

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

**Guía Turística Interactiva para teléfonos móviles, para la ciudad de Cuenca
– Ecuador**

Lorena Viviana Mariño Arias

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Magíster
en Sistemas de Información Geográficas.

Quito, Junio de 2012

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

**Guía Turística Interactiva para teléfonos móviles, para la ciudad
de Cuenca – Ecuador**

Lorena Viviana Mariño Arias

Richard Resl. MSc.,
Director de Tesis
Director del Programa de Maestría en
Sistemas de Información Geográfica

Pablo Cabrera
Miembro del Comité de Tesis

Stella de la Torre, Ph.D.,
Decana del Colegio de
Ciencias Biológicas y Ambientales

Victor Viteri Breedy, Ph.D.,
Decano del Colegio de Postgrados

Quito, Junio de 2012

Derechos de Autor

Propiedad intelectual de LORENA VIVIANA MARIÑO ARIAS, 2012

Todos los derechos reservados

Dedicatoria

A Dios por permitirme terminar una etapa más en mi vida, a las personas más importantes: mis padres, mi hermana y mi esposo, gracias a ustedes y con su apoyo he podido alcanzar cada una de las metas que me he trazado, ustedes son mi principal inspiración en cada uno de los objetivos que me propongo. Por ustedes estoy aquí.

Resumen

El presente trabajo describe el proceso para generar un mapa ruteable de la ciudad de Cuenca que pueda ser utilizado en un dispositivo móvil previa a la instalación de una aplicación que permita desplegar la información del mapa. Además, muestra un análisis de la necesidad y disposición de los turistas de poder contar con una guía turística móvil que lo dirija por las calles de la ciudad durante su estancia.

Para una mejor comprensión de las tecnologías utilizadas se abordan temas relacionados con el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), Dispositivos Móviles y los Sistemas Operativos instalados en la mayoría de ellos. En la generación del mapa ruteable se utilizó la herramienta GPSMapedit para agregar a la cartografía funciones de ruteo, es decir, sentidos de calles, intersecciones, etc. Adicionalmente, se realizó el levantamiento cartográfico de los lugares turísticos más significativos y representativos de la ciudad, en base a la guía impresa que se ofrece a los turistas en las oficinas de información que existe en la ciudad.

Abstract

This paper describes the process to generate a routable map of the city of Cuenca that can be used on a mobile device prior to installing an application that can display the map information. It also shows an analysis of the need and willingness of tourists to have a mobile tourist guide to lead it through the streets of the city during their stay.

For a better understanding of the technologies used addresses issues related to Global Positioning System (GPS), mobile devices and operating systems installed on most of them. The map generation tool was used routable GPSMapEdit to add mapping routing functions, ie, senses of streets, intersections, etc. Additionally, we performed the mapping of the most significant tourist sites and representing the city, based on the printed guide that is offered to tourists at the offices of information that exists in the city.

Tabla de Contenido

Derechos de Autor	iii
Dedicatoria	iv
Resumen	v
Abstract	vi
Tabla de Contenido	vii
Tabla de Figuras	x
Introducción.....	8
CAPITULO I	9
1. Planteamiento del Problema	10
1.1. Tema	10
1.2. Definición del problema.....	10
1.3. Justificación del problema	10
1.4. Objetivos	10
1.5. Marco teórico	11
1.6. Metodología de la investigación	14
1.7. Diagnóstico	15
1.8. Fundamentación teórica.....	15
1.9. Propuesta.....	16
CAPITULO II	17
2. Diagnóstico	18
2.1. Antecedentes	18
2.2. Resumen de las Encuestas.....	20
2.3. Requerimientos	25
CAPITULO III	26
3. Marco Teórico	27

3.1.	Sistema de Posicionamiento Global.....	27
3.1.1.	Cómo funciona el sistema	27
3.1.2.	Receptores GPS.....	28
3.1.3.	Fuentes de error en el GPS.....	30
3.1.4.	Aplicaciones de los GPS	31
3.2.	Dispositivos Móviles	37
3.2.1.	PDA (Personal Digital Assistant)	37
3.2.2.	Teléfonos móviles.....	38
3.2.3.	“Smartphones” o Teléfonos inteligentes	38
3.2.4.	Navegadores GPS.....	39
3.2.5.	Smartphones vs Navegadores GPS.....	40
3.2.6.	Pros y contras del método de navegación inteligente.....	40
3.3.	Plataformas de Dispositivos Móviles	42
3.3.1.	Windows Mobile.....	42
3.3.2.	Android	42
3.3.3.	Symbian.....	43
3.3.4.	iPhone OS	43
3.3.5.	Blackberry SO.....	43
3.4.	Estadísticas de uso de Smartphones	45
CAPITULO IV		47
4.	Propuesta.....	48
4.1.	Depuración y Corrección de Cartografía.....	49
4.2.	Generación de Mapas Ruteables.....	55
4.3.	Instalación de la Aplicación y Mapas.....	68
4.4.	Pruebas de Funcionamiento	72
4.5.	Resultados Obtenidos	74
5.	Recomendaciones	75

6. Conclusiones.....	76
7. Bibliografía	77
8. Anexos	80
8.1. Encuestas Realizadas.....	80
8.2. Memoria	81

Tabla de Figuras

Figura 1: Procesos de Investigación por Objetivo	11
Figura 2: Métodos Empíricos.....	14
Figura 3: Métodos del Nivel Teórico.....	15
Figura 4: Pasos de la Metodología de la Investigación	16
Figura 5: PDA.....	37
Figura 6: Teléfono Móvil.....	38
Figura 7: Smartphone.....	39
Figura 8: Navegadores GPS	39
Tabla 1: Ventas de Smartphones año 2011	45
Tabla2: Ventas de Dispositivos Móviles por Sistema Operativo.....	46
Tabla 5: Requisitos de Software y Hardware	48
Tabla 3: Listado de Sitios Turísticos Cuenca-Ecuador.....	54
Tabla 4: Errores presentados en la generación de mapa ruteable.....	62
Figura 9: Pruebas de Ruteo en la ciudad de Cuenca-Ecuador	72
Figura 10: Pruebas de Ruteo en la ciudad de Cuenca-Ecuador	73
Tabla 6: Comparación de Resultados Obtenidos en cuanto a criterios de calidad.....	74
Figura 11: Próximos desarrollos.....	75

Introducción

Es indudable el gran auge que tienen actualmente las tecnologías en las diferentes actividades diarias, cada vez es mayor el número de personas que disponen de dispositivos de última tecnología con lo cual aumenta la necesidad de contar con aplicaciones que faciliten las actividades diarias y de ocio.

En los países de Norte América y Europa el desarrollo tecnológico crece a pasos acelerados, mientras que en Latinoamérica esto tarda un poco; en países europeos es común realizar varias consultas a través de celular, conocer el estado del tráfico, averiguar los cierres temporales de algunas carreteras, buscar servicios cercanos a la ubicación actual, etc.

Esto ha motivado el interés por generar una aplicación para la ciudad de Cuenca, que le permita dar un paso hacia adelante en la innovación tecnológica y acercarse un poco a los servicios que se prestan en países con mayor desarrollo científico.

El trabajo se desarrolla en 4 capítulos, en el primero se presenta la descripción y presentación del trabajo, así como la metodología de investigación a utilizar y la definición de la solución que se quiere brindar.

En el Capítulo 2, se realiza un estudio estadístico de las necesidades que tienen las personas en el momento en que visitan una ciudad y su disposición a acceder a una aplicación que los dirija en su recorrido.

En el Capítulo 3, se presenta un marco teórico de los temas de los Sistemas de Posicionamiento Global, Dispositivos Móviles y las plataformas de Sistema Operativo utilizadas en estos dispositivos.

Para finalizar, el Capítulo 4 muestra detalladamente los pasos a seguir para generar un mapa ruteable y la instalación del mismo en un dispositivo móvil, además presenta pruebas realizadas con la aplicación.

CAPITULO I

1. Planteamiento del Problema

1.1. Tema

Guía Turística Interactiva de la ciudad de Cuenca para teléfonos móviles.

1.2. Definición del problema

En la ciudad de Cuenca existen lugares patrimoniales que los pobladores de la ciudad desconocen y son poco promocionadas hacia los turistas nacionales y extranjeros, a partir de esto se ve la necesidad de crear una guía turística interactiva la misma que sea fácil de instalar, de portar y de manejar. Para ello se podrá instalar en dispositivos móviles lo que pone al alcance de un gran porcentaje de la población ya sean estos residentes o turistas y así poder mostrar todo lo que Cuenca puede ofrecer al mundo.

1.3. Justificación del problema

Se pretende instalar una aplicación en teléfonos móviles dotados de dispositivo GPS y un sistema operativo que soporte la instalación, adicionalmente se generarán mapas ruteables de la ciudad de Cuenca. Lo que permitirá a los usuarios orientarse de mejor manera, ahorrándoles tiempo, esfuerzo y dinero lo cual hace que su visita sea una experiencia agradable gracias a que contarán con dicho aplicativo y la posibilidad de conocer los lugares más representativos de la ciudad.

1.4. Objetivos

- Conocer el funcionamiento de los Sistemas de Posicionamiento Global
- Conocer acerca de las tecnologías móviles
- Generar mapas ruteables para la ciudad de Cuenca
- Implementar la aplicación sobre el sistema del teléfono móvil

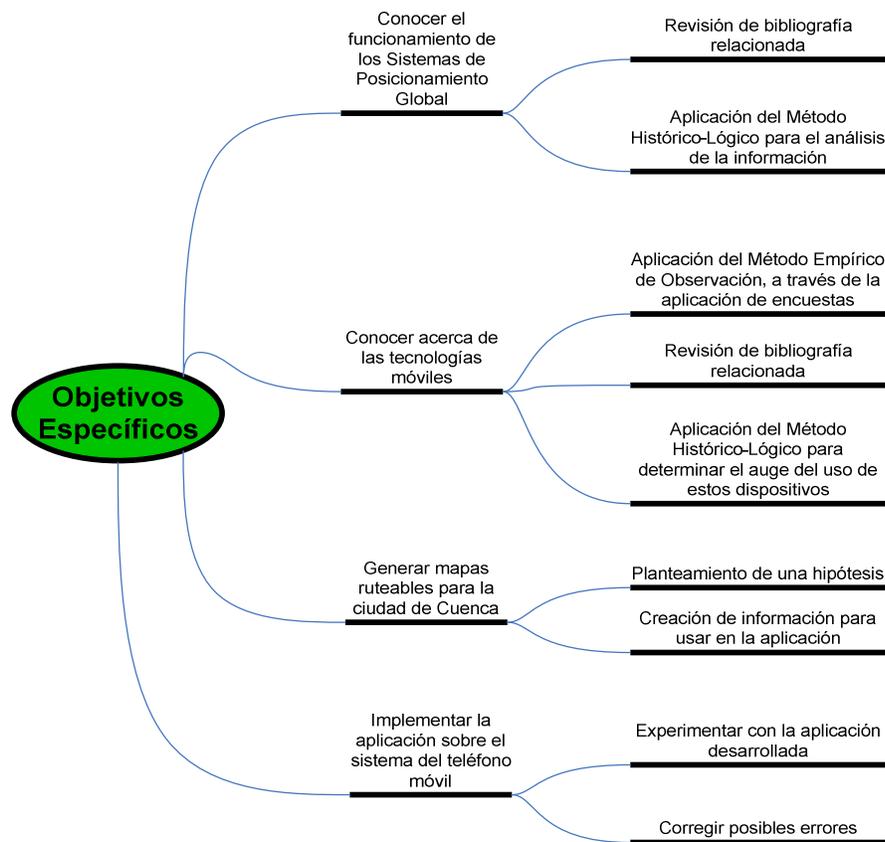


Figura 1: Procesos de Investigación por Objetivo

1.5. Marco teórico

No hay ninguna duda de que internet y la telefonía móvil son los dos fenómenos que atraen mayor interés dentro del mundo de las tecnologías de la información y las comunicaciones, prueba de ello es el crecimiento experimentado en el número de usuarios que optan por utilizar estos dos servicios y combinarlos con el turismo, que hoy en día es una de las industrias más grandes del mundo. **3**

Debido a las ventajas técnicas en constante aumento de los teléfonos inteligentes, la navegación peatonal recientemente ha adquirido gran interés. Mientras que los sistemas de navegación ya han alcanzado un cierto nivel de madurez, la navegación a pie de Smartphones está todavía en sus inicios.

Otro aspecto importante es, que los peatones pueden utilizar la navegación para diferentes propósitos. Podemos pensar en los

turistas con la navegación para descubrir los monumentos de una ciudad o de los viajeros de transporte público. La navegación para peatones no debería limitarse a los ambientes al aire libre, sino también dentro de edificios. **16**

Según el Environmental Systems Research Institute, (ESRI, 2008) los sistemas de información geográfica - GIS, por sus siglas en inglés - son un software que conjuga la ubicación de objetos (información geográfica) con su descripción (información descriptiva). Permiten combinar capas de información, ubicarla geográficamente en la Tierra y mostrarla en mapas, tablas o gráficas.

Jivanovic (2008) menciona que GIS es un campo en rápida expansión que permite el desarrollo de aplicaciones que gestionan y usan información geográfica en combinación con otros medios de comunicación. La tecnología GIS ofrece importantes oportunidades para el desarrollo de modernas aplicaciones turísticas que utilicen mapas.

Por ejemplo, si una persona está interesada en recorrer las playas de una zona, la interfaz de un sistema GIS puede ocultar en el mapa el resto de la información (como museos, hoteles, etc.) y de esta manera tener una visión más clara de lo que se está buscando. Otra posibilidad es tener rutas predefinidas, como itinerarios con recorridos ya analizados por los gestores turísticos, donde se muestren lugares de especial interés para el país o la región.

Algunas oportunidades de aplicación de GIS al turismo son: **9**

- Inventarios de recursos turísticos: Los inventarios turísticos se utilizan para ofrecer información estructurada y organizada sobre parámetros de interés para los planificadores y promotores de turismo.
- Determinar ubicaciones adecuadas: Identificar ubicaciones adecuadas para el desarrollo del turismo.
- Medición y monitoreo del impacto turístico: Esta categoría involucra el descubrimiento de tendencias y está relacionada al monitoreo de parámetros seleccionados en el tiempo y espacio, en lugar de predecir potenciales impactos.

- Flujo y gestión de visitantes: Esta categoría se refiere a las aplicaciones de ruteo. Puede basarse en diferentes criterios: el camino que insuma menor recorrido o el camino que pase por diferentes puntos claves. GIS ofrece una mejor comprensión del comportamiento de los turistas en una región, lo que puede llevar a un mejor manejo de las actividades e infraestructuras.
- Detectar patrones: detectar patrones de comportamiento de los turistas para identificar fenómenos, su ocurrencia y su distribución.
- Evaluar los potenciales impactos del desarrollo turístico: Es posible utilizar las capacidades analíticas de GIS para modelar diferentes escenarios.

Las Tecnologías de la Información (TI) y el turismo son dos de los motivadores más dinámicos de la economía global emergente. TI y turismo proveen oportunidades estratégicas y poderosas herramientas para el crecimiento económico, redistribución de la riqueza y desarrollo de la equidad en la Tierra.

En el Azuay, la Fundación Municipal Turismo para Cuenca presentó el 16 de febrero del presente año el informe de labores del 2010, destacando importantes avances en la promoción turística de la ciudad a nivel nacional e internacional. Se efectuaron 11 publicaciones en revistas nacionales e internacionales con un tiraje de 350.000 ejemplares; se grabaron 840 cuñas radiales como aporte a las fiestas parroquiales de San Joaquín, Cumbe, Tarqui, Sidcay y Chaucha; se contrató la exhibición de videos y spots durante 6 meses en los vuelos de Taca y Avianca.

En las estadísticas se señala además, que visitaron la Oficina de Información y Atención al Turista (iTur) 11.859 personas, el 27% nacionales y el 73 % del exterior. **12** En este punto, con la implementación de la guía turística para dispositivos móviles se puede aportar en la promoción turística del Cantón y sus alrededores.

