conversión a ShapeFile: Utilizando el programa “FME Universal Translator” [26] se transforma el archivo DXF en *shp* (Figura 10), generando un archivo para cada tipo de geometría: puntos, líneas y polígonos. Las capas de información del archivo original se convierten en atributos de los polígonos, líneas o puntos según correspondan. Así el tipo de rellenos se incluye como atributo de los polígonos y los textos de unidades estratigráficas y cotas de los dibujos en FreeHand como atributos de la capa de puntos.

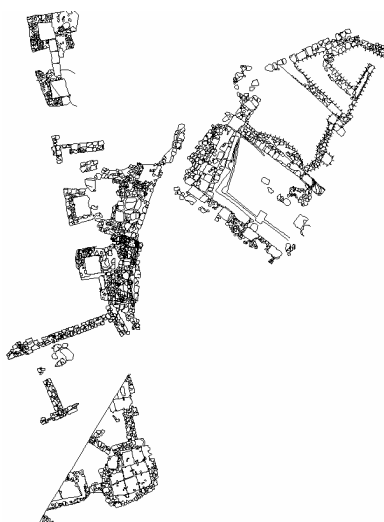


Figura 11. Visualización de la unión de varios archivos.

3.A.6- Unión de todos los archivos ShapeFile individuales: Por último se genera un archivo ShapeFile con la unión de todos los dibujos de planimetría fragmentados a los que se les ha aplicado el proceso anterior (Figura 11). Este paso puede realizarse sin problemas con los archivos DXF georreferenciados, y realizando posteriormente la conversión a *shp* del archivo resultante de la unión.

El proceso de transformación de los archivos de planimetría de FreeHand a shapefile es laborioso en edición y se ha de tener un especial cuidado en cada una de sus fases. Este trabajo debió ser realizado por una persona con conocimientos en el yacimiento arqueológico de Tírmes para poder ubicar cada planimetría en el sitio correspondiente. El tiempo del proceso de cada dibujo se estima en 20 minutos.

Esta metodología para situar archivos de diseño gráfico en un servidor de mapas puede extrapolarse a otros ámbitos, además de arqueología, donde es frecuente el uso de ese tipo de software para mejorar la visualización de la cartografía.

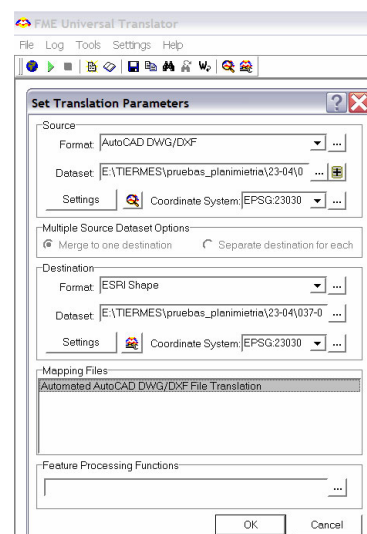


Figura 10. Interfaz de FME Universal Translator.

3.A.7.- Inserción de la Capa Planimetría en el Servidor de Mapas: Para construir un Servidor de Mapas con MapServer, debe definirse en el archivo de configuración “*.map”(mapfile) [27] las capas de información que contendrá el servicio. Para cada una deberá indicarse:

- si se trata de una capa del tipo Puntos, Línea, Polígono, Anotación o Raster,
- el directorio donde se almacenan los datos o el URL de los servidores remotos que se deseen incluir,
- el sistema de referencia y
- un estilo de visualización para cada capa.

En nuestro caso se define una capa de información para cada tipo de geometría: polígonos, líneas y puntos.

La capa de polígonos contiene como atributos los tipos de materiales de los muros y del terreno. A partir de estos atributos, se construyen filtros para asignar un estilo de visualización a cada material.

La capa de líneas contiene la línea exterior de las estructuras y rebajes en las rocas.

