

Desarrollo, implementación y publicación de un sistema geográfico para la gestión vial del cantón Cuenca

Diego F. Pacheco P. y Chester A. Sellers W.¹⁵

Introducción

En la ciudad de Cuenca, el aumento del parque automotor conlleva un problema de congestión vehicular, a esto contribuye el cierre de vías por mejoras en la ciudad, estas circunstancias han provocado un malestar en los usuarios de sistemas públicos y privados de transporte, agravando el estrés urbano como consecuencia de la contaminación, el aumento de los tiempos de viaje, repercutiendo de forma económica y social en la población de Cuenca. Disponer de mapas y cartografía vial accesible desde dispositivos móviles como celulares, GPS, tablets, PDA, permite tener alternativas de circulación y brinda herramientas para generar rutas alternas para llegar a un destino.

Una propuesta de gran acogida es la iniciativa Openstreetmap, la cual busca generar mapas viales del mundo a través de aportes hechos por usuarios entusiastas que usan las capturas de datos de GPS en el terreno, para luego ingresarla a la web. Algo similar se ha puesto en funcionamiento en la plataforma de la Universidad del Azuay con la información cartográfica vial actualizada y depurada a nivel 2, lo que representa vías principales y secundarias en diferentes formatos para su descarga. Este sitio también tiene accesos a los diferentes portales que disponen de información cartográfica vial.

El visualizador está construido utilizando el cliente ligero MSCross con una conexión a Geodatabase Postgres, dentro de este visualizador se pueden presentar como fondo cartográfico el mapa de iluminación del cantón, o se pueden utilizar las imágenes Ikonos de los años 2008-2009 con una resolución espacial de 5 metros. Sobre estas capas se pueden incluir las capas de ríos, predios y manzanas. La capa principal de vías del cantón se encuentra a una escala de visualización de 1:5000. Toda la información que se encuentra en el servidor IDE, es consultable y consumible vía un servicio WMS desde clientes ligeros o pesados (Haklay, 2010).

Dentro del cliente ligero se introdujo un aplicativo de nombre Cloude Made que es un API que consume la información para el ruteo de Openstreetmap para la generación de rutas rápidas según el tipo de medio de transporte que para el caso fueron: vehículo motorizado, bicicleta y a pie. Además, se presenta un aplicativo para la búsqueda de coordenadas específicas ya que en la actualidad hay gran cantidad de usuarios familiarizados con el uso

15 Instituto de Estudios de Régimen Seccional del Ecuador (IERSE).

de GPS y manejo de coordenadas; también se cuenta con una ventana de sincronización con Google Maps. Asimismo, en la página consta un aplicativo de Meteored, que es un API reporte climático. Para finalizar se presenta el reporte del tráfico vehicular en tiempo real utilizando Waze y Twitter.

Un servicio que se presenta dentro de la página es la generación de mapas ruteables en base a la información proporcionada por los usuarios. Esto se da gracias a la adquisición de las licencias necesarias por parte de la universidad. Otro aspecto importante es que dentro del geoportal del proyecto existe documentación, video tutoriales, ejemplos para usuarios expertos y principiantes, además de recomendaciones de usos y potencialidades que se pueden lograr con el correcto manejo y procesamiento de información cartográfica vial. También se incluyó una sección de descarga de software que incluyen Mapedit, Cgpsmapper, Osm a Map, que son de utilidad para los usuarios más especializados.

Método

Usando el software Arcgis 9.3 se procedió a realizar una revisión de la cartografía vial existente de diferentes fuentes como el Instituto Geográfico Militar, SENPLADES, ODEPLAN, etc., esto con la finalidad de seleccionar aquella de mejor calidad y a una escala que brinde mayor detalle. A partir de estas fuentes se procedió a unificar los datos de mejor calidad en el portal de Openstreetmap, para ello se tuvo que convertir los datos vectoriales en archivos GPX, que pueden ser cargados en OSM como una capa por el aplicativo JOSM (editor Java de Openstreetmap), herramienta de escritorio que permite editar la información y posteriormente cargar las actualizaciones al servidor principal (Hala, 2010).