1.6. Metodología de la investigación

Es importante tener presente la investigación que se realice tanto como el problema, además de la fundamentación teórica y de la propuesta, para lo cual se dispone de diversos métodos investigativos debiendo seleccionar el/los que se ajusten más al estudio que se está realizando, entre estos se consideraron los siguientes:

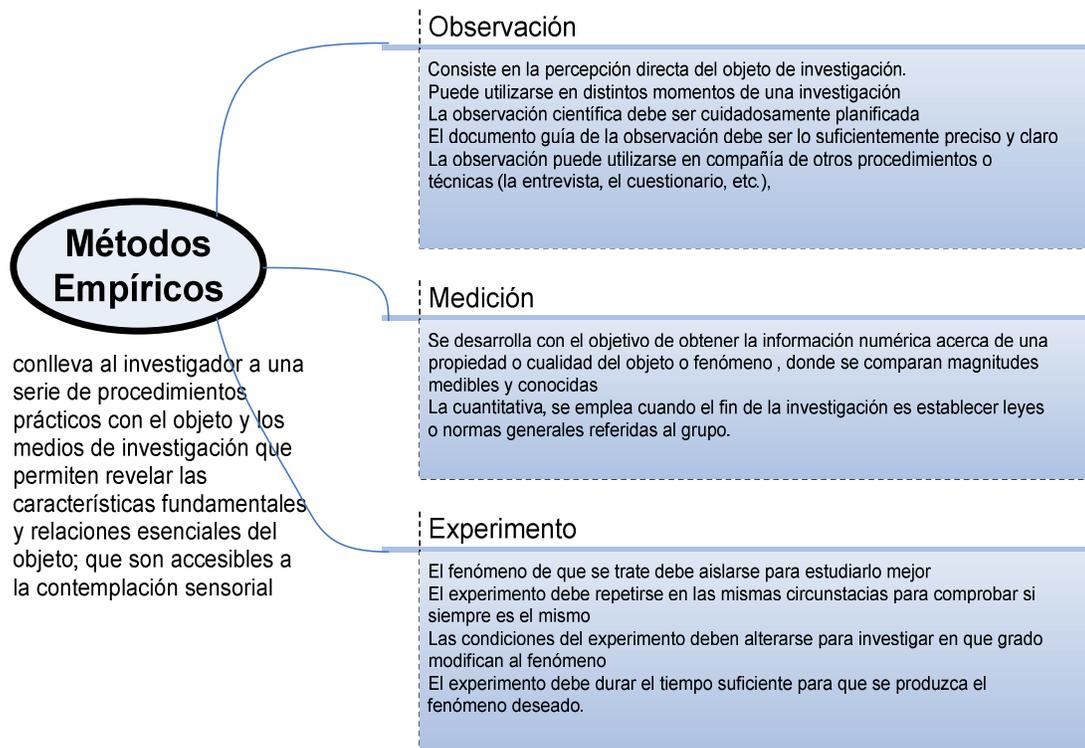


Figura 2: Métodos Empíricos

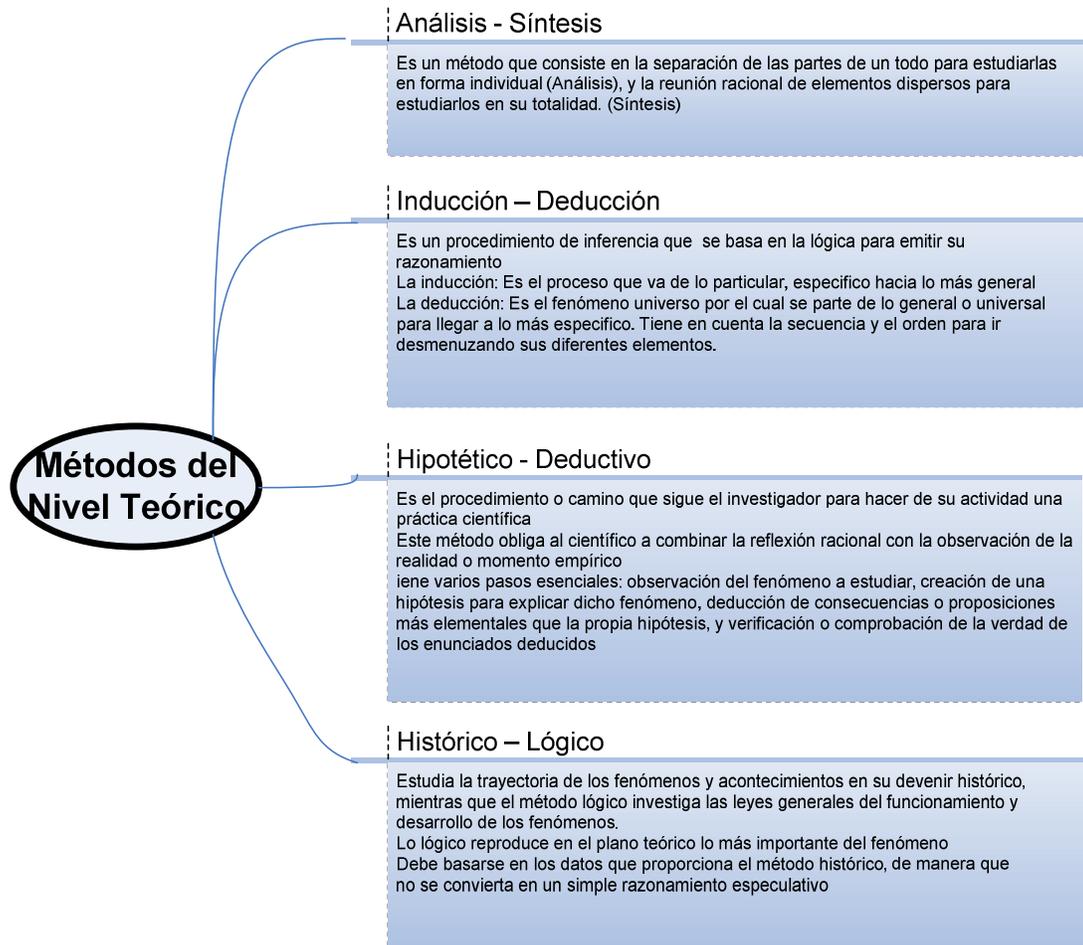


Figura 3: Métodos del Nivel Teórico

Luego de la revisión de los diferentes métodos se optó por los siguientes:

1.7. Diagnóstico

El diagnóstico del proyecto se realiza con el método empírico de observación, a través del cual se puede definir el problema y sus justificaciones, dando como hecho la posibilidad de llevar a cabo el proyecto, apoyado en herramientas importantísimas, como las entrevistas y las encuestas.

1.8. Fundamentación teórica

La investigación para el desarrollo de este capítulo se realiza a través del método Histórico Lógico, el mismo que realizar una introducción al Sistema de Posicionamiento Global, Dispositivos Móviles y las diferentes plataformas de estos dispositivos.

1.9. Propuesta

Este capítulo se realiza mediante el método HIPOTÉTICO – DEDUCTIVO, el mismo que realiza el surgimiento de nuevos conocimientos a partir de conocimientos establecidos. Así se llega a plantear una hipótesis, que es la de crear una guía turística para las personas que llegan a visitar la ciudad de Cuenca.

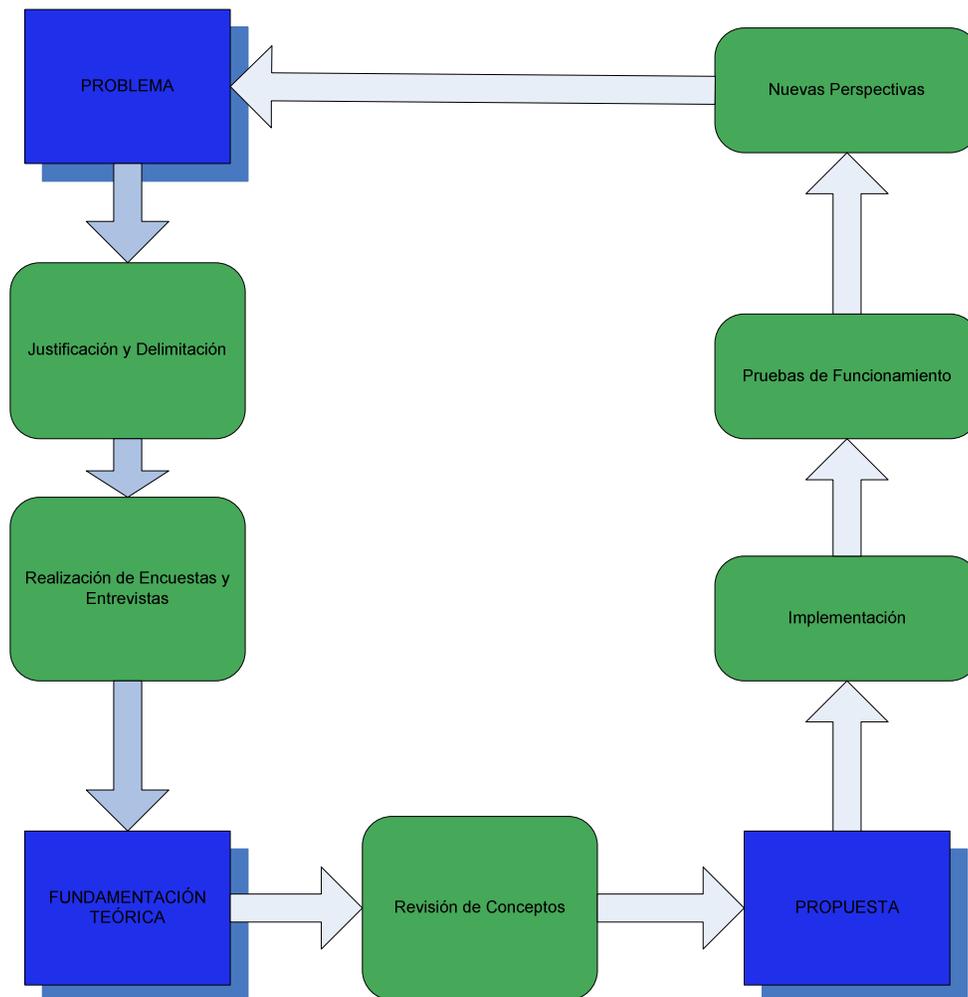


Figura 4: Pasos de la Metodología de la Investigación

CAPITULO II

2. Diagnóstico

2.1. Antecedentes

Actualmente, el uso de las tecnologías móviles es común en la mayoría de personas de diferentes edades, el uso de Smartphones, Blackberry, iPhone es casi un denominador común.

Tomando en cuenta esta situación, se ve la posibilidad de usar estos dispositivos no sólo para actividades de ocio, negocios y comunicación, sino también como un medio para ofrecer servicios. En este caso puntual, se pretende utilizar los dispositivos móviles para proveer de una guía turística a las personas que visitan la ciudad de Cuenca, con la finalidad de hacer más agradable su estancia aprovechando las ventajas que hoy en día nos ofrece el avance tecnológico.

Con la finalidad de conocer si las personas están interesadas en este tipo de servicios y cómo lo utilizarían, se realizaron encuestas a diferentes personas en diversos lugares de la ciudad (Ver anexo 1). A continuación se presenta el formulario que sirvió para dicha tarea:

2.2. Resumen de las Encuestas

Una vez realizado el análisis de las encuestas, se puede conocer que por lo general las personas no acuden a un guía turístico para que los dirija en la ciudad, pero considerando las cifras de personas que visitan las oficinas iTour (referirse al capítulo 1) podría proveerse el servicio a través de estas dependencias.

Haciendo uso de los dispositivos móviles que portan los turistas, sería sencillo proveerles de la cartografía de la ciudad para que los guíe en su visita y les oriente para llegar a los lugares que más les interesa conocer.

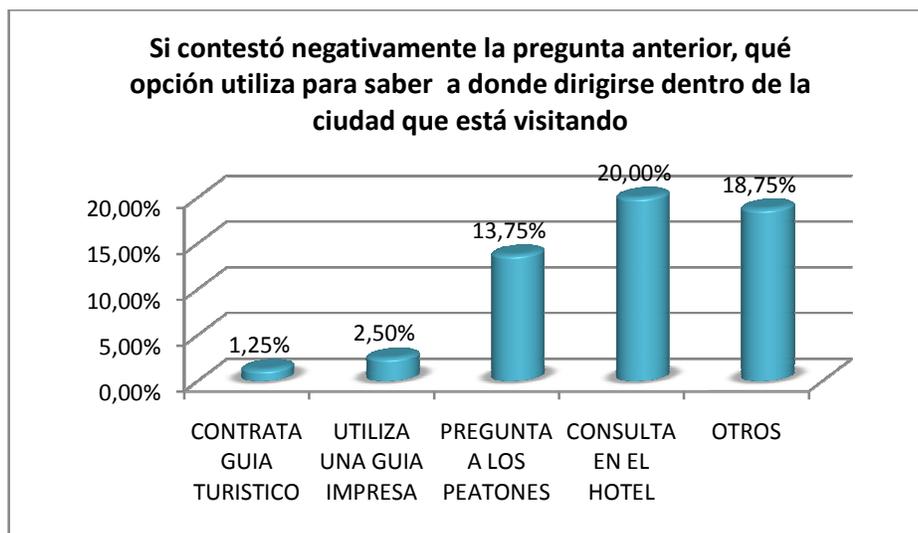
Las encuestas se realizaron a 80 personas en la ciudad de Cuenca, las estadísticas obtenidas se presentan a continuación:

Pregunta #1:



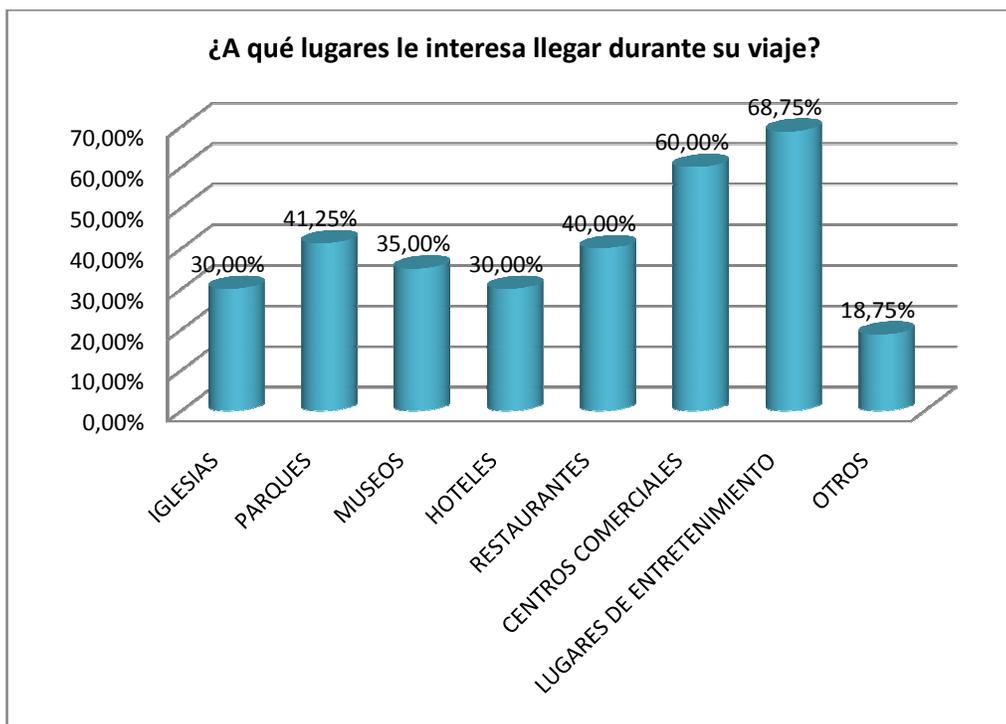
OPCIONES	VALOR	PORCENTAJE
SI	42	52,50%
NO	38	47,50%
TOTAL	80	100,00%

Podemos ver que no siempre las personas saben con exactitud qué lugares visitarán cuando lleguen a la ciudad, aunque la mayor parte de los visitantes si planifica con anterioridad.

Pregunta #2:

OPCIONES	VALOR	PORCENTAJE
CONTRATA GUIA TURISTICO	1	1,25%
UTILIZA UNA GUIA IMPRESA	2	2,50%
PREGUNTA A LOS PEATONES	11	13,75%
CONSULTA EN EL HOTEL	16	20,00%
OTROS	15	18,75%

En los casos en los que las personas no saben con anterioridad a donde se dirigirán, se descubre que la mayoría pregunta en el hotel en el que se hospeda o durante la visita pregunta a los peatones. En un porcentaje similar, mencionan que, consultan a través de internet, a taxistas o amigos.

Pregunta #3:

OPCIONES	VALOR	PORCENTAJE
IGLESIAS	24	30,00%
PARQUES	33	41,25%
MUSEOS	28	35,00%
HOTELES	24	30,00%
RESTAURANTES	32	40,00%
CENTROS COMERCIALES	48	60,00%
LUGARES DE ENTRETENIMIENTO	55	68,75%
OTROS	15	18,75%

Se puede ver que en mayor parte a la gente le interesa conocer la ubicación de lugares de entretenimiento y centros comerciales, pero así mismo el interés por conocer lugares históricos y culturales no está demasiado alejado de las principales preferencias.

Pregunta #4:

OPCIONES	VALOR	PORCENTAJE
SI	42	52,50%
NO	38	47,50%
TOTAL	80	100,00%

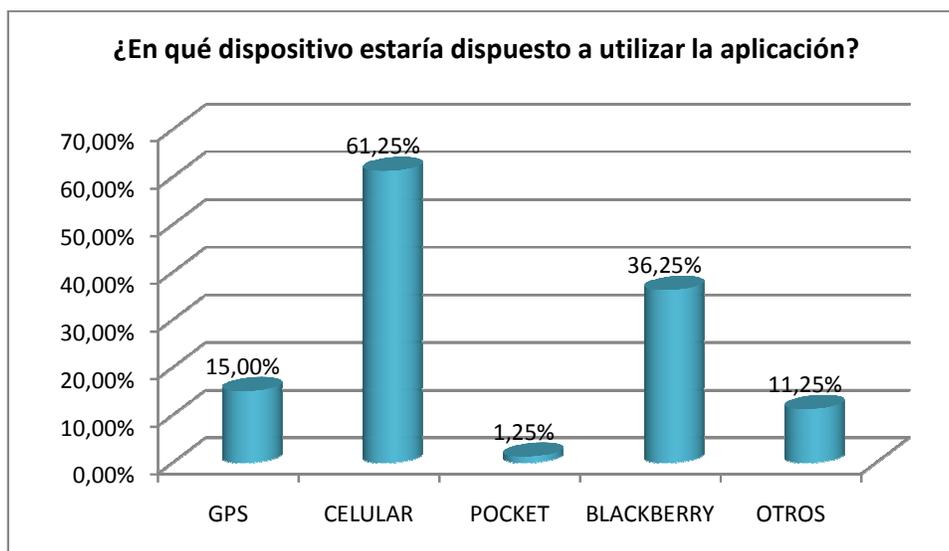
Existe casi una igualdad entre las personas a quienes se les hace fácil llegar a un lugar determinado conociendo las direcciones, con aquellas personas que tienen ciertos inconvenientes para lograrlo.

