

# Recursos geoinformáticos de apoyo al diseño de GeoRutas

Mirtha Rodríguez de Zar<sup>1</sup> & Cecilia Elizabeth Gallardo<sup>2</sup>

(1) *Departamento de Agrimensura, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas., Universidad Nacional de Catamarca.*

*mirtazar@tecno.unca.edu.ar*

(2) *Departamento de Informática, Facultad de Tecnología y Ciencias Aplicadas, Universidad Nacional de Catamarca.*

*ceciliagallardo@tecno.unca.edu.ar*

**RESUMEN:** de las conceptualizaciones sobre informática y geoinformática surgen claramente las innumerables aplicaciones en diversas áreas del conocimiento y especialmente en aquellas que trabajan con datos e información geográfica ó espacial. En este caso, en el que nos encontramos abocados al diseño de GeoRutas para las localidades de Las Juntas y Balcosna-Pcia de Catamarca, el uso de recursos geoinformáticos está implícito como la herramienta que optimiza todo el proceso que lleva al logro de este objetivo. Las georutas representan itinerarios de interpretación y puesta en valor de la geología del lugar, constituyendo un diseño específico de gestión y manejo de los recursos naturales del geoturismo. Su utilización con la modalidad cultural supone una herramienta de investigación científica aplicada al uso y la conservación sustentables. El presente documento se enfoca en el aspecto geoinformático de las actividades necesarias para llevar a cabo la propuesta de diseño de GeoRutas para las localidades anteriormente mencionadas de la provincia de Catamarca.

## 1 INTRODUCCION

Según la Real Academia Española, se define a la informática como el “conjunto de conocimientos científicos y técnicas que hacen posible el tratamiento automático de la información por medio de ordenadores”.

Conceptualmente la informática es aquella disciplina encargada del estudio de métodos, procesos, técnicas, desarrollos y su utilización en computadoras (ordenadores), con el fin de almacenar, procesar y transmitir información y datos en formato digital (Wikipedia). El término informática proviene del francés *informatique*, implementado por el ingeniero Philippe Dreyfus a comienzos de la década del '60. La palabra es, a su vez, un acrónimo de *information* y *automatique*, para dar idea de la automatización de la información que se logra con los sistemas computacionales.

En ella convergen los fundamentos de las ciencias de la computación, la programación y metodologías para el desarrollo de software, la arquitectura de computadores, las redes de computadores, la inteligencia artificial y ciertas cuestiones relacionadas con la electrónica. La informática resulta por tanto la unión sinérgica de todo este conjunto de disciplinas.

La informática reúne a muchas de las técnicas que el hombre ha desarrollado con el objetivo de potenciar sus capacidades de pensamiento, memoria y comunicación. Se aplica a numerosas y variadas áreas del conocimiento o de la actividad humana: se utiliza en la gestión de negocios, en el almacenamiento de información, en el control de procesos, en los transportes, en la medicina, biología, meteorología y en muchos otros sectores.

Por otra parte, las Ciencias de la Tierra se han visto afectadas por las capacidades de cálculo de los ordenadores, de tal manera que no sólo han mejorado dichas ciencias, sino que han dado lugar a nuevas disciplinas, con nuevas capacidades, nuevos profesionales y nuevos horizontes, tal es el caso de la denominada Geoinformática.

La Geoinformática es la disciplina que comprende e integra el uso de las matemáticas y los avances de las técnicas informáticas y electrónicas para resolver problemas geográficos, creando o utilizando programas informáticos, modelos matemáticos o ambos. (La Flecha, 2013).

Para nuestro caso de estudio, el diseño de georutas, también se encuentra implícita la informática, y más específicamente la geoinformática, que brinda el apoyo necesario para llevar a cabo la tarea.

El diseño de georutas, que representan itinerarios de interpretación de la geología, es un diseño específico de gestión y manejo de los recursos naturales, especialmente geológicos, del geoturismo. Esto permite organizar y observar en la región, los recursos naturales –básicamente geológicos- y actividades de distinta naturaleza que se desarrollan ó sean posibles desarrollar como atractivos para diversos fines (turísticos, educativos, científicos, etc). Se pretende que las georutas se constituyan en un elemento que sirva de base para su posterior puesta en valor destacando los más importantes rasgos geológicos del lugar y que permita el uso sustentable de los recursos respondiendo a normativas de buenas prácticas para estos espacios naturales.

