

## Geo\_GPS: un “cuaderno de campo” para ordenadores de mano (“PDA” y “Smartphone”)

*geo\_GPS: A field book for PDA and Smartphone*

**JOSÉ MANUEL VACAS, CARMEN URONES Y JOSÉ MARÍA CHAMOSO**

*Departamento de Didáctica de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales. Facultad de Educación. Paseo de Canalejas 169. 37008 Salamanca. E-mails: jmv@usal.es, uronesc@usal.es, jchamoso@usal.es*

**Resumen** En este trabajo se presenta un programa que permite recoger información geológica georeferenciada en el campo con una “PDA” o “Smartphone” (PDA con teléfono incorporado), almacenarla y transmitirla si es necesario en cuanto es recogida. La recogida de datos puede realizarse de forma similar a la empleada tradicionalmente en el cuaderno de campo o sobre mapas o fotografías. La información puede ser utilizada en cuanto es almacenada y ser exportada a otros programas. Además permite incrementar la seguridad de la información y del usuario al poder enviar, al lugar seleccionado, los datos recogidos y su posición geográfica a intervalos regulares de tiempo. Por otro lado puede ser utilizado como un recurso para el aprendizaje de la geología con un alto potencial didáctico al poder facilitar y guiar el trabajo de estudiantes en el entorno para lo que se pueden emplear, recursos multimedia.

**Palabras clave:** Cuaderno de campo, cartografía, recurso para la enseñanza, GPS.

**Abstract** *We present a program that allows collecting geological information geo-referenced in the field with a PDA or Smartphone, to store it and to transmit it as soon as it is collected if necessary. Data collection can be done in a way similar to that used in the traditional field notebook or on maps and photographs. The information can be used as soon as it is collected and can be exported to other programs. It is also secure for the information and for the user because it can send the data collected and their positioning to a selected place at regular time intervals. Furthermore, it can be used as a geology teaching resource with high didactic potential since it facilitates and guides student work in the field.*

**Keywords:** *Field book, digital field-mapping, geology learning tool, GPS.*

### INTRODUCCIÓN

El interés por la introducción de los ordenadores como recurso en el trabajo de campo de los geólogos ha estado presente desde principio de los años 90 hasta la actualidad, utilizando en cada momento la tecnología más avanzada: Ordenadores “laptop computer” y “tablet PC” (Struik et al. 1991; Schetseelaar 1995; Brodaric 1997; Briner et al. 1999; Bryant et al. 2000; Kramer, 2000; Pundt y Brinkkotter-Runde 2000; Xu et al. 2000; Maerten et al. 2001; Brimhall y Vanegas, 2001; Williams, 2001; Edmondo 2002; Jones et al. 2004; Brodaric, 2004; Buller, 2005; Wilson et al. 2005; McCaffrey et al., 2005).

Los ordenadores han sido utilizados en el laboratorio desde hace tiempo (Vacas, 2001), pero los programas desarrollados para la recogida y uso de la información en el campo no se han utilizado de forma

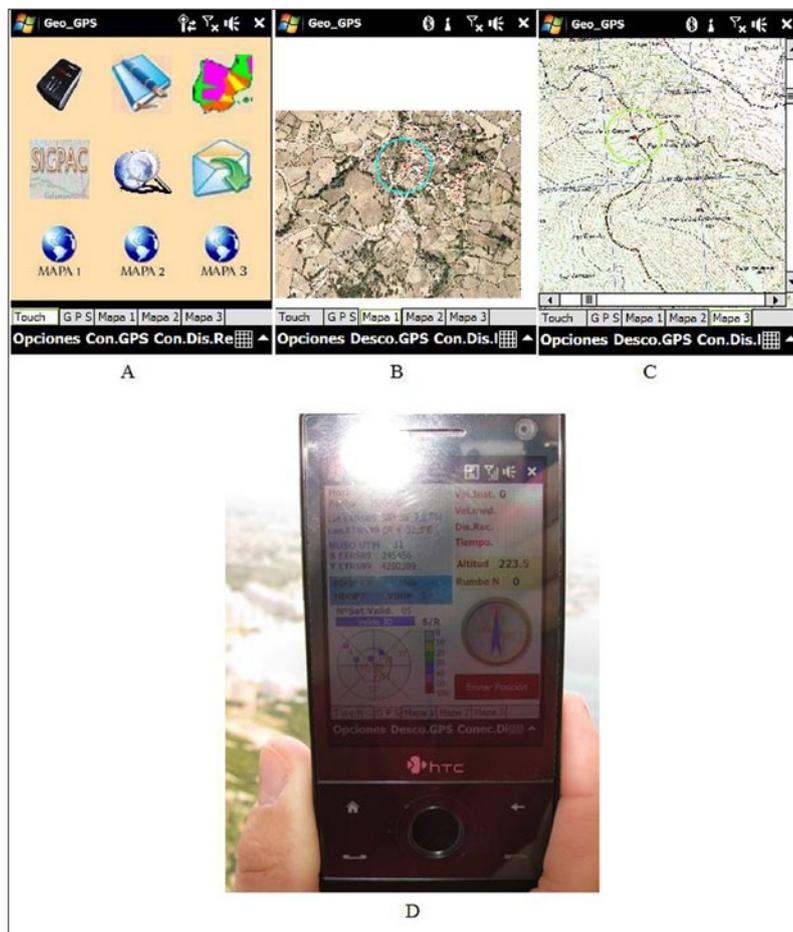
generalizada. Se han desarrollado experiencias que han mostrado ventajas en su empleo, por ejemplo, al poner de manifiesto la importancia de disponer rápidamente de los datos de campo para ser analizados y visualizados (Brodaric, 2004), descubrir lo práctico que es tener georeferenciados los datos tomados directamente en el campo para poder ser utilizados rápidamente en el laboratorio (De Donatis & Bruciatelli, 2006) o facilitar la realización de cálculos a medida que se van recogiendo datos (Samarpan & Parthasarathi, 2008). A pesar de esos intentos, el ordenador sigue sin utilizarse de forma generalizada, las causas pueden ser variadas pero una puede ser que cada geólogo vuelva, a su manera, los dibujos, esquemas, fotografías, mapas, muestras, observaciones, interpretaciones o conclusiones que le interesan en su cuaderno de campo y eso no es fácil con los programas existentes (Brodaric, 2004).

