

Utilización de un Sistema de Información Geográfica en la red carretera rural del distrito de Olavarría

Amaral Manso, M. L.¹, Gelmi, M.¹, Vornetti, A.¹, Améndola, G.¹

Fecha de recepción: 01 de diciembre de 2015 – Fecha de aprobación: 28 de octubre de 2016

RESUMEN

Este trabajo describe el diseño y la implementación de un Sistema de Información Geográfica (SIG) desarrollado para la administración y análisis de la información relativa a 2100 km de caminos rurales que forman la red carretera rural del distrito de Olavarría, provincia de Buenos Aires, Argentina.

El SIG elaborado se desarrolla en base a la adaptación de las funciones propias del sistema y se enriquece con la información digital georreferenciada generada en campo, mediante el levantamiento de los caminos rurales con el apoyo del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) para el registro y localización de rasgos o elementos distintivos de las vías.

El proyecto SIG de los caminos rurales de Olavarría presenta en forma gráfica la red carretera rural, posibilita la visualización de las rutas y la fácil captación de la información correspondiente a las diferentes secciones de los caminos, directamente desde la pantalla; es un instrumento con una interfaz de fácil manejo para el usuario, facilita la capacidad de análisis para la toma de decisiones y permite realizar diferentes mapas temáticos.

Palabras clave: Sistema de Información Geográfica, red carretera rural

Use of a Geographic Information System in the rural road network of Olavarría District

ABSTRACT

This paper describes the design and implementation of a Geographic Information System (GIS) developed for the management and analysis of data on 2,100 km of rural roads that define the rural road network of Olavarría District, Buenos Aires province, Argentina.

The GIS is based on the adaptation of the system functions and is enhanced with digital geo-referenced information, obtained by a survey of rural roads for registration and location of features or distinctive elements of the roads, with the support of a Global Positioning System (GPS).

The GIS project of rural roads of Olavarría, graphically presents the rural road network, enables the visualization of the routes and the easy uptake of road features from the screen. It is a tool with a user-friendly interface which facilitates decision-making and allows obtaining different thematic maps.

Keywords: Geographic Information System, rural road network

¹ Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Avda. A. del Valle 5737. Olavarría, Argentina.

Autor de correspondencia: mgelmi@fio.unicen.edu.ar

Este artículo de investigación es parte de Ingeniería–Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán. Ing. R.A., Vol. 20, No. 1, 2016.

Introducción

En la actualidad, los procesos de planificación, organización, gestión y evaluación de las redes carreteras reclaman sistemas eficientes de manejo y análisis de información, en términos de velocidad de procesamiento, capacidad de almacenamiento, versatilidad y confiabilidad. Para cumplir con este propósito, resulta indispensable disponer de los mecanismos para garantizar la generación y acopio del insumo esencial para que funcione el sistema, esto es, los datos.

Los sistemas de información geográfica son fundamentalmente instrumentos técnicos con capacidades múltiples, diseñados y habilitados en primera instancia para inventariar información geográfica, la cual a su vez alimenta las funciones de análisis con que están equipados los SIG, para finalmente convertirse en herramientas útiles a las tareas de administración y planificación.

Algunos fundamentos teóricos que sustentan la posibilidad de aplicar esta tecnología para el desarrollo del presente trabajo, son:

- Las cualidades técnicas principales de los SIG: capacidad de registro geográfico de variables, manejo integrado de informaciones diversas y representación gráfica de resultados.
- Como sistemas diseñados para el procesamiento y análisis de información, los SIG proporcionan facilidades de acceso, organización, selección, integración y actualización de diversas series de datos con ahorros considerables de tiempo y a bajo costo.
- Todo SIG se estructura por cuatro subsistemas principales de funcionamiento: entrada de datos, archivo y acceso, manejo y análisis de datos, y representación gráfica de la información. Además, un SIG se distingue de cualquier otro sistema similar, principalmente por ser capaz de generar nueva información a partir de la contenida en sus bases de datos.

Por último, es importante mencionar que los sistemas de información geográfica, cuentan con la capacidad de procesar y analizar los datos en términos de la posición geográfica que ocupan los elementos, las relaciones topológicas que guardan entre ellos y de los atributos que los caracterizan y definen, lo cual les confiere además, la posibilidad de representarlos cartográficamente, (Ager ingenieros, irc S.L. 2003, Aguilera Benavente F. y Molero Melgarejo E. 2007).

Descripción del área de estudio

Características generales del distrito de Olavarría

El distrito de Olavarría se encuentra ubicado en el centro geográfico de la Provincia de Buenos Aires, (37° Sur, 60° Oeste), (ver figura1); tiene una superficie de 7,715 km², es el tercer distrito de la provincia en cuanto a su extensión y limita con los distritos de Azul, Benito Juárez, Laprida, Gral. La Madrid, Daireaux, Bolívar y Tapalqué. Su relieve corresponde a la llanura pampeana con serranías al centro-este de su geografía y cuenta con una red interna de casi 2,100 km de caminos rurales.