Pregunta #5:

OPCIONES	VALOR	PORCENTAJE
SI	71	88,75%
NO	9	11,25%
TOTAL	80	100,00%

La mayor parte de los entrevistados manifestó su interés por disponer de una aplicación que le guíe durante su visita y que la pueda utilizar en su dispositivo móvil.

Pregunta #6:



OPCIONES	VALOR	PORCENTAJE
GPS	12	15,00%
CELULAR	49	61,25%
POCKET	1	1,25%
BLACKBERRY	29	36,25%
OTROS	9	11,25%

Las personas encuestadas manifestaron que preferiblemente utilizarían la aplicación en su teléfono inteligente (Smartphone), en un menor porcentaje lo harían con su Blackberry y en tercer lugar utilizarían un GPS. Estos resultados podrían deberse a que actualmente los teléfonos móviles son uno de los dispositivos más utilizados por la población.

2.3. Requerimientos

En base a lo expuesto anteriormente, se puede deducir que existe la necesidad de contar con una aplicación, que haciendo uso de las tecnologías móviles actuales, facilite a los turistas el desplazamiento entre diferentes lugares turísticos de la ciudad.

Es evidente que las personas siempre están buscando dar un valor agregado a los dispositivos que adquieren para que estos no sólo sirvan para comunicarse sino sean una herramienta de utilidad en las diferentes actividades que realizan, por esto, cada vez es mayor el número y tipo de aplicaciones que se desarrollan.

CAPITULO III

3. Marco Teórico

3.1. Sistema de Posicionamiento Global

El Sistema de Posicionamiento Global (*Global Positioning System* GPS) es un sistema de localización, diseñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos con fines militares para proporcionar estimaciones precisas de posición, velocidad y tiempo; está en funcionamiento desde 1995 y utiliza conjuntamente una red de ordenadores y una constelación de 24 satélites para determinar por triangulación, la altitud, longitud y latitud de cualquier objeto en la superficie terrestre. **15**

El Departamento de Defensa de los Estados Unidos agregó “errores” intencionales de cálculo codificados en las señales transmitidas por los satélites GPS para permitir su actividad militar ya que ellos contaban con sistemas necesarios para decodificar correctamente las señales. A partir de mayo de 2000 esta práctica se canceló y hoy en la actualidad el sistema GPS se utiliza frecuentemente en variadas actividades de la vida civil. **5**

3.1.1. Cómo funciona el sistema

El sistema se compone de tres elementos: los satélites en órbita alrededor de la Tierra, las estaciones terrestres de seguimiento y control, y los receptores de propiedad de los usuarios.

Las 5 estaciones de tierra están distribuidas a distancias similares alrededor del ecuador (Isla Ascensión, Diego García, Kwajalainy, Hawaii y Colorado Springs) y tienen como fin monitorear el estado de los satélites (altitud, estado de los relojes atómicos), realizar pequeños ajustes en sus órbitas y calcular su posición. Esta información es transmitida a los satélites, los cuales a su vez la retransmiten a los receptores en tierra al menos una vez al día. El usuario recibe las señales enviadas por los satélites mediante el uso de un receptor equipado con una antena. Tendrá acceso a 6 o más satélites en un 96% del tiempo, a 8 satélites en un 32% del tiempo y a 9 satélites un 5% del tiempo. En muy pocas ocasiones se tiene acceso a más de 9 satélites. **8**

3.1.2. Receptores GPS

Están constituidos por el hardware (equipos de recepción) y el software que se utilizan para captar y procesar las señales de los satélites. Es quizá la parte que más importante para los usuarios del sistema GPS, puesto que del tipo de instrumental y métodos utilizados depende la precisión alcanzada.

La clasificación de los equipos GPS puede realizarse por múltiples criterios, como por ejemplo en función de la arquitectura, o en función de las aplicaciones a las que se destine.

- **Por su arquitectura:**

- Receptores secuenciales o monocanal: Están dotados de un único canal de radio y por tanto sólo pueden recibir la señal de un satélite cada vez. Realizan un barrido secuencial entre 4 de todos los satélites visibles, parando al menos 1 segundo cada canal disponible para recoger datos. El tiempo empleado en el barrido secuencial introduce un pequeño error que hace que este tipo de receptores sean los más imprecisos, pero por otra parte los más baratos.
- Receptores continuos o multicanal: El receptor está equipado con, al menos, 4 canales, que se utilizarán para sincronizar con las emisoras de otros tantos satélites de forma simultánea.
- Receptores multiplexados: Se dispone de un único canal físico sobre el que se implementan varios canales lógicos por software, con los que se puede sincronizar datos de todos los satélites visibles en un tiempo no superior a 20 milisegundos. **4**

- **Por su aplicación: 7**

- Navegadores convencionales: Los navegadores son los tipos de receptores GPS más extendidos, dado su bajo coste y multiplicidad de aplicaciones. Permiten conocer las coordenadas en varios formatos y conversión de baja precisión a datum locales desde WGS84 (el sistema geodésico de referencia en GPS). También permiten la navegación asistida con indicación de rumbos,

direcciones y señales audibles de llegada en rutas definidas por el usuario a través de puntos de referencia (waypoints).

Sus precisiones pueden ir de los 25 m a los 7 m en planimetría (sin Disposición Selectiva), y un error de al menos 16 m en altimetría, dependiendo de la visibilidad de satélites y de la geometría que presenten los mismos.

- Receptores de C/A Avanzados: Estos receptores permiten el uso de metodologías diferenciales, en ocasiones bajo la forma de suscripciones a servicios vía satélite como OmniStar® o LandStar®, consiguiendo bajo esta metodología precisiones de 1 m. en tiempo real. Son muy aptos para aplicaciones GIS porque aparte de permitir una precisión compatible con la mayoría de las escalas usadas en GIS, permiten el manejo de bases de datos geográficas realizadas por el usuario.
- Receptores geodésicos con medición de fase sobre L1: Son receptores que trabajan con la onda portadora L1, acumulando información que permite obtener precisiones relativas. Este tipo de receptores suelen ser usados con métodos relativos estáticos, con el uso de estaciones de referencia complementarias. Muchos de ellos son también compatibles con los servicios DGPS vía satélite.
- Receptores geodésicos de doble frecuencia: Trabajan con la portadora L1 y también con la L2, lo cual permite disminuir los errores derivados de la propagación desigual de la señal a través de las distintas capas atmosféricas. Con este tipo de equipos se pueden llegar a precisiones por debajo del centímetro.

3.1.3. Fuentes de error en el GPS

Las fuentes de error que afectan a las medidas realizadas con GPS son:

- Satélites: El Sistema de Posicionamiento Global permite determinar la ubicación de un receptor ubicado en la superficie de la Tierra basado en el tiempo que tarda la señal en llegar al mismo. Por esta razón los satélites están equipados con relojes atómicos de gran exactitud. Sin embargo los relojes no son perfectos y generan pequeños errores en la medición del tiempo. Un error en el reloj atómico del satélite de una billonésima de segundo (un nanosegundo) equivale a un error de 30cm en la medición de la distancia al satélite. Otro aspecto importante es la posición o ubicación de los satélites en el espacio; ya que es el punto de inicio para los cálculos que permiten en última instancia determinar la posición del receptor en la Tierra.
- Perturbación ionosférica: La ionosfera está formada por una capa de partículas cargadas eléctricamente que modifican la velocidad de las señales de radio que la atraviesan.
- Receptores: Los receptores están equipados con relojes de cuarzo para medir el tiempo, estos relojes no son atómicos y por lo tanto no tienen la exactitud de los relojes que se encuentran en los satélites. Esta es otra fuente de error en el cálculo de la posición que realiza el receptor. La calidad del receptor dependerá de su precio y sus especificaciones técnicas; sin embargo en la mayoría de los receptores actuales el error es de aproximadamente 0.5m.
- Disponibilidad selectiva(SA): Por razones de seguridad nacional el Departamento de Defensa de los Estados Unidos implementó lo que se conoce como disponibilidad selectiva (en inglés SA) entre marzo de 1990 y 1 de mayo del 2000. La disponibilidad selectiva es una fuente de error intencional causada por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos. Esta es la fuente de error más importante para los usuarios de los receptores GPS en el sector civil. Utilizando la técnica conocida como

corrección diferencial, es posible lograr errores de 5 m y en algunos casos de hasta decímetros.

3.1.4. Aplicaciones de los GPS

Actualmente, los usuarios de todo el mundo desarrollan cientos de aplicaciones que afectan a la mayoría de las actividades cotidianas, a continuación se detallan algunas de ellas:**13**

- Agricultura: La combinación GPS con los sistemas de información geográfica, GIS, permite acoplar datos obtenidos en tiempo real con información sobre posicionamiento, lo que conduce al análisis y el manejo eficientes de gran cantidad de datos geospaciales. Entre las aplicaciones en la agricultura está: la planificación de cultivos, el levantamiento de mapas topográficos, muestreo de los suelos, orientación de tractores, exploración de cultivos, aplicaciones de tasa variable y mapas de rendimiento. Los receptores GPS recopilan información de posicionamiento a fin de hacer levantamientos de los linderos de las parcelas, viales, sistemas de riego y zonas dentro de los cultivos afectadas por problemas como malezas o enfermedades. La exactitud del GPS permite a los agricultores el levantamiento de mapas de sus campos con medidas precisas de las parcelas, localización de carreteras y distancias entre puntos de interés.

Las zonas del cultivo con problemas de plagas pueden identificarse con precisión y reflejarse en mapas para futuras decisiones de manejo y recomendaciones sobre insumos. Esos datos también pueden utilizarlos las avionetas de fumigación para rociar los campos con gran precisión. Las avionetas de fumigación dotadas de GPS pueden hacer pases exactos sobre los campos aplicando los productos químicos solamente donde son necesarios y evitando al máximo la dispersión de las sustancias químicas.

- Aviación: El GPS ofrece servicios de navegación por satélite sin obstáculos que satisfacen muchos de los requisitos de los usuarios de la aviación. El posicionamiento y la navegación hacen posible la determinación tridimensional de la posición para todas las fases del vuelo, desde el

despegue, el vuelo en ruta y el aterrizaje, hasta el movimiento sobre la superficie del aeropuerto.

Se están introduciendo mejoras en la aproximación a los aeropuertos, incluso en lugares remotos donde los servicios tradicionales de ayuda terrestres no existen, todo lo cual incrementa de manera significativa la seguridad y los beneficios de las operaciones. En algunas regiones del mundo las señales de los satélites son ampliadas, o mejoradas, para aplicaciones aeronáuticas especiales tales como aterrizajes en condiciones de poca visibilidad. En esos casos, pueden realizarse operaciones de aun mayor precisión.

- Cartografía y Geodesia: Aprovechando la precisión del GPS se pueden obtener rápidamente mapas y medidas geodésicas muy precisas, reduciendo así la cantidad de tiempo, de equipo y de trabajo que requieren los métodos tradicionales. El GPS proporciona información tridimensional precisa de la ubicación de puntos de referencia naturales o artificiales. Dicha información puede reflejarse fácilmente en mapas y modelos de cualquier cosa en el mundo: montañas, ríos, bosques, fauna en peligro de extinción, minerales preciosos y muchos otros recursos. Esta información sirve de insumo para los GIS, que componen, almacenan, manipulan y representan visualmente información geográfica referenciada.
- Carreteras y Autopistas: Muchos de los problemas asociados con la asignación de rutas y el despacho de vehículos comerciales se ven grandemente reducidos, e incluso eliminados por completo, gracias a la ayuda del GPS. Así sucede también con la gestión de los sistemas de transporte público, el personal de mantenimiento de las carreteras y la operación de los vehículos de emergencia. El sistema de información geográfica, GIS, almacena, analiza y muestra información de referencia geográfica proporcionada en gran parte por el GPS. El GIS se emplea en la actualidad para supervisar la ubicación de los vehículos, lo que posibilita aplicar estrategias más eficaces que ayudan a que los vehículos se atengan al horario, y dar informaciones más precisas a los pasajeros acerca del horario de llegada. Los sistemas de transporte público utilizan

esa función para rastrear los servicios de ferrocarriles, autobuses y otros a fin de mejorar su funcionamiento puntual.

GPS es un elemento esencial en el futuro de los sistemas inteligentes de transporte (ITS). Los ITS abarcan una amplia gama de tecnologías electrónicas y de información basadas en las comunicaciones. Se están llevando a cabo investigaciones en la esfera de los sistemas avanzados de asistencia a los conductores, que incluyen sistemas para evitar choques causados por salidas de la carretera o cambios de senda. Esos sistemas deben poder estimar la posición de un vehículo en relación con la senda y el borde de la carretera con una precisión de 10 centímetros.

- Cronometría: Además de la longitud, latitud y altitud, el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) proporciona una cuarta dimensión esencial: la cronometría. Cada satélite contiene múltiples relojes atómicos que contribuyen con datos horarios muy precisos a las señales del GPS. Los receptores del GPS decodifican esas señales y sincronizan eficazmente cada receptor con los relojes atómicos. Ello posibilita a los usuarios determinar la hora con una aproximación de hasta cien mil millonésimas de segundo sin necesidad de adquirir los costosos relojes atómicos y operarlos. Los sistemas de comunicación, redes de distribución eléctrica y redes financieras dependen de la hora precisa para sincronizarse y operar con eficiencia. El uso gratuito de la cronometría del GPS ha redundado en ahorros importantes y avances significativos para las compañías que dependen de horas exactas y ha conducido a importantes avances en términos de capacidad. Negocios grandes y pequeños están recurriendo a sistemas automatizados capaces de rastrear, actualizar y gestionar transacciones múltiples realizadas por una red mundial de clientes, que necesitan información exacta de la hora que es posible obtener con GPS.
- Medio Ambiente: Con ayuda de la tecnología GPS, se pueden llevar a cabo estudios aéreos de las zonas más impenetrables para evaluar su flora y fauna, topografía e infraestructura humana. Si se identifican imágenes con las coordenadas del GPS, resulta posible evaluar los esfuerzos de

conservación y contribuir a la planificación de estrategias. Algunas naciones recopilan y utilizan esta información cartográfica para gestionar sus programas normativos, tales como el control del canon de las operaciones mineras, la determinación de líneas fronterizas y la gestión de la extracción de la madera de sus bosques.

La tecnología GPS apoya los esfuerzos por comprender y pronosticar cambios en el medio ambiente. Al integrar las mediciones de GPS con métodos de medición de operación empleados por los meteorólogos, se puede determinar el contenido de humedad de la atmósfera y elaborar pronósticos del tiempo más exactos. Receptores GPS instalados en boyas pueden seguir el movimiento y expansión de los derrames de petróleo. Los helicópteros dotados de GPS pueden determinar el perímetro de los incendios forestales para que pueda hacerse uso eficiente de los recursos contra incendios. Dado que los datos del GPS están en formato digital, y se puede tener acceso a ellos en todo momento y en cualquier parte del mundo, resulta posible captarlos y analizarlos con gran celeridad.

- Navegación Marítima: GPS proporciona el método más rápido y preciso para que los marineros puedan navegar, medir su velocidad y determinar su posición en todo el mundo con mayor seguridad y eficiencia. La necesidad de contar con datos de posicionamiento exactos es aún más crítica en las llegadas o salidas del puerto, ya que el tráfico de naves y otros posibles peligros hacen más difícil la maniobrabilidad y, por ende, el riesgo de accidentes aumenta.

Marineros y oceanógrafos emplean frecuentemente información obtenida con el GPS para la topografía submarina, la colocación de boyas y la localización de peligros para la navegación y su señalamiento en cartas náuticas. Las flotas de pesca comercial utilizan GPS para llegar a los mejores bancos de pesca, seguir los movimientos migratorios de los peces y para garantizar el cumplimiento de los reglamentos. La información del GPS está insertada en un sistema conocido como AIS o Sistema Automático de Identificación para su transmisión. EL AIS, patrocinado por la Organización Marítima Internacional, se emplea en el control del tráfico

de buques en las rutas marítimas más transitadas. Ese servicio no sólo es vital para la navegación sino que también se utiliza cada vez más para reforzar la seguridad de puertos y canales navegables al proporcionar a los gobiernos mayor información sobre la ubicación de buques comerciales y su carga.

- Seguridad Pública y Socorro en caso de Desastre: El conocimiento de la ubicación precisa de puntos de referencia, calles, edificios, servicios de emergencia y de los centros de socorro en casos de desastre reduce ese tiempo y ayuda a salvar vidas humanas. Esa información es vital para que los equipos de salvamento y seguridad pública puedan proteger vidas humanas y reducir las pérdidas materiales. GPS es una tecnología que contribuye a enfrentar esas necesidades.