En el caso de las PDAs los programas utilizados en ellas no se han desarrollado de forma específica para esta labor y se trata de la adaptación de programas destinados en general a otras actividades como GIS. Nuestro programa, para estos pequeños ordenadores, ha sido específicamente desarrollado para la investigación y la enseñanza de la geología.

Por otro lado, desde el punto de vista docente, el ordenador se ha utilizado en el campo para la enseñanza de la cartografía geológica (Menking & Stewart, 2007) pero, que se sepa, todavía escasamente como recurso que pueda utilizarse para enseñar y que ayude a dirigir las actividades de los alumnos en el entorno.

Teniendo en cuenta estas circunstancias, para ayudar a introducir esta tecnología en el trabajo de campo de los posibles usuarios (investigadores y estudiantes de geología), hemos desarrollado el programa Geo\_GPS que, en su versión actual, permite bastante flexibilidad en la toma de datos al poder hacerlo de forma similar a como se ha hecho con las herramientas tradicionales, el cuaderno de campo y los mapas o fotografías. El programa ofrece otras posibilidades, algunas configurables por el usuario, que facilitan que esta herramienta se adapte a su forma de trabajar en el campo. Además, en dicho programa se han añadido opciones que pueden permitir su uso como un recurso para la enseñanza de la geología.

Fig. 1. A.- Pantalla inicial del programa mostrando el menú, un "TabControl" con la pestaña ("Touch") activa (con nueve botones mediante los que se accede a las principales funciones del programa). B.- Fotografía que muestra los datos de situación dados por el GPS (Peñón Ifach (Alicante)). C.- Se muestra como indica la posición del investigador sobre una fotografía descargada de Internet y calibrada automáticamente por el programa. D.- En este caso se indica la posición sobre un mapa.



El programa que presentamos es un proyecto abierto que se irá perfeccionando a lo largo de los próximos años a partir de las opiniones de los usuarios y de la propia experiencia.

## CARACTERÍSTICAS DEL PROGRAMA

Los objetivos fundamentales por los que el programa se creó fueron, mantener la utilización tradicional y personal del cuaderno de campo de forma que cada usuario pueda recoger información a su manera, facilitar su utilización como recurso didáctico y permitir el acceso a internet desde cualquier lugar. Otro aspecto que se ha considerado en su creación ha sido hacerlo lo más sencillo para el usuario, de manera que cualquier persona pueda aprender a utilizarlo en pocos minutos y, en pocas horas, explotar todo su potencial.

Como el trabajo más usual del geólogo en el campo suele consistir en desplazamientos, recogida y consulta de datos, el diseño del programa intenta dar respuesta a esas necesidades por lo que, en la pantalla principal, se muestra la siguiente información:

- Datos ofrecidos por el GPS.
- Posición del usuario en tres mapas o fotos, que pueden ser diferentes, y facilitan el posicionamiento con precisión.
- Cuaderno de campo y mapas o fotos de la región en la que se esté trabajando.

Algunas de las posibilidades que presenta Geo\_GPS son:

- Enviar los datos recogidos y la posición a intervalos regulares, desde 1 minuto a varias horas, lo que aumenta la seguridad del usuario.
- Exportar los datos recogidos a Excel, Georient y otros programas, lo que facilita su tratamiento.
- Guardar la información espacial con datos de localización en 3D (Coordenadas UTM y altitud sobre el nivel del mar), lo que facilita la precisión de las observaciones.
- Intercambiar información en tiempo real con otras personas y enviar o recibir imágenes y archivos.
- Utilizar mapas y fotografías que pueden proceder de múltiples servidores de internet o incluso que hayan sido escaneados y calibrados por el usuario, lo que implica un coste escaso.
- Facilitar otras opciones para su utilización como recurso para la enseñanza y aprendizaje de la geología en el campo.

## GEO\_GPS: ESTRUCTURA Y USO

El programa ha sido desarrollado con Visual Studio 2008 y funciona con Windows Mobile 6.5. Numerosos menús, cajas de diálogo y ventanas de información permiten una sencilla forma de introducir los datos (Figura 1). El programa, para

muchas de sus opciones, se puede utilizar con los dedos de las manos.