El distrito está integrado por la ciudad cabecera, Olavarría y las localidades de: Sierras Bayas, Villa Alfredo Fortabat, Sierra Chica, Hinojo, Colonia Hinojo, Colonia San Miguel, Espigas, Recalde, Villa Mi Serranía, Santa Luisa, Blanca Grande y Colonia Nieves. Sus principales accesos son las rutas provinciales N° 226 y N° 51, y la Ruta Nacional N° 3, vía Azul (Olavarría.gov.ar, 2010).

Descripción de la red carretera rural

La red carretera rural municipal, se organiza según una jerarquía compuesta por tres sistemas conocidos: sistema primario, secundario y terciario, dispuestos por la Ordenanza Municipal N° 3296/09. Según esta clasificación, el sistema primario conecta en forma directa las principales localidades del distrito, enlazando las rutas provinciales y nacionales. El sistema secundario está formado por los caminos de menor jerarquía, que enlazan las comunidades más pequeñas con el sistema primario. Por último, el terciario o vecinal, con bajo nivel de servicio, comunica las propiedades rurales con el sistema secundario. La relación de los tres sistemas tiene como fundamento, asegurar la adecuada movilización de vehículos para el transporte de personas y mercancías; asimismo, contempla la circulación y salida por vías alternativas, en los casos en que se produzca el deterioro o corte momentáneo de algún trayecto en particular (Menéndez, 2003).

A efectos de una mejor organización de los trabajos de mantenimiento, la Municipalidad ha dividido al distrito en seis zonas, lo cual se puede observar en la figura 2. El criterio ha sido el de equilibrar razonablemente las longitudes de caminos a atender, considerando además la inclusión en cada zona de las localidades más importantes de la vida rural, y sus vías de comunicación asociadas, (Municipalidad de Olavarría, 2010).

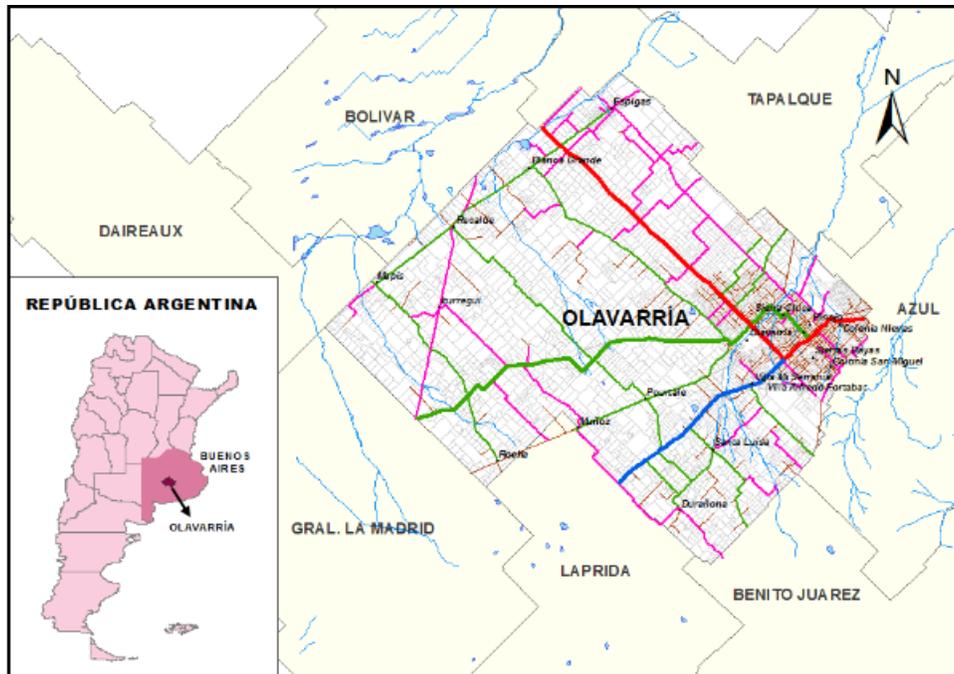


Figura 1. Ubicación del distrito de Olavarría.

