

# Visualización y Realidad Aumentada en el Campo de las Ciencias Geológicas

Luján Ganuza<sup>1</sup>, Juan Manuel Trippel Nagel<sup>1,3</sup>, Nicolás Gazcón<sup>1,3</sup>, Silvia Castro<sup>1</sup>, Ernesto Bjerg<sup>2,3</sup>, Florencia Gargiulo<sup>2,3</sup>, Gabriela Ferracutti<sup>2,3</sup>, Krešimir Matković<sup>4</sup> y Eduard Gröller<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Lab. de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur

<sup>2</sup> INGEOSUR y Departamento de Geología, Universidad Nacional del Sur

<sup>3</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

<sup>4</sup> VRVis Research Center, Vienna, Austria

<sup>5</sup> Technische Universität Wien, Institut für Computergraphik und Algorithmen, Vienna, Austria

{mlg, juan.trippel, nfg, smc}@cs.uns.edu.ar, ebjerg@ingeosur-conicet.gob.ar, {mfgargiulo, gferrac}@uns.edu.ar, Matkovic@vrvis.at, groeller@cg.tuwien.ac.at

## Resumen

En el campo de las Ciencias Geológicas, un desafío importante consiste en encontrar una representación adecuada de una gran cantidad de datos de distintos tipos, que abarcan análisis de muestras minerales, datos topográficos, proyecciones cartográficas, datos geofísicos, entre otros. La exploración y análisis de estos datos requiere un soporte visual adecuado. Por otra parte, es importante la asistencia de dispositivos móviles al momento de adquirir estos datos en el trabajo de campo.

En esta línea de investigación se está trabajando en el diseño y la generación de visualizaciones y de sistemas que las soporten con el objetivo de asistir al geólogo en varias de sus tareas habituales. Por un lado, una sub-línea se refiere a la visualización de datos geológicos que provean un soporte adecuado para la exploración eficiente de distintos conjuntos de datos de micro-química. Por otro, se trabaja en incorporar visualizaciones que asistan al geólogo en la obtención de datos geológicos en el trabajo de campo; esto se lleva a cabo mediante el uso de tecnología de Realidad Aumentada y el uso de dispositivos móviles.

**Palabras clave:** Visualización de datos geológicos, Representación de composiciones minerales, generación de

*contornos, Realidad Aumentada, Dispositivos Móviles.*

## Contexto

La línea de investigación presentada está inserta en el proyecto “Análisis Visual de Grandes Conjuntos de Datos” (24/N037), dirigido por la Doctora Silvia Castro. El proyecto es financiado por la Secretaría General de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional del Sur; y acreditado por la Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca.

## Introducción

En los distintos campos de aplicación referidos a las Ciencias Naturales, el crecimiento vertiginoso de la cantidad de información genera volúmenes de datos cada vez más grandes y difíciles de comprender y analizar sin un soporte visual adecuado.

Es en estos casos donde de la visualización contribuye significativamente a la exploración y entendimiento de estos conjuntos de datos, siempre y cuando se cuente con un soporte adecuado [B\*16]

[C93][C\*99][K03][K\*17][M98][NS79].

En el campo de las Ciencias Geológicas un desafío importante consiste en encontrar una representación adecuada de una gran cantidad de datos. Los tipos de los datos a explorar abarcan análisis de muestras minerales, datos topográficos, proyecciones cartográficas, datos geofísicos, entre otros. La exploración y análisis de estos datos requiere un soporte visual adecuado.

Otro desafío de importancia, es la asistencia al geólogo en el trabajo de campo. Es común en su desempeño la utilización de dispositivos como GPS, brújulas, clinómetros o magnetómetros. Sin embargo, sería de gran utilidad contar con la asistencia y las posibilidades que otorgan dispositivos computacionales tales como los actuales dispositivos móviles. Gracias a las facilidades que brinda la Realidad Aumentada (RA) al permitir aumentar el mundo que nos rodea, es posible asistir al geólogo en su trabajo de campo. Tareas como marcar puntos de interés en un mapa interactivo o la visualización *in situ* de la información referida, por ejemplo, a estructuras tectónicas podrían ser realizadas de manera interactiva durante el trabajo de campo mediante el uso de dispositivos móviles y RA.

Esta línea de investigación propone el estudio e implementación de dos sistemas de visualización interactivos de datos geológicos, que provean un soporte adecuado para la exploración, análisis y síntesis eficiente de los datos.