Para sectores donde no se disponía de ningún tipo de información vial se procedió a realizar levantamientos a través de *tracks* GPS con una precisión de +5m, con recorridos y levantamientos de datos de la vía como: nombre, sentido, longitudes, intersecciones, etc. Cabe recalcar que en la mayoría de estos sectores al ser relativamente nuevos existe un alto número de vías innominadas. Parte de la edición y depuración se realizó usando imágenes satelitales Ikonos del año 2008-2009 de alta precisión.

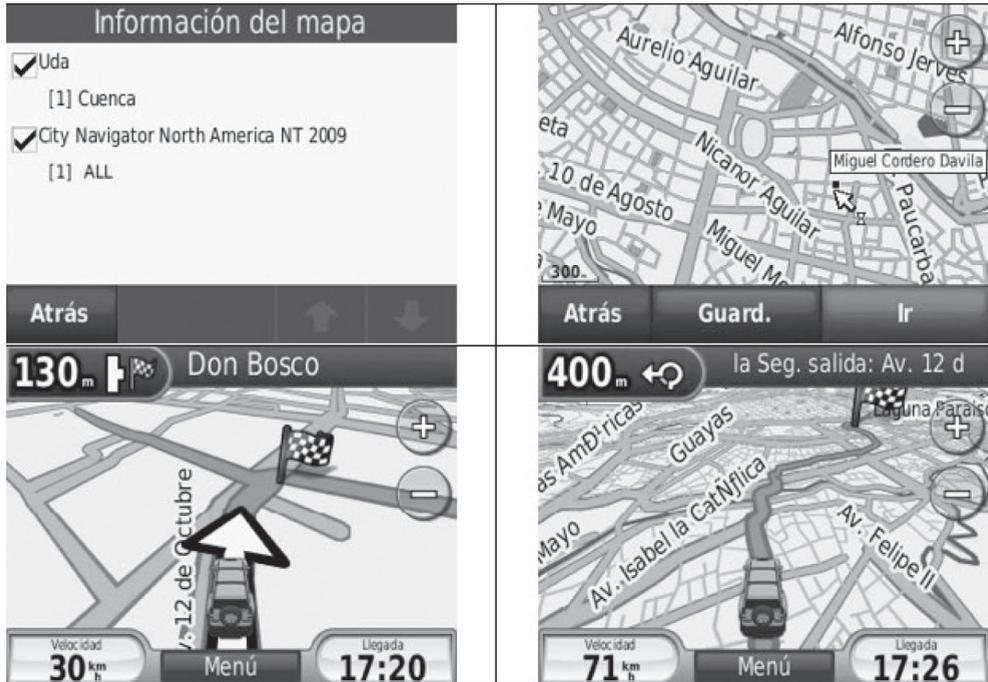
Para finalizar se usó la cartografía de Openstreetmap como fuente para montar sobre ella la información faltante que se consiguió recolectar de las otras fuentes y revisar la existente. De esta forma se consigue que esta información se adapte al estándar original de OSM.

La información descargada se encuentra en formato OSM, y para convertirla en un archivo mp (formato GpsMapEdit) se recomienda el uso del programa Osminog, que entre los analizados, ha realizado de mejor forma el proceso de conversión. Una vez generado el archivo *map* (*.mp) se procedió a modificar configuraciones como: nombre del mapa, código numérico de 8 dígitos del mapa, tipo de mapa (Garmin), niveles de zoom, etiquetas de codificación para país, provincia, ciudad; posteriormente se convirtió en un mapa formato IMG para compatibilizarlo con dispositivos GPS Garmin. Para ello usamos principalmente dos programas: GpsMapEdit para realizar el proceso de depuración que requiere un mapa ruteable (nodos perfectamente empatados, definición de la jerarquía de la vía, límites de velocidad, dirección y sentido de la vía, ciudad) y Cgpsmapper el cual nos permitió compilar

el mapa y transformarlo al formato nativo de Garmin (*.img), para que pueda ser utilizado por los dispositivos GPS.¹⁶

Cabe recalcar que para que este mapa sea compatible con la mayoría de dispositivos GPS Garmin, se compiló con una versión profesional licenciada del compilador, para que la generación de índices globales sea la correcta, índices que serán usados para realizar búsquedas de puntos, búsqueda de calles e intersecciones de calles en el mapa del dispositivo.