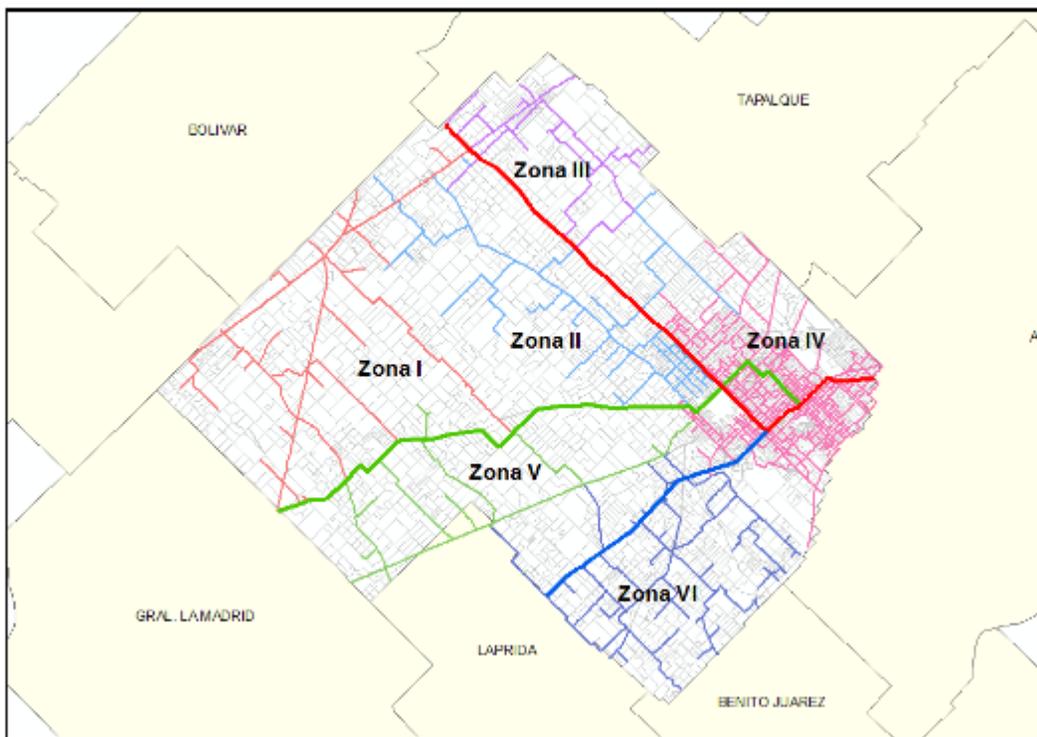


Figura 2. División de la red carretera del distrito de Olavarría en zonas.
Fuente: elaboración propia

Información para la creación del SIG

La información básica para el sistema de gestión vial se obtuvo del inventario de los caminos que conforman la red. El inventario de los tramos de una red se puede definir como el proceso metodológico que permite por un lado, identificar todos los caminos y por otro lado, conocer el estado de cada uno de ellos y de su medio.

La información primordial para la constitución del SIG surgió de dos fuentes principales: por un lado, del plano brindado por el Municipio de Olavarría y demás material informativo y bibliográfico recolectado; y por otro lado, de los datos obtenidos con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) e información adicional recopilada durante de la realización de un recorrido minucioso de la red carretera rural.

La tarea de reconocimiento de los caminos rurales incluyó una etapa en gabinete consistente en organizar los itinerarios, para ello se utilizaron el plano disponible y el software Google Earth. Esta herramienta ha sido útil para ubicar los caminos, optimizar los recursos y tiempos de recorrido y obtener la localización de los puntos de inicio y fin de las trazas en coordenadas geográficas. Además, para ubicar los caminos rurales en el campo, se utilizó un GPS Garmin Nüvi 205W, que incluye cartografía detallada de Argentina, permite almacenar los itinerarios de los recorridos, y tiene una precisión de 10 a 12 m, que se considera suficiente para etapa del trabajo, (Facultad de Ingeniería, UNICEN. Área de Hidráulica y Vías de Comunicación 2011).

Para cumplir con los objetivos planteados, se registraron datos relativos a:

1. Condiciones de la superficie de rodamiento de los caminos (material y estado de la calzada).
2. Las características técnicas del diseño geométrico de los caminos: anchos de calzada y zona de camino; cunetas, préstamos, curvas, etc.
3. Se consignaron alcantarillas longitudinales y

transversales (de estas últimas se informó, tipo, material, dimensiones, estado, etc.).

4. Se tomaron fotografías de los tramos de caminos, alcantarillas y de cualquier otra situación particular que se consideró relevante.
5. Se recolectaron coordenadas GPS de puntos singulares de caminos y alcantarillas.
6. Se informaron bajo el título general de observaciones, todos aquellos datos, hechos y características que los operadores consideraron importantes de indicar.

En la figura 3 se muestran como ejemplo del trabajo realizado, dos imágenes de las tareas de campo llevadas a cabo durante la etapa de levantamiento.

En la primera etapa la información incorporada al proyecto consistió en: el plano de catastro del distrito, los caminos rurales clasificados por zonas y según su jerarquización, las localidades, la hidrología de la zona, escuelas, etc.

La segunda etapa correspondió al procesamiento de los datos obtenidos a partir de la toma de datos de la red carretera y su infraestructura. Luego de esa labor, se llevó a cabo el trabajo en gabinete, que consistió en la construcción de la base de datos geográfica del proyecto.

Estructura de la información

La estructura de la información del SIG se basa en la distinción de dos grandes grupos de datos; por un lado, los datos espaciales que refieren la ubicación geográfica de los elementos, y por el otro, los datos o atributos que describen o caracterizan a estos últimos. Las bases de datos se organizan en capas o coberturas de información; esto es, el acceso, consulta y visualización de la información se realiza mediante la agrupación de datos a partir de un rasgo que los identifica, por ejemplo, la jurisdicción administrativa de las carreteras, su jerarquía, el estado y/o el material de la superficie de rodamiento, etc.



Figura 3. Toma de datos.