La capa de puntos se utiliza para colocar los textos de las unidades estratigráficas y las cotas (capas del tipo anotación), que son atributos en el archivo Shp.

A continuación se compara el aspecto de una planimetría en FreeHand (Figura 12) con el aspecto obtenido en el Servidor de Mapas (Figura 13). Debe destacarse que no sólo el aspecto es idéntico, sino también contiene exactamente la misma información, esto quiere decir que no se ha perdido información con la metodología aplicada.

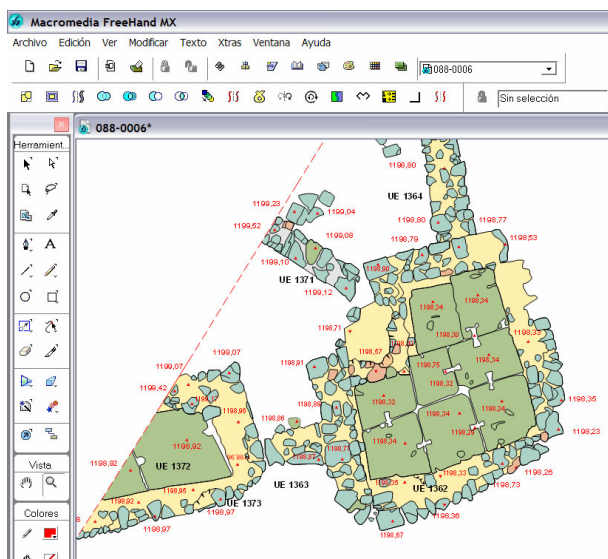


Figura 12. Visualización de estilo del archivo original en FreeHand

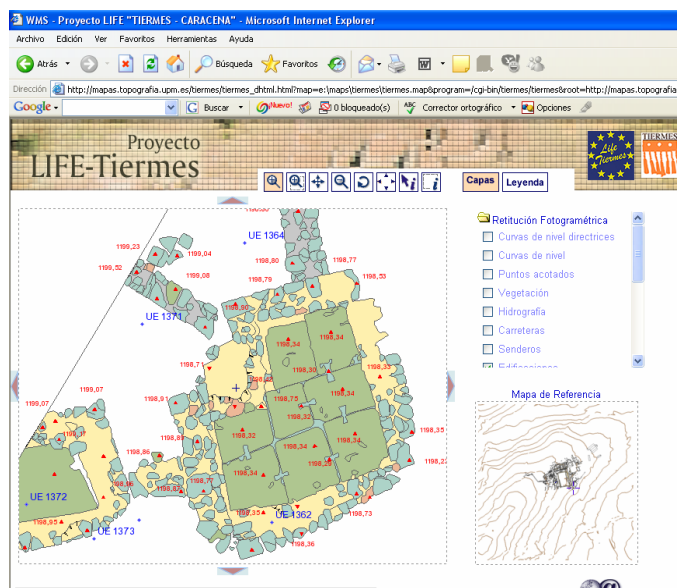


Figura 13. Visualización obtenida en el Cliente WMS.
<http://mapas.topografia.upm.es/tiermes>



Figura 14. Visualización obtenida en el Cliente WMS de Figura 11

3.B.- VINCULACIÓN DE LA BASE DE DATOS ACCESS CON LA PLANIMETRÍA.

La base de datos de información de las unidades estratigráficas es del tipo no espacial, ya que no contiene geometría, ni referencia espacial alguna.

La única posible vinculación de la base de datos con la planimetría (ahora ya en shp) es a través del atributo de las “unidades estratigráficas” (UE) puesto que:

- La base datos Access posee un campo llamado “UE” que contiene el identificador de la misma.
- El shp de puntos generado en el punto A.5, contiene un campo llamado “LAYER” que contiene dos tipos de atributos: “COTAS” y “UE”. Además de otro campo llamado “TEXTSTRING” que contiene los valores numéricos de las cotas y las unidades estratigráficas correspondiente a cada punto (Figura 15).

