

Desarrollo de un servidor SIG para la realización de excursiones geológicas virtuales

Developing a web GIS server to carry out virtual geologic trips

José Vicente Pérez-Peña¹, Alicia Jiménez Gutiérrez¹, José Miguel Azañón^{1,2} y Antonio Azor¹

¹ Departamento de Geodinámica, Universidad de Granada, Facultad de Ciencias. Campus Fuentenueva s/n. 18071-Granada, España.

vperez@ugr.es, ali87@correo.ugr.es, azor@ugr.es

² Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR). Granada, España. jazonon@ugr.es

ABSTRACT

Geographic Information Systems (GIS) constitute at present basic tools to manage spatial data. In geology teaching, GIS offer very interesting educational resources. However, the use of GIS in this field is limited, since it demands deep knowledge of specific software and the acquisition of licenses usually very expensive for the students. The new technologies of GIS web servers solve these limitations, providing web access to GIS resources without specific software. In this work we have developed a GIS server with an educational purpose. The server hosts an application to do virtual geologic field trips in the vicinity of the Granada city. The application allows the users to manage and query different data layers as geologic maps, digital elevation models, topographic maps, aerial photography, as well as access to the geological field trips routes, recommended stops and geological explanations.

Key-words: Geological trips, GIS web servers, practical teaching, geology teaching, GPS.

RESUMEN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) constituyen hoy en día una de las herramientas básicas para el tratamiento de datos espaciales. En el campo de la docencia de la geología, los SIG ofrecen recursos didácticos muy valiosos. Sin embargo su uso está limitado por requerir un conocimiento previo de software específico por parte del alumnado, así como de disponer de licencias para su uso. Las nuevas tecnologías web de servidores SIG solucionan esta limitación, ofreciendo acceso a los recursos SIG sin necesidad de software específico. En este trabajo se ha desarrollado un servidor SIG con finalidad docente. El servidor aloja una aplicación de excursiones geológicas virtuales en el entorno de la ciudad de Granada. La aplicación web permite a los usuarios interactuar con las principales capas de información como mapas geológicos, modelos digitales de elevación, mapas topográficos, fotografía aérea, así como acceso a los diferentes itinerarios y paradas propuestas.

Palabras clave: Excursiones geológicas, servidores SIG, docencia práctica, docencia geología, GPS.

Geogaceta, 54 (2013), 159-162.
ISSN (versión impresa): 0213-683X
ISSN (Internet): 2173-6545

Fecha de recepción: 31 de enero de 2013
Fecha de revisión: 25 de abril de 2013
Fecha de aceptación: 24 de mayo de 2013

Introducción

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) se han constituido como la interfaz estándar para el manejo de datos geoespaciales (Whitmeyer *et al.*, 1998; Stephens, 1997). Por tanto, la familiarización con este tipo de software ha llegado a ser una necesidad básica en el campo de las Ciencias de la Tierra, tanto a nivel académico como profesional. Los SIG pueden incorporar atributos ligados a los datos tales como nombres de unidades, descripciones geológicas, edades, orientación de planos, medidas experimentales, etc. Los SIG además permiten crear mapas digitales con distintos niveles de detalle que se puedan adaptar a las necesidades específicas de un proyecto. Estas características hacen de los SIG una herra-

mienta muy valiosa no sólo en el campo profesional, sino también en la docencia (Walker y Black, 2000). Concretamente, los SIG ofrecen posibilidades muy interesantes en el campo de la docencia práctica de la Geología. Entre otras muchas ventajas docentes, un SIG permite; adaptar dinámicamente un mapa para su visualización a distintas escalas (pudiendo utilizar diferentes fuentes de datos), acceder a la información adicional mediante un simple "clic" (descripciones geológicas, unidades geológicas, fósiles, características petrográficas, fotografías de campo, etc.), combinar ejemplos de zonas muy distantes entre sí en un único mapa digital (utilizando vistas guardadas en el mismo mapa), etc. Es por ello que los SIG ofrecen muchos más recursos didácticos que los mapas en papel (Vacas-Peña *et al.*,

2011; González *et al.*, 2012). Adicionalmente, numerosos estudios han revelado que el uso de estas tecnologías en la enseñanza práctica de la geología actúa como elemento motivador en el alumnado (Elkins y Elkins, 2006; Elkins, 2009; Vacas-Peña *et al.*, 2011).