Base de datos geográfica

Una base de datos geográfica es un conjunto de datos almacenados y estructurados para describir y definir cada una de las componentes de los datos geográficos y suele estar estructurada en varias capas de datos almacenadas independientemente pero relacionadas entre sí. La base de datos única se puede desglosar según dos componentes, la base de datos de atributos y la base de datos gráfica.

Para la construcción de la base de datos geográfica del SIG, se creó inicialmente un archivo de base de datos geográfica. La propiedad más destacable de este tipo de archivos es que puede almacenar todos aquellos elementos que constituyen un SIG, ordenándolos en carpetas y estableciendo relaciones de correspondencia entre los que fuese necesario.

Una vez creado este archivo, se procedió a incorporar y ordenar todos los temas y tablas en las carpetas que se detallan a continuación:

División política. En esta carpeta se ubicaron todos aquellos temas que contienen la división política nacional, provincial y municipal.

Red_carretera. Donde se incorporaron los temas correspondientes a las polilíneas que forman la red carretera del distrito de Olavarría.

Levantamiento. En esta carpeta se almacenaron las tablas que contienen los datos obtenidos del

levantamiento.

Anexo. Se guardan aquí los archivos que no se corresponden con ninguna de las categorías anteriores, por ejemplo: escuelas, instalaciones de salud, hidrología, etc.

Base de datos de atributos

Para la realización de este trabajo, se creó un importante conjunto de tablas de atributos, entre las más importantes podemos mencionar las correspondientes a la red carretera, donde la información fundamental concierne al nombre del camino, su jerarquía dentro del tejido rural, la zona a la cual pertenece y su longitud. Cada una de las tablas está asociada a un grupo homogéneo de elementos geográficos y se compone de un número variable de filas y columnas. Cada fila (registro) contiene una descripción de una característica geográfica y cada columna (campo) almacena un atributo o característica específica del tipo numérico, alfanumérico, texto, fecha, etc., (ver figura 4).

Base de datos gráfica

La cartografía digital constituye la primera fuente de información para un SIG, y es en esencia el origen de la organización y la estructura básica del sistema, por lo que es muy importante cada aspecto que la constituye. Es por esto que el diseño de la base de datos gráfica debe dar respuesta a las necesidades e interrogantes que se tengan en forma rápida y directa.

id	Shape	CAMINO	JERARQUÍA	ZONA	LONGITUD (Kil)
1	Polilinea III	078-15	Camino Primario	Zona I	31,6
2	Polilinea III	77-2-05	Camino Secundario	Zona I	4,0
3	Polilinea III	78-2-84	Camino Terciario	Zona I	13,5
4	Polilinea III	078-16	Camino Terciario	Zona I	3,8
5	Polilinea III	078-15	Camino Primario	Zona I	22,2
6	Polilinea III	78-2-80	Camino Terciario	Zona I	5
7	Polilinea III	77-2-02	Camino Secundario	Zona I	11,4
8	Polilinea III	78-2-82	Camino Terciario	Zona I	3,4
9	Polilinea III	78-2-82a	Camino Terciario	Zona I	7,7
10	Polilinea III	078-16	Camino Primario	Zona I	36,4
11	Polilinea III	78-2-81	Camino Terciario	Zona I	2,2
12	Polilinea III	78-2-88	Camino Terciario	Zona I	2,4
13	Polilinea III	77-2-05	Camino Terciario	Zona I	7,3
14	Polilinea III	78-2-84	Camino Terciario	Zona I	10,8
15	Polilinea III	078-15	Camino Terciario	Zona I	4,8
16	Polilinea III	77-2-88	Camino Terciario	Zona I	9,3
17	Polilinea III	78-2-85a	Camino Terciario	Zona I	0,1
18	Polilinea III	78-2-89	Camino Terciario	Zona I	4,3
19	Polilinea III	77-2-05	Camino Terciario	Zona I	3,0
20	Polilinea III	78-2-88	Camino Terciario	Zona I	3,2
21	Polilinea III	78-2-85	Camino Terciario	Zona I	10,7
22	Polilinea III	77-1-02	Camino Secundario	Zona I	21,0
23	Polilinea III	078-14	Camino Secundario	Zona I	45,9
24	Polilinea III	78-2-87	Camino Secundario	Zona I	7,8
25	Polilinea III	77-2-72	Camino Terciario	Zona I	1,3
26	Polilinea III	55-2-16	Camino Secundario	Zona I	8,5

Figura 4. Ejemplo de una tabla de atributos.