Utilizando la información precisa de posicionamiento proporcionada por GPS, los científicos pueden estudiar cómo crecen lentamente las presiones a lo largo del tiempo para tratar de caracterizar y, quizás en un futuro, predecir los terremotos. Los meteorólogos responsables del seguimiento de las tormentas y la predicción de inundaciones también dependen del GPS para estimar el contenido de vapor de agua en la atmósfera. El GPS se ha convertido en parte integrante de los sistemas de respuesta a emergencias, ya sea ayudando a los conductores averiados, o extraviados, o guiando a los vehículos de emergencia.

- Vías Férreas: Los sistemas ferroviarios en todo el mundo utilizan el GPS para seguir el desplazamiento de locomotoras, vagones de ferrocarril, vehículos de mantenimiento y equipo periférico en tiempo real. El GPS, al combinarse con otros sensores, computadoras y sistemas de comunicaciones, mejora la seguridad, la protección y la eficacia operativa ferroviarias. La tecnología ayuda a reducir accidentes, demoras y costos de funcionamiento, al tiempo que hace aumentar la capacidad de la vía férrea, la satisfacción de los usuarios y la rentabilidad.

- Recreación: GPS ha eliminado muchos de los peligros asociados con las actividades recreativas más comunes proporcionando la capacidad de determinar la posición de forma precisa. Los receptores GPS han ampliado el alcance y el disfrute de las activas al aire libre, simplificado muchos de los problemas tradicionales. Las actividades al aire libre encierran muchos peligros intrínsecos, de los cuales perderse en territorio desconocido y peligroso es el de mayor riesgo. Los mapas a menudo son obsoletos y las brújulas y los puntos de referencia pueden no dar la información que se necesita para evitar adentrarse en zonas desconocidas.

La tecnología GPS, unida a los mapas electrónicos, ha ayudado a superar muchas de las barreras tradicionales asociadas con la exploración ilimitada. Los receptores GPS portátiles permiten al usuario recorrer caminos con la seguridad de saber con precisión dónde se encuentra en todo momento, al igual que saber cómo regresar a su punto de partida. Uno de los beneficios es la posibilidad de almacenar y regresar a puntos intermedios.

3.2. Dispositivos Móviles

Se pueden definir como aquellos micro-ordenadores que son lo suficientemente ligeros como para ser transportados por una persona, y que disponen de la capacidad de batería suficiente como para poder funcionar de forma autónoma.¹⁸ Tienen algunas capacidades de procesamiento, conexión permanente o intermitente a una red, memoria limitada, han sido diseñados específicamente para una función, pero pueden llevar a cabo otras funciones más generales. Existen multitud de dispositivos móviles, desde los reproductores de audio portátiles hasta los navegadores GPS, pasando por los teléfonos móviles, los PDAs o los Tablet PCs.²

A continuación se detallan algunos de los dispositivos móviles más utilizados en la actualidad:

3.2.1. PDA (Personal Digital Assistant)

Un PDA, es una computadora de mano originalmente diseñada como agenda electrónica con un sistema de reconocimiento de escritura. Actualmente sirven tanto como aparatos en los que se puede leer un libro como para encontrarse en un mapa. La línea que los separa de los teléfonos es cada vez más difusa.

Las características del PDA moderno son pantalla sensible al tacto, conexión a una computadora para sincronización, ranura para tarjeta de memoria, y traen multitud de comunicaciones inalámbricas (Bluetooth, WiFi, IrDA, GPS,) que los hace tremendamente atractivos para su uso para domótica o como navegadores GPS. ²



Figura 5: PDA

3.2.2. Teléfonos móviles

El teléfono móvil es un dispositivo inalámbrico electrónico basado en la tecnología de ondas de radio, que tiene la misma funcionalidad que cualquier teléfono de línea fija. Aunque su principal función es la comunicación de voz, como el teléfono convencional, su rápido desarrollo ha incorporado funcionalidades propias de ordenadores, o de dispositivos de otro tipo, como la grabación y edición de vídeo, realización de fotografías, lectura de documentos, localización en mapas, navegación por Internet, y muchas cosas más.



Figura 6: Teléfono Móvil

Fuente: <http://javiercostas.com/tag/riesgo/>

3.2.3. “Smartphones” o Teléfonos inteligentes

Un teléfono es un dispositivo electrónico que funciona como un teléfono móvil con características similares a las de un ordenador personal. Es un elemento entre un teléfono móvil clásico y una PDA ya que permite hacer llamadas y enviar mensajes de texto como un móvil convencional pero además incluye características cercanas a las de un ordenador personal. El término "Inteligente" hace referencia a cualquier interfaz, como un teclado QWERTY en miniatura, una pantalla táctil, o simplemente el sistema operativo móvil que posee, diferenciando su uso mediante una exclusiva disposición de los menús, teclas, atajos, etc. Además de poseer uno de los siguientes sistemas operativos: Symbian OS, BlackBerry OS, Android, iOS y Windows Mobile.

Una característica importante de casi todos los teléfonos inteligentes es que permiten la instalación de programas para incrementar el procesamiento de datos y la conectividad. Estas aplicaciones pueden ser desarrolladas por el fabricante del dispositivo, por el operador o por un tercero.



Figura 7: Smartphone

Fuente: <http://planetared.com/2011/05/los-cinco-smartphones-mas-esperados-del-2011/>

3.2.4. Navegadores GPS

Un navegador GPS es un aparato electrónico que permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona, un vehículo o una nave, con una precisión hasta de centímetros (si se utiliza GPS diferencial), aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión. Además un navegador GPS permite el cálculo de una ruta entre dos puntos y recomienda el mejor trayecto a seguir para llegar desde un lugar a otro. El aspecto más importante de un navegador GPS no radica tanto en su aspecto físico o en su versatilidad o funcionalidad inicial sino sobre todo en que tenga la información y los mapas permanentemente actualizados. **14**



Figura 8: Navegadores GPS

Fuente: <http://technogadgets.blog.com/2010/09/25/los-5-mejores-navegadores-gps/>

3.2.5. Smartphones vs Navegadores GPS

El crecimiento de los smartphones y la integración de un sistema de GPS en ellos no es reciente, los teléfonos con funciones de conectividad avanzada han sido frecuentes en el mercado de negocios desde mediados de la década de 1990. Sin embargo, durante los últimos años el poder de procesamiento de estos teléfonos ha aumentado enormemente permitiendo el desarrollo de aplicaciones más complejas.**17**

Por el momento, la tecnología GPS es utilizada mayoritariamente en vehículos a motor y en actividades al aire libre. Sin embargo, con la incorporación de los navegadores GPS a los teléfonos móviles de gama media, se espera que las ventas de estos dispositivos superen en pocos años las de los actuales dispositivos, fabricados por marcas como TomTom o Garmin.

3.2.6. Pros y contras del método de navegación inteligente

El uso de un teléfono inteligente para la navegación no está exento de problemas, pero se ven compensados por los beneficios en un dispositivo de navegación específico.**19**

Los principales argumentos a favor y en contra del método de smartphone:

Pros

1. Un smartphone está siempre a mano
2. Es fácil de llevar
3. Aunque sólo algunos GPS tienen pantallas táctiles, casi todos los smartphones la tienen. Las aplicaciones de navegación se han diseñado para ser fácil de operar mediante el tacto, lo cual es importante para el funcionamiento.
4. En caso de encontrar algo de interés cerca es fácil de cambiar de plan
5. Introducir un destino en el GPS puede ser una tarea, pero las aplicaciones smartphone permite el envío de direcciones en el teléfono para su uso en la navegación.

6. Al igual que todas las aplicaciones, las actualizaciones de aplicación de navegación son liberadas constantemente y dependiendo de la plataforma son fácilmente recuperables o instaladas en el teléfono.

Contras

1. La batería de los teléfonos inteligentes puede no durar lo suficiente con el uso del GPS y 3G durante los viajes.
2. Aunque la mayoría de los teléfonos inteligentes permiten recibir llamadas mientras se realiza la navegación, la interrupción puede ocultar.

3.3. Plataformas de Dispositivos Móviles

Al momento de instalar una aplicación en un dispositivo móvil, se debe tener en cuenta el sistema operativo sobre el cual va a correr la aplicación porque a partir de ahí se puede obtener información relevante de las características básicas del producto, esto incluye lenguaje de programación, estructura de los ficheros y registros para guardar información, cantidad de bit que soporta por píxel de gráficos, métodos y funciones para sincronizar con las aplicaciones de una PC, etc. Dentro de las plataformas más utilizadas están:

3.3.1. Windows Mobile

Creado por la compañía Microsoft se divide en dos modelos: Windows Mobile Pocket PC para los PDA y Windows Mobile Smartphone para los teléfonos inteligentes. Aunque los modelos de smartphone que existen en la actualidad con Windows Mobile son pocos, no ocurre lo mismo con la versión para PDA donde hay un gran número de dispositivos que lo soportan y es ampliamente utilizado como navegadores de GPS para autos, para conectarse a redes a través de WI-FI, escuchar música o ver videos. **10**

Una de las ventajas de Windows Mobile sobre sus competidores es que los programadores pueden desarrollar aplicaciones para móviles utilizando los mismos lenguajes y entornos que emplean con Windows para PC. En comparación, las aplicaciones para Symbian necesitan más esfuerzo de desarrollo, aunque también están optimizadas para cada modelo de teléfono. **2**

3.3.2. Android

Es un sistema operativo basado en Linux diseñado originalmente para dispositivos móviles, tales como teléfonos inteligentes, pero que posteriormente se expandió su desarrollo para soportar otros dispositivos tales como tablets, reproductores MP3, netbooks, PCs e incluso televisiones. **1** Aunque está disponible para cualquier fabricante como open-source, actualmente es el motor de los dispositivos comercializados por Google. El sistema busca un modelo estandarizado de programación que simplifique las

labores de creación de aplicaciones móviles y normalice las herramientas en el campo de la telefonía móvil. **18**

3.3.3. Symbian

Es líder en el mercado de los smartphome, las dos versiones están dadas por el grupo de fabricantes que las usan, Symbian UIQ se despliega en los dispositivos Sony Ericsson y Series 60 en los de Nokia, esto no quiere decir que estos sean los únicos clientes de Symbian pero si son los más importantes. A nivel de hardware podemos decir que la plataforma es muy ventajosa para los smartphome porque permite su ejecución con un solo procesador con el consiguiente ahorro de energía que trae esto para teléfonos móviles permitiendo extender el tiempo de conversación. **10**

Actualmente, en el mercado de los teléfonos móviles Symbian es el sistema más extendido, aunque no el único. La mayoría de los fabricantes siguen implementando sus propios sistemas, por lo que sigue sin haber una uniformidad o coherencia entre dispositivos.

3.3.4. iPhone OS

Es una versión reducida de Mac OS X optimizada para los procesadores ARM. Aunque oficialmente no se puede instalar ninguna aplicación que no esté firmada por Apple ya existen formas de hacerlo, la vía oficial forma parte del iPhone DeveloperProgram (de pago) y hay que descargar el SKD que es gratuito. iPhone dispone de un interfaz de usuario realmente interesante.

Los elementos de la interfaz se componen por deslizadores, interruptores y botones. Acelerómetros y Giroscopios internos son utilizados por algunas aplicaciones para responder a movimientos y gestos, como sacudir el aparato (en campos de texto es usado para deshacer y rehacer) o rotarlo (se suele usar para cambiar de posición vertical a modo paisaje). **11**

3.3.5. Blackberry SO

BlackBerry es un sistema operativo desarrollado por Research In Motion para sus dispositivos BlackBerry, que provee servicios para correo y teclado

QWERTY. Apareció en el mercado justo en el momento en que comenzaba a demandarse un sistema operativo que permitiera utilizar de una forma fácil, cómoda y rápida los servicios de correo electrónico.

En un dispositivo BlackBerry es posible redactar, enviar y recibir todo tipo de mensajes de correo electrónico, al igual que en el programa que se utiliza en un ordenador. Además, es posible realizar y contestar a las llamadas que se emitan a través de la red de telefonía móvil, lo que permite sustituir el teléfono móvil. Al igual que en el SO Symbian desarrolladores independientes también pueden crear programas para BlackBerry pero en el caso de querer tener acceso a ciertas funcionalidades restringidas necesitan ser firmados digitalmente para poder ser asociados a una cuenta de desarrollador de RIM.

3.4. Estadísticas de uso de Smartphones

Gartner revela los detalles de ventas a usuarios finales a nivel global, por sistema operativo y por fabricante de dispositivo, relativo al primer trimestre de 2011. En total se vendieron 427,8 millones de dispositivos, un 19% más que en Q1 2010, y que incluyen un 23,6% en manos de Smartphones. Nokia sigue siendo la compañía con mayores ventas (en unidades) y cuota de mercado, 107,5 millones y 25,1%, siendo Samsung inmediato seguidor con 68,7 millones y 16,1% de *marketshare*. Apple casi dobla su cuota de mercado, estando a la zaga de LG, mientras que HTC firma una fantástica progresión al doblar su cuota de mercado de Q1 2010 a Q1 2011, e incrementando las ventas en un 181,8%.

RIM y sus BlackBerry están perdiendo presencia en el mercado, de un año para el otro, siendo Android y la versatilidad de sus dispositivos los causantes de la migración de usuarios de una a otra plataforma. El total de unidades de Smartphones vendidas a usuarios finales en el primer trimestre de 2011 ha ascendido a 100,7 millones, casi doblando el número respecto al primer trimestre de 2010: Android es el principal beneficiario en esto.⁸

Table 1
Worldwide Mobile Terminal Sales to End Users in 1Q11 (Thousands of Units)

Company	1Q11 Units	1Q11 Market Share (%)	1Q10 Units	1Q10 Market Share (%)
Nokia	107,556.1	25.1	110,105.4	30.6
Samsung	68,782.0	16.1	64,897.1	18.0
LG	23,997.2	5.6	27,190.1	7.6
Apple	16,883.2	3.9	8,270.1	2.3
RIM	13,004.0	3.0	10,752.5	3.0
ZTE	9,826.8	2.3	6,104.3	1.7
HTC	9,313.5	2.2	3,378.4	0.9
Motorola	8,789.7	2.1	9,574.5	2.7
Sony Ericsson	7,919.4	1.9	9,865.7	2.7
Huawei Technologies Co. Ltd.	7,002.9	1.6	5,236.1	1.5
Others	154,770.9	36.2	104,230.3	29.0
Total	427,846	100.0	359,605	100.0

Source: Gartner (May 2011)

Tabla 1: Ventas de Smartphones año 2011
Fuente: <http://alexistechblog.com/2011/05/19/estadisticas-globales-q1-2011/>

Table 2
Worldwide Smartphone Sales to End Users by Operating System in 1Q11
(Thousands of Units)

Company	1Q11 Units	1Q11 Market Share (%)	1Q10 Units	1Q10 Market Share (%)
Android	36,267.8	36.0	5,226.6	9.6
Symbian	27,598.5	27.4	24,067.7	44.2
iOS	16,883.2	16.8	8,359.7	15.3
Research In Motion	13,004.0	12.9	10,752.5	19.7
Microsoft	3,658.7	3.6	3,696.2	6.8
Other OS	3,357.2	3.3	2,402.9	4.4
Total	100,769.3	100.0	54,505.5	100.0

Source: Gartner (May 2011)

Tabla2: Ventas de Dispositivos Móviles por Sistema Operativo
Fuente: <http://alexistechblog.com/2011/05/19/estadísticas-globales-q1-2011/>

CAPITULO IV

4. Propuesta

Para la generación del mapa ruteable de la ciudad, así como para su visualización en el dispositivo móvil, es necesario disponer de los siguientes requisitos:

Software	
ArcGis 9.3	Para procesamiento de cartografía en formato shp
GPSTMapEdit	Para edición de mapas y generación de archivo mp
Cgpsmapper(Free)	Para exportar de mp a img
SendMap	Para subir los mapas al gps.
Garmin Mobile XT forSymbian	Para ruteo desde el celular
Garmin Mobile XT Support Files Ver. 4.xx.xx	Voces para el programa

Hardware	
Computador	Sistema Operativo Windows XP, 2Gb RAM (requisitos mínimos)
Smartphone	En este caso, con sistema operativoSymbian y además como requisito indispensable debe disponer de receptor GPS.