Algunos trabajos recientes resaltan las enormes posibilidades que para la enseñanza de las ciencias de la Tierra ofrecen software como *Google Earth* (Lisle, 2006; Alfaro *et al.*, 2007), el cual se puede considerar en esencia un SIG. Su principal ventaja estriba en su gran facilidad de uso por parte del alumnado, al no requerir conocimientos específicos previos. Sin embargo, la utilización de *Google Earth* como recurso didáctico, aunque ofrece muchas posibilidades, no cuenta con toda la funcionalidad

de un SIG de escritorio (término con el que se denomina al software SIG para ordenadores personales). Con *Google Earth* no podemos incluir recursos propios (como mapas geológicos, fotografías propias, cortes y esquemas geológicos, etc.), diseñar mapas a medida, o limitar la visualización de capas a aquellas necesarias para la comprensión de un concepto determinado. Si bien todas estas funcionalidades están disponibles en un SIG de escritorio, la gran limitación de los mismos es que su uso requiere el aprendizaje de software específico y con licencias de alto coste que pueden no ser asequibles por parte del alumnado (Withmeyer *et al.*, 1998). Los servidores web SIG representan el término medio, y por tanto ideal en la docencia; tienen todas las ventajas de servicios web simples como *Google Earth*, y a la vez cuentan con todas las funcionalidades de un SIG de escritorio. Permiten al docente escalar su funcionalidad, para adaptarla a tareas específicas tales como delimitar una red de drenaje, realizar un mapa de pendientes, o combinar capas específicas para realizar un itinerario geológico. Toda esta funcionalidad se hace disponible a través de la web de forma que el alumno puede acceder a la misma mediante su ordenador personal, móvil o tableta, sin necesitar un software específico.

Para este proyecto se ha desarrollado un servidor SIG que aloja servicios de mapas para la realización de excursiones geológicas. También se ha creado una aplicación web de fácil manejo, donde se proponen una serie de excursiones geológicas virtuales en el entorno de la ciudad de Granada. En los recorridos se destacan y explican conceptos geológicos desde un punto de vista docente y divulgativo. El alumno puede interactuar con diversa información espacial como mapas geológicos, modelo digital de elevaciones, mapas topográficos, fotografías aéreas, así como acceder a la información de rutas y paradas propuestas, cortes, diagramas y explicaciones geológicas.

Desarrollo del servidor SIG

El servidor se ha desarrollado sobre plataforma Windows, utilizando IIS 7.0 para la gestión del servidor y ArcGIS Server 10 para los servicios SIG. ArcGIS Server es una plataforma capaz de crear aplicaciones y servicios SIG para gestionar, visualizar y analizar distintos tipos de información geográfica.

Un servicio SIG es un recurso SIG puesto a disposición de un usuario final a través de un servidor web. Los servicios SIG transmiten directamente los datos geoespaciales al cliente mediante arquitecturas REST, SOAP, o incluso en lenguaje de marcado. Al contrario que los recursos SIG, los servicios SIG no requieren conocimientos previos de software, pues el usuario final interactúa con los mismos a través de sencillas aplicaciones web a las que accede directamente desde un explorador web, móvil o tableta. El servidor cuenta con un procesador de doble núcleo (2,33GHz), 8 Gb de memoria RAM, y está conectado a una red corporativa (red principal de la Universidad de Granada), lo que hace que pueda responder a un tráfico moderadamente alto de peticiones.