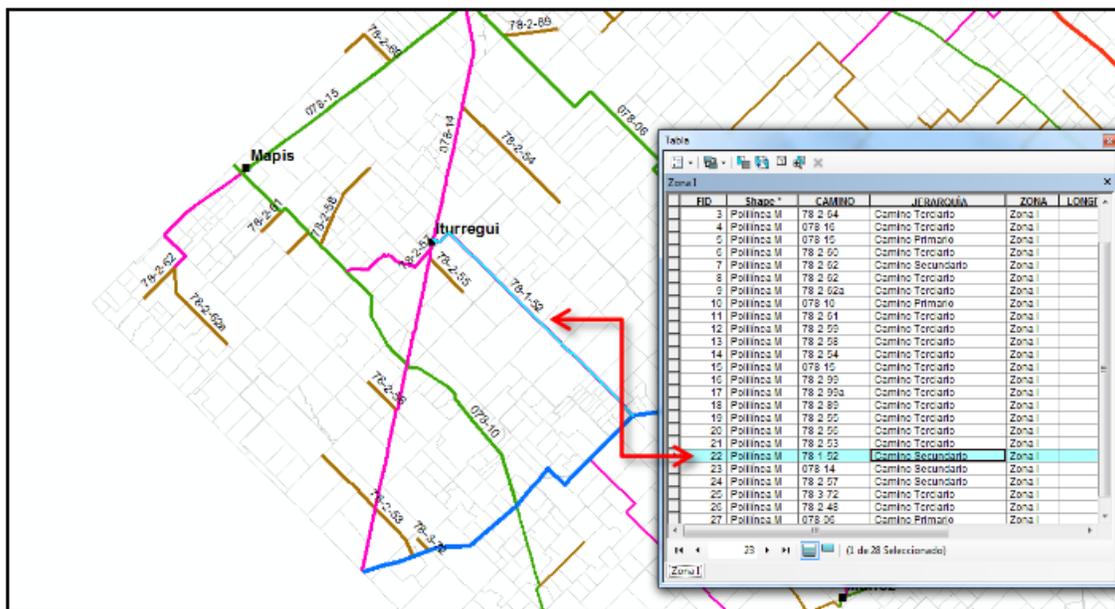


Figura 5. Ejemplo de una tabla de atributos asociada a una base de datos gráfica.

Base de datos gráfica

La cartografía digital constituye la primera fuente de información para un SIG, y es en esencia el origen de la organización y la estructura básica del sistema, por lo que es muy importante cada aspecto que la constituye. Es por esto que el diseño de la base de datos gráfica debe dar respuesta a las necesidades e interrogantes que se tengan en forma rápida y directa.

La figura 5 muestra cómo la tabla de atributos del ejemplo anterior se asocia a la base de datos gráfica, asimismo se puede notar cómo, eligiendo un registro (o múltiples registros) se selecciona la entidad gráfica a la que corresponde, el camino inverso es también válido, es decir, si del mismo modo se selecciona una o varias entidades gráficas es posible consultar automáticamente sus atributos en la tabla.

Cartografía base

La cartografía base o cartografía de inicio necesaria para realizar el trabajo debe representar el área de estudio, que en este caso corresponde al distrito de Olavarría. En esta parte, se destaca que la primera fase de desarrollo del SIG consistió en la creación de la plataforma básica de datos espaciales, a partir de la cual se conformó todo el sistema; ésta se centró en la creación, en formato digital, de bases de datos georreferenciados consistentes en el trazado de la red carretera del distrito, red ferroviaria, red hidrológica, ubicación de las localidades, escuelas, centros de atención primaria, etc.

Cabe señalar que todos los datos digitales y

georreferenciados mencionados anteriormente fueron obtenidos mediante la digitalización manual de la cartografía concedida por el Municipio y otras fuentes consultadas.

Representación cartográfica

La representación cartográfica es uno de los componentes más importantes del SIG, pues sirve como base visual georreferenciada, la cual asociada a los datos tabulados, forma de esta manera el SIG.

Una aplicación del SIG proporciona las herramientas básicas para visualizar los datos espaciales, incluyendo funciones de análisis, creación y edición de datos geográficos así como la generación de gráficos, informes y mapas con calidad de presentación.

En un mapa la información geográfica se muestra como “capas”, una capa es un nivel básico de información geográfica que representa mediante simbología una determinada fracción de la realidad, se entiende como una colección de elementos geográficos, así como los atributos de estos elementos. Las capas se almacenan y organizan en “marcos de datos” para ser visualizados de forma conjunta y ocupar una misma área geográfica. El marco de datos posee propiedades tales como el sistema de coordenadas, la escala de referencia y la escala de despliegue.

El sistema también fue provisto de una serie de fotografías tomadas por los operadores en los

recorridos realizados por la red carretera. Las mismas muestran características destacables de los tramos de caminos, las condiciones de las alcantarillas, o cualquier otra particularidad que se haya querido exponer a través de ellas.

Consulta de datos y resultados

Todas las capacidades de los sistemas de información geográfica se resumen en los resultados que se pueden producir. Se deben considerar como resultados todas las salidas del sistema, ya sean listados, gráficos, o mapas. Aunque pueden entregarse en papel, todas las presentaciones suelen desplegarse en pantallas interactivas, con gran facilidad de modificar los parámetros y rangos de los valores a representar.

Consulta al sistema

El sistema tiene la capacidad de construir consultas a la base de datos, esto es, expresiones que contienen atributos, operadores y valores, que permiten seleccionar los registros que cumplan la condición especificada en la consulta. En este proceso se pueden derivar nuevos campos a partir de la información que contiene una tabla existente, relacionar datos y realizar operaciones matemáticas entre ellos, que permiten generar nueva información sin necesidad de modificar la original.

