

BOLETÍN TÉCNICO

PITRA-LanammeUCR

Volumen 12, N.º 3, Marzo 2021

Aplicaciones móviles SIG-GNSS y su uso en la gestión de la red vial

Josué Francisco Guzmán Navarro

Geógrafo

✉ josue.guzman@ucr.ac.cr

Unidad de Gestión Municipal-PITRA LanammeUCR

1. Introducción

El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y el Sistema Global de Navegación por Satélite (o GNSS por sus siglas en inglés) también llamado a todo el sistema - de manera popular e incorrectamente - como "GPS", son un conjunto de herramientas que están integradas en la mayoría de actividades profesionales que se desarrollan comúnmente hoy en día, como por ejemplo la georreferenciación espacial de estructuras o eventos mediante dispositivos GNSS, cuyo procesamiento y análisis se realiza mediante un SIG.

El uso de los dispositivos móviles, desde hace algunos años, se ha convertido en una práctica cada vez más integrada en el día a día de toda la población en general. Uno de los usos generales y más comunes es la utilización del GNSS en diversas aplicaciones para navegación, entre las que podemos mencionar: GoogleMaps®, Waze®, Openstreet maps®. Otros usos que se les puede dar a los sistemas GNSS en dispositivos móviles, es su utilización en servicios de transporte de personas y entrega de alimentos y mercancías.

Un ejemplo práctico del uso estos sistemas es la gestión de la Red Vial por parte de entes administradores, como puede ser una institución estatal o un gobierno local, donde por medio de un SIG se pueden inventariar, clasificar, evaluar y planificar todos los elementos de su red vial y georreferenciarlos espacialmente para crear bases de datos con múltiples atributos y realizar análisis complejos que buscan obtener una mayor eficiencia en el uso de los recursos económicos en un menor tiempo.

A raíz de la importancia que tienen los SIG y el uso del GNSS en el ámbito profesional, los avances tecnológicos y el uso general de los dispositivos móviles han abierto una serie de posibilidades para la captura de datos en campo. Asimismo, cabe destacar el procesamiento que han generado el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles especialmente diseñadas para levantamiento de información más compleja de campo, que también incorporan algunas herramientas comúnmente ofrecidas por los SIG de uso en oficina.

Por tanto, en este boletín se presenta un resumen de los principales resultados obtenidos de una investigación realizada por la Unidad de Gestión Municipal (UGM) del PITRA, la cual buscaba mostrar, en primera instancia, las características GNSS disponibles en los dispositivos móviles más utilizados en la actualidad que pueden ser aplicados en la gestión de activos viales y que están disponibles en los sistemas operativos más comunes. Seguidamente, se detallarán algunas de las características más importantes de las aplicaciones GNSS para uso profesional para dichos sistemas operativos; y por último, se muestra un caso de estudio sobre el uso de la aplicación llamada Oruxmaps® para sistema operativo Android, enfocada en la gestión vial de activos.

2. Sistemas de Información Geográfica

Según Olaya (2014) “En palabras habituales, un SIG es un conjunto de software y hardware diseñado específicamente para la adquisición, mantenimiento y uso de datos cartográficos” (p. 07). Consecuentemente, un SIG es un conjunto de instrumentos técnicos con capacidades múltiples, diseñados y habilitados, en primera instancia, para recolectar información geográfica o espacial, que a su vez alimenta una serie de procesos de análisis simples o complejos para, finalmente, convertirse en herramientas útiles para desarrollar las tareas de administración, gestión y planificación. Actualmente, el uso de los SIG es una herramienta fundamental en cualquier sistema de administración de redes viales, especialmente de las entidades públicas encargadas de gestionar y administrar su correspondiente red vial y los activos que la comprenden.