El servidor SIG aloja varios servicios de mapas web dinámicos (mapa se crea en cada petición web) o cacheados (mapa ya creado como conjunto de teselas en formato imagen). Los usuarios pueden acceder a estos servicios mediante una aplicación web donde se proponen distintas rutas geológicas en el entorno de la ciudad de Granada. El servicio de mapas principal incluye los itinerarios, las paradas propuestas y distintos puntos con imágenes, esquemas y vistas en 3D (Fig. 1). Este servicio se ha

configurado como dinámico, puesto que estos datos pueden estar sujetos a cambios. Un servicio dinámico es más lento que uno ya cacheado, pero nos permitirá realizar cambios en las paradas e incluso modificar los itinerarios si es preciso sin la necesidad de volver a generar nuevamente un cacheado (proceso que consume muchos recursos). La elección de servicios dinámicos también hace posible que el alumno pueda descargarse estos datos en formato KML para su integración con otros servicios de mapas como *Google Earth* o con receptores GPS de bolsillo.

Un segundo servicio de mapas incluye los mapas geológicos digitales a escalas 1:50.000 y 1:250.000. Ambos mapas son dependientes de la escala a fin de mejorar el rendimiento de la aplicación. La geología a escala 1:250.000 al ser menos pesada se visualiza en los niveles de escala menores, mientras que la geología de detalle solo se muestra cuando estamos en niveles de zoom por debajo de 1:30.000. El servicio de mapas geológicos a escala 1:50.000 también incluye una capa con medidas de buzamiento. Los alumnos pueden acceder a una parte de los atributos de las distintas litologías; su edad y la descripción detallada de la litología. (Fig. 1).



Fig. 1. Vista de la aplicación web "Itinerarios geológicos virtuales". En la captura son visibles las capas SIG de geología, modelo digital de elevaciones (MDE), puntos de interés, y rutas propuestas. <http://servidorgeodin.ugr.es/webapp/geoitinerarios>

Fig. 1. Main view of the web application "Virtual geologic trips". In the figure are visible GIS-layers of geology, digital elevation model (DEM), interesting points and proposed routes. <http://servidorgeodin.ugr.es/webapp/geoitinerarios>

La aplicación también incluye como servicios, otras capas de información para ayudar al alumno a entender mejor el itinerario geológico; Modelo Digital de Elevaciones, mapa topográfico y fotografía aérea. La fotografía aérea utilizada es parte del servicio dinámico de Bing, que se encuentra disponible como servicio cacheado en arcgjs.com. Los datos del MDE se han extraído del "Modelo Digital de Elevaciones" de 10m publicado por la Junta de Andalucía. Estos dos servicios se han añadido como servicios cacheados, por lo que no es posible acceder a los valores de altura del Modelo Digital de Elevaciones. Estos dos servicios son los dos más pesados, y el introducirlos como servicios dinámicos tendría una influencia directa negativa sobre el rendimiento de la aplicación.

Construcción de la aplicación-web

La aplicación web de itinerarios geológicos virtuales accede a los servicios de mapas mencionados en el punto anterior mediante una interfaz intuitiva y sencilla de manejar (Fig. 1). Esta aplicación posibilita al alumno extraer la información asociada a los datos espaciales, y proporciona enlaces con una página web con explicaciones más detalladas de los conceptos geológicos relevantes de las paradas en cada itinerario (Fig. 2).

Esta aplicación permite realizar distintas combinaciones entre las diferentes capas de información, cambiar su orden, establecer transparencias, obtener información tabular de las mismas, etc.

La aplicación ha sido programada con Flex utilizando el paquete de software ArcGIS Viewer for Flex. La funcionalidad de este paquete permite diseñar una aplicación para la web utilizando secciones de códigos escritos previamente denominados *widgets*. Estos *widgets* se pueden entender como bloques de construcción de código para aplicaciones web creadas en este entorno. En nuestra aplicación se han incluido solamente los *widgets* más básicos, con el fin de que prevalezca el rendimiento por encima de una excesiva funcionalidad.