En la pantalla principal aparece un “TabControl” que posibilita acceder a los datos del GPS, a tres mapas y un Panel (“Touch”) con 9 botones que activan las opciones más utilizadas (Figuras 1A). El menú principal ofrece tres entradas (Opciones, Con.GPS(Conectar GPS) y Con.Dis.Rec(Conectar Distancia Recorrida)), la primera de ellas (Opciones), con otras muchas entradas subordinadas. A continuación se detalla cada una de ellas:

**Opciones.** Tiene las siguientes entradas:

**Conectar-Desconectar GPS.** Conecta y desconecta el GPS de la PDA.

**Cartografía.** Permite dibujar de forma similar a como se hace en un cuaderno de campo tradicional (Figura 2).

**Cuaderno de Campo.** Permite crear fácilmente fichas en una base de datos SQL en cada una de las cuales se recoge la posición mediante coordenadas UTM GSW84, y la fecha y hora de la observación. Además tiene la siguiente estructura:

1. Barra de herramientas: Permite acceder fácilmente de unas fichas a otras.
2. Boton de *Hacer FOTO* : Permite hacer fotos si el ordenador que se utiliza ofrece esa posibilidad.
3. TabControl con las siguientes opciones:
  - **Dibujo:** Permite dibujar incluso sobre una foto importada de una cámara fotográfica digital o realizada con la PDA (Figura 3).

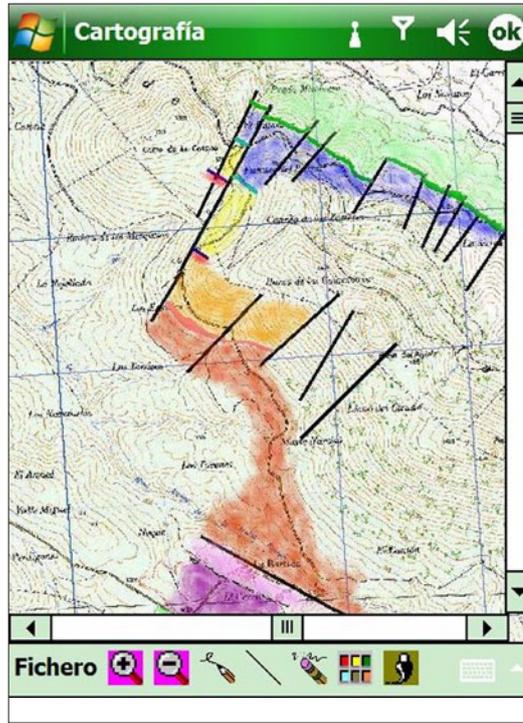


Fig. 2. Cartografía de un recorrido realizada de forma tradicional. Se ha dibujado y pintado con colores, si se borra, se recupera el fondo (mapa o fotografía) original.

- Descripción: Permite describir de manera similar a como cada usuario lo hace en su cuaderno de campo tradicional, incluso a mano alzada.
- Estratigrafía: Permite introducir datos estratigráficos como litologías, fósiles o estructuras sedimentarias que pueden ser modificados por el usuario para adaptarlos al objetivo de su investigación. Algunas entradas de datos como Estratigrafía1 a Estratigrafía6 son abiertas y el usuario puede, por ejemplo, modificar los nombres

Fig. 3. A.- Se muestra una página del “cuaderno de campo” con la primera hoja del “TabControl” activa, en la que se muestran las coordenadas del lugar en el momento de realizar la fotografía que aparece. Sobre ella se puede dibujar y borrar a mano alzada. B.-Momento en el que se realizó la fotografía con la propia PDA en la Formación Calizas de Tamames, en el flanco Norte del Sinclinal de Tamames(Salamanca). La fotografía queda georeferenciada e incorporada a la base de datos SQL con el resto de datos recogidos sobre ese lugar.