El presente documento se enfoca en el aspecto geoinformático de las actividades necesarias para llevar a cabo una propuesta de diseño de GeoRutas para las localidades de Balcosna y Las Juntas de la provincia de Catamarca. Se expondrá aquí cómo y qué recursos o aplicaciones informáticas se involucran en la recopilación, análisis y procesamiento de datos para el diseño de dichas georutas.

## 2 ACTIVIDADES PLANTEADAS PARA EL DISEÑO DE LAS GEORUTAS

En este punto se enumerarán en forma general las actividades que se plantearon para el diseño de GeoRutas de las localidades de Balcosna y Las Juntas. Posteriormente en otro apartado se verá la integración de la geoinformática a las mismas.

Actividad 1: **Búsqueda** y selección de información de la zona de estudio, en distintos organismos públicos, cartas geológicas y topográficas, fotografías aéreas e imágenes satelitales.

Actividad 2: Trabajo de campo. Levantamiento topográfico de infraestructura y de recursos de uso turístico. Confección de fichas de observación, encuestas y entrevistas que se utilizarán para el análisis de variables tales como las ambientales (conservación o deterioro de los recursos y su potencialidad), turístico (calidad de los servicios directos e indirectos), sensorial (bienestar y percepciones que tendría el turista al llegar a la comunidad) y antrópicos (rasgos socioculturales de la población receptora).

Actividad 3: Diagnóstico y análisis de la problemática de cada espacio geográfico: DAFO (debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades) para el conocimiento en detalle del entorno, de los recursos y potencialidades de la zona, con un enfoque estratégico de los problemas y de las alternativas de solución.

Actividad 4: **Fotointerpretación** para la identificación, caracterización y evaluación de los recursos y la planificación de trabajos topogeocartográficos. Relevamiento topográfico de los puntos ó sitios de interés geológicos. Trabajo de campo: identificación y fichado de los recursos naturales, especialmente los geológicos. Elaboración de la cartografía correspondiente para la representación gráfica y temática de las variables consideradas.

Actividad 5: **Diseño** de fichas para la valoración de los recursos naturales y culturales priorizados por cada comunidad y de las facilidades para generar productos geoturísticos. Diseño de la matriz de los elementos prioritarios y potenciales para la evaluación de los atractivos (“aptitud turística del recurso”) de cada comunidad.

Actividad 6: **Definición** y estructuración del producto geoturístico para cada localidad. Definición del diseño de las propuestas de georutas que se visualizan como óptimas por el grado de integración de todos los aspectos de valor para el geoturismo.

Actividad 7: **Confección** de una Guía de GeoRutas para las localidades de Las Juntas y Balcosna- Catamarca, como catálogo explicativo, didáctico, divulgativo, que resuma las principales características de los atractivos geológicos posibles de observar en los itinerarios propuestos. Esta actividad incluye: redacción de textos, generalización de la cartografía para adecuarla a los tamaños del catalogo, selección de fotografías de los sitios de interés, diseño gráfico de todos los elementos, entre otras.

## 3 APOYO DE HERRAMIENTAS GEOINFORMATICAS PARA EL DISEÑO DE LAS GEORUTAS

### 3.1 Bases de Datos

Entre las herramientas en las que se sostiene el proyecto de diseño de georutas, se encuentran las Bases de Datos Relacionales (B.D.), en las que se almacenarán todos los datos recopilados. El modelo relacional para la gestión de una base de datos es un modelo de datos basado en la lógica de predicados y en la teoría de conjuntos. Una base de datos relacional se compone de varias tablas o relaciones. Cada tabla es a su vez un conjunto de registros conformados por filas y columnas. Ver fig.1

Para manipular la información contenida en la Base de Datos, haremos uso de un lenguaje para construir las consultas denominado SQL (Structured Query Language), un estándar implementado por los principales motores o

Sistemas de Gestión de Bases de Datos Relacionales integradas.