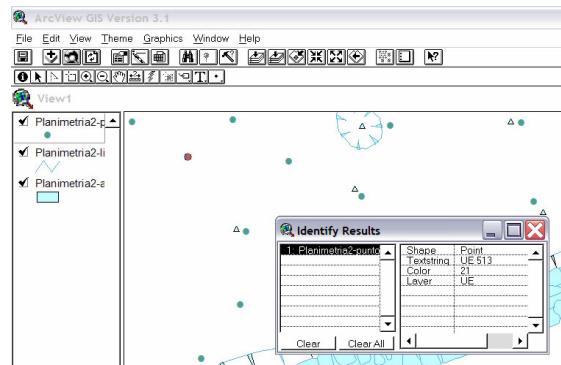


Figura 15. Atributos del archivo shp de puntos de planimetrías

El problema es simple y radica en unir ambas bases de datos según los elementos comunes, que son las “UE”. Para ello se aplica la siguiente metodología:

3.B.1.- Exportación de la base de datos Access a SQL [28] e inserción de la misma en PostgreSQL + PostGIS [29] [30]

3.B.2.- Transformación del shp de puntos a SQL con la herramienta shp2pgsql.exe de PostGIS. Inserción del SQL en PostGIS. El SQL contiene geometría puntual correspondiendo al punto de inserción del texto de unidades estratigráficas.

3.B.3.-Teniendo las dos tablas cargadas en PostgreSQL (Fichas UE y puntos de planimetría) se ejecuta una consulta SQL que genera una nueva tabla que contenga la unión de las dos tablas anteriores. Es decir, la nueva tabla que contendrá la información de cada unidad estratigráfica asociada a una geometría.

Las Unidades Estratigráficas siempre se refieren a una extensión superficial, esto es un área o polígono. Pero en este caso debido a la falta de homogeneidad e integridad de la información proporcionada, fue imposible asignarle tal geometría, pudiendo generarse solamente una geometría puntual. Como consecuencia toda unidad estratigráfica queda referenciada por medio de un texto asociado a un punto sin que tengamos constancia de su extensión.

3.B.4.- Inserción de la Capa Unidades Estratigráficas en el Servidor de Mapas: visualización y consulta

Se incluye en el archivo de configuración mapfile del servidor de mapas la tabla de la base de datos espacial PostGIS, generada en el párrafo anterior, como una capa del tipo puntual. La visualización se realizará a través del punto de inserción del texto para cada unidad estratigráfica. Este punto permitirá vincular la visualización con la consulta. Para ello al realizar un clic en modo de consulta, sobre la etiqueta de UE en el cliente WMS, se abrirá una ventana del explorador con la información correspondiente a dicha UE (Figura 16).