Por ejemplo, se podría consultar a la base datos cuáles tramos de caminos tienen su superficie en estado malo “M”, y a su vez cuáles de éstos se corresponden con un tipo de material de calzada en particular, por ejemplo tosca “T” (material constituido por limos o limos arcillosos de origen eólico con posterior redistribución fluvial con fuerte impregnación de carbonato de calcio y en algunos casos con hidróxido de hierro). En la figura 6 se muestra la realización de la consulta y la correspondiente tabla de atributos examinada, en la cual se seleccionan los registros que cumplen con las condiciones impuestas en la interrogación, los cuales se señalan por color.

Obtención de datos estadísticos

El análisis estadístico ayuda a extraer información adicional de los datos que podría no ser evidente simplemente mirando el mapa; se trata de información sobre, por ejemplo, cómo se distribuyen los valores de atributos, si hay tendencias espaciales en los datos, o si las entidades forman patrones espaciales. A diferencia de las funciones de consulta, tales como “identificar” o “seleccionar”, que proporcionan información sobre entidades individuales, el análisis estadístico revela las características de un conjunto de entidades como un todo.

Mapas temáticos

Los mapas temáticos permiten dar información gráfica asociada a los datos que desean ser representados sobre un mapa. Éstos se crean para mostrar valores específicos de una tabla, lo que hace de éste un método rápido y eficaz para visualizar la información y efectuar análisis de datos. La creación de un mapa temático, consiste en resaltar de un mapa (por medio de diferentes colores, sombreados, símbolos, etc.) un tema en particular en base a las herramientas que el sistema ofrece.

La manera de representar los datos es la decisión más importante en relación a la elaboración del mapa. Con una correcta elección de la simbología se determina cuánto puede decir un mapa, en otras palabras qué tan bien se comunica y expresa la información impresa. En algunas representaciones de datos se puede elegir un símbolo único para determinar, por ejemplo, la ubicación de alguna entidad. En otras ocasiones se requerirá mostrar datos basados en atributos de un rasgo en particular o alguna característica especial.

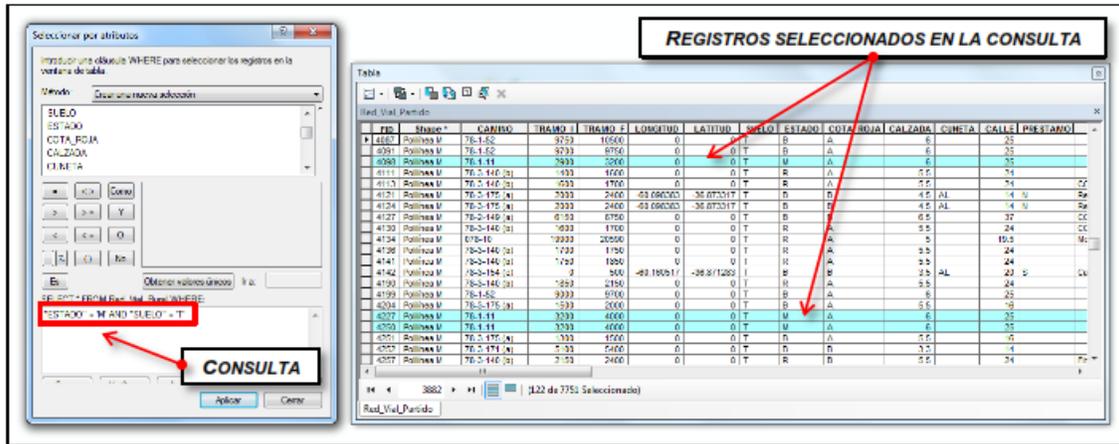


Figura 6. Consulta a una tabla de atributos.

Existen varias opciones para crear la simbología de mapas temáticos cualitativos y cuantitativos, en función de diferentes métodos de clasificación temática: por entidades, por categorías, por cantidades (colores graduados, símbolos graduados, símbolos proporcionales), por gráficos (de sectores, barras, columnas, apilados) o por múltiples atributos relacionados.

A continuación se presentan algunas de las representaciones y resultados que pueden generarse a partir del SIG aplicado a los caminos rurales del distrito de Olavarría. Las alternativas de vistas y resultados que el sistema permite generar no se limitan de ninguna manera a las que se presentan a continuación, sino que sólo se muestran algunas de las que se consideran de mayor relevancia según la información que se maneja en este trabajo.

La figura 7 muestra una captura de pantalla en la que se presenta parte de la cartografía base del proyecto, entre ella, las capas de información geográfica que muestran entidades de polígonos, ellas son: “Distrito de Olavarría”, “Distritos limítrofes” y “Catastro”; aquellas que contienen información de polilíneas: “Red Carretera Rural”, “Rutas”, “Ferrocarriles”, “Hidrología”, etc. y capas de entidades puntuales que indican: “Localidades”, “Escuelas” e “Instalaciones de salud”. En la figura se destaca la capa “Red Carretera Rural” clasificada, utilizando diferentes colores, según su jerarquía y una tabla dinámica, mediante la cual se obtuvo la suma total de la longitud de las vías según correspondan a caminos primarios, secundarios o terciarios. La tabla 1 presenta un resumen de la distribución de la longitud de los caminos según su importancia por zona.