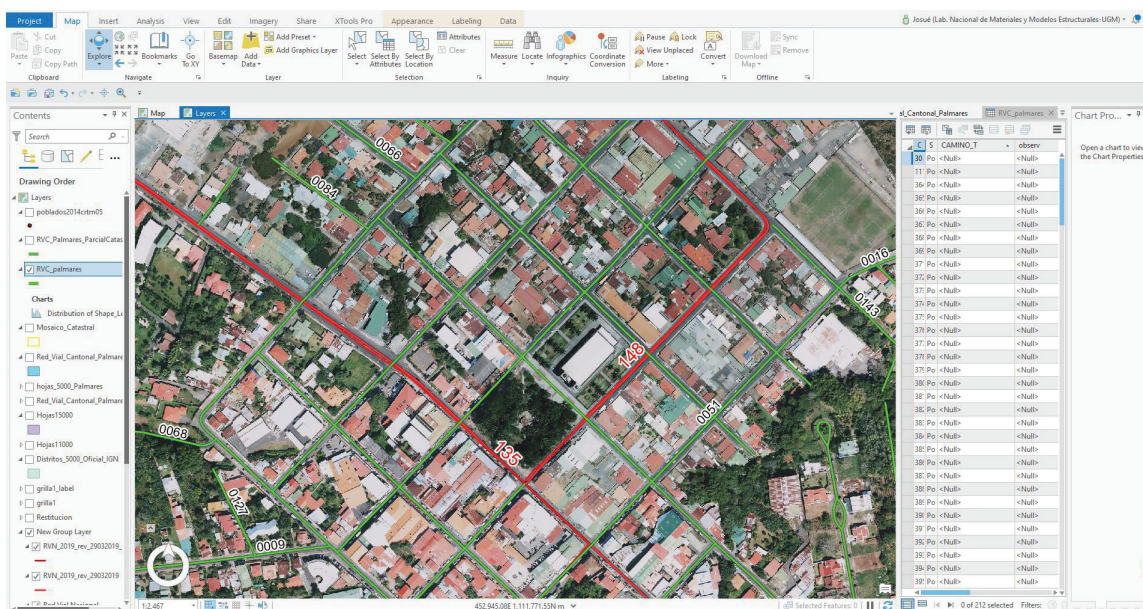


Figura 1. Proceso de validación de la red vial cantonal de Palmares visualizado en un SIG. 2021

Toda la información que tenga un componente espacial puede ser representada y analizada mediante un SIG, es por esta razón que existe una alta gama de usos que se le pueden dar:

- Administración y gestión pública
- Mapeo
- Planeamiento urbano y rural
- Redes viales y transporte
- Edificaciones y obras civiles
- Telecomunicaciones
- Agricultura y ganadería
- Gestión ambiental
- Manejos de desastres y su mitigación

3. Sistema global de navegación por satélite

Un Sistema GNSS es un conjunto de sistemas de navegación por satélite, como son el GPS, GLONASS, Galileo y COMPASS-BeiDou, que son capaces de dotar en cualquier punto y momento, un posicionamiento espacial y temporal (García, 2008, p. 04). A continuación, se menciona cada uno de los principales elementos que conforman parte del GNSS:

- GPS: El GPS tiene su origen en el sistema TRANSIT (también norteamericano) un sistema de navegación que surgió en los años 60 como resultado de la colaboración entre los Departamentos de Defensa y Transporte de los EEUU y la NASA (García, 2008, p. 20)
- GLONASS: La contrapartida rusa al GPS es el GLONASS, desarrollado en conjunto por el Ministerio de Defensa ruso, Academia de las Ciencias y la Armada Soviética entre 1968 y 1969 (García, 2008, p. 26)
- Galileo: es la respuesta europea al nuevo panorama internacional de GNSS; constituye el primero de los llamados GNSS-2 y se espera que genere multitud de beneficios económicos y puestos de trabajo en la Unión Europea. (García, 2008, p. 31)
- COMPASS-BeiDou: El sistema mundial de navegación de China, que consta de cinco satélites geoestacionarios y treinta no geoestacionarios. (García, 2008, p. 35)

Los dispositivos más recientes de toma de datos geográficos pueden funcionar con todos los diferentes sistemas antes mencionados, por lo que su precisión aumenta considerablemente, ya que cada sistema al ser independiente entre sí puede complementar la precisión de la ubicación espacial en conjunto con los demás.

4. Aplicaciones SIG y GNSS en los dispositivos móviles

Según Basterretche (2007) "Definimos dispositivo-teléfono móvil o celular como un dispositivo electrónico de comunicación, normalmente de diseño reducido y sugerente y basado en la tecnología de ondas de radio (es decir, transmite por radiofrecuencia), que tiene la misma funcionalidad que cualquier teléfono de línea fija. Además de ser capaz de realizar llamadas como cualquier otro teléfono convencional, un celular más o menos moderno suele incorporar un conjunto de funciones adicionales". En el caso de la investigación realizada, estas funciones adicionales pueden contemplar la incorporación de antenas o sensores de localización, como la incorporación de tecnologías GNSS.