Recorridos geológicos propuestos

La utilización de itinerarios geológicos virtuales ha demostrado ser un recurso do-



Fig. 2. Página web con explicaciones geológicas de las paradas propuestas en cada itinerario.

Fig. 2. Web site with geological explanations of the recommended stops.

cente muy interesante. En España, podemos destacar los proyectos llevados a cabo en la Universidad de Huelva (<http://www.uhu.es/itigeovir/>) y en la Universidad Complutense de Madrid (<http://ggyma.geo.ucm.es/geobio.php>). El primer proyecto propone un planteamiento muy interesante, siendo los alumnos los que construyen el material de la excursión. El segundo proyecto, se basa en la realización de guías de campo enfocadas a la docencia, en las cuales se proponen actividades y ejercicios que fomentan el aprendizaje "in situ" y la realización de las salidas por parte del alumnado. Así mismo, este proyecto también abre la posibilidad de proponer excursiones por parte del profesorado, las cuales se incorporan a la web.

A este respecto, nuestro enfoque es diferente a los dos comentados anteriormente. Este proyecto utiliza el servidor SIG y la aplicación web descrita anteriormente con el fin de virtualizar tanto el recorrido, como las paradas y explicaciones geológicas. En este sentido se puede enmarcar más bien como una guía de campo virtual. Las excursiones propuestas están dirigidas a alumnos universitarios de los primeros cursos de Geología, Ciencias Ambientales y

Biología. Las explicaciones geológicas cubren conceptos básicos y utilizan un lenguaje claro, con el fin de que estas sean fácilmente comprensibles por los alumnos.

La selección de los itinerarios geológicos, se ha realizado considerando una serie de criterios como son; i) su idoneidad y claridad a la hora de ilustrar conceptos geológicos determinados, ii) su singularidad, iii) su accesibilidad y cercanía a la ciudad de Granada, y iv) sus características y valores paisajísticos. Estos itinerarios constituyen un recurso docente tanto para el alumno como para el revisor.

De entre todos los itinerarios considerados se han seleccionado finalmente los 4 que han alcanzado la valoración más alta según los criterios anteriores.

Itinerario 1; Llano de la Perdiz

En este itinerario geológico se puede realizar a pie desde la ciudad de Granada, tiene una longitud de 5 km y consta de 5 paradas. Está destinado a alumnos de Geología, aunque también es apto para su realización por un público más amplio como alumnos de secundaria o simplemente aficionados a la geología. En este itinerario se tratan conceptos geológicos relativos al re-

llo de la cuenca de Granada, la tectónica reciente del borde de la misma, la formación y el levantamiento de Sierra Nevada, y la antigua mina romana de oro de Lachas del Genil. Debido a su cercanía a la ciudad de Granada y la posibilidad de realización del mismo no sólo por parte del alumnado universitario, se ha utilizado en el mismo un lenguaje más divulgativo.

Itinerario 2; Del interior a la Costa

Este itinerario es el más largo propuesto (125 km) y solo puede realizarse en coche debido a su longitud. Está destinado a alumnos de primer año de Geología, Biología y Ciencias Ambientales, ya que en él se tratan conceptos básicos de geología y geomorfología. También es apto para su realización por parte de institutos de secundaria. Concretamente, en este recorrido se tratan temáticas costeras (deriva litoral), agentes externos (cauce del río Guadalfeo, presa de Rules, Tajo de los Vados), así como levantamiento tectónico (terrazas colgadas).

Itinerario 3; Pádul-Nigüelas

Este itinerario se puede realizar a pie a pesar de ser largo (11 km). Está dirigido principalmente a alumnos de Geología de primer y segundo año, aunque también trata conceptos interesantes para alumnos de Ciencias Ambientales y Biología, en concreto la formación de Turba y los yacimientos fósiles asociados a la misma.