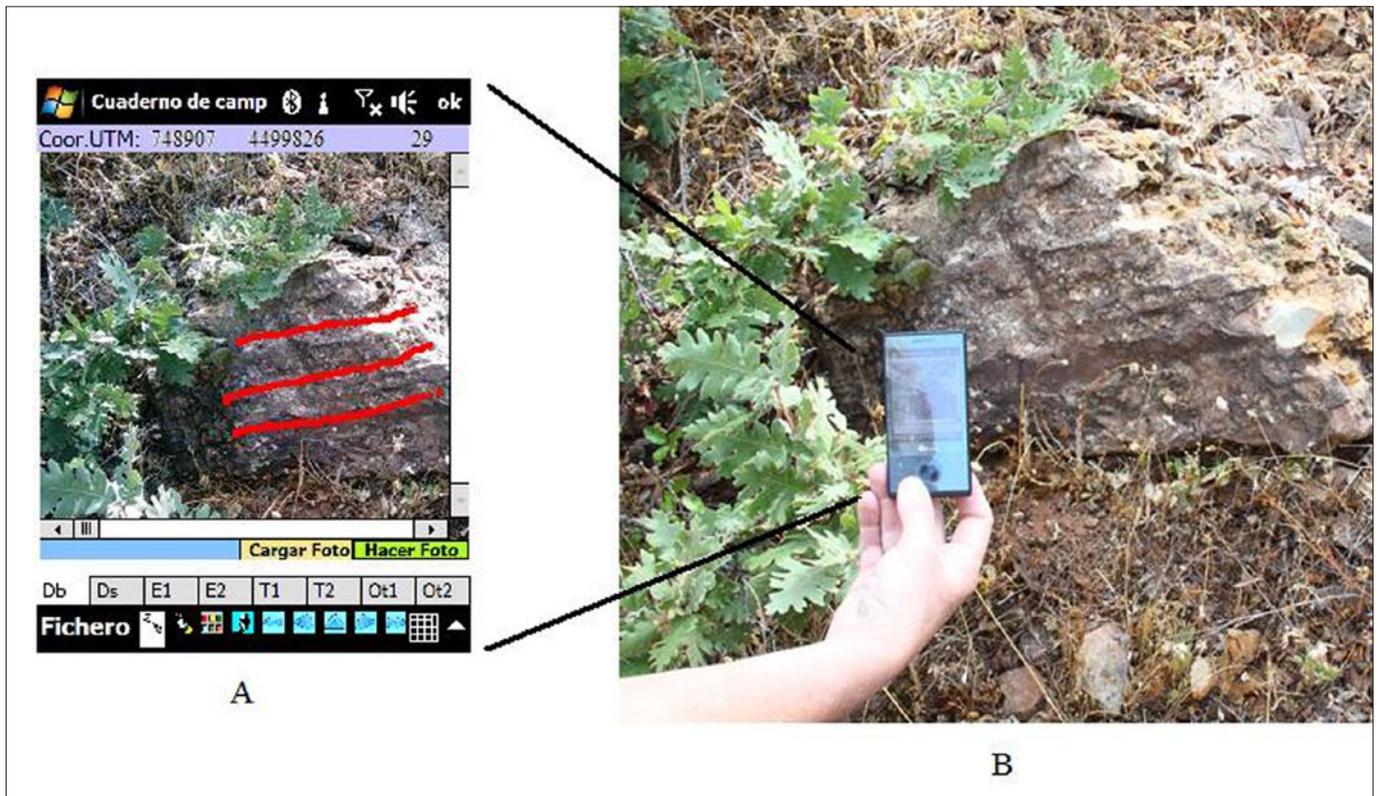
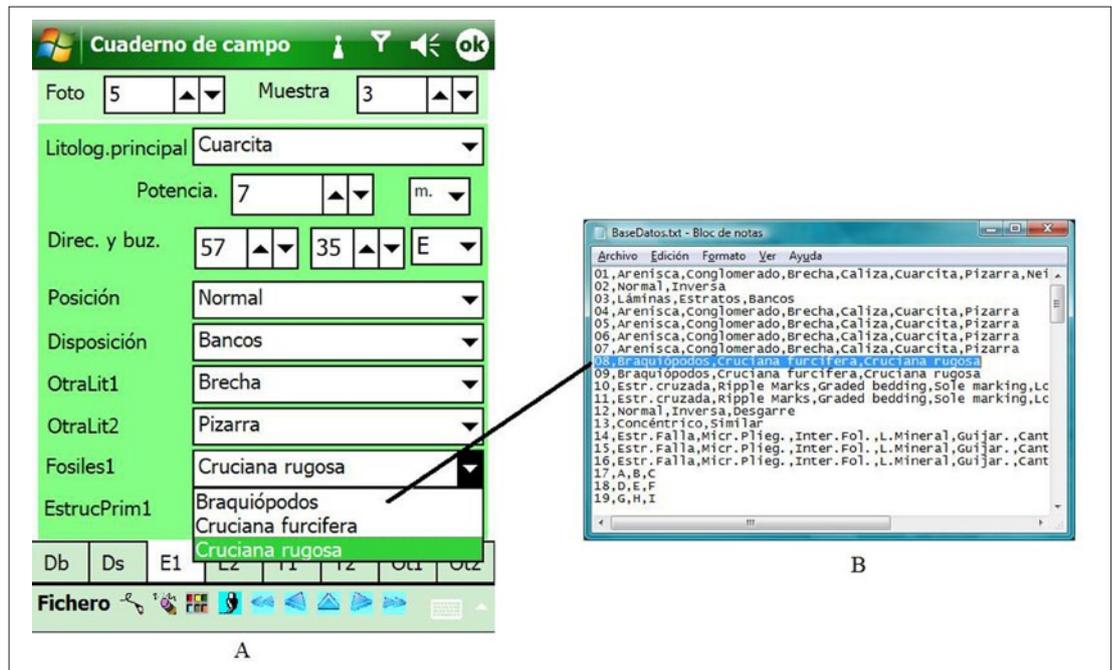


Fig. 4. A.- Muestra el cuaderno de campo con la hoja de estratigrafía activada. Se introducen datos de la región en la que se esté trabajando con gran facilidad sin necesidad de tomar notas de forma tradicional. Los datos numéricos almacenados de esta forma permiten un rápido tratamiento estadístico. B.-Edición del archivo BaseDatos.txt que permite introducir en el cuaderno los datos que vayamos a necesitar en cada trabajo de campo. En este caso se muestra como se introducen los fósiles, separados por comas, y como se muestran en la hoja de estratigrafía activa.



para introducir las formaciones geológicas que aparecen en su zona de trabajo (Figura 4).