Figura 1
Imágenes navegador Nuvi



Para otro tipo de usuarios más especializados, se decidió publicar información a través de un servicio WMS el cual puede ser consumido por cualquier cliente pesado que soporte los estándares del Open Geospatial Consortium (OGC), para ello se publicó dicha información usando el software Geoserver, además se le asignó un Style Layer Descriptor (SLD) semejante al de OSM para una mejor visualización. Cabe recalcar que Geoserver puede servir las peticiones WMS en las versiones 1.1.1 y 1.3.0 debido a que ciertos clientes pesados como GvSig solo pueden consumir WMS de versiones 1.1.1 o anteriores.

Los servicios WMS pueden ser consumidos por clientes pesados como ArcGis, Quantum Gis, GvSig y a nivel clientes ligeros se realizó pruebas en: Openlayers 2.11, MSCross y Mapbender.

16 El detalle de este proceso se encuentra documentado en <http://gis.uazuay.edu.ec/callejero/documentos/osm2img.pdf>

Para finalizar se creó un interfaz web para que sirva de gestor de toda esta información y que pueda ser accedido desde cualquier dispositivo móvil o fijo a través de la red de internet. Existe documentación más específica, detallada y que se encuentra disponible en el sitio web <http://gis.uazuay.edu.ec/callejero/en> la cual encontramos manuales interactivos para el uso de GpsMapedit, uso de servicios WMS desde Arcgis 9.3, edición y descarga de datos de OSM para su importación a una geodatabase Postgres/Postgis.

Figura 2
Página principal

Callejero Cuenca Ecuador

[Homepage](#)
[Acerca de Openstreetmap](#)
[Servicios](#)
[Videos](#)
[Contactos](#)
[Servicios mapas](#)
[Dispositivos móviles](#)

Presentación

Objetivo:
Implementar un Sistema de Información con el plano del cantón Cuenca y su red vial, que integre la generación, actualización y publicación en la Web de la cartografía, permitiendo su descarga e intercambio con diferentes dispositivos electrónicos (GPS, radios digitales, estaciones totales, PdAs, teléfonos celulares, computadoras portátiles o de escritorio), posibilitando la realización de consultas, reportes, análisis, rureo con voz y mapas; y con ello apoyar al mejoramiento de la gestión del control de la construcciones, la gestión vial en el cantón y el aporte al desarrollo ordenado de la ciudad.

Manuales

- Edición de información OSM.
- Descargar datos de OSM y exportación a Postgis
- Generar mapas ruteables con información de OSM
- Cargar servicio WMS en ArcMap
- Manual api Cloudmade

Herramientas de Mapas

- Generador de rutas - Callejero Cuenca
- Google Maps
- Openstreetmap
- Guiame - Movistar
- Cloudmade

Software adicional

- Convertidor osm a mp

Descargas

- Mapa Ruteable cantón Cuenca 2012 - Mapsource
- OSM Cantón Cuenca 2012
- Shapes Cantón Cuenca 2012
- Proyecto Cgpsmapper del cantón Cuenca

Noticias

Waze

Live Road Reports
by drivers for drivers

Duration: 3 minutes

Heavy traffic (9 km/h)
On Av. Ordóñez Lasso in Cuenca
Duration: 2 minutes

Twitter

almasa Av don Bosco, parque Iberia posible accidente caos vehicular tomas vías alternas #traficocuenca @tomebamba @CuencaAlcaldia 7 days ago · reply · retweet · favorite

Datos climáticos de la región

El Tiempo en Cuenca

Viernes	19° 4°	Sábado	22° 4°	Domingo	21° 4°	Lunes	22° 5°
---------	-----------	--------	-----------	---------	-----------	-------	-----------

Coincidencia de mayúsculas/minúsculas

Como complementos adicionales, se presenta información del clima de la ciudad de Cuenca y los pronósticos de los cuatro días subsiguientes al día de ingreso a la página web, datos que son recibidos a través del API del portal <http://www.meteored.com.ec>

En la página principal también se consume información de dos herramientas que se usan dentro de la ciudad para reportar el tráfico vehicular. La primera es la herramienta Waze la cual a través de un dispositivo móvil los usuarios van aportando información del

estado de tráfico vehicular, esto entra en el campo de la información geográfica voluntaria (IGV), filosofía mediante la cual el usuario se convierte en el principal actor en aportar información.