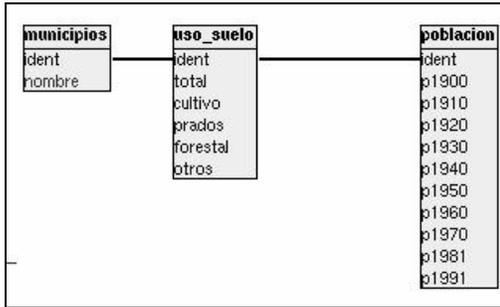


Figura 1. Esquema de Base de Datos Relacional

En la actividad 2 se almacenarán en la B.D. los resultados de las fichas de observación, encuestas y entrevistas conseguidas referidas a cada potencial recurso que denominaremos Puntos de Interés Geológico (PIGs), y que se categorizarán de acuerdo a las distintas variables ambientales definidas.

De manera similar, se registrarán los resultados del análisis DAFO de los espacios geográficos seleccionados.

Asimismo, se integrará en la Base de Datos la información obtenida de las fichas de valoración de los (PIGs) diseñadas en la Actividad 5. Los criterios de valoración científica aplicados están inspirados, con adaptaciones, a los seguidos por el Comité de Evaluación de la Conservación Geológica (GCR) de Gran Bretaña (Wimbledon et al., 2000). Por su parte, los de valoración del interés didáctico y turístico son, también con modificaciones, herederos de los propuestos por Cendrero (1996). Un ejemplo de la misma se muestra a continuación:

La imagen muestra una interfaz de usuario para la catalogación de Puntos de Interés Geológicos (PIGs). El formulario está dividido en varias secciones:

- DATOS GENERALES:** Incluye campos para Número de PIG, Nombre PIG, Coordenadas, Tipo Observación PIG (Punto, Área, Paredes), Edad Geológica y una sección de COORDENADAS GEOGRÁFICAS (Latitud S, Longitud O, Cota Mínima).
- IDENTIFICACIÓN CARTOGRAFICA:** Incluye campos para Provincia, Departamento, Municipalidad y Localidad, así como Tipo de Acceso, Estado de Acceso y Descripción Geológica.
- DE INTERÉS:** Una sección de selección de características geológicas con botones para Geomórfica, Geotécnica, Tectónica, Geomínica, Sedimentaria, Paleontológica, Paleogeográfica, Hidrogeológica, Mineralógica y Metálica.
- TIEMPO ESTIMADO DEL RECORRIDO:** Campos para A pie, A caballo y En vehículo.
- RECOMENDACIONES:** Campos para Actaciones y Socialización.

Además, hay un campo para FOTO y botones de navegación en la parte inferior.

Figura 2. Ficha de Catalogación del Inventario de Puntos de Interés Geológicos (PIGs).

En este proyecto, juega un papel importante la geoinformática, para plasmar cartográficamente el itinerario que conformarán las GeoRutas que se propondrán para las localidades de Balcosna y Las Juntas.

### 3.2 Geoinformática

La Geoinformática es un acrónimo que proviene de la fusión, de dos palabras: “Geoinformación” e “Informática”, entendiéndose a la primera como aquella información geográfica, de naturaleza espacial, o aquella información que simplemente puede ser georeferenciada a través de sistemas de posicionamiento.

La Geoinformática, puede ser concebida como una disciplina o rama del conocimiento que se aboca al estudio de la naturaleza y estructura de los datos e información geográfica o espacial, al desarrollo y aplicación de procedimientos, métodos y técnicas para su captura o levantamiento, al almacenamiento, procesamiento, graficación y comunicación de la más diversa información espacial, todo ello enmarcado en las llamadas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). (Flores R.,E., 2004)

Entre las herramientas más importantes de la GeoInformática se encuentran los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que disponen de una gran capacidad de manipulación de datos, que posibilita realizar con ellos multitud de operaciones y que además permite su visualización en una cartografía general y/o temática. Los datos que manejan estos sistemas pueden ser puntuales, lineales, superficiales o de volúmenes (vectoriales ó raster)

De forma genérica, un Sistema de Información Geográfica cumple varias funciones: introducción de información en base de datos, recuperación de la misma (extracción y filtrado de aquellos) y salida de la información.