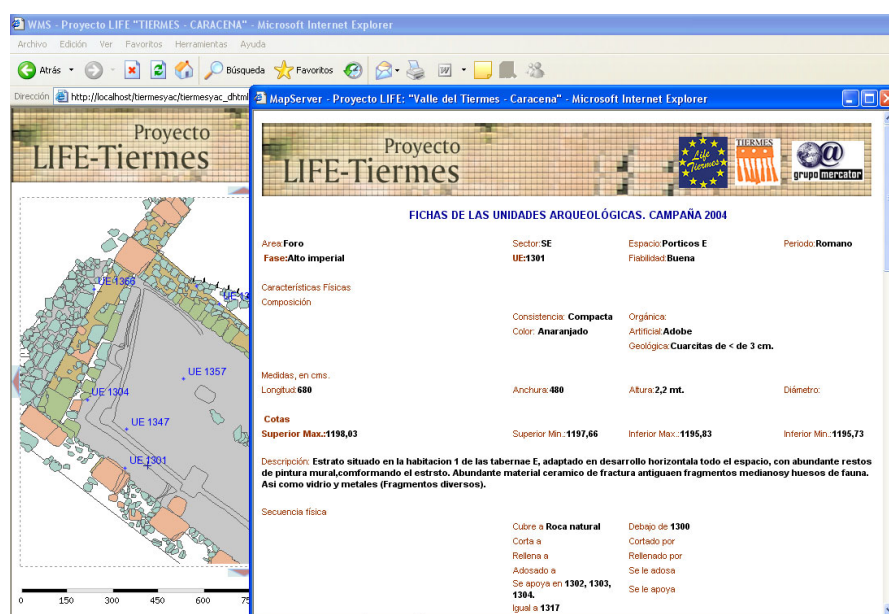


Figura 16. Consulta de Información de Unidades Estratigráficas en Cliente WMS.

4. Información Geográfica Básica de la Comarca de Tiermes-Caracena

El servidor de Mapas también incluye Cartografía Básica de la Comarca de Tiermes-Caracena. Contiene capas tales como: Cartografía Regular a escalas 1:10.000, 1:50.000 y 1:25.000 escaneadas, georreferenciadas y recortadas; límites administrativos, provinciales, comarcales y municipales; catastro y ortofotos.

La inclusión en el Servidor de Mapas de estas capas no presentó mayores inconvenientes.

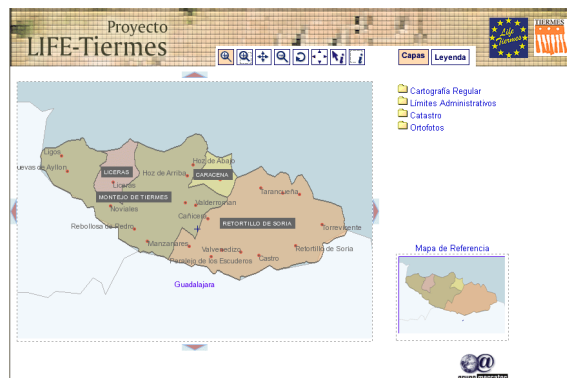


Figura 17. Visualización de la información geográfica básica de la comarca de Tiermes-Caracena.



Figura 18. Visualización conjunta de las capas Ortofoto y Catastro de una región del municipio de Retortillo de Soria.

El punto de acceso del Servidor de Mapas es: <http://mapas.topografia.upm.es/cgi-bin/tiermes/>

5- CONCLUSIONES

- Se ha desarrollado una metodología para transformar archivos de diseño gráfico no georreferenciados a shapefile georreferenciados, cuya aplicación no se limita tan solo a arqueología, sino que abarca también a otros ámbitos.
- Se ha alcanzado la interoperabilidad entre dos tipos de información, que por sus formatos y por la carencia de referencia espacial (en el caso de la planimetría) y de geometría (en el caso de la base de dato de Unidades Estratigráficas) no era posible de realizar con anterioridad.
- La información resultante se encuentra georreferenciada, es interoperable, navegable y consultable, a partir de la interfaz de Web Map Server y podría ser mantenida y actualizada con un WFS Transaccional.
- Puede lograrse el mismo estilo de visualización, sin pérdida de información en un Servidor de Mapas en Red.
- Se converge con la iniciativa INSPIRE de la Unión Europea.
- Las posibilidades de visualización pueden extenderse aún más con la utilización de la especificación de Diseño de Estilos de Visualización por Capas del OGC (SLD).
- Como futuro trabajo identificado se plantea una nueva metodología para la próxima campaña arqueológica para que el gran volumen de información generada pueda ser incluido directamente en el Servidor de Mapas.