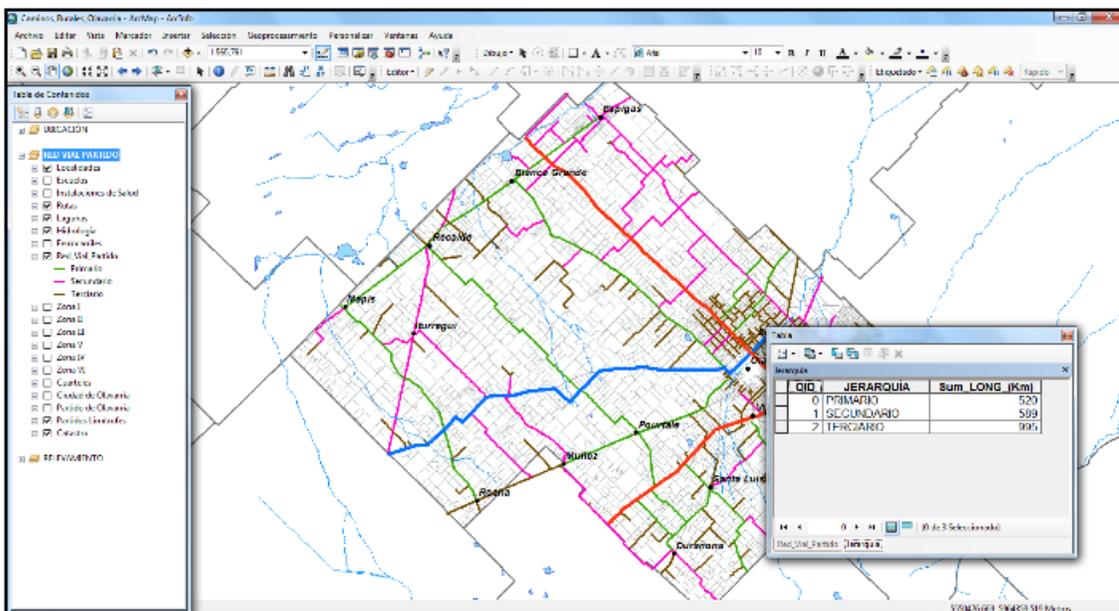


Figura 7. Captura: red carretera rural clasificada según su jerarquía y tabla resumen de la longitud de los caminos.

Tabla 1. Distribución de longitudes de caminos por jerarquía y por zona.

ZONA	Longitud de caminos (Km)		
	Primarios	Secundarios	Terciarios
I	147	86	75
II	62	64	182
III	7	159	0
IV	41	129	509
V	162	53	55
VI	101	98	174
TOTAL	520	589	995

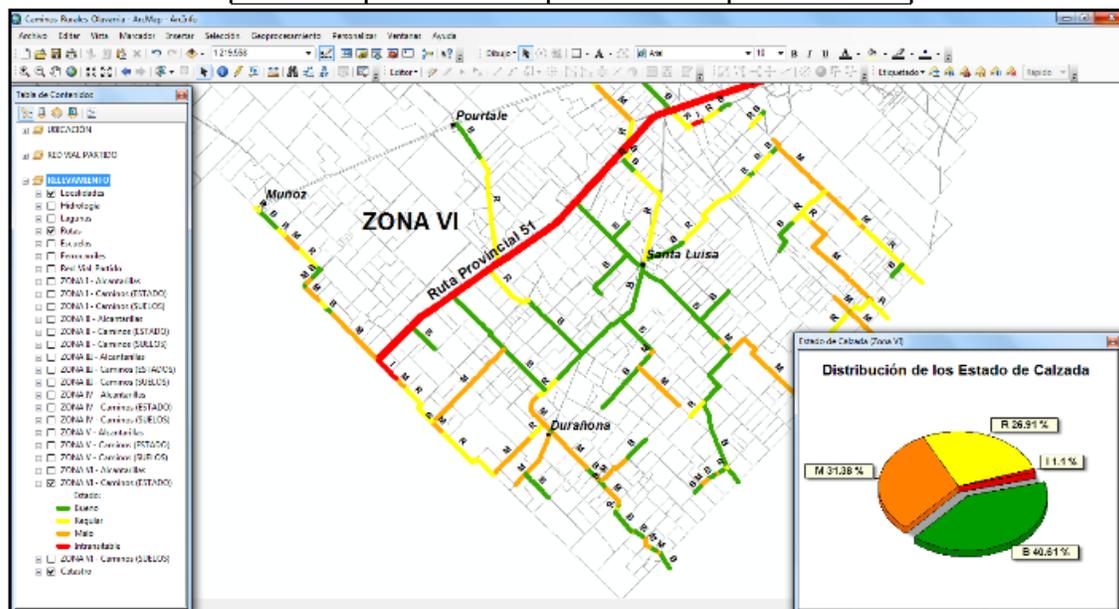


Figura 8. Captura: caminos zona VI clasificados según el estado de la calzada y gráfico circular.