En el estudio preliminar, necesario para ejecutar el relevamiento topo-geocartográficos de los puntos ó sitios de interés geológicos, se identificaron, caracterizaron y evaluaron los recursos geológicos y de infraestructura y se elaboró la correspondiente planificación para su relevamiento. Para ello se utilizó el SIG IDRISI Kilimanjaro con el que se procesaron las imágenes satelitarias (de los sectores correspondientes a las localidades en estudio) y se obtuvo una carta temática de análisis. En una instancia posterior se correlaciona esta carta temática de análisis con la geología de la cuenca del Río Balcosna obteniendo así una carta temática de síntesis que permitió la definición de zonas relevantes del patrimonio geológico de las

localidades con potencialidades geoturísticas. Dentro de estas zonas estarán las georutas que se buscan definir. A modo ilustrativo se ofrece la Fig.3 correspondiente a la localidad de Balcosna, junto con su referencia en la Tabla 1.

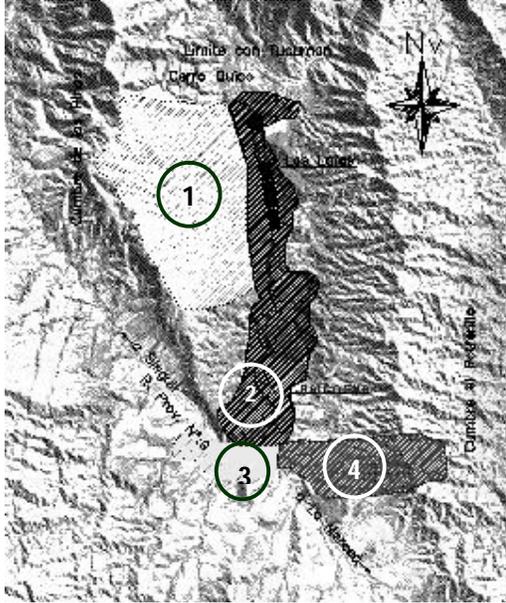


Figura 3. Distribución de zonas de interés geológico. Balcosna. Pcia. de Catamarca (Ovejero et al. 2011)

Tabla 1. Referencias de la Fig.3

1	Sector Noroeste. Reserva de yunga. Geominero. Manantiales
2	Sector Central del valle. Recurso Hídrico. Edificaciones históricas. Reserva de aves.
3	Sector Suroeste. Reserva fosilífera. Cuevas naturales. Manantiales.
4	Sector Sureste. Lomadas con depósitos loésicos. Senderos tramo Balcosna-Potreriillo

### 3.3 Archivos KML

El registro concreto de las georutas puede hacerse mediante un dispositivo rastreador (receptor GPS), el cual se encarga periódicamente de localizar su posición mediante GPS y almacenarla en la memoria interna (archivo con extensión .gbd). Una vez terminado el recorrido, el responsable del equipo, puede exportar los datos registrados para obtener la ruta seguida. Ejemplo en tabla a continuación:

Tabla 2. Listado de puntos obtenidos con navegador Garmin Etrex Vista. Balcosna. Cta

Pto	Designación	Latitud	Longitud	Cota
1	Pto1 receptor GPS	S28 09.158	W65 39.354	887 m