Otra herramienta de notificación de tráfico utilizada dentro de nuestra página es la red social Twitter a través del proyecto Tráfico Cuenca, impulsado por la municipalidad de Cuenca, donde usando de esta red uno puede reportar y consultar novedades de tráfico en la ciudad como: congestión vehicular, daño de semáforos, etc.

La página web, además de incluir todo el material usado en la generación del mapa, agregó una herramienta *online* para la generación de rutas, usando el API de Cloudmade (Li, Yang, Kandula y Zhang, 2010), Turner (2006), el cual mediante la estructura JSON (acrónimo de JavaScript Object Notation) permite descargar la ruta en base a parámetros como: punto inicial y final, puntos intermedios, tipo de ruta y obtener como resultado el detalle de los puntos que conforman la ruta con su nomenclatura, instrucciones de giro y resumen del recorrido. Por ejemplo con la herramienta web codificamos la petición de la siguiente forma:

```
http://routes.cloudmade.com/8ee2a50541944fb9bcedded5165f09d9/api/0.3/-2.8971,-79.00485,-2.89863,-79.0022/car/shortest.js?lang=es
```

Como resultado obtenemos lo siguiente:

```
{"version":0.3,"status":0,"route_summary":{"total_distance":836,"total_time":101,"start_point":"Benigno Malo","end_point":"Hermano Miguel"},"route_geometry":[[-2.89711,-79.004807],[-2.89728,-79.004837],[-2.89776,-79.004936],[-2.89798,-79.004082],[-2.89823,-79.003113],[-2.89848,-79.002129],[-2.89874,-79.001137],[-2.89976,-79.001343],[-2.89951,-79.002327],[-2.89864,-79.002159]"],"route_instructions":["Comienzo sur en Benigno Malo",73,0,9,"73 m","S",192.9],["Gire a la izquierda en Mariscal Sucre",547,2,66,"0.5 km","E",104.5,"TL",273.7],["Gire a la derecha en Mariano Cueva",115,6,14,"0.1
```

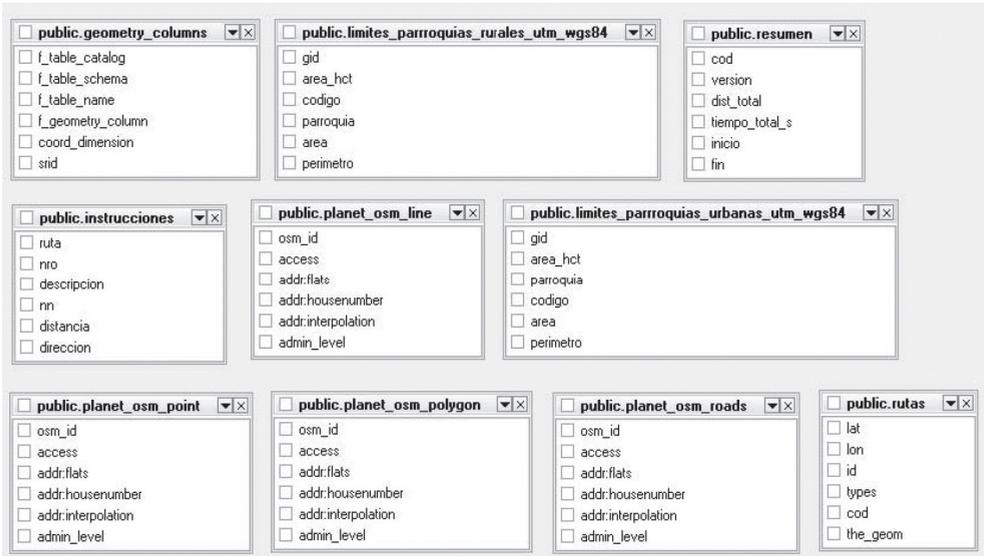
Este resultado es almacenado en una base de datos Postgres 8.4 con la extensión Postgis y convertido a una entidad geográfica tipo línea donde se almacenan por separado los datos de los puntos y los datos de la ruta.