En la figura 8 se presenta un mapa temático en el que se muestran los caminos de la Zona VI distribuidos según el estado de la calzada, creado teniendo como fuente principal los datos del levantamiento de los caminos del distrito. En el margen inferior derecho de la captura se complementa el mapa con un gráfico circular que sirve para analizar de otra manera la misma variable.

Conclusiones

Entre las principales conclusiones obtenidas en el desarrollo de este trabajo se destacan:

La complejidad en los procesos de planificación, organización, gestión y evaluación de las redes carreteras reclaman sistemas eficientes de manejo y análisis e información en términos de capacidad de almacenamiento, velocidad de procesamiento,

versatilidad, certeza y confiabilidad; como respuesta a estas necesidades se destacan los sistemas de información geográfica.

La aplicación de un SIG a la red carretera rural de Olavarría, constituye una herramienta eficaz para la administración y análisis de las bases de datos asociadas a los caminos rurales del distrito. Este sistema es un instrumento con una interfaz de fácil manejo para el usuario, facilita la capacidad de análisis para la toma de decisiones y posibilita realizar diferentes mapas temáticos.

El SIG desarrollado permite la administración de información geográfica y alfanumérica, individual (por tramos) o general de toda la red carretera rural de Olavarría, con la capacidad de realizar consultas especializadas, análisis estadísticos y geográficos,

facilitando la generación de reportes o resultados finales. El SIG ha simplificado el proceso de carga, transformación y almacenamiento de la información, con el fin de hacer accesible el sistema a usuarios sin conocimientos previos en esta tecnología.

El SIG implementado es de alcance municipal, tiene una total cobertura de los caminos rurales del distrito, así como de los atributos que caracterizan a cada uno de sus tramos, conforma una visión global del sistema carretero rural en la actualidad y asimismo sirve como registro histórico del estado de las vías. Por tal razón, es importante señalar que puede ser utilizado por una gran diversidad de usuarios, ya sean del ámbito académico, empresarial o gubernamental, entre otros.

El SIG, como está estructurado, con la información disponible y con las funciones y operaciones facilitadas, contribuye a la toma de decisiones en las labores de planificación, organización, gestión y operación del sistema local de transporte rural, desde un ambiente gráfico de fácil manejo, con capacidades de propósito múltiple y con una estructura abierta de bases de datos para actualización y expansión permanente. El sistema constituye un mecanismo de acceso, consulta, despliegue visual, análisis espacial y representación cartográfica de la información

generada.

Es necesario señalar que el SIG aplicado a los caminos rurales de Olavarría es un primer esfuerzo de consulta y análisis de la información carretera y anexa del distrito de Olavarría, partiendo de este sistema, se puede lograr estructurar un sistema más completo. En el mismo sentido, se considera que los avances logrados en este trabajo son elementos concretos sobre los cuales se pueden basar futuras aplicaciones, entre ellas, es posible citar: análisis de accesibilidad de los servicios públicos de educación y salud, ya que el SIG desarrollado cuenta con los elementos para tal fin.

Por último, debe destacarse que el SIG, considerando la dinámica de los cambios que se producen en las carreteras, exige para mantener la vigencia, utilidad e importancia de la base de datos geográfica y alfanumérica que lo compone, un proceso continuo de mejora que, conforme a sus objetivos, incorpore y adapte la innovación constante de la plataforma tecnológica que lo sustenta, tanto en términos de actualización y ampliación de la información que lo integra, como de la programación y el desarrollo de funciones y operaciones que respondan a las necesidades planteadas por los usuarios.

Bibliografía

Ager ingenieros, irc S.L. (2003). *Los Sistemas de Información Geográfica. Características y aplicaciones generales*. Recuperado el 3 de septiembre de 2010 de www.ageringenieros.com.

Aguilera Benavente F. y Molero Melgarejo E. (2007). *Los sistemas de Información Geográfica SIG. Introducción y conceptos básicos*. Laboratorio de Urbanismo y Ordenación del Territorio. Granada, España.

Facultad de Ingeniería, UNICEN. Área de Hidráulica y Vías de Comunicación. (2011). *Red Vial Rural. Plan Maestro. Propuesta estratégica, a largo plazo, para la Reparación y Mantenimiento de la Red Vial del Distrito de Olavarría*.

Menéndez R. J. (2003). *Mantenimiento Rutinario de Caminos con Microempresas. Manual Técnico*. Organización Internacional del Trabajo. Oficina subregional para los países andinos.

Municipalidad de Olavarría (2010). *Pliego de Bases y Condiciones de la Licitación Pública para la prestación del Servicio de Reparación y Mantenimiento de la Red Vial del Distrito de Olavarría*.

Olavarria.gov.ar. (2010). Disponible en: <http://www.olavarria.gov.ar>. Recuperado el 14 de mayo de 2010.

Este documento debe citarse como: Amaral Manso, M. L., Gelmi, M., Vornetti, A., Améndola, G. (2016). **Utilización de un Sistema de Información Geográfica en la red carretera rural del distrito de Olavarría.** Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY, 20-1, pp. 46-56.