- Tectónica: Permite introducir datos tectónicos que pueden ser modificados por el usuario para adaptarlos al objetivo de su investigación (Figura 5).
- Otros datos: Incluye 22 opciones modificables por el usuario para permitir que cada uno incluya datos que considere necesarios para su investigación.
- Hacer Foto. Fotografía: Permite realizar fotografías, si el ordenador dispone de cámara fotográfica, y enviarlas a la base de datos.  
*Descarga de Internet.* Permite descargar ma-

pas y fotos de diferentes servidores de Internet. Dispone de un ComboBox que posibilita seleccionar el servidor de internet del que se descargará la foto o el mapa y otro contiene más de 36.000 toponímicos españoles con sus coordenadas UTM, para facilitar la descarga. También se puede elegir la resolución de la imagen en metros X pixel y su tamaño, lo que permite obtener la escala de la imagen (Figura 6).

*Enviar SMS.* Envía un mensaje de texto (SMS), sin necesidad de salir del programa.

*Navegador.* Tiene las funciones de un navegador de Internet, pero está diseñado para acceder rápidamente a los mapas de Google.

Fig. 5 (izquierda). Pantalla de recogida de datos tectónicos, igualmente, adaptable a las necesidades de cada investigador.

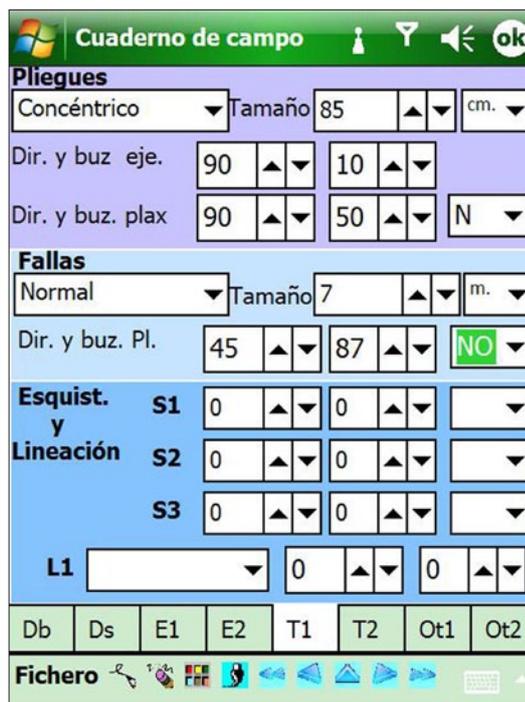


Fig. 6 (derecha). Se muestra la ventana de descarga de mapas o fotos. El programa descarga la foto o el mapa y lo calibra automáticamente para poder georeferenciar las observaciones. Para ello se introducen en el programa las coordenadas UTM, el servidor de Internet que cumpla los requisitos del sistema "WMS compliant map server" y la resolución de la foto o mapa.



**Configuración.** Permite modificar algunas propiedades del programa para adaptarlo al tipo de PDA que se esté utilizando y al usuario que lo maneje en cada momento, con las siguientes posibilidades (Figura 7):

- Puerto de comunicaciones: Permite especificar el puerto de conexión del GPS (Com1...Com12) y su velocidad en baudios.
- Guardar recorrido: Permite guardar las coordenadas UTM y la altitud cuando se esté alejado entre 50 y 2000 metros del punto anterior.
- Enviar posición: Envía, mediante correo electrónico, la posición del investigador en coordenadas UTM, junto con la fecha y hora y los datos guardados hasta ese momento, a intervalos de tiempo que se puede seleccionar entre 1 y 480 minutos.
- Correo: Permite introducir la dirección de correo a la que se desea que se envíen los datos de posición a los intervalos de tiempo que se hayan seleccionado (Figura 7B).
- Itinerario: Se guardan las coordenadas de los puntos de observación y se conecta o desconecta esta opción (Figura 7C).

**Map servers:** Se guardan las direcciones de internet de los servidores de mapas (Figura 7C).

**Mapas.** Mapa 1, Mapa 2 y Mapa 3: Carga un mapa o foto calibrada en el TabControl de la pantalla inicial. En la pestaña *Mapa1*, la imagen se centra en la posición que en ese momento indica el GPS. En la pestaña *Mapa2* la foto o mapa ocupa toda la ventana. En la pestaña *Mapa3* sólo se muestra una parte de la foto o mapa y se incluyen deslizadores que permiten desplazarse para poder observarla completamente (Figura 1C y 1D).