2	El Pero	S27 53.678	W65 43.263	1236 m
3	Cartel de inform. turística	S27 52.960	W65 43.612	1196 m
4	Puente peatonal	S27 53.029	W65 43.688	1191 m
5	Munic. de Balcosna	S27 53.189	W65 43.696	1198 m
6	Inform. turística	S27 53.193	W65 43.695	1197 m
7	Policía Balcosna	S27 53.200	W65 43.697	1195 m
8	Muro de contenc. sobre el río	S27 53.286	W65 43.757	1195 m
9	Zona de fósiles	S27 53.356	W65 43.750	1201 m
10	Garita de zona de fósiles	S27 53.355	W65 43.752	1206 m
11	Hospital Balcosna	S27 52.933	W65 43.680	1189 m
12	Cementerio	S27 52.905	W65 43.576	1201 m
13	Iglesia	S27 52.908	W65 43.577	1202 m
14	Camping Municipal	S27 52.743	W65 43.756	1190 m
15	Hosteria privada	S27 52.499	W65 43.807	1185 m
16	Inicio de senda	S27 52.311	W65 43.684	1176 m
17	Inicio de senda	S27 52.300	W65 43.679	1177 m
18	Ruta	S27 52.294	W65 43.702	1178 m
19	Inicio cuestecilla Las Lajas	S27 52.102	W65 43.804	1186 m
20	Entrada de "Las Lajas"	S27 51.987	W65 43.746	1218 m
21	Hosteria de Balcosna	S27 51.890	W65 43.615	1209 m
22	Entrada a El Saltón	S27 51.857	W65 43.569	1197 m
23	Saltón 1	S27 51.945	W65 43.476	1137 m
24	Saltón 2	S27 51.968	W65 43.513	1142 m
25	Saltón 3	S27 51.965	W65 43.526	1151 m
26	Puente colgante	S27 50.741	W65 43.677	1101 m
27	Policía Pto2 receptor GPS	S27 50.695	W65 43.699	1099 m
28	Pto2 receptor GPS	S27 49.652	W65 43.805	1072 m

Las rutas registradas son exportadas en ficheros con formato KML, los cuales serán la fuente de información geográfica del proyecto.

KML (del acrónimo en inglés Keyhole Markup Language) es un lenguaje de marcado basado en XML para representar datos geográficos en tres dimensiones. Es un estándar de Open Geospatial Consortium (OGC).

KML también se refiere a su vez, a un formato de archivo que se utiliza para mostrar información geográfica en navegadores terrestres como Google Earth, Google Maps y Google Maps para móviles.

La comunidad KML es amplia y variada. Los usuarios ocasionales pueden crear marcas de posición KML para identificar sus hogares, describir viajes, itinerarios de ciclismo, etc. Los científicos usan KML para establecer asignaciones detalladas de recursos, modelos y tendencias tales como las erupciones volcánicas, patrones climáticos y actividad sísmica. Organizaciones tales como National Geographic, UNESCO y Smithsonian han utilizado KML para mostrar sus amplios conjuntos de datos globales.

KML se puede utilizar para:

- Anotar sobre la Tierra (georeferenciar)
- Especificar iconos y etiquetas para identificar ubicaciones en la superficie del planeta.
- Crear diferentes posiciones de cámara para definir vistas únicas para las características de KML.
- Definir estilos para especificar la apariencia de características de KML.
- Escribir descripciones HTML de las características de KML, incluyendo hipervínculos e imágenes embebidas.
- Organizar características KML en jerarquías.
- Localizar y actualizar documentos KML recuperados desde ubicaciones locales o remotas.
- Definir la ubicación y orientación de los objetos 3D con textura.

### 3.3.1 Ejemplo de un documento KML:

GeoRuta El Saltón-Balcosna

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<kml xmlns="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:gx="http://www.google.com/kml/ext/2.2"
xmlns:kml="http://www.opengis.net/kml/2.2"
xmlns:atom="http://www.w3.org/2005/Atom">
```