Tabla 5: Requisitos de Software y Hardware

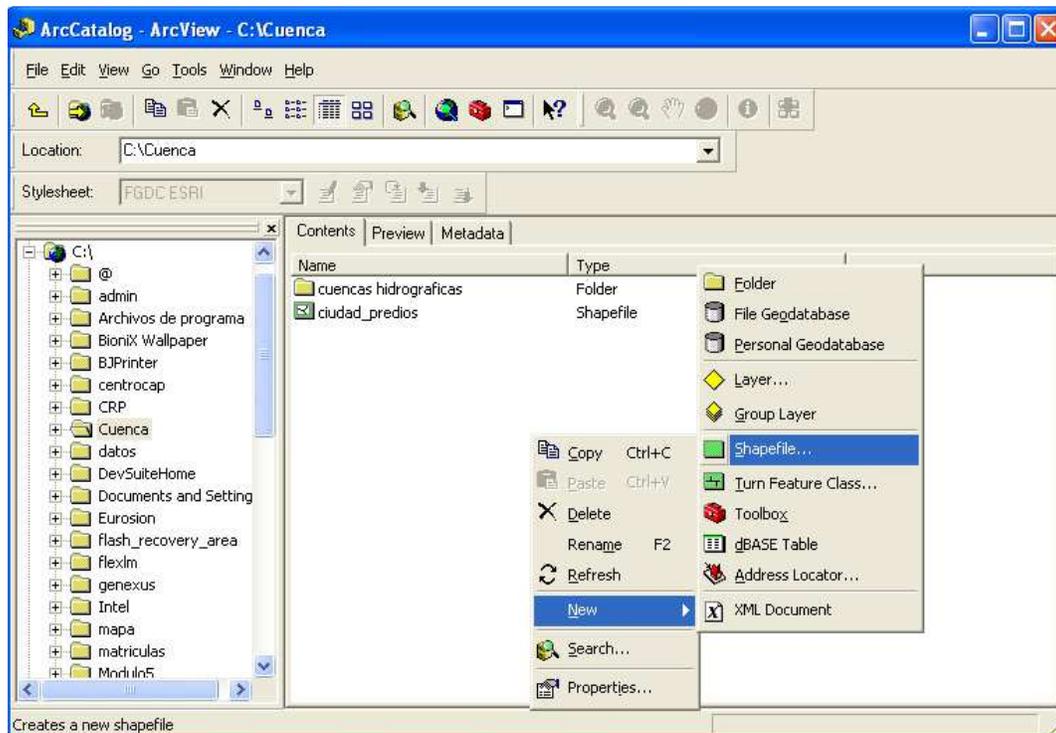
4.1. Depuración y Corrección de Cartografía

Capas Utilizadas: La cartografía tiene la proyección WGS 84 Zona 17:

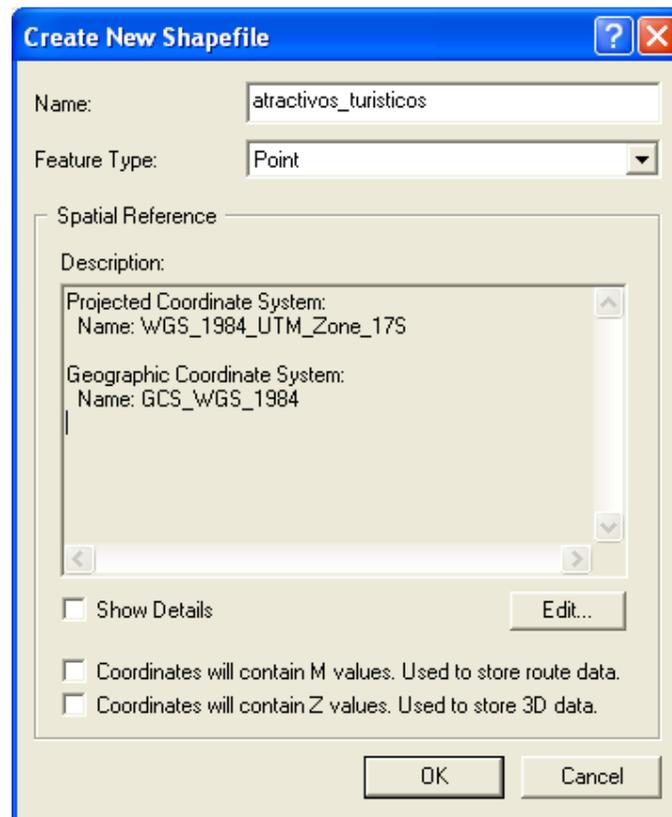
- Vías_cuenca
- Atractivos turísticos

El archivo de vías servirá de base para la generación de la capa de puntos que contendrá los principales atractivos turísticos de la ciudad de Cuenca.

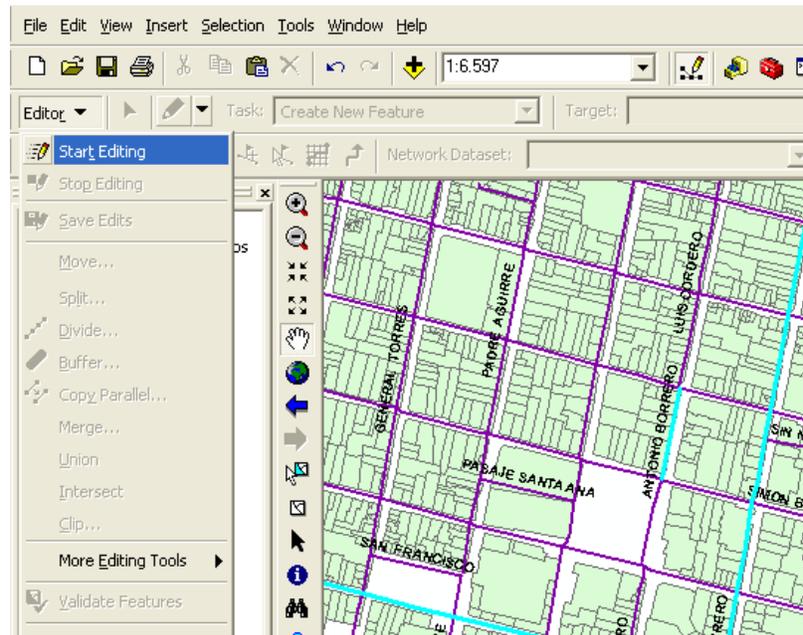
Para la creación del archivo shp, nos dirigimos a ArcCatalog, ubicándonos en el directorio creado para almacenar la cartografía (C:/Cuenca), se crea la capa atractivos_turisticos que almacenará puntos.



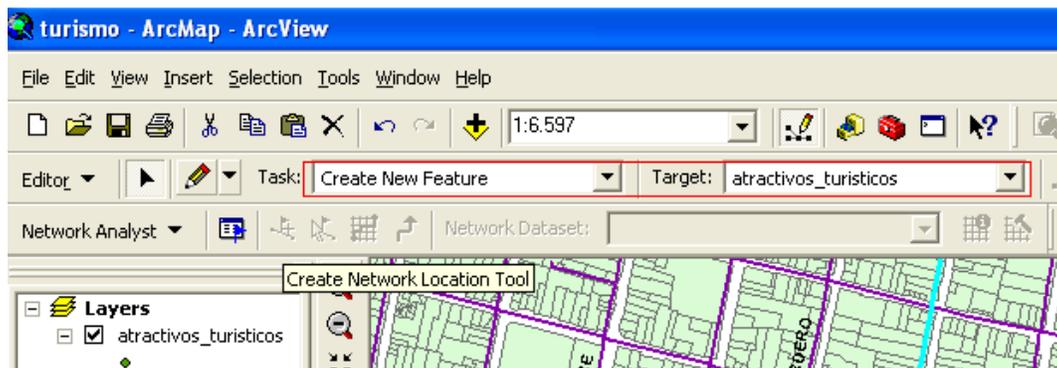
Al momento de la creación, nos pide seleccionar el sistema de coordenadas, en este caso se importaron del archivo de vías:



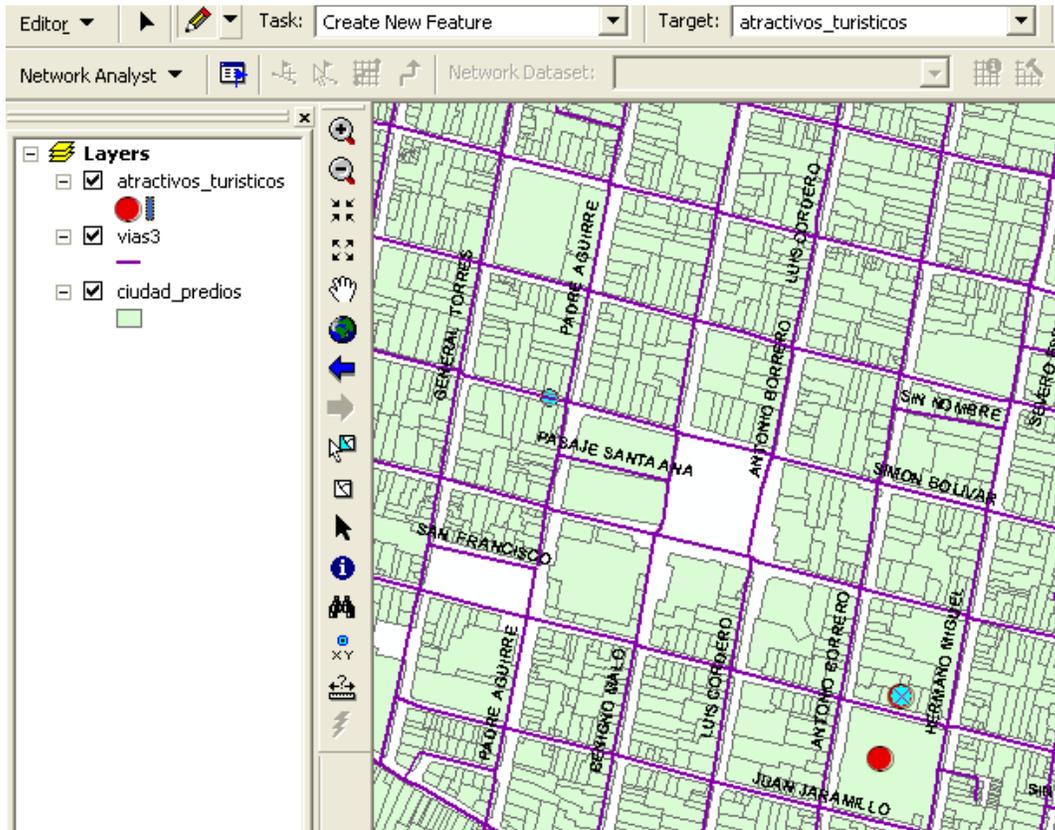
Una vez creado el shapefile, abriremos ArcGis para proceder a generar puntos de interés para los diferentes atractivos de la ciudad. En la barra de menú Editor, seleccionamos la opción StartEditing, en la cual seleccionaremos el archivo *atractivos_turisticos* para editarlo:



Debemos verificar que esté marcada la opción Create New Feature y seleccionada la capa que deseamos editar:



Con la herramienta  procederemos a crear nuevos puntos tomando como base la cartografía de vías para guiarnos en la ubicación de cada uno de los sitios:



Al agregar un nuevo punto, se genera un registro nuevo en la tabla perteneciente al shapefile, en esta tabla se graban los nombres de los diferentes atractivos y su tipo: museo, iglesia, parque, centro comercial, etc.

FID	Shape *	Id	nombre	tipo
0	Point	0	Museo de las Conceptas	Museo
1	Point	0	Museo de Identidad Cañari	Museo

Record: 2 Show: All Selected Records (1 out of 2 Selected) Options

El proceso se repite de forma similar hasta completar el ingreso de los atractivos más relevantes de la ciudad, en este caso se cuenta con 61 registros:

Nombre	Tipo
Casa de Chaguarchimbana	Artesanias / Artisanal Centers
CEMUART (Casa de la Mujer)	Artesanias / Artisanal Centers
Plaza Sangurima (Plaza Rotary)	Artesanias / Artisanal Centers
Plaza Santa Ana	Artesanias / Artisanal Centers
Esquina de las Artes	Artesanias / Artisanal Centers
Mall del Rio	Centros Comerciales / Shopping Center
Millenium Plaza	Centros Comerciales / Shopping Center
Monay Shopping	Centros Comerciales / Shopping Center
Hospital Regional "Vicente Corral Moscoso"	Hospital / Hospital
Iglesia Todos Santos	Iglesias / Churches
Iglesia Virgen de Bronce	Iglesias / Churches
Iglesia Maria Auxiliadora	Iglesias / Churches
Iglesia Corazon de Jesus	Iglesias / Churches
Iglesia San Sebastian	Iglesias / Churches
Iglesia Santo Cenaculo	Iglesias / Churches
Iglesia Santo Domingo	Iglesias / Churches
Iglesia San Alfonso	Iglesias / Churches
Iglesia San Blas	Iglesias / Churches
Iglesia La Merced	Iglesias / Churches
Iglesia Corazon de Maria	Iglesias / Churches
Iglesia El Verge!	Iglesias / Churches

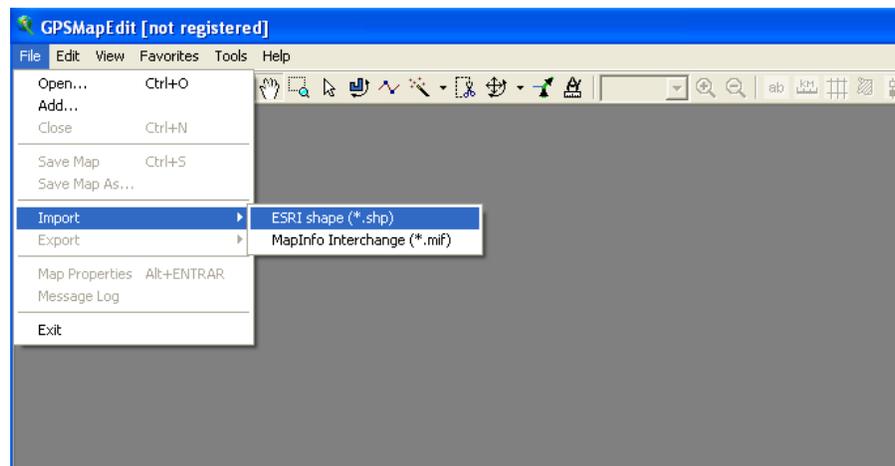
Catedral Nueva	Iglesias / Churches
Catedral Vieja (Museo Religioso)	Iglesias / Churches
Iglesia Carmen de la Asuncion	Iglesias / Churches
Iglesia San Francisco	Iglesias / Churches
Iglesia Las Conceptas	Iglesias / Churches
Iglesia San Roque	Iglesias / Churches
Museo de las Conceptas	Museo / Museum
Museo de Identidad Cañari	Museo / Museum
Museo de Esqueleotología	Museo / Museum
Museo de Arte Moderno	Museo / Museum
Museo Taller del Sombrero	Museo / Museum
Zoologico Amaru	Museo / Museum
Museo Remigio Crespo Toral	Museo / Museum
Centro Interamericano de Artes y Artesanías Populares (CIDAP)	Museo / Museum
Museo de las Culturas Aborígenes	Museo / Museum
Museo Manuel Agustín Landívar	Museo / Museum
Museo Pumapungo	Museo / Museum
Museo Historia de la Medicina	Museo / Museum
Colegio Benigno Malo	Museo / Museum
Museo Arqueológico Universitario	Museo / Museum
Museo de los Metales	Museo / Museum
Museo del Sombrero "Homeró Ortega"	Museo / Museum
Estadio Alejandro Serrano Aguilar	Otros / Others
Coliseo Jefferson Pérez Quezada	Otros / Others
Plaza de Toros Santa Ana	Otros / Others
Migración	Otros / Others
Ministerio de Relaciones Exteriores	Otros / Others
Parque María Auxiliadora	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Parque San Sebastián	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Parque San Blas	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Parque de El Paraíso	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Parque Luis Cordero	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Parque Abdón Calderón	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Plazoleta Carmen de la Asunción (Plaza de las Flores)	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Plazoleta San Francisco	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Plaza del Herrero	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Parque de la Madre	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Plazoleta del Farol	Parques y Plazoletas / Parks and Squares
Ruinas Todos Santos	Ruinas Arqueológicas / Archaeological Sites
Ruinas Pumapungo	Ruinas Arqueológicas / Archaeological Sites

Tabla 3: Listado de Sitios Turísticos Cuenca-Ecuador

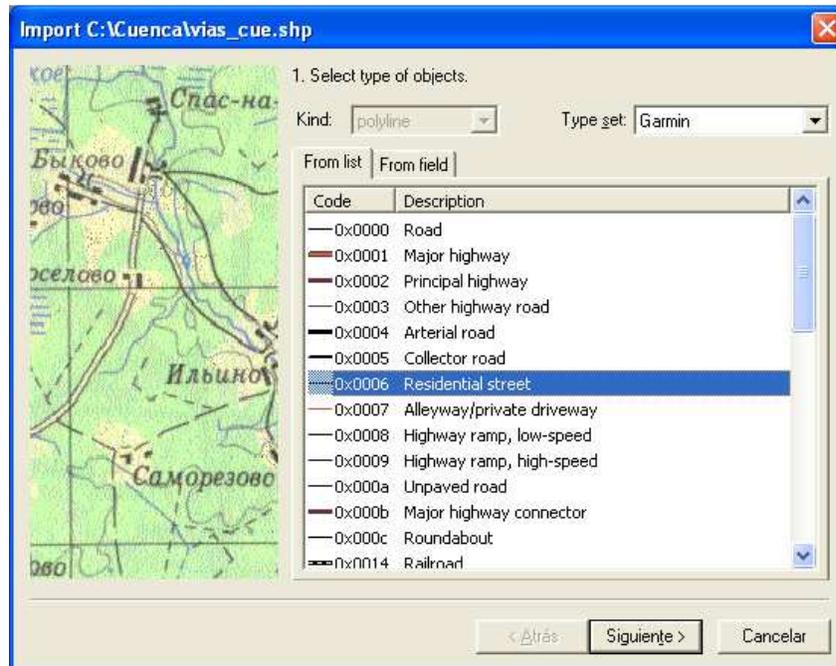
4.2. Generación de Mapas Ruteables

Para la generación del mapa ruteable de la ciudad de Cuenca, se utilizó la herramienta GPSMapEdit, que es un editor de archivos IMG y MP Garmin, que permite edición, retoque y separación de vectoriales, así como su contraste frente a un raster.