## Líneas de Investigación y Desarrollo

En el contexto de esta línea de investigación se están desarrollando los siguientes trabajos en paralelo:

1. Visualización Aplicada a la Categorización Semi-Automática de Composiciones Minerales.
2. Visualización de Datos Geológicos mediante RA y dispositivos móviles en el trabajo de campo.

## Visualización Aplicada a la Categorización Semi-Automática de Composiciones Minerales.

Este trabajo se lleva a cabo con investigadores del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) del Dpto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur (UNS), el INGEOSUR CCT-CONICET, Bahía Blanca, Argentina, y el VRVis Research Center y la TU Wien, Viena, Austria.

Este trabajo se enfoca en la visualización de un conjunto de datos geológicos, en particular, el conjunto de minerales que integran el grupo de los Espinelos. Este grupo de minerales resulta un excelente candidato a ser explorado y visualizado ya que es considerado un importante indicador petrogenético, proveyendo información vital en lo referido al ambiente tectónico de las rocas presentes en determinada área en el contexto de la tectónica global [BR01] [CD97] [L91] [R94].

En 2001, Barnes y Roeder [BR01] compilaron en una base de datos más de 26.000 análisis de Espinelos correspondientes a rocas ígneas y metamórficas. En base a estos análisis delinearon contornos para un conjunto de campos composicionales característicos (o patrones). Los geólogos suelen utilizar estos contornos para estimar el ambiente tectónico donde una muestra de Espinelos se podría haber formado.

Esta tarea es propensa a errores e involucra una tediosa comparación manual de diagramas superpuestos.

El objetivo de este trabajo de investigación es desarrollar una herramienta de Visualización que no solo permita visualizar y explorar conjuntos de datos correspondientes a composiciones minerales pertenecientes al grupo de los Espinelos, sino que también ofrezca técnicas que permitan categorizar

semiautomáticamente e interactivamente un conjunto arbitrario de Espinelos en función de los contornos de Barnes y Roeder.

## Visualización de Datos Geológicos mediante RA y dispositivos móviles en el trabajo de campo.

Este trabajo es llevado a cabo por becarios doctorales y postdoctorales del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Visualización y Computación Gráfica (VyGLab) del Dpto. de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur (UNS) con asistencia del INGEOSUR CCT-CONICET. Una de las actividades que realizan habitualmente los geólogos consiste en trabajos de campo.

Estas tareas se efectúan en ambientes exteriores, y en muchos casos en entornos que pueden ser hostiles y en los que sólo se tiene comunicación a través de los satélites.

La RA aplicada a las ciencias geológicas busca asistir en la práctica de dichas tareas, simplificando y complementando el uso de herramientas propias de la actividad como lo son las cartas geológicas, las brújulas y los mapas. Para esto se incorpora a la visión de la realidad, información que pueda resultar de utilidad para el geólogo como lo es, por ejemplo, información de formaciones geológicas u objetos virtuales que podrían indicar puntos de interés del geólogo. Las interacciones que se pueden lograr con la visualización de datos en tiempo real en el mismo trabajo de campo pueden contribuir efectivamente a esta disciplina, aportando soluciones y resultados en base al entendimiento de los datos y a sus relaciones.

Debido a la naturaleza móvil y en entornos abiertos, el subsistema de *tracking* es de suma importancia para asistir correctamente al geólogo [Vea12]. En este sentido los sistemas de navegación (GPS, GLONASS) permiten la obtención de la ubicación del sistema en cualquier punto del globo con una precisión lo suficientemente buena para satisfacer los requerimientos de tracking de posición. Por otro lado, los sensores inerciales y magnéticos, provistos en la mayoría de los dispositivos móviles modernos (*Tablets* o *SmartPhones*), proveen el mecanismo de obtención de la orientación.

## Resultados y Objetivos

### Visualización Aplicada a la Categorización Semiautomática de Composiciones Minerales.

Siguiendo la línea de este trabajo, en 2012, se presentó la aplicación *SpinelViz* [G\*12] que consiste en un visor interactivo 3D para graficar y explorar Espinelos y que permite visualizar diferentes conjuntos de datos a la vez. Posteriormente, se desarrolló el *Spinel Explorer* [G\*14] que integra los gráficos específicos dedicados a la exploración de los Espinelos con otros gráficos convencionales en un marco de análisis visual interactivo.