El mercado de los dispositivos móviles presenta una gran diversidad en cuanto a sistemas operativos; entre los principales y más utilizados se encuentra el sistema Android® de código abierto desarrollado por Google®, compatible con múltiples dispositivos y marcas; y el IOS desarrollado por Apple® de código cerrado. Cada sistema operativo cuenta con diferentes tipos de aplicaciones especializadas para la georreferenciación de elementos y eventos espaciales. En la actualidad son varias las aplicaciones existentes mediante las cuales se puede llevar a cabo la georreferenciación y captura de datos de diferente índole. La mayoría de estas aplicaciones han sido desarrolladas para funcionar en un Smartphone mientras que otras requieren ser instaladas en una Tableta (Morales, Backhoff, Vázquez, González, 2015, p. 16).

Las aplicaciones GNSS para dispositivos móviles se pueden dividir en tres grandes grupos:

- Aplicaciones para navegación: como Waze®, Google maps®, etc.



Figura 2. Aplicación Google Maps para dispositivos móviles. 2021

- Aplicaciones para recolección de datos: QField®, MapWorks®, ArcGIS collector®, Oruxmaps, etc.
- Aplicaciones de entretenimiento o juegos basados en la localización del usuario.

5. Caso de estudio: Aplicación Oruxmaps

En la investigación realizada, se analizó la aplicación Oruxmaps para recolección de datos para sistema operativo Android de código abierto, debido a su accesibilidad por ser de uso libre. Esta aplicación resulta útil para el inventario y gestión de la red vial por parte de entidades que tienen que ver con su administración o instituciones afines al estudio y análisis de la red vial.

La Unidad de Gestión Municipal-PITRA LanammeUCR, desde hace algunos años desarrolla labores de campo con esta aplicación y además capacita a las municipalidades del país sobre su uso en la gestión de activos de la red vial cantonal, determinándose los siguientes beneficios durante su uso:

- Portabilidad: Al funcionar en un dispositivo portátil pequeño y liviano, como un celular, no es necesario llevar siempre a mano un dispositivo exclusivo GNSS de mayor tamaño y costo para poder realizar el levantamiento de información georreferenciada en campo.



Figura 3. Levantamiento en campo utilizando Oruxmaps. Upala. 2021.

- Costo: Existe una versión de la aplicación que se puede descargar de manera gratuita desde su página web: <https://www.oruxmaps.com/cs/es>
- Visualización: Se pueden visualizar diferentes tipos de mapas: online, WMS del Sistema Nacional de Información Territorial de Costa Rica (SNIT), o bien mapas propios, lo que resulta muy útil para realizar una mejor interpretación del entorno y un apropiado levantamiento de la información. También, es posible visualizar ortofotos en escala 1:1000 y 1:5000, las cuales están disponibles en el Sistema Nacional de Información Territorial de Costa Rica (SNIT), como se observa en la Figura 4.



Figura 4. Visualización de Ortofotos 1:1000 del SNIT en Oruxmaps.2021.

- Trabajo sin conexión a internet en el campo: una vez que el usuario se encuentre en el sitio donde necesita realizar un levantamiento de información geográfica, el sistema de GNSS puede funcionar sin conexión a internet. Sin embargo, la visualización de los mapas base sí necesita conexión a internet, pero la aplicación ofrece guardar los mapas base en la memoria o por medio de descarga directa.
- Permite cargar capas cartográficas tipo shapefile y .kml: Oruxmaps permite la gestión y visualización de diferentes formatos de capas base, como capas shapefile o .kml. Por ejemplo: se puede cargar una capa de la red vial y en campo consultar donde está y cuál es el código de camino en específico y sus atributos como se muestra en las Figuras 5 y 6.



Figura 5. Visualización de capa base precargadas en Oruxmaps. 2021.



Figura 6. Manejo de información asociada a una capa cartográfica en Oruxmaps. 2021.

- Se pueden crear waypoints y tracks con información detallada: Una de las principales utilidades de esta aplicación, es el levantamiento en campo de información georreferenciada, en ella se pueden hacer levantamientos basados en la ubicación GNSS o bien seleccionar la ubicación directamente sobre el mapa base. Por otra parte, la información que se puede asociar a ese elemento levantado puede ser muy amplia, desde imágenes, audios, videos y notas. Ver Figura 7.



Figura 7. Levantamiento de tracks (línea) en Oruxmaps. Upala. 2021.

- Se pueden crear formularios básicos: Otra de las utilidades de esta aplicación, es la creación de formularios los cuales se puede incluir en un punto (waypoint); este formulario admite varios tipos de formatos de respuestas como selección única, selección múltiple, entrada de texto y números enteros y decimales, fechas, entre otras. Una vez realizado el formulario, este se puede exportar como una tabla, como se muestra en la Figura 8.