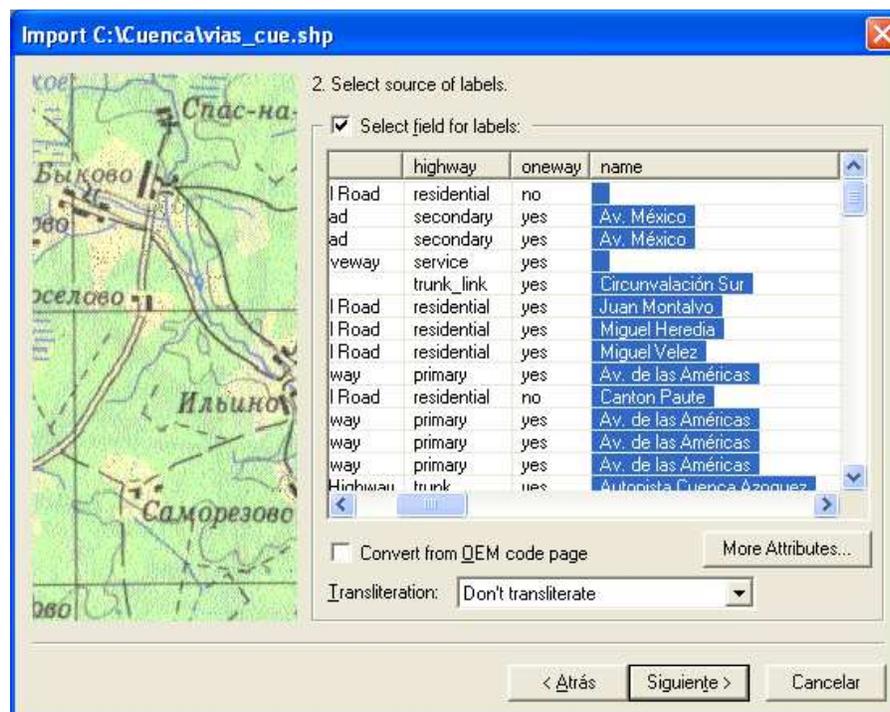
En el menú File seleccionamos la opción Import – ESRI shape, buscamos en el directorio donde tenemos los archivos shape que deseamos cargar al GPS y los agregamos:



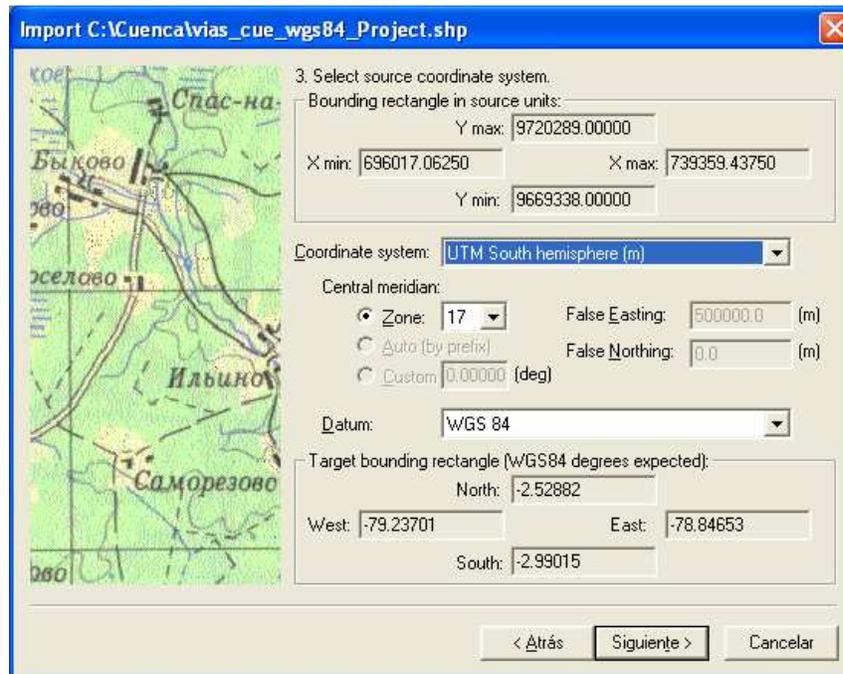
Al momento de agregar cada uno de los archivos nos pedirá que especifiquemos el tipo de simbología que se utilizará, en el caso de las vías se usó Residential Street y para el caso de los atractivos turísticos se utilizaron diferentes simbologías: museum, churches, shopping, etc.



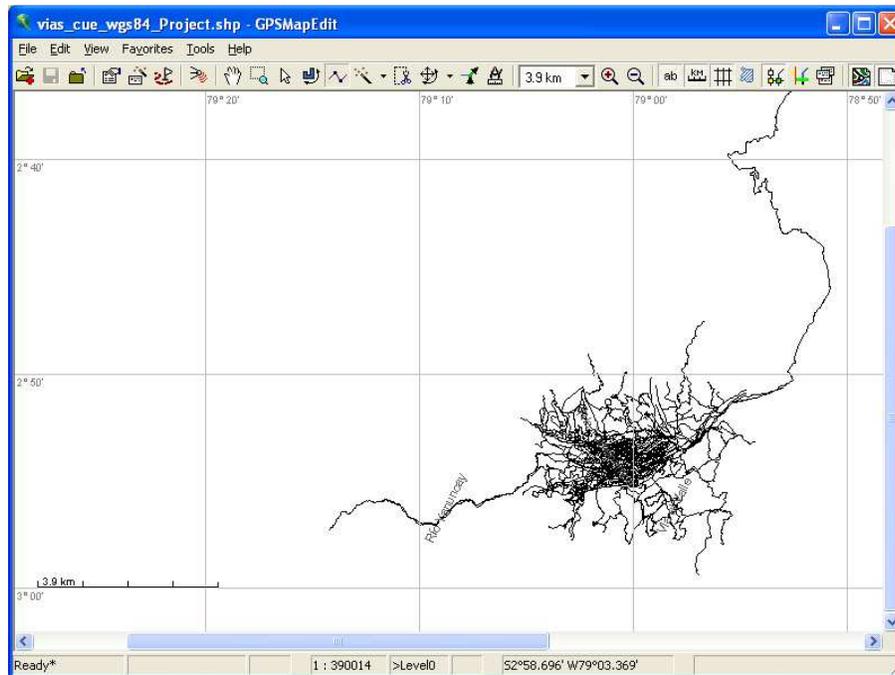
Una vez seleccionada la simbología presionamos el botón siguiente y a continuación deberemos seleccionar el campo que contiene la descripción que queremos mostrar para cada una de las capas:



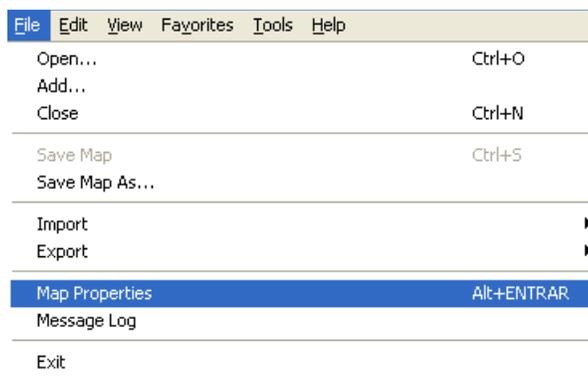
Pulsaremos el botón Siguiente y en la pantalla que se muestra a continuación se deberá elegir el sistema de coordenadas, en este caso UTM zona 17 con datumWGS84:



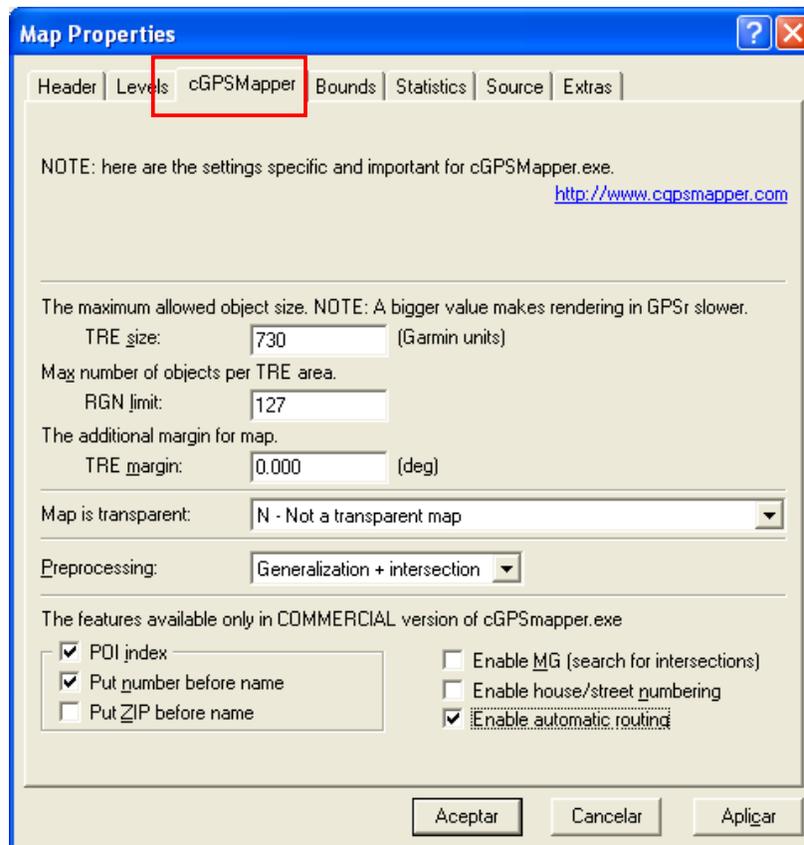
En la pantalla siguiente daremos clic en el botón Finalizar y se nos presentará la cartografía que acabamos de cargar:



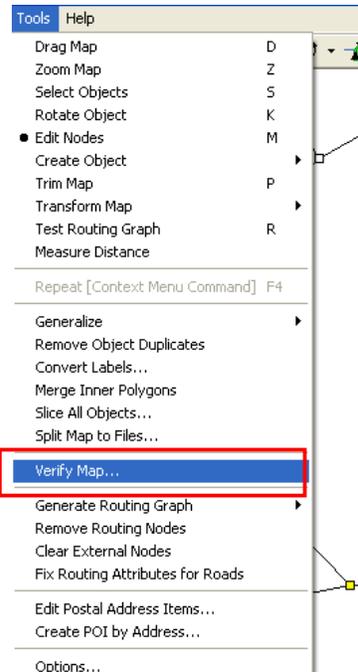
Una vez cargados todos los archivos shape se procede a activar las características necesarias para que el mapa sea ruteable. Para esto utilizamos el menú File- MapProperties:



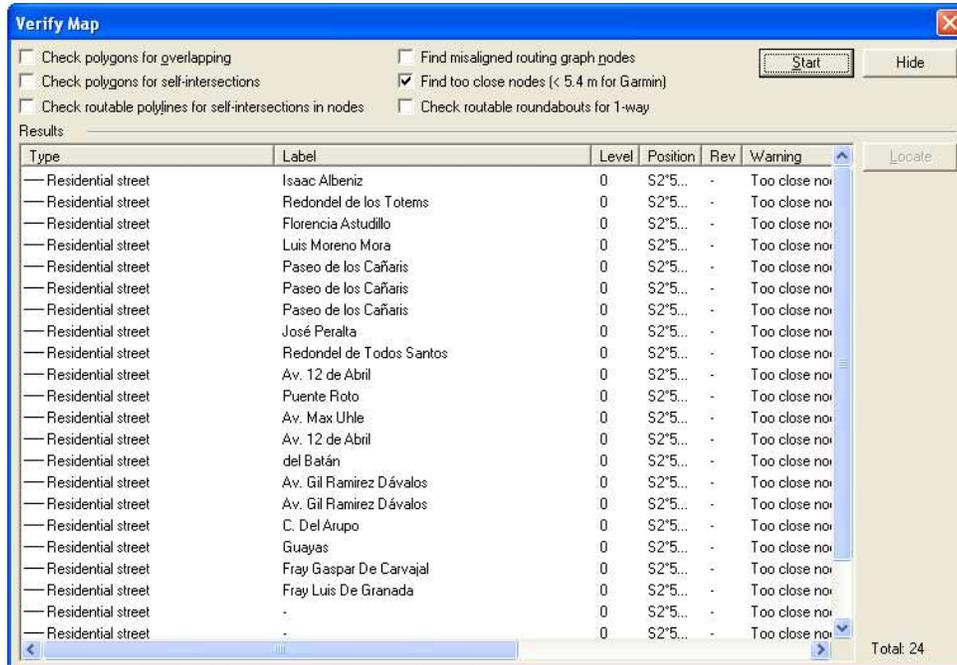
En la ventana de diálogo seleccionaremos la opción cGPSMapper y marcaremos las opciones: POI index, Putnumberbeforename y EnableautomaticRouting:



Una vez realizado esto deberemos asegurarnos de que todos los caminos que deseamos rutear estén unidos entre sí. El error más común es que los nodos no están conectados físicamente, lo que hace imposible el enrutamiento. Para revisar que los nodos estén correctamente unidos usaremos el menú Tools – GenerateRoutingGraph – UsingCoincidingNodes of Polyline, con lo cual nos mostrará los nodos en color amarillo, verde o rojo, estos últimos indican que no están correctamente unidas las líneas a un nodo:



Se presentará una pantalla en la que se muestran los errores que deben ser corregidos previos a la generación del archivo IMG final:

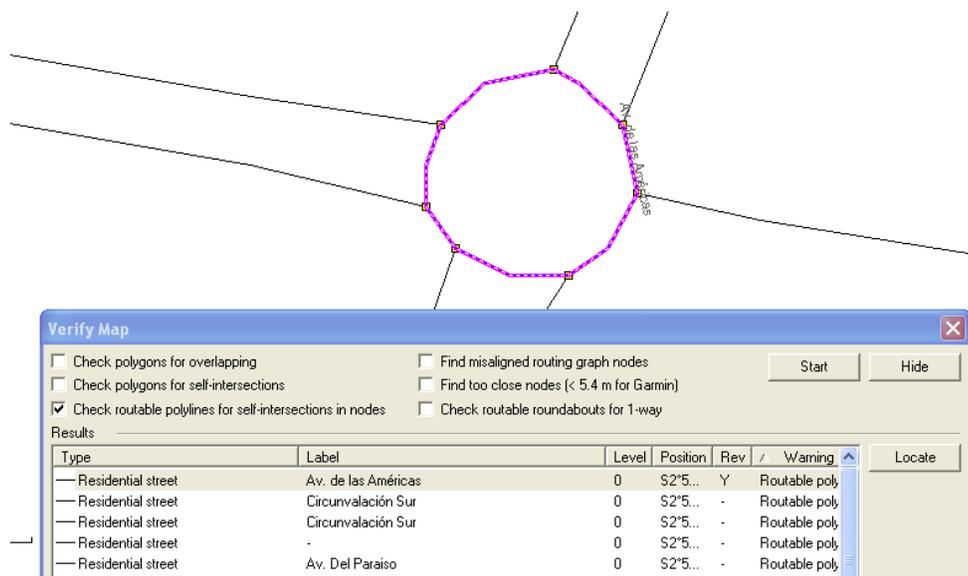


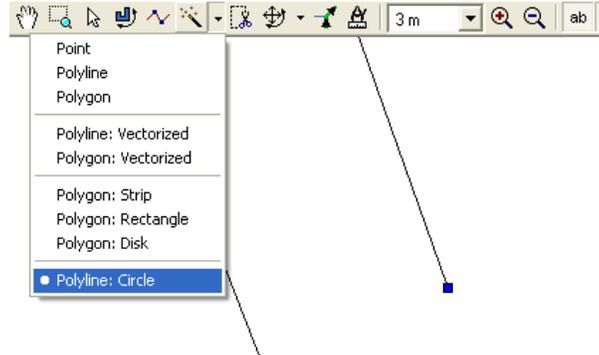
Los errores que se presentaron en la elaboración de este trabajo son:

Código	Error	Solución
E019	Street cannot intersect with itself! Split this element!	Este error se presenta en redondeles, la solución a este inconveniente se presenta más adelante
E038	Type of element cannot be 0.	Se produce debido a que un objeto no tiene definido un Tipo: calle, redondel, etc
	Tooclosenodes	Se presenta cuando 2 nodos están a una distancia menor a 5.4m, para corregirlo se deben separar unos metros