6- Agradecimientos

La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la financiación del Proyecto LIFE TIERMES: VALLE DEL TIERMES - CARACENA (TIERMES-CARACENA VALLEY LIFE 03 ENV/E/000161)

REFERENCIAS

- [1] 2003. Proyecto LIFE TIERMES: VALLE DEL TIERMES - CARACENA (TIERMES-CARACENA VALLEY LIFE 03 ENV/E/000161) <http://lifetiermes.net>
- [2] <http://europa.eu.int/comm/environment/life/home.htm>
- [3] Yacimiento Arqueológico de Tiermes <http://tiermes.net>
- [4] http://www.estema.es/servicios/alumnos/Publicaciones/RevistaNT/especial.asp?seccion_especial=2&especial=1
- [5] *El turismo como generador de riqueza: la comunidad valenciana como modelo del siglo XXI*. <http://www.estema.es:1080/Actividades/turismo/>
- [6] 2005. D. Ballari, R. Hernandez. "Las Infraestructuras de Datos Espaciales y sus principales componentes tecnológicos" El Agrimensor Chubutense. Volumen: nº 12, Página 3-11. Fecha:
- [7] 2004. OGC "OGC Web Map Service Interface"; Version: 1.3. Open GIS Consortium Inc; Date: 2004-08-02; Reference number of this OpenGIS® project document: OGC 04-024. <http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>

- [8] 2002. OGC “*Web Feature Service Implementation Specification*”; Version: 1.0.0;Open GIS Consortium Inc.;Date: 19-September-2002;Reference number of this OpenGIS® project document: OGC 02-058.
<http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>
- [9] 2005. OGC “*Filter Encoding Implementation Specification*”; Version: 1.1.0;Open GIS Consortium Inc.;Date: 3-May-2005;Reference number of this OpenGIS® project document: OGC 04-094. <http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>
- [10] Open Geospatial Consortium (OGC). <http://opengeostapatial.org>
- [11] Infraestructura for Spatial Information in Europe. <http://www.ec-gis.org/inspire/>
- [12] http://www.idee.es/show.do?to=pideep_INSPIRE.ES
- [13] MapServer. <http://mapserver.gis.umn.edu/>
- [14] Open Source. <http://www.opensource.org/>
- [15] University of Minnesota. <http://www.umn.edu>
- [16] DM Solutions Group. <http://www.dmsolutions.ca/>
- [17] 2003. OGC “OpenGIS® Web Coverage Service (WCS) Implementation Specification” Version: 1.0. Open GIS Consortium Inc.Date: 16-October-2003- Reference number of this OpenGIS® project document: OGC 03-065r6.
<http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>
- [18] 2004. OGC “OpenGIS® Styled Layer Descriptor (SLD) Implementation Specification ” Version: 1.0 Open GIS Consortium Inc.Date: 19-Agosto-2002- Reference number of this OpenGIS® project document: OGC 02-070.
<http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>
- [19] 2004. OGC “OpenGIS® Geography Markup Language (GML) Encoding Specification” Version: 3.1.1. Open GIS Consortium Inc.Date: 19-April-2004- Reference number of this OpenGIS® project document: OGC 03-105r.
<http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>
- [20] 2005. OGC “OpenGIS® Web Map Context Implementation Specification” Version: 1.1. Open GIS Consortium Inc.Date: 3-May-2005- Reference number of this OpenGIS® project document: OGC 05-005 .
<http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs>
- [21]2005. M.A. Manso, M.A. Bernabé . “Open Source componets for geospatial portal”. Congreso: International Cartographic Conference (ICC 2005) <http://www.icc2005.org/html/oralposters/schedule.pdf>
- [22] . Geoserver. GeoServer project. <http://sourceforge.net/projects/geoserver>
- [23] Macromedia FreeHand. <http://www.macromedia.com/software/freehand/>
- [24] European Petroleum Survey Group. <http://www.epsg.org/>
- [25] shp. ShapeFile Format
- [26] Feature Manipulation Engine Universal Translator. <http://www.safe.com/>
- [27] MapFile Reference - MapServer 4.0”. <http://mapserver.gis.umn.edu/doc40/mapfile-reference.html>
- [28] SQL.
- [29] PostgreSQL. <http://www.postgresql.org/>
- [30] PostGis. <http://postgis.refrains.net/>