PUENTES	
Nombre	Puente San Jorge
Fecha	feb. 9, 2021
Codigo	10800451
Longitud	30.6
Ancho	8.5
Material	Mixto
Barandas	<input checked="" type="checkbox"/>

Figura 8. Implementación de formulario en Oruxmaps. 2021.

- Conexión con un sistema GNSS externo y otros sensores: Esta ampliación permite la vinculación de antenas GNSS externas mediante conexión Bluetooth. Esto permite estandarizar la calidad del levantamiento geográfico entre varios dispositivos. Cabe mencionar que existen en el mercado muchas marcas de dispositivos móviles y a su vez, estos pueden tener características de rendimiento muy diferenciadas entre sí. La ubicación espacial realizada a través de la antena GNSS permite omitir el tipo y marca del dispositivo móvil usado, por ello, se estandariza la calidad del levantamiento.

- Exportación a diferentes formatos: Una vez realizado el levantamiento geográfico en campo, se puede exportar esa información en diferentes formatos, como lo es .kml, .kmz, .gpx o tablas como .csv. Además, se puede exportar por diferentes medios como por correo electrónico, aplicaciones de mensajería o bien conectando el dispositivo a una computadora y respaldar la información.

6. Aplicaciones en la gestión de la red vial cantonal

Desde hace aproximadamente tres años, la Unidad de Gestión Municipal (UGM) del PITRA LanammeUCR, como parte de sus funciones de ley, desarrolla cooperación técnica junto con varias municipalidades del país en temas relacionados con SIG, específicamente dirigido a las Unidades Técnicas de Gestión Vial Municipal (UTGVM), con miras a fortalecer el proceso de digitalización y validación de la red vial cantonal, donde se utilizan técnicas y procedimientos basados en los SIG y levantamientos GNSS.

Durante el proceso de revisión y validación de la red vial cantonal junto con las UTGVM, se definen caminos con inconsistencias que se deben resolver con una visita de campo y su respectivo levantamiento GNSS, que es la única forma de resolver de forma adecuada la inconsistencia. Generalmente, las UTGVM utilizan dispositivos GNSS exclusivos para este fin, los cuales tienen algunas desventajas por sus características técnicas que limitan la correcta visualización de información, por ejemplo, el uso limitado de capas base (shapefiles) o imágenes de referencia de fondo como son las ortofotos oficiales para Costa Rica.

Por esta razón, la Unidad de Gestión Municipal-PITRA LanammeUCR sugiere la utilización de las aplicaciones similares Oruxmaps a las UTGVM durante el proceso de validación de la red vial cantonal a su cargo, mediante talleres prácticos, tanto en oficina como en campo. Además, recomienda su uso posterior para las labores cotidianas que realizan estas UTGVM relacionadas con la administración de su respectiva red vial.



Figura 9. Capacitación Oruxmaps dirigida a la municipalidad de Palmares. 2021.

El proceso de capacitación de la aplicación Oruxmaps hacia las UTGVM ha sido muy acogido por estas, por cuanto se les facilita en gran medida el trabajo que deben realizar, ya que pueden interpretar y localizar de forma rápida y ágil, donde está el camino que deben levantar y realizar este procedimiento eficazmente. Además, por ser una aplicación que se puede instalar en cualquier dispositivo con sistema operativo Android, la utilización de este sistema SIG-GNSS generalmente es bastante asequible tanto para los técnicos de campo como para los profesionales relacionados con la gestión vial.

Una vez el funcionario conozca el funcionamiento de la aplicación Oruxmaps, este podrá ser capaz de realizar verificaciones y levantamientos en campo de forma rápida y eficiente, contando con información de referencia muy útil como puede ser los mapas base (ortofotos, imágenes de satélite) e información de referencia (capas codificadas de la RVC).

Existen múltiples formatos de salida para los datos recolectados en campo y estos se pueden exportar dependiendo de las necesidades que el usuario requiere, tanto archivos georreferenciados como .kml, .gpx así como formatos tabulares como son los .csv, que sirven para exportar los formularios o encuestas. Adicionalmente también se pueden exportar archivos asociados como fotografías, audio, video, notas, etc.

Una vez que todos los datos que se recolectaron en campo con la aplicación Oruxmaps sean exportados al formato necesario, estos son compatibles con diferentes softwares especializados en SIG como es ArcGIS®, QGIS®, etc.; y también en software especializados en manejo de bases de datos como Excel® o Access®. Toda esta información recolectada es de mucha utilidad, ya que puede servir para diferentes usos y aplicaciones, tales como la actualización de los Inventarios Viales, bases de datos e información SIG relacionada a la gestión de la red vial cantonal.