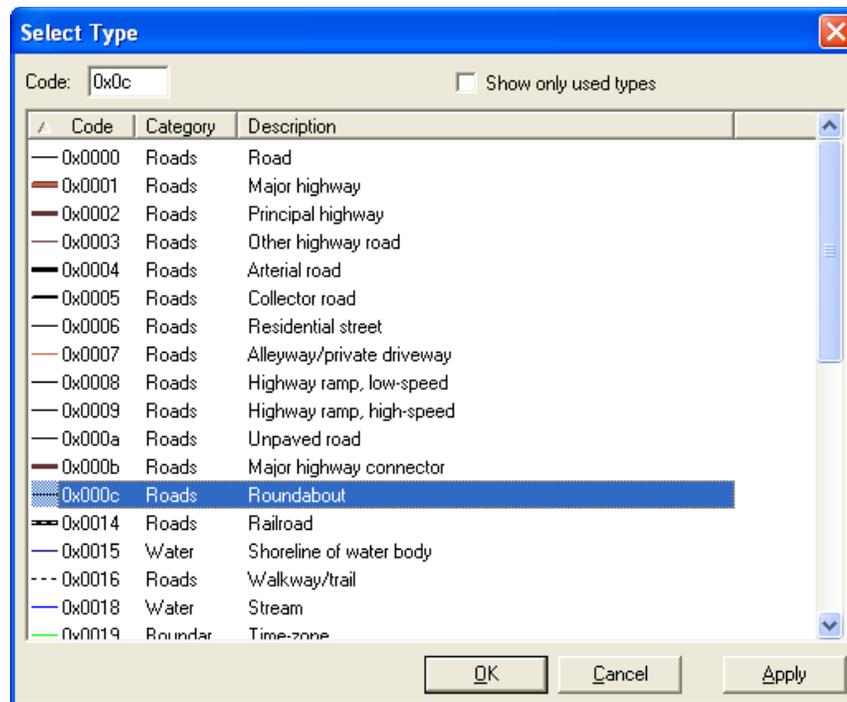
Tabla 4: Errores presentados en la generación de mapa ruteable

Corrección de Error 019: El problema se presentó con todos los redondeles debido a que no estaban definidos como tipo *Roundabout*, para la corrección de este inconveniente es necesario volver a dibujarlos. Se debe eliminar la entidad con problemas y posteriormente mediante el botón  seleccionamos la opción *Polyline:Circle*:



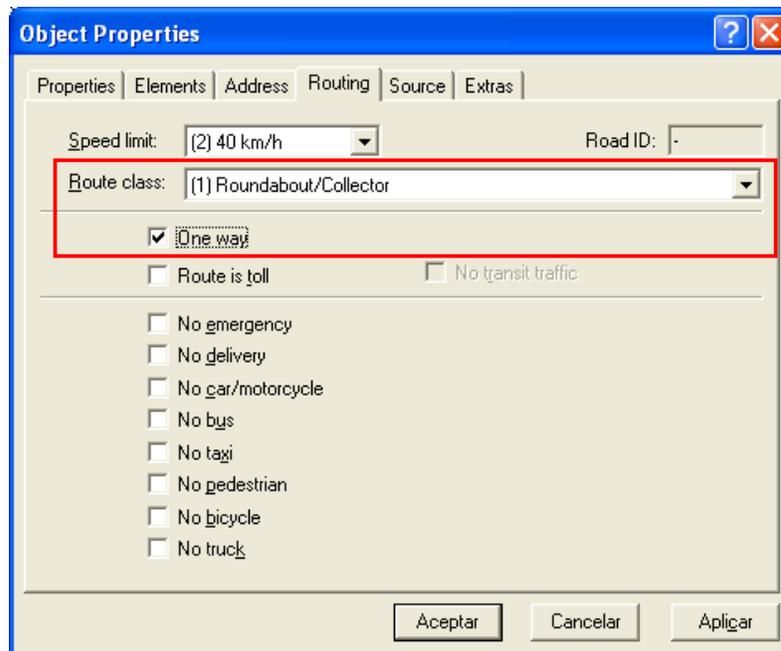


Al momento de dibujar la nueva entidad se presenta un cuadro de diálogo en el que debemos seleccionar el tipo que se va a asignar, en este caso, *Roundabout*.



En la siguiente pantalla se elegirá Routeclass: Roundabout/Collector y se indica que es una sola vía con la opción *OneWay*.

De esta manera se corrigen estos errores.



Una vez corregidos todos los errores, procederemos a generar el archivo IMG para utilizarlo en el celular. A través del menú File – MapProperties configuramos los siguientes datos:

- ID: Es un atributo que identificará el mapa dentro de la aplicación, debe ser numérico de 8 caracteres
- Name: El nombre que identificará al mapa
- Copyright Information: Podemos agregar una breve descripción e información relacionada con el autor
- ElevationUnits: Seleccionaremos metros

Map Properties [?] [X]

Header | Levels | cGPSMapper | Bounds | Statistics | Source | Extras |

The type set defines possible types of objects in the map and their numeric codes.

Type set:

Unique integer number of map.
* For Garmin maps: 8-digit, decimal (e.g. 11000204) or hex prefixed with 'l' letter (l00A7D98C).

ID:

Friendly name of map. May contain any characters.

Name:

Copyright information:

Datum:

Elevation units:

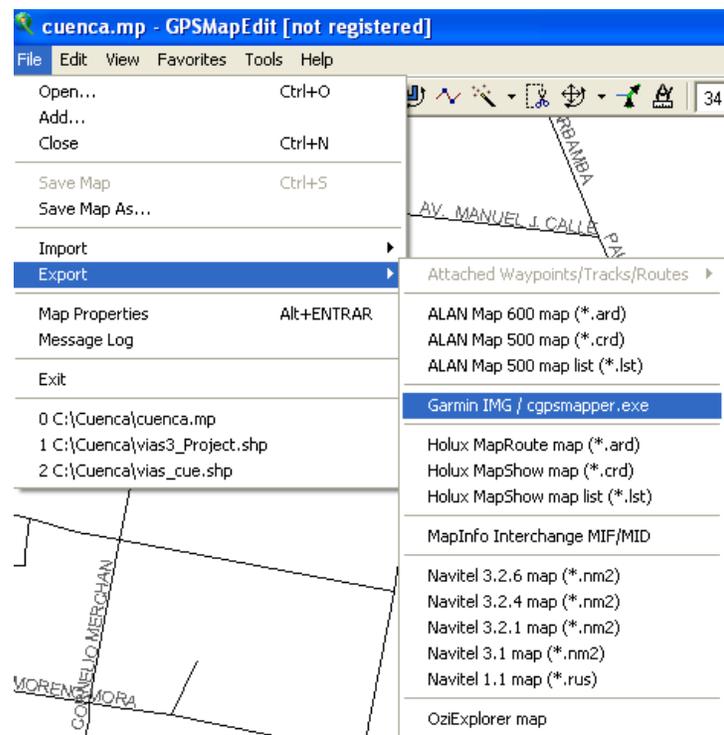
The parameters affect labels visualization.

Code page:

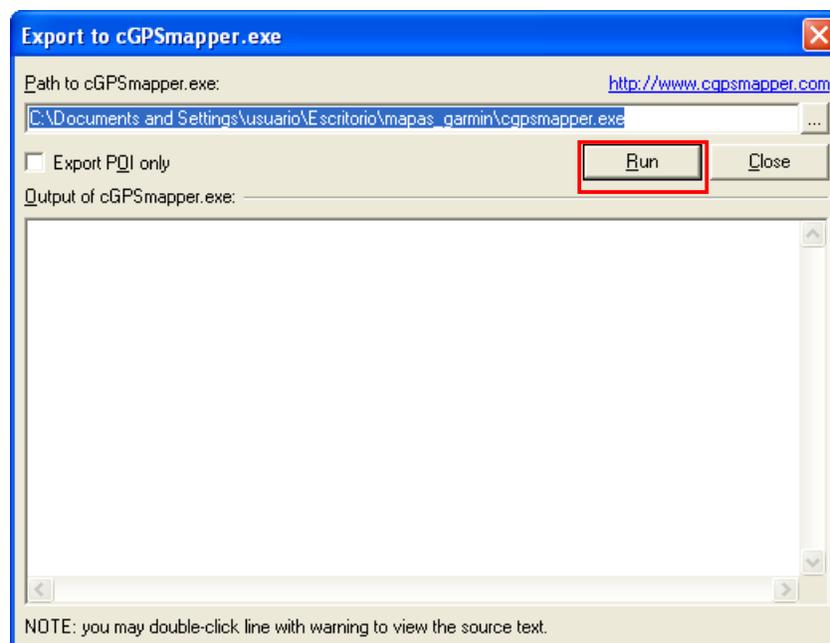
Coding schema:

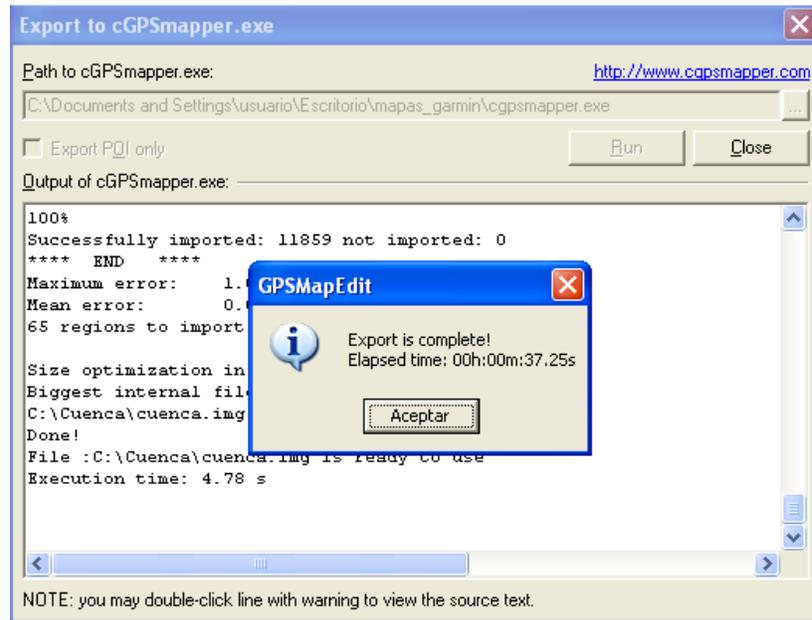
Press the button below to get file size, date, time and other attributes.

Una vez realizada esta configuración nos dirigimos al menú File – Export y seleccionamos la opción Garmin IMG



Se presentará la pantalla en la que realizará la compilación del mapa y en caso de no existir errores generará el archivo:



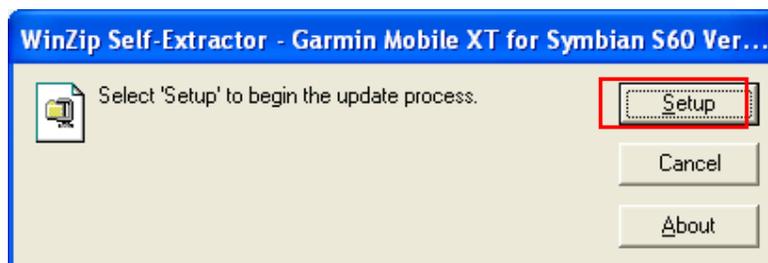


4.3. Instalación de la Aplicación y Mapas

A continuación se detalla el proceso de instalación de la aplicación Garmin Mobile XT forSymbian en un teléfono Nokia 5800:

- Se recomienda realizar la instalación en la tarjeta de memoria del celular.
- Antes de iniciar la instalación se debe conectar el celular en modo transferencia de datos.

Procederemos a ejecutar el instalador de la aplicación



Nos saldrá una pantalla de Garmin en la cual veremos a la izquierda de la imagen la tarjeta de memoria, la seleccionamos y luego le damos click a INSTALL. En caso de que no aparezca la tarjeta de memoria se puede utilizar la opción REFRESH LIST hasta que aparezca.



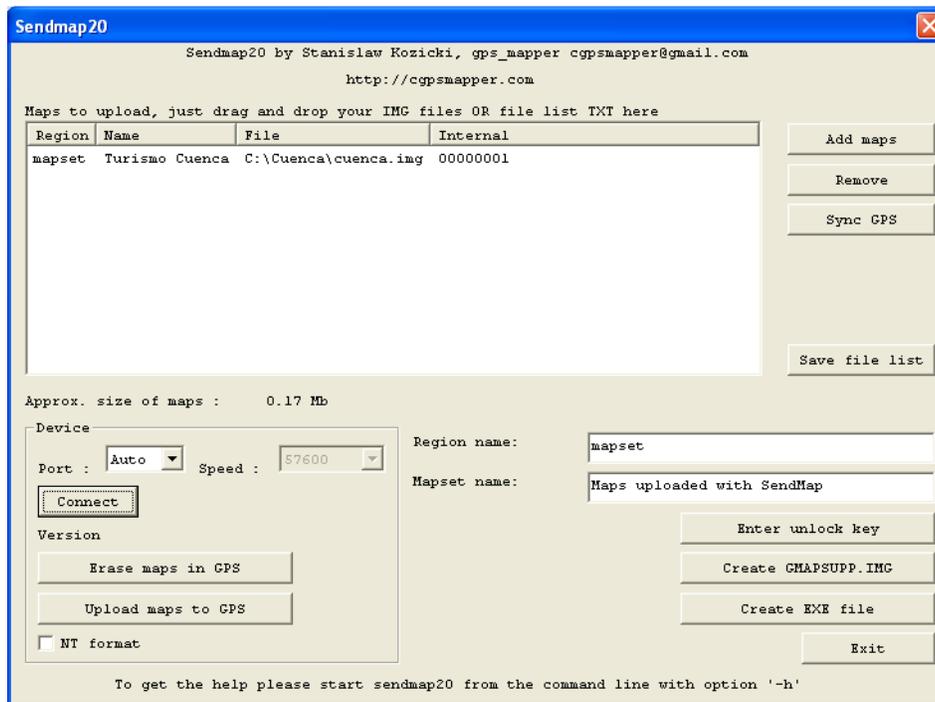
Luego comenzará a instalarse el programa y debemos esperar hasta que el proceso se complete al 100%



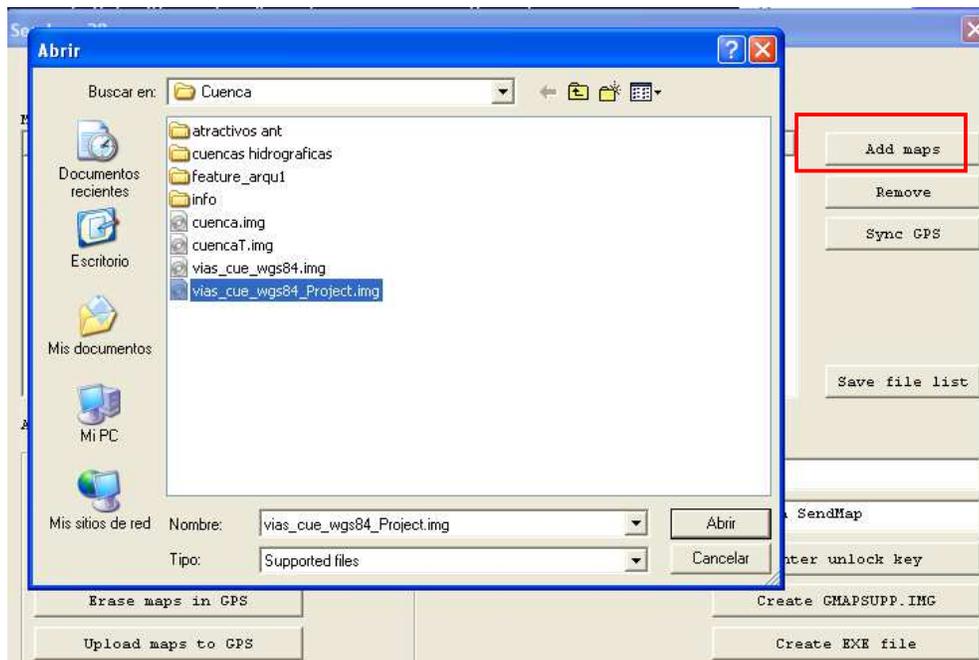
Una vez concluida el proceso, procederemos a instalar las voces del programa siguiendo el mismo procedimiento que el archivo anterior, utilizando el archivo Garmin Mobile XT Support Files Ver. 4.xx.xx.



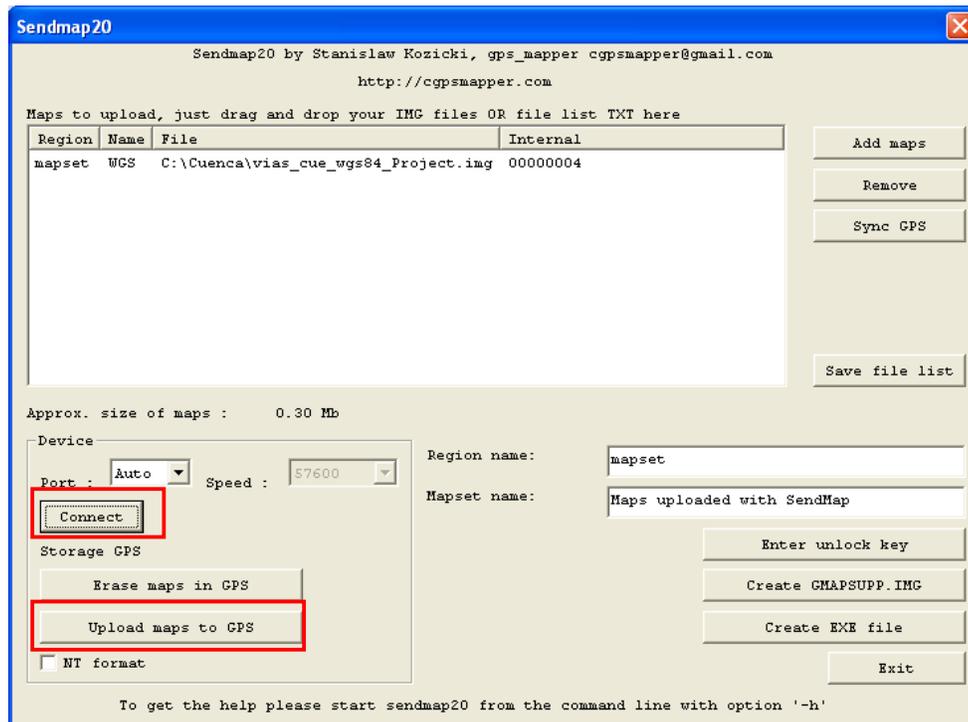
Una vez instalada la aplicación cargaremos el archivo IMG generado anteriormente para que sea utilizado por Garmin XT; para esto utilizaremos el programa Sendmap 20



Pulsamos el botón Addmaps y seleccionamos el archivo IMG que vamos a transferir hacia el celular. Se pueden seleccionar varios mapas a la vez:



En la pantalla daremos clic al botón Connect, para conectar con el teléfono, y luego el botón Uploadmapsto GPS para agregar el archivo:



4.4. Pruebas de Funcionamiento

Una vez instalada la aplicación en el Smartphone y cargados los mapas, se procedió a realizar pruebas para verificar que la aplicación nos guíe correctamente hacia cualquiera de los destinos previamente cargados.