En 2015, se presentó una extensión del *Spinel Explorer* [G\*15] que incorpora técnicas que permiten categorizar semiautomáticamente e interactivamente un conjunto arbitrario de Espinelos en función de los contornos de Barnes y Roeder. El sistema integra completamente los contornos de Barnes y Roeder y permite visualizarlos y contrastarlos con los datos

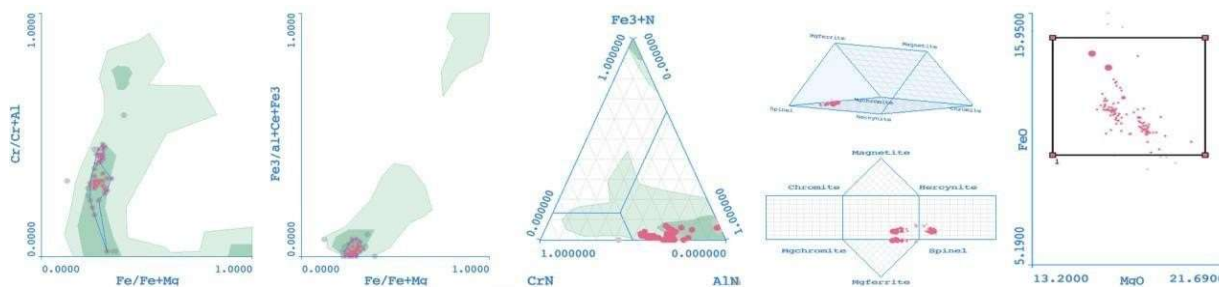


Figura 1: Captura de pantalla de una sesión de análisis en el Spinel Explorer [G\*15]

del usuario de manera instantánea. Además, el sistema contrasta automáticamente los datos del usuario con todos los contornos de Barnes y Roeder y arroja una lista con los contornos que mejor se adaptan a los datos (ver Figura 1). Además, se implementaron interacciones específicas que permiten al usuario categorizar un conjunto de datos en un tiempo considerablemente menor al utilizado para esta tarea en el flujo de trabajo tradicional.

Actualmente se están incorporando al sistema nuevas funcionalidades que permiten generar contornos a partir de los datos del usuario y comparar estos nuevos contornos con los contornos de Barnes y Roeder [G\*17].

### Visualización de Datos Geológicos mediante RA y dispositivos móviles en el trabajo de campo.

En esta línea se está comenzando con el desarrollo de un *framework* destinado a la visualización *in situ* de información geológica. Este soporta la inclusión de terrenos en 3D que puedan ser superpuestos a la vista del mundo real [Fra08, Fed16]. De esta manera se ofrecerán soluciones a los requerimientos básicos de un sistema de RA, esto es, los subsistemas de tracking y registración, visualización e interacción.

Actualmente se logró unificar la visualización de una superficie 3D, generada a partir de un mapa de altura, con la vista del terreno real (ver Figura 2). Para el subsistema de tracking se utilizaron la tecnología GPS y GLONASS para determinar la posición y una fusión de sensores inerciales y magnéticos para la obtención de la orientación.



Figura 2: Visualización del terreno 3D y de un punto de interés.

En cuanto a la visualización del terreno se desarrolló una librería basada en OpenGL para aprovechar las capacidades provistas por las GPU integradas en los dispositivos móviles.

El objetivo es utilizar este *framework* para desarrollar una aplicación que asista al geólogo en el trabajo de campo. Pudiendo almacenar puntos de interés georeferenciados con la posibilidad de obtener información del contexto.

De esta manera se aportará una solución al problema de la ubicación relativa de los distintos puntos de interés respecto a la ubicación actual del usuario en el mundo.

Con estas nuevas funcionalidades el geólogo podría agilizar el trabajo de campo procesando datos in-situ, sin necesidad de realizarlo en un trabajo posterior de oficina.

### Formación de Recursos Humanos

En lo concerniente a la formación de recursos humanos se detallan las tesis concluidas y en desarrollo relacionadas con la línea de investigación presentada:

#### Tesis en Desarrollo

- Tesis Doctoral. María Luján Ganuza. Tema: *Servicios Web en Visualización*. Dirección: Dra. Silvia Castro.
- Tesis Doctoral. Juan Manuel Trippel Nagel. Tema: *Realidad Aumentada Móvil en Exteriores para Visualización de datos Geológicos*. Dirección: Dra. Silvia Castro, Dr. Ernesto Bjerg.