7. Conclusiones

Los SIG y la utilización del GNSS 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, gestión y planificación.

Por otra parte, se puede afirmar que una gran mayoría de usuarios utilizan dispositivos móviles de uso personal y laboral. Por tanto, es de gran interés la utilización de aplicaciones móviles que tengan un uso práctico en la recolección de información. En este caso, la investigación estaba dirigida a todos aquellos usuarios que, de una u otra manera, tienen injerencia en la administración y gestión de las redes viales y pueden realizar levantamientos georreferenciados en campo, de una manera ágil y rápida con el uso de dispositivos móviles con aplicaciones GNSS.

Un ejemplo de aplicación GNSS para dispositivos móviles con sistema operativo Android es Oruxmaps; como se analizó anteriormente, esta aplicación ofrece muchas ventajas y facilidades. Una de las ventajas más significativas está en su relación beneficio-costos al ser una aplicación gratuita de uso libre, por lo que las entidades responsables de la administración de activos, en este caso de las redes viales, pueden verse beneficiadas sin invertir recursos económicos adicionales.

El LanammeUCR a través de la Unidad de Gestión Municipal-PITRA, y en cumplimiento de la Ley N°8114, N°8603 y N°9329, puede brindar asesoría técnica y capacitación a las municipalidades en los procesos de gestión de sus redes viales. Esto incluye capacitaciones tanto en Sistemas de Información Geográfica (SIG) como en el uso del Sistema Global de Navegación por Satélite (GNSS), donde se incluyen talleres sobre el uso de otras aplicaciones como por ejemplo Oruxmaps.

8. Bibliografía

- Basterretche, J. (2007). *Dispositivos móviles*. Universidad Nacional de Nordeste. Argentina. Recuperado el 08 de febrero de 2021, de: <http://exa.unne.edu.ar/informatica/SO/tfbasterretche.pdf>
- García, D. (2008) *Sistema GNSS (Global Navigation Satellite System)*. Universidad Autónoma de Madrid. España. Recuperado el 08 de febrero de 2021, de: <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20080125DavidGarcia.pdf>
- Morales, E., Backhoff, M., Vázquez, Juan Carlos., González, J., (2015). *Aplicación geoinformática para dispositivos móviles con fines de gestión de información geoespacial del transporte*. Publicación técnica No. 412. Instituto Mexicano del Transporte. Recuperado el 08 de febrero de 2021, de: <https://www.imt.mx/archivos/Publicaciones/PublicacionTecnica/pt432.pdf>
- Olaya, V. (2014). *Sistemas de Información Geográfica*. CreateSpace Independent Publishing Platform (Amazon). España. Recuperado el 08 de febrero de 2021, de: https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf
- Vázquez, J. Oruxmaps. (2020). *Manual de usuario Oruxmaps v8.0*. España. Recuperado el 08 de febrero de 2021, de: <https://www.oruxmaps.com/cs/es/manual>



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

PITRA

Programa de
Infraestructura del Transporte

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.
Coordinadora General - Programa de Infraestructura del Transporte

Unidad de Seguridad Vial y Transporte (USVT)

Ing. Javier Zamora Rojas, M.Sc.
Coordinador USVT

Unidad de Normativa y Actualización Técnica (UNAT)

Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc.
Coordinadora UNAT

Unidad de Investigación en Infraestructura del Transporte (UIIT)

Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc.
Coordinadora UIIT

Unidad de Gestión y Evaluación de la Red Vial Nacional (UGERVN)

Ing. Roy Barrantes Jiménez, M.Sc.
Coordinador UGERVN

Unidad de Gestión Municipal (UGM)

Ing. Erick Acosta Hernández
Coordinador UGM

Comité Editorial 2021:

- Ing. Ana Luisa Elizondo Salas, M.Sc., Coordinadora General PITRA.
- Ing. Raquel Arriola Guzmán, M.Sc. Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA.
- Rosa Isella Cordero Solano, Unidad de Normativa y Actualización Técnica, PITRA.

CENTRO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Diagramación: Licda. Daniela Martínez Ortiz.

Control de calidad: Óscar Rodríguez Quintana.

Aplicaciones móviles SIG-GNSS y su uso en la gestión de la red vial

Palabras clave: Aplicaciones móviles, GPS móvil, Gestión vial, Oruxmaps.

(506) 2511-2500

✉ direccion@lanamme.ucr.ac.cr • www.lanamme.ucr.ac.cr