La primera prueba se realizó hacia el Centro Comercial Millenium Plaza desde la Av. Ordóñez Lasso, a continuación se presentan capturas de pantalla de algunas indicaciones provistas por la aplicación:



Figura 9: Pruebas de Ruteo en la ciudad de Cuenca-Ecuador

La segunda prueba se realizó desde Millenium Plaza hacia Mall del Río, a continuación algunas capturas de pantalla:

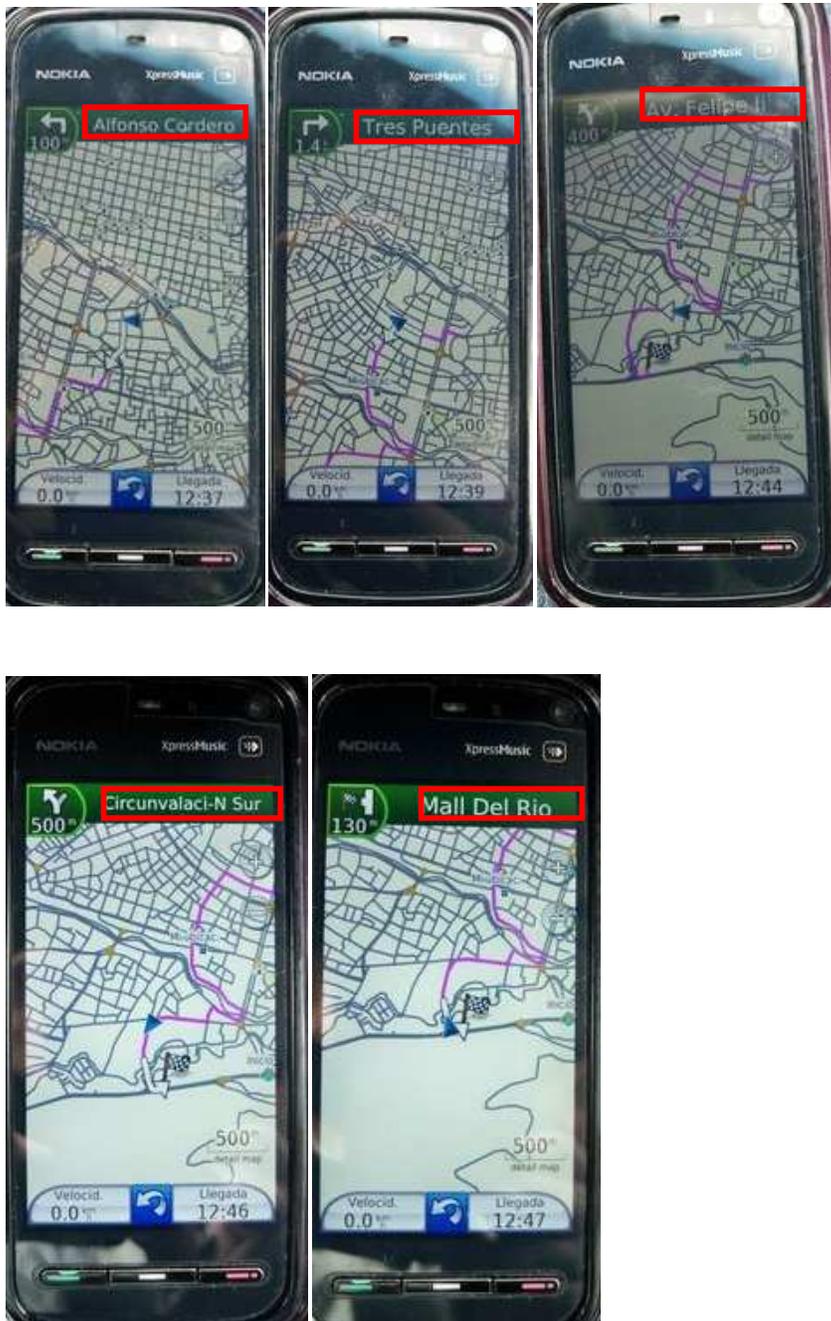


Figura 10: Pruebas de Ruteo en la ciudad de Cuenca-Ecuador

Posteriormente, se realizaron pruebas en el centro de la ciudad visitando iglesias, parques y centros de artesanías. Todas las pruebas fueron exitosas.

4.5. Resultados Obtenidos

Una vez instalada la aplicación y realizadas varias pruebas de funcionamiento se pueden evaluar los siguientes criterios:

Criterio	Fortalezas	Limitaciones
Integración con GIS	Las aplicaciones GIS están en constante evolución y permiten el desarrollo de aplicaciones innovadoras	En el Ecuador aún es bajo el nivel de conocimiento sobre herramientas GIS
Apoyo por GPS	Actualmente los GPS se han difundido grandemente para la localización de personas y objetos, cada vez son más los dispositivos que los tienen integrados	Los dispositivos que disponen de GPS funcionan mediante una batería que debe estar cargada o conectada a una fuente de energía
Dispositivos Móviles	El constante avance tecnológico ha permitido la evolución de los dispositivos móviles permitiendo que cuenten con funcionalidades de gran utilidad (ejm: GPS)	La batería de este tipo de dispositivos también se ve limitada a una fuente de carga y la navegación podría interrumpirse en el caso de recibir una llamada
Integración con mapas	Los mapas de hoy en día ya no están sujetos a estar solo impresos, la mayor parte de desarrollos y aplicaciones se realizan para que la cartografía pueda ser modificada y actualizada por varias personas	Pocas personas comprometidas con la actualización constante de mapas digitales, sobre todo de las ciudades más pequeñas del país

Tabla 6: Comparación de Resultados Obtenidos en cuanto a criterios de calidad

5. Recomendaciones

Una vez realizado el presente trabajo se puede recomendar el desarrollo de nuevas aplicaciones, tomando como base la cartografía generada, para que se integren con más herramientas disponibles en el mercado y puedan proporcionar servicios a un mayor número de usuarios. A continuación se presenta un diagrama con posibles aplicaciones:

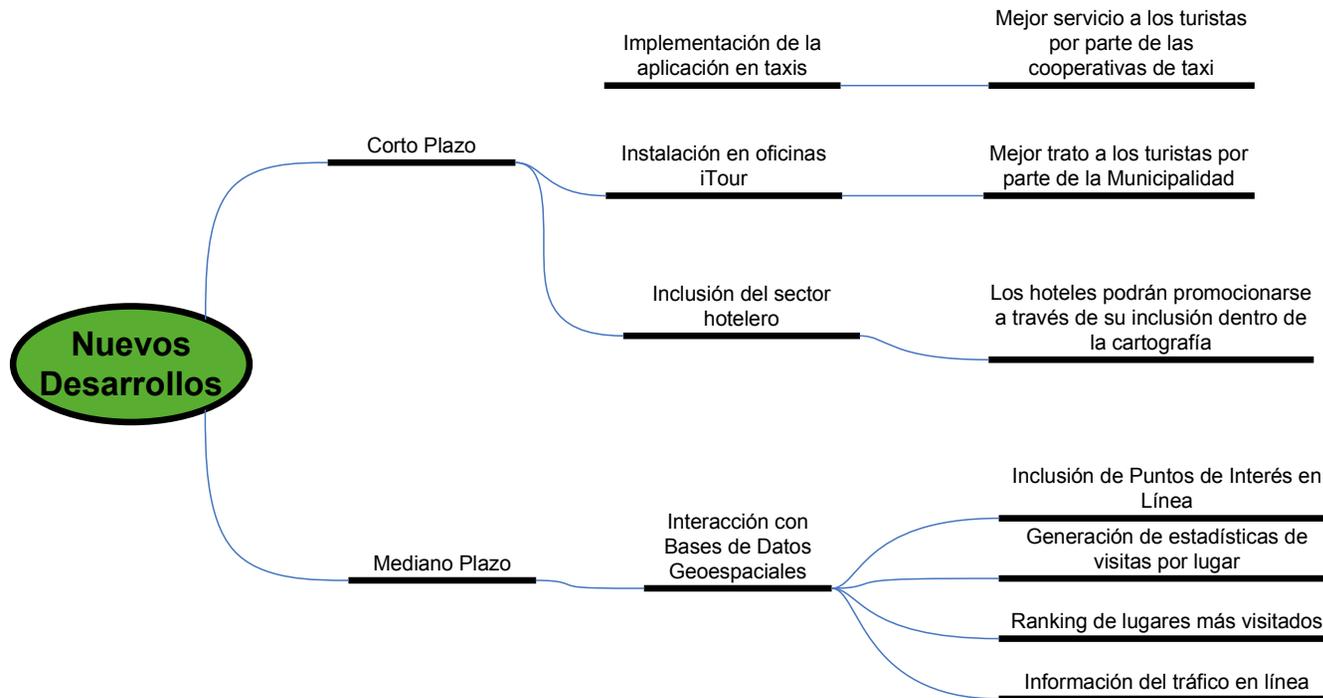


Figura 11: Próximos desarrollos

6. Conclusiones

El avance de las tecnologías nos reta a estar en constante actualización e innovación, es evidente que la mayoría de personas está continuamente adquiriendo nuevos dispositivos para estar al día con la tecnología. Es importante aprovechar estos avances para crear nuevas aplicaciones que faciliten y apoyen las actividades diarias de las personas.

El crecimiento de ventas de dispositivos móviles es cada vez mayor y se estima que seguirá aumentando de la misma manera en los próximos años, de ahí la importancia de mantenerse siempre a la vanguardia.

Ningún país o ciudad tiene limitantes que no se puedan vencer todo depende de la gente que habita en ellos y la disposición que tienen para estar a la par con países más desarrollados tecnológicamente.

7. Bibliografía

1. *Android*. Recuperado el 10 de junio de 2011 de Wikipedia, <http://es.wikipedia.org/wiki/Android>
2. Baz Alonso, A., Ferreira Artime, I., Álvarez Rodríguez, M., García Baniello, R. *Dispositivos móviles, E.P.S.I.G : Ingeniería de Telecomunicación*. Recuperado el 8 de junio de 2011 de <http://156.35.151.9/~smi/5tm/09trabajos-sistemas/1/Memoria.pdf>
3. Callejas Cuervo, M., Meléndez Álvarez, L., Cortes Roa, A. (2010). *Desarrollo de aplicaciones móviles enfocadas al turismo en el departamento de Boyacá*. (num. 29). Colombia: Fundación Universitaria Católica del Norte. Recuperado el 12 de junio de 2011 de <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=194214466010>
4. Comisariado Europeo del Automóvil, CEA. *Sistemas GPS y Aplicaciones*. Recuperado el 16 de junio de http://www.cea-online.es/reportajes/sistemas_gps.asp
5. Cortés Osorio, J., Medina Aguirre, F., Mendoza Vargas, J. (2010). *Implementación de un sistema de posicionamiento global utilizando el módulo gpssirfstarii*. (vol. XVI, núm. 45). Pereira, Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado el 18 de junio de 2011 de <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/849/84917249043.pdf>
6. *El funcionamiento del GPS: un repaso a los principales componentes, tipos de receptores y métodos*. Recuperado el 12 de junio de <http://es.scribd.com/doc/2567422/el-funcionamiento-del-gps#archive>
7. *Estadísticas Globales! Q1 2011, 427,8 millones de dispositivos a usuarios finales*. Recuperado el 15 de junio de <http://alexistechblog.com/2011/05/19/estadisticas-globales-q1-2011/>
8. Fallas, J. (2002). *Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre y Escuela de Ciencias Ambientales*. Costa Rica: Universidad Nacional Heredia. Recuperado el 13 de junio de 2011 de http://www.mapealo.com/Costaricageodigital/Documentos/alfabetizacion/gps_teoría_nov10.pdf

9. Giordano, N. (2009). *Sistemas GIS: GIS aplicado al turismo*. Uruguay: Universidad ORT, Facultad de Ingeniería. Recuperado el 14 de junio de 2011 de www.ort.edu.uy/fi/pdf/nataliagiordanolicssystemasort.pdf
10. Gonzalez Brito, H. (2006). *Estudios de las plataformas principales en la informática móvil*. Cuba: Universidad de las Ciencias Informáticas. Recuperado el 11 de junio de 2011 de www.bvs.hn/cu-2007/ponencias/MUL/MUL057.pdf
11. *iOs (Sistema Operativo)*. Wikipedia. Recuperado el 14 de junio de 2011 de [http://es.wikipedia.org/wiki/IOS_\(sistema_operativo\)](http://es.wikipedia.org/wiki/IOS_(sistema_operativo))
12. Logros en la promoción Turística de Cuenca. (2011). *El Mercurio*. Recuperado el 9 de junio de 2011 de <http://www.elmercurio.com.ec/270015-logros-en-la-promocion-turistica-de-cuenca.html>
13. *Navegación, y Cronometría por Satélite. Sistema de Posicionamiento Global Al Servicio del Mundo*. Oficina de Coordinación Nacional de Posicionamiento. Recuperado el 14 de junio de 2011 de <http://www.gps.gov/spanish.php>
14. *Navegador GPS PDA*. Recuperado el 13 de junio de 2011 <http://www.navegadorgps.org/pda/>
15. Pozo-Ruz, A., Ribeiro, A., García-Alegre, M. C., García, L., Guinea, D., Sandoval, F. *Sistema de posicionamiento global (gps): descripción, análisis de errores, aplicaciones y futuro, Instituto de Automática Industrial*. Recuperado el 7 de junio de 2011 de <http://www.iai.csic.es/users/gpa/postscript/Pozo-Ruz00a.pdf>
16. Rehrl, K., Göll, N., Leitinger, S., Bruntsch, S. *Combined indoor/outdoor Smartphone navigation for public transport travellers*. Austrian Research Centers – ARC Seibersdorf research. Recuperado el 9 de junio de 2011 de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.126.4499&rep=rep1&type=pdf>

17. Rose, S., Potter, D., Newcombe, M. *Augmented Reality: A Review of available Augmented Reality packages and evaluation of their potential use in an educational context*. University of Exeter. Recuperado el 16 de junio de 2011 de <http://blogs.exeter.ac.uk/augmentedreality/files/2010/11/Augmented-Reality-final.pdf>

18. Tardáguila Moro, C. (2005). *Dispositivos Móviles y Multimedia*. Recuperado el 9 de junio de 2011 de http://mosaic.uoc.edu/wp-content/uploads/dispositivos_moviles_y_multimedia.pdf

19. *Un Smartphone es mejor que un GPS para navegar*. GPS Viajero. Recuperado el 10 de junio de 2011 de http://www.gpsviajero.com/blog_proc.asp?Seleccion=110

8. Anexos

8.1. Encuestas Realizadas

8.2. Memoria

- 1.** 15 de febrero de 2011: Entrega de Plan de Tesis al director del programa UNIGIS
- 2.** 21 – 26 de febrero de 2011: Elaboración y Tabulación de encuestas para determinar las necesidades tecnológicas de los usuarios
- 3.** 28 de febrero – 2 de marzo de 2011: Investigación bibliográfica de conceptos básicos para la fundamentación teórica
- 4.** 3 - 10 de marzo de 2011: Obtención de información y análisis de la tecnología necesaria para la implementación de la propuesta
- 5.** 10 de marzo – 17 de abril de 2011: Depuración y actualización del Inventario Turístico de la ciudad de Cuenca y validación de la cartografía vial de la ciudad de Cuenca.
- 6.** 17 de abril – 11 de mayo de 2011: Revisión bibliográfica y ejecución de lageneración de mapas ruteables
- 7.** 12 – 31 de mayo de 2011: Revisión bibliográfica e instalación de la aplicación utilizando la tecnología seleccionada
- 8.** 1 – 6 de junio de 2011: Pruebas de funcionamiento y corrección de detalles en el uso de la aplicación
- 9.** 7 – 30 de junio de 2011: Elaboración del documento escrito de la tesis cumpliendo el formato especificado por la Universidad
- 10.** 28 de julio de 2011: Entrega de la tesis escrita para la revisión por parte del Comité de Tesis
- 11.** 23 de enero de 2012: Recepción de las últimas observaciones sobre el documento
- 12.** 28 de febrero de 2012: Entrega del documento final