### Referencias

[B\*16] Byška, J., Le Muzic, M., Gröller, M. E., Viola, I., & Kozlikova, B. (2016). AnimoAminoMiner: Exploration of Protein Tunnels and their Properties in Molecular Dynamics. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 22(1), 747-756.

- [BR01] Barnes, S. J.; Roeder, P.L. 2001. The Range of Spinel Compositions in Terrestrial Mafic and Ultramafic Rocks. *Journal of Petrology*, vol. 42, number 12, pp: 2279-2302.
- [C93] Cleveland, W. S., 1993. *Visualizing Data*. Hobart Press. New Jersey, United States of America.
- [C\*99] Card, S., Mackinlay, J., Shneiderman, B., *Readings in Information Visualization – Using Vision to Think*, M. K., 1999.
- [Fed16] Fedorov R., Frajberg D., Fraternali P. A Framework for Outdoor Mobile Augmented Reality and Its Application to Mountain Peak Detection. *AVR (1) 2016*: 281-301.
- [G\*09] Ganuza, M. L.; Castro, S. M.; Martig, S. R.; Ferracutti, G.; Bjerg, E.; 2009. Mineral Compositions Visualization Implementig the Spinel Prism. *Congreso Argentino de Ciencias de la Computación Proceedings. CACIC 2009*, ISBN 978-897-24068-4-1, pp. 576-585. Jujuy, Argentina.
- [G\*12] Ganuza, M. L., et al., SpinelViz: An interactive 3D application for visualizing spinel group minerals. *Computers & Geosciences*, Volume 48, November 2012, Pages 50–56
- [G\*14] Ganuza, M.L., Ferracutti, G., Gargiulo, M.F., Castro, S., Bjerg, E., Gröller, E., Matković, K., *The Spinel Explorer - Interactive Visual Analysis of Spinel Group Minerals*, *IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics* 20, 12 (2014), 1913-1922.
- [G\*15] Ganuza, M.L., Ferracutti, G., Gargiulo, M.F., Castro, S., Bjerg, E., Gröller, E., Matković, K., *Interactive Semi-Automatic Categorization for Spinel Group Minerals*, *IEEE VAST 2015*: 197-198.
- [G\*17] Ganuza, M.L., Ferracutti, G., Gargiulo, M.F., Castro, S., Bjerg, E., Gröller, E., Matković, K., *Interactive Visual Categorization of Spinel Group Minerals. Enviado al SCCG2017 (33rd Spring Conference on Computer Graphics). En evaluación.*
- [K03] Koutek, M., 2003. *Scientific Visualization in Virtual Reality: Interaction Techniques and Application Development*. Computer Graphics & CAD/CAM group, Faculty of Information Technology and Systems (ITS), Delft University of Technology (TU Delft).
- [K\*17] Krone, M., Frieß, F., Scharnowski, K., Reina, G., Fademrecht, S., Kulschewski, T. Ertl, T. 2017. *Molecular Surface Maps*. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 23(1), 701-710.
- [L91] Lindsley, D. H. Ed. 1991. *Oxide Minerals: petrologic and magnetic significance*. Mineralogical Society of America, Departament of Geological Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia. vol. 25, p. 509.
- [M98] McCormick, B. H., 1998. *Visualization in scientific computing*. SIGBIO News. ACM, Vol.10, pp. 15-21.
- [NS79] Nielson, G. M.; Shriver, B.; Rosenblum, Lawrence. 1979. *Visualization in Scientific Computing*. IEEE Computer Society Press. United States of America.
- [R94] Roeder, P. L. 1994. Chromite: from the fiery rain of chondrules to the Kilauea Iki lava lake. *Canadian Mineralogist* 32, pp. 729-746.
- [Vea12] E. Veas, R. Grasset, E. Kruijff, D. Schmalstieg. *Extended Overview Techniques for Outdoor Augmented Reality*, *IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics (Proceedings Virtual Reality 2012)*, Vol. 18, pp. 1-12, April 2012.
- [Fra08] L. Frauciel, J. Vairon, P. Nehlig, P.Thierry, I. Zendjebil, F. Ababsa. *Outdoor Augmented Reality as a tool for bringing 3D geology to the field: the RAXENV project.*