La información de Openstreetmap se importó a la base de datos con el software osm2pgsql. Esto bajo la proyección Mercator con código "EPSG: 900913", códigos de proyecciones asignados por European Petroleum Survey Group o EPSG.

A continuación se presentan las tablas de nuestra base de datos donde se almacena la información geográfica así como los resultados del API de ruteo. Las tablas denominadas planet_osm_point, planet_osm_polygon, planet_osm_roads, planet_osm_line, son el producto de la importación de los datos de OSM a la base de datos geográfica, las tablas limites_parroquias_urbanas_utm_wgs84, limites_parroquias_rurales_utm_wgs84, son cartografía que se carga sobre el mapa y las tablas resumen, instrucciones y rutas contienen la decodificación de los datos del api de ruteo.

La tabla geometry_columns contiene el detalle de las columnas geográficas de la geodatabase, cabe recalcar que las tablas importadas de OSM contienen una columna donde está el dato en proyección Web Mercator denominada "*way*" y otra en proyección WGS84 denominada "*the geom*" para que pueda ser visible ya sea con un mapa OSM de fondo o con cartografía local.

Figura 3
Tablas geodatabase



Para su fácil interpretación la ruta obtenida del api se grafica con una línea roja donde las paradas programadas se numeran para indicar la secuencia de visita. En la parte superior obtenemos los giros sugeridos para la ruta.

Figura 4
Interface ruta generada



Figura 5
Instrucciones de ruteo generadas

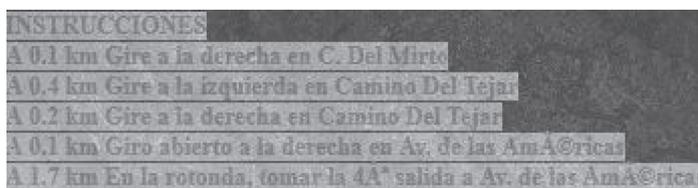


Figura 6
Capa de predios y vías activadas



Para dispositivos móviles con funcionalidad *touch-screen* se generó una interfaz web para visualización basado en Openlayers. En caso de querer actualizar el mapa de GPS se deberá volver a descargar el archivo OSM y agregarlo dentro del proyecto compatible con CGpsMapper donde está todos los archivos fuentes, scripts usados en la compilación del mapa ruteable. Estos deberán ser cargados nuevamente a través de la opción servicios mapas para que puedan ser compilados y puestos en distribución.

Resultados

Se generó un mapa ruteable para dispositivos Garmin con información del cantón Cuenca actualizada hasta marzo de 2012, este mapa provee la opción de búsqueda de puntos de interés, calles y búsqueda de intersecciones de calles.

Se liberó esta información en formato SHP (nativo de Arcgis), OSM (extensión de Openstreetmap) para que pueda ser manejada por usuarios de un SIG. Existen muchos paquetes de software que pueden interactuar con diferentes formatos, he ahí que se da la posibilidad de descargar algunos formatos comunes.

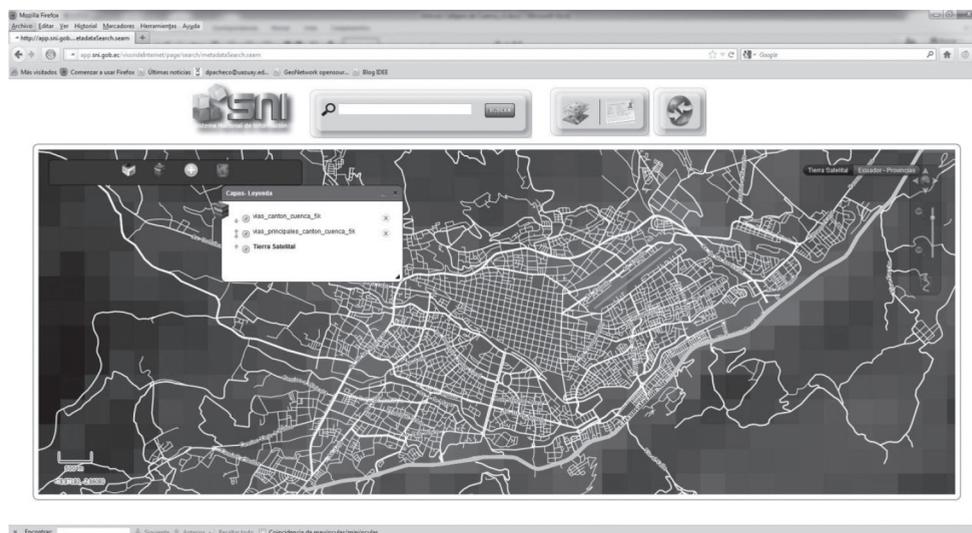
Se ha desarrollado y publicado la documentación necesaria para la creación de mapas ruteables, descarga y edición de cartografía de Openstreetmap está disponible en el sitio web de este proyecto: <http://gis.uazuay.edu.ec/callejero/>, también se publicó un video descriptivo, demostrativo del sistema en: <http://gis.uazuay.edu.ec/callejero/video2/video2>.