Consta de 5 paradas y en él se pueden observar dos de los elementos más importantes del patrimonio geológico de Granada; la turbera del Pádul y la falla de Nigüelas (monumento natural). Una alternativa interesante para alumnos de Biología y CCAA, es la de realizar un recorrido 2 modificado, eliminado la última parada del mismo y añadiendo la primera parada de este recorrido 3.

Itinerario 4; Alfacar-Nivar-Güevejar.

Este itinerario está pensado para su realización a pie (9 km) y está orientado esencialmente a estudiantes de Geología de segundo o tercer año, puesto que los conceptos geológicos que se tratan son un poco más avanzados. En él se abordan aspectos relacionados con la tectónica del borde de la cuenca de Granada, la formación de travertinos, el deslizamiento de Güevejar y el encajamiento fluvial debido al levantamiento tectónico.

Conclusiones

Los SIG pueden constituir un recurso muy interesante para la docencia práctica de la geología. Sin embargo el uso de estas tecnologías como recurso didáctico está limitado, pues requieren conocimientos específicos de software, así como licencias del mismo, lo que muchas veces puede estar fuera de las posibilidades de los alumnos. Los SIG de servidores web eliminan en gran medida estas limitaciones; proveen servicios de mapas con los que el alumno, sin apenas conocimientos de software SIG, puede interactuar con distintos tipos de datos geológicos, realizar análisis simples, etc.

El servidor SIG desarrollado en este trabajo está enfocado a la realización de excursiones virtuales por parte de los alumnos. Contiene una serie de servicios SIG así como una aplicación web de fácil manejo en la que se proponen cuatro itinerarios geológicos. En estos itinerarios se tratan conceptos geológicos a la vez que se proporciona al alumno una aplicación en la que puede combinar distintas capas de información para entender mejor estos conceptos y su relación con las formas del relieve actual. La aplicación también proporciona un enlace a una web que contiene explicaciones de los conceptos geológicos.

En futuros proyectos se pretende seguir

aumentando el número de excursiones disponibles en el servidor, así como incentivar al profesorado a proponer otros itinerarios de interés para sus alumnos, utilizando para ello el servidor SIG puesto en marcha. Así mismo también se tiene previsto la realización de experiencias de aprendizaje concretas con alumnos, así como la inclusión de actividades para su realización en el contexto de las excursiones geológicas propuestas.

Agradecimientos

Este trabajo está financiado con los proyectos, CGL-2011-29920, TOPOIBERIA-CONSOLIDER-INGENIO2010 del Ministerio de Ciencia e Innovación y el Proyecto de Innovación docente 11-282 de la Universidad de Granada.

La aplicación web desarrollada puede consultarse en <http://servidorgeodin.ugr.es/Excursionesgeologicas/index.html>

Referencias

- Alfaro, P., Espinosa, J., Falces, S., García-Tortosa, F.J. y Jiménez-Espinosa, R. (2007). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 15(1), 2-15.
- Elkins, J.T. (2009). *Journal of Geoscience Education* 57, 106-112.
- Elkins, J.T. y Elkins, N.M. (2006). *Journal of Geoscience Education* 54, 147-152.
- González, M., Calonge, A. y Vehí, M. (2012). *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 20(2), 173-187.
- Lisle, R.J. (2006). *Geology Today* 22, 29-32.
- Stephens, D. (1997). *The Journal of Academic Librarianship* 23, 498-504.
- Vacas-Peña, J.M., Chamoso, J.M. y Urones, C. (2011). *Computers & Geosciences* 37, 573-581.
- Walker, J.D. y Black, R.A. (2000). *Geotimes* 45, 28-31.
- Whitmeyer, S.J., Nicoletti, J. y De Paor, D.G. (1998). *GSA Today* 20, 4-10.