**Correo electrónico.** Permite escribir y enviar directamente correo electrónico adjuntando los datos guardados.

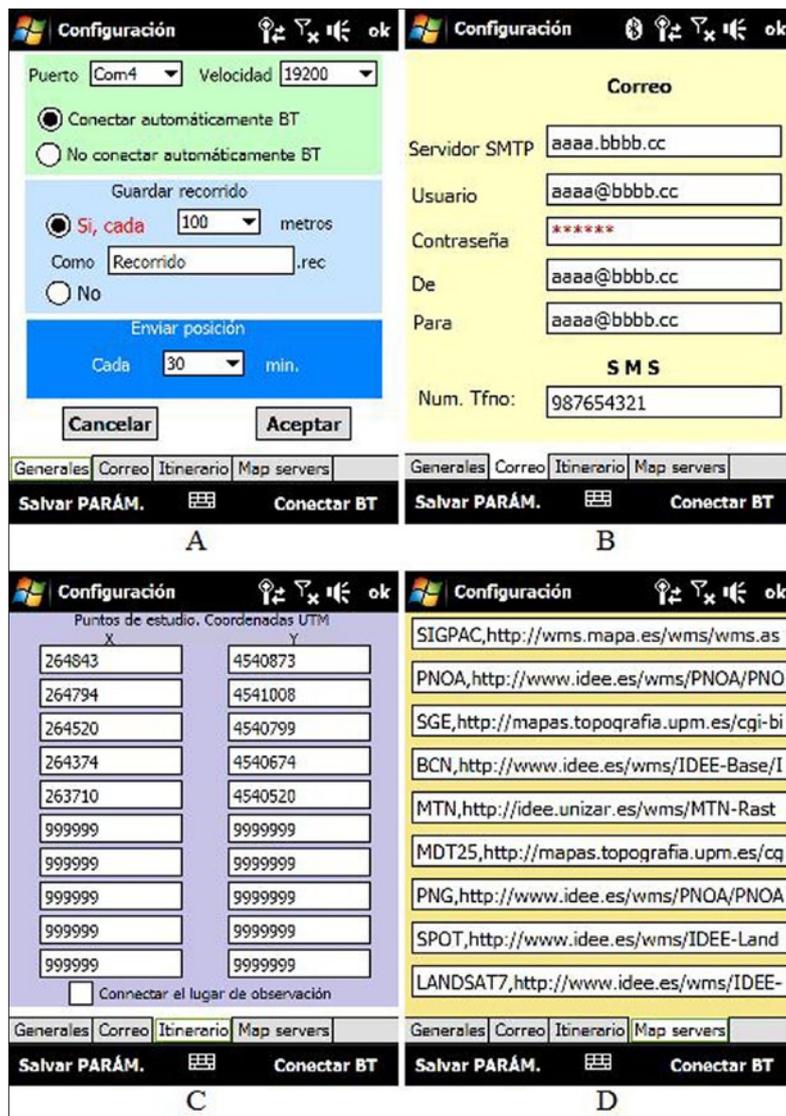
**Punto de Observación.** El ordenador permite introducir datos geológicos en diferentes formatos (incluso con sonido y vídeo) que pueden ser utilizados con fines didácticos. Esta pantalla se despliega cuando el alumno llega al lugar seleccionado y es avisado acústicamente de que se está a menos de 15 metros de lugares de interés cuyas coordenadas UTM se hayan introducido previamente (Figura 8).

**Programa... Geo\_GPS.** Muestra datos sobre el programa, autor e institución a la que pertenece.

**Salir.** Cierra el programa.

**Con.GPS.** Conecta y desconecta el GPS.

**Con.Dis.Rec.** Conecta la opción de mostrar la distancia que aproximadamente se recorre desde el punto en que se conecta hasta el punto actual. También se muestra la velocidad media y el tiempo empleado en el recorrido.



## CAPACIDADES DEL PROGRAMA

El programa puede ser utilizado desde nuestro punto de vista de dos formas diferentes:

**Como recurso para la recogida, almacenamiento y transmisión de información en el campo.**

En la PDA se pueden introducir artículos científicos y mapas geológicos que se consideren importantes para poder ser consultados en cualquier momento. Igualmente, en la base de datos del programa se pueden introducir datos estratigráficos, petrológicos y paleontológicos de la zona (Figura 4). En un recorrido geológico se pueden realizar las actividades típicas de un geólogo de campo: cartografiar las rocas del recorrido (Figura 2), tomar anotaciones a mano alzada en el cuaderno de campo de manera similar a la tradicional (Figura 3), anotar los números de muestras y fotos (Figura 4), y utilizar las entradas rápidas para conservar datos numéricos que pueden, posteriormente, ser tratados con estadísticos (Figuras 4 y 5).

Fig. 7. Se despliega la ventana de configuración. En (A) se muestra un "TabControl" con los parámetros generales. En (B) se configura el correo electrónico con los parámetros necesarios para poder enviar correos con los datos almacenados en el cuaderno de campo. En (C) se introducen las coordenadas de los puntos de observación. En (D) se guardan las direcciones de internet de los servidores de mapas, en este caso servidores españoles, pero existen para otros países.