```
<Folder id="results">
<name>to:-27.8657553624, -65.7246035244
(Salton 1)</name>
<Style id="dir_step">
<IconStyle>
<Icon>
<href>http://maps.gstatic.com/mapfiles/k
ml/paddle/pause.png</href>
</Icon>
</IconStyle>
<BalloonStyle>
<text><![CDATA[<div>${description}</div
> <div>${geDirections}</div>]]></text>
<textColor>ff000000</textColor>
<displayMode>default</displayMode>
</BalloonStyle>
</Style>
<Placemark id="22.1.1">
<address>-27.865755, -65.724604</address>
<styleUrl>#dir_startpoint</styleUrl>
<Point>
<coordinates>-65.724604,-
27.865755,0</coordinates>
</Point>
</Placemark>
</Folder>
</kml>
```

### 3.4 Aplicación Google Earth

Google Earth es una aplicación informática similar a un Sistema de Información Geográfica (SIG), creado por la empresa Keyhole Inc., que permite visualizar imágenes del planeta, combinando imágenes de satélite, mapas y el motor de búsqueda de Google que permite ver imágenes a escala de un lugar específico del planeta.

A través de sus capas, brinda acceso a información variada en diferentes formatos, como videos, imágenes, páginas Web, texto, entre otros. Se puede utilizar para:

- Realizar mediciones y marcaciones de lugares, áreas, rutas, superponer imágenes y fotos.
- Grabar y guardar recorridos y viajes.
- Realizar actividades colaborativas y transversales.

Tiene como características el ser un software gratuito y que no requiere registro. Ver Fig.4

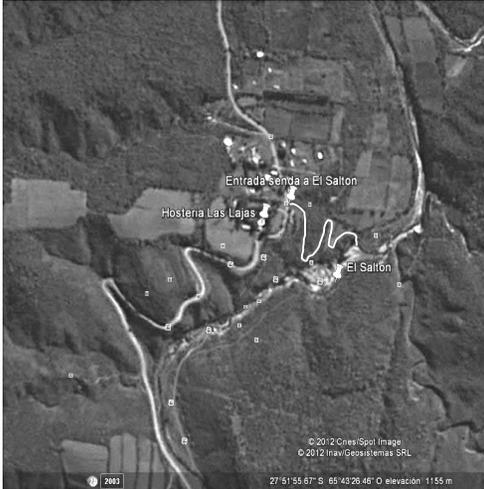


Figura 4. Visualización en Google Earth GeoRuta El Saltón-Balcosna. Catamarca

#### 4 CONCLUSIONES

El continuo e imparable progreso del hardware en dirección a la graficación de información, permite el desarrollo de software muy eficiente, que posibilita una visualización cercana a lo real y facilita la elaboración de imágenes de tipo multiescalar y multitemporal. Estas circunstancias vuelven insoslayable el uso de recursos geoinformáticos en temáticas relacionadas con las Ciencias de la Tierra y especialmente con la producción cartográfica.

En todas las actividades planificadas dentro del marco del proyecto referido al diseño de georutas para las localidades de Las Juntas y Balcosna, el uso de recursos geoinformáticos constituye una estrategia muy eficaz para representar hechos, fenómenos ó razonamientos complejos que no serían localizables, o que lo serían difícilmente por otros medios.

Gracias a las redes mundiales de comunicación (como Internet) la geoinformática es vista cada vez más como un elemento de producción e intercambio de información geoespacial y cultural altamente participativa.

#### 5 REFERENCIAS

- Cendrero, A., Propuesta sobre criterios para la clasificación y catalogación del Patrimonio Geológico, En *El Patrimonio Geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y utilización*, Serie Monográficas. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, Andalucía-España, 29-38,1996.
- Flores R, E. J., *Geoinformática e Investigación Geográfica Situación actual y perspectiva.*,

Revista Forestal Latinoamericana.Vol 019 (2) N° 36, Mérida-Venezuela, 59-81, 2004.

Disponible en:

<http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24105/2/articulo5.pdf>. Consultado el 10/07/2013.

La Flecha. Tu diario de ciencia y tecnología.

Disponible en:

<http://www.laflecha.net/canales/blackhats/articulos/que-es-la-geoinformatica>. Consultado el 11/07/2013.

Ovejero, A., M. Rodríguez de Zar & D. Moreno. *La cartografía temática, una herramienta de aplicación en el estudio preliminar del diseño de Georutas. Localidad de Balcosna. Provincia de Catamarca*, Investigaciones en Facultades de Ingeniería del NOA, Tomo 1, 485-489, 2011.

Real Academia Española- *Diccionario de la Lengua Española-Vigésima segunda edición*. Disponible en: <http://lema.rae.es/drae/?help=1>. Consultado el 10/07/2013.

Wimbledon, W. A., Gerasimenko, N. P., Karis, L. O., Suominen,V., Johansson, C. E. & Freden, C., Proyecto GEOSITES, una iniciativa de la Unión Internacional de las Ciencias Geológicas (IUGS). La Ciencia respalda por la conservación, En Baretino, D., Wimbledon, W. A. P. y Gallego, E. (Eds.), *Patrimonio Geológico: Conservación y Gestión*. Ministerio de Ciencia y Tecnología, Madrid-España.73-100, 2000.