html la finalidad es que otros técnicos o investigadores tengan la fuente de información necesaria para continuar con el desarrollo de estos aplicativos.

Implementación de un cliente ligero para visualizar información cartográfica, imágenes satelitales basado en MSCross. Posee herramientas para la generación de rutas por distancia más corta o por ruta más rápida, instrucciones de giro para las rutas, sincronía con el mapa de Google Maps por una ventana emergente, búsqueda de una ubicación por sus coordenadas.

Un servicio WMS que al ser generado bajo estándares nacionales es fácilmente interoperable por otras plataformas de características semejantes, para ello como muestra y gracias al apoyo de SENPLADES y del Sistema Nacional de Información (SIN) hemos publicado este servicio en el visor de mapas del SNI bajo el nombre Universidad del Azuay 1:5.000.

Figura 7
Interface SNI



Conclusiones

El proyecto presenta como un sistema dinámico en el que la información puede ser actualizada en cualquier momento, con lo que la utilidad del sistema y de la información contenida en este, resultarían de beneficio para distintos usuarios tanto especializados como personas con poca o nula experiencia en sistemas de información geográfica, basta con tener acceso a internet y tener nociones básicas de navegación en la web.

Mediante este portal se ha logrado crear un sitio web dentro de una IDE, que presenta información actualizada, depurada de las vías que componen nuestro cantón, la completitud de estas vías está garantizada hasta un nivel dos, que significa que las vías de primer, segundo orden están debidamente representadas, además de un buen porcentaje de vías de tercer orden. Vías que se encuentran actualizadas, depuradas, asignadas atributos: nombres,

dirección o sentido, además que se encuentran interrelacionadas entre sí para lograr que los algoritmos de ruteo funcionen apropiadamente.

El proyecto se orienta a garantizar la completitud y fiabilidad de los datos por lo que es aconsejable seguir completando depurando e ingresando nueva información temática que permita presentar a la comunidad la mayor cantidad posible de información de nuestro cantón. Además de información cartográfica y temática, sería conveniente implementar aplicaciones que agreguen nuevas funcionalidades, como por ejemplo agregar vínculos a cámaras web que transmitan información en tiempo real y potenciar estas para que funcionen como sensores que monitoreen o midan algún parámetro, por ejemplo la cantidad de vehículos que circulan por una vía.

Referencias

- Haklay, J.A., Bernabé, M.A., Gould, M., Muro-Medrano, P.R. y Zarazaga, F.J.
2001 "Aspectos tecnológicos de la creación de una infraestructura nacional española de información geográfica". Universidad de Zaragoza.
- Haklay, M.
2010 "How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreet-Map and Ordnance Survey datasets. *Environment and planning B, Planning y design*, 37(4): 682.
- Li, A., Yang, X., Kandula, S. y Zhang, M.
2010 "CloudCmp: shopping for a cloud made easy". Second USENIX Conference on Hot Topics in Cloud Computing.
- Purvis, M., Sambells, J. y Turner, C.
2006 "Beginning Google maps applications with PHP and Ajax: from novice to professional". Springer.
- Richardson, D.E.
2000 "Method of dynamically creating nodal views of a managed network". Google Patents.