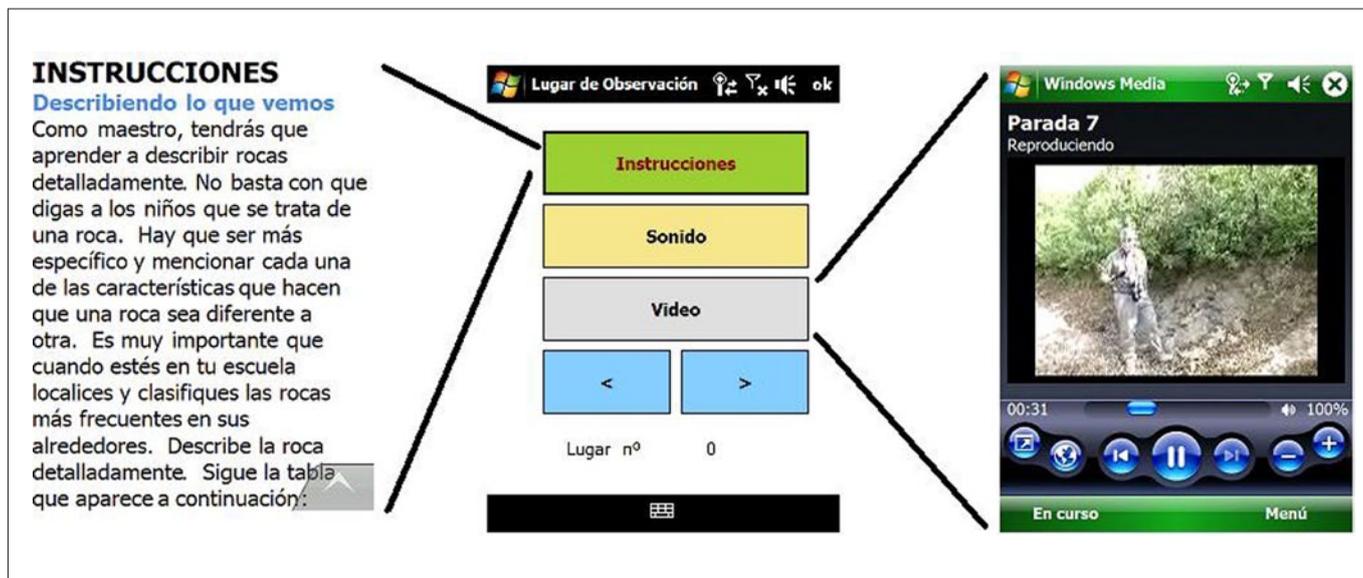


Fig. 8. En el centro se muestra la pantalla que se despliega cuando el alumno alcanza un punto de observación. Se abren otras dos pantallas, una con los contenidos en el navegador por defecto (en este caso Opera) y otra que reproduce el sonido previamente grabado por el profesor. Pulsando los botones de la pantalla inicial se despliegan otras ventanas adicionales. En la figura de la izquierda se muestran las instrucciones y en la derecha el video con las explicaciones del profesor.

Por lo que hemos podido experimentar, es un programa fácil de usar y puede facilitar el trabajo de campo al permitir recoger información de forma tradicional en cuadernos de notas y mapas y en un pequeño ordenador de menos de 150 gr. de peso. Además, el sistema ahorra tiempo pues los datos introducidos pueden usarse con rapidez, aumenta la calidad de los datos recogidos al realizarse sistemáticamente (Figuras 4 y 5) y gana en fiabilidad al poder contrastarse con la información que se ha almacenado en la máquina o que esté disponible en bases de datos remotas. Por otro lado la actividad en el entorno, en muchas ocasiones, es una actividad solitaria y, si hay conexión de telefonía móvil, el sistema permite reducir el aislamiento del usuario al enviar a intervalos regulares la posición del investigador y los datos recogidos hasta el momento en que se envían.

#### Como recurso didáctico

Algunas de las opciones que se han descrito anteriormente, dan al programa la capacidad de ser utilizado como un recurso didáctico ya que facilita que el alumno, individualmente o en grupo, se sitúe en el lugar o lugares donde se deben desarrollar las actividades de aprendizaje, le puede proporcionar información sobre lo que se encuentra a su alrededor y proponerle diferentes actividades diseñadas por el profesor. Para ello se seleccionan los puntos más interesantes de un recorrido y se introducen en el programa los contenidos que pueden incluir textos, imágenes, sonidos y videos (explicaciones del profesor sobre el lugar) y las actividades que debía realizar el alumno. Por lo tanto puede ser un recurso que facilite el aprendizaje en el entorno y guíe al alumno en el desarrollo de las actividades que tenga que realizar (Figura 8).

Además el sistema permite que el profesor, si hay cobertura de telefonía móvil, pueda estar informado de lo que el alumno realice pudiendo, además,

intercambiarse preguntas y respuestas en múltiples formatos (gráficos, textos, etc.).

En definitiva, el programa puede facilitar la realización de prácticas de campo, aspecto fundamental para la formación de los geólogos, tanto de manera individual como en pequeño grupo y en cualquier momento, proporcionando flexibilidad temporal a los estudiantes. Al no requerir de forma permanente la presencia del profesor en su desarrollo, flexibiliza su papel en el aprendizaje.

#### CONCLUSIONES

Los trabajos de campo ofrecen la posibilidad de utilizar el entorno como un recurso que contribuye a enriquecer la enseñanza-aprendizaje de la geología, favorecen un aprendizaje significativo de los contenidos y aumentan el interés y la curiosidad de los alumnos por la investigación geológica.

El programa GeoGPS pudiera llegar a ser una herramienta para ser usada durante los trabajos de campo, ya que puede guiar el trabajo de los estudiantes mediante recursos multimedia. Además, permite la recopilación de información geológica georeferenciada, así como su almacenamiento y transmisión, si es necesario, tan pronto como es recogida. Su facilidad de uso, al poder ser utilizado de forma muy parecida a un cuaderno de campo tradicional, representa otra gran ventaja.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia de España, SEJ2007-61428/EDUC, y por la Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (España), SA116A07.

**Nota:** El programa descrito en este trabajo se puede descargar de la página de Internet <http://web.usal.es/jmvp/>

## BIBLIOGRAFÍA

- Brimhall, G.H., Vanegas, A. (2001). Removing science workflow barriers to adoption of digital geological mapping by using the geomapper universal program and visual user interface. In: Soller, D.R. (Ed.), *Proceedings Digital Mapping Techniques Workshop (2001)*, US Geological Survey Open-File Report 2001-223, US Geological Survey, Denver, CO, 103-114, <http://pubs.usgs.gov/of/2001/of01-223/brimhall.html>, [8 Junio, 2010].
- Briner, A.P., Kronenberg, H., Mazurek, M., Horn, H., Engi, M., Peters, T. (1999). Fieldbook and geodatabase-tools for field data acquisition and analysis. *Computers & Geosciences* 25(10), 1101-1111.
- Brodaric, B. (1997). Field data capture and manipulation using GSC FieldLog v3.0. In: Soller, D.R. (Ed.), *Proceedings Digital Mapping Techniques Workshop (1997)*, US Geological Survey Open-File Report 1997-269, US Geological Survey, Denver, CO, 77-82, <http://pubs.usgs.gov/of/1997/of97-269/brodaric.html>, [8 Junio, 2010].
- Brodaric, B. (2004). The design of GSC FieldLog: ontology-based software for computer aided geological field mapping. *Computers & Geosciences* 30 (1), 5-20.
- Bryant, I., Carr, D., Cirilli, P., Drinkwater, N., McCormick, D., Tilke, P., Thurmond, J. (2000). Use of 3D digital analogues as templates in reservoir modelling. *Petroleum Geosciences* 6, 195-201.
- Buller, G. (2005). A conceptual approach to the development of digital geological field data collection. In: Soller, D.R. (Ed.), *Proceedings Digital Mapping Techniques Workshop (2005)*, US Geological Survey Open-File Report 2005-1428, US Geological Survey, Denver, CO, 91-96, <http://pubs.usgs.gov/of/2005/1428/buller/index.html>, [8 Junio, 2010].
- De Donatis, M., Bruciatelli L. (2006). MapIT: the GIS software for field mapping with tablet pc. *Computers & Geosciences* 32 (5), 673-680.
- Edmondo, G.P. (2002). Digital geologic field mapping using ArcPad. In: Soller, D.R. (Ed.), *Proceedings Digital Mapping Techniques Workshop (2002)*, US Geological Survey Open-File Report 2002-370, US Geological Survey, Denver, CO, 129-134, <http://pubs.usgs.gov/of/2002/of02-370/edmondo.html>, [8 Junio, 2010].
- Jones, R.R., McCaffrey, K.J.W., Wilson, R.W., Holdsworth, R.E. (2004). Digital field acquisition: towards increased quantification of uncertainty during geological mapping. In: Curtis, A., Wood, R. (Eds.), *Geological Prior Information*, 239. Geological Society of London, Special Publication, 43-56.
- Kramer, J.H. (2000). Digital mapping systems for field data collection. In: Soller, D.R. (Ed.), *Proceedings Digital Mapping Techniques Workshop (2000)*, US Geological Survey Open-File Report 2000-325, US Geological Survey, Denver, CO, 13-19, <http://pubs.usgs.gov/openfile/of00-325/kramer.html>, [8 Junio, 2010].
- Maerten, L., Pollard, D.D., Maerten, F. (2001). Digital mapping of three-dimensional structures of Chimney Rock. *Journal of Structural Geology* 23, 585-592.
- McCaffrey, K.J.W., Jones, R.R., Holdsworth, R.E., Wilson, R.W., Clegg, P., Imber, J., Holliman, N., Trinks, I. (2005). Unlocking the spatial dimension: digital technologies and the future of geoscience fieldwork. *Journal of the Geological Society London* 162, 927-938.
- Menking, K., Stewart, M. E. (2007). Using mobile mapping to determine rates of meander migration in an undergraduate geomorphology course. *Journal of Geoscience Education* 55 (2), 147-151.
- Pundt, H., Brinkkotter-Runde, K. (2000). Visualization of spatial data for field based GIS. *Computers & Geosciences* 26, 51-56.
- Samarpan D., Parthasarathi G. (2008). GRDM-A digital field-mapping tool for management and analysis of field geological data. *Computers & Geosciences* 34 (5), 64-478.
- Schetselaar, E. M. (1995). Computerized field-data capture and GIS analysis for generation of cross sections in 3-D perspective views. *Computers & Geosciences* 21 (5), 687-701.
- Struik, L.C., Atrens, A., Haynes, A. (1991). *Hand-held computer as a field notebook and its integration with the Ontario Geological Survey's 'FIELDLOG' program*. Geological Survey of Canada, Current Research, Part A, Paper 91-1A, 279-284.
- Vacas, J.M. (2001). Isogons: a program in pascal to draw the dip isogons of folds. *Computers & Geosciences* 27 (5), 601-606.
- Williams, V.S. (2001). Conclusions from four years collecting digital map data using a PDA. In: Soller, D.R. (Ed.), *Proceedings Digital Mapping Techniques Workshop (2001)*, US Geological Survey Open-File Report 01-223, US Geological Survey, Denver, CO, <http://pubs.usgs.gov/of/2001/of01-223/williams.html>, [accessed 8 June, 2010].
- Wilson, R.W., McCaffrey, K.J.W., Jones, R.R., Clegg, P., Holdsworth, R.E. (2005). Digital Mapping of Lofoten's faults. *Geoscientist* 15 (2), 4-9.
- Xu, X., Battacharya, J.A., Davies, R.K., Aiken, C.L.V. (2000). Digital geologic mapping of the Ferron sandstone, Muddy Creek, Utah, with GPS and reflectorless laser range-finders. *GPS Solutions* 5, 15-23. ■

Fecha de recepción del original: 1/09/2009

Fecha de aceptación definitiva: 12/01/2011