

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación

Maestría en Sistemas de Información Gerencial

“IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLATAFORMA DE RASTREO
VEHICULAR PARA USO PERSONAL, BASADA EN UN SISTEMA
DE LOCALIZACIÓN GPS DE CÓDIGO ABIERTO Y EN UN
DISPOSITIVO DE RASTREO”

EXAMEN DE GRADO (COMPLEXIVO)

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGISTER EN SISTEMAS DE INFORMACION GERENCIAL

CARLOS MANUEL CARVAJAL LEMA

GUAYAQUIL-ECUADOR

AÑO: 2015

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi familia por la educación, amor y apoyo que siempre me han brindado y a los amigos que hice en esta maestría.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto en especial a los 'angelitos' que tengo en el cielo, mi abuelita Marieta, mi abuelito Víctor y mi mamita. Sus influencias y enseñanzas me han marcado positivamente, gracias por todo.

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Lenin Freire

DIRECTOR DEL MSIG

Mgs. Omar Maldonado

PROFESOR DELEGADO

POR LA UNIDAD ACADÉMICA

Mgs. Ronny Santana

PROFESOR DELEGADO

POR LA UNIDAD ACADÉMICA

RESUMEN

Basados en estándares abiertos y ampliamente adoptados es posible habilitar un sistema de rastreo vehicular para uso personal. El concepto es que un automotor mediante un dispositivo GPS instalado, se comuniquen con una red satelital para determinar su ubicación precisa, luego a través de un chip GSM con acceso a Internet, poder transmitir la información a un sistema de monitoreo de código abierto, hospedado como un servicio en línea. Con un navegador web y con las credenciales del caso, es posible ingresar a un portal de monitoreo, y contar con reportes de los diversos recorridos del automóvil monitoreado incluso con el apoyo de mapas. El principal objetivo de este trabajo es el de mostrar cómo es posible implementar una plataforma de monitoreo vehicular que sea una alternativa a la contratación de un servicio de localización con una empresa. Los conceptos claves para implementar la plataforma propuesta, son todos de libre uso o contratación.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO.....	II
DEDICATORIA.....	III
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	IV
RESUMEN.....	V
ÍNDICE GENERAL.....	VI
ABREVIATURAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. SOLUCIÓN PROPUESTA.....	3
CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN.....	5
2.1. DETERMINACIÓN DEL ALCANCE DE LA SOLUCIÓN.....	5
2.2. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO Y SISTEMA DE LOCALIZACIÓN GPS SELECCIONADOS.....	9

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLATAFORMA.....	13
CAPÍTULO 3 ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	30
3.1. ANÁLISIS DE FUNCIONALIDADES QUE OFRECE EL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN EN SU PORTAL WEB.....	30
3.2. ANÁLISIS DE INTERACCIÓN CON EL DISPOSITIVO DE RASTREO.....	40
3.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS A PARTIR DE LA INFORMACIÓN ALMACENADA EN LA BASE DE DATOS DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN....	48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
BIBLIOGRAFÍA.....	58

ABREVIATURAS

APN	Access Point Name
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile
IMEI	International Mobile-System Equipment Identity
IP	Internet Protocol
KB	Kilo Bytes
LED	Light Emitting Diode
MB	Mega Bytes
OpenGTS	Open GPS Tracking System
SD	Secure Digital
SMS	Short Message Service
TCP	Transmission Control Protocol
URL	Uniform Resource Locator
WAMP	Windows Apache MySQL PHP

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Dispositivo de rastreo comprado en línea.....	10
Figura 2.2: Arquitectura de la plataforma OpenGTS [2].....	12
Figura 2.3 Dispositivo TK103B.....	13
Figura 2.4 Ubicación del dispositivo.....	15
Figura 2.5: Proceso Servidor para recibir información.....	23
Figura 2.6 Corta Fuego a nivel de Google Cloud.....	23
Figura 2.7 Corta Fuego a Nivel de Windows Server.....	24
Figura 2.8 Pantalla de acceso a portal Web.....	24
Figura 2.9 Mantenimiento de dispositivo.....	25
Figura 3.1: Pantalla de inicio.....	31
Figura 3.2: Detalle de recorrido en mapa.....	32
Figura 3.3: Detalles del recorrido por hito.....	33
Figura 3.4: Tabla con detalle de recorrido.....	34
Figura 3.5: Detalle de Eventos.....	35
Figura 3.6: Reporte detallado de eventos.....	36

Figura 3.7: Excesos de velocidad.....	37
Figura 3.8: Sitios de excesos de velocidad.....	37
Figura 3.9: Información de usuario.....	38
Figura 3.10: SMS - Exceso de velocidad.....	41
Figura 3.11: Ubicación en mapa de exceso de velocidad.....	41
Figura 3.12: Alerta SMS de estado de emergencia.....	42
Figura 3.13: Alerta SMS de exceso de velocidad.....	44
Figura 3.14: Mensaje SMS sobre estado del dispositivo.....	45
Figura 3.15: Mensaje SMS sobre falta de señal GPS.....	47
Figura 3.16: Reportes del dispositivo en estado de emergencia.....	52
Figura 3.17: Mensajes filtrados con velocidad superior a 90Km/h.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparativo de funcionalidades, servicio básico.....	7
Tabla 2: Interfaces del dispositivo de rastreo TK103B.....	14
Tabla 3: Variación diaria de datos transmitidos y recorrido vehicular.....	50

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la delincuencia es una de las mayores preocupaciones con las que cuenta la sociedad ecuatoriana. Los crímenes relativos a robo de vehículos generan importantes pérdidas económicas tanto así que han creado un mercado de ofertas para minimizar el impacto que estos eventos pudiesen tener, concretamente en estos días al comprar un vehículo nuevo siempre se incluye en la adquisición un seguro con cobertura contra robo vehicular y un servicio comercializado comúnmente como de “localización satelital”. Las tecnologías computacionales han tenido un crecimiento sostenido durante las últimas décadas. Por ejemplo, situaciones aparentemente muy especializadas que antes solo se veían en películas de espías, ahora son de lo más habituales. Antes de la aparición pública de servicios como Google Maps hace poco más de 10 años, ¿quién se imaginaria que hoy en día, con cualquier teléfono inteligente se puede contar con localización satelital y ubicación en mapas en línea? En los mismos conceptos se basa una plataforma de rastreo vehicular, y en este proyecto se detalla cómo implementarla utilizando estándares abiertos. Si bien es cierto, la mayoría de veces será preferible contratar un servicio con empresas especializadas en el tema, pero profesionales técnicos y fanáticos de la tecnología podrán encontrar valor agregado con una alternativa gestionada de forma personal.

CAPÍTULO 1

GENERALIDADES

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Hace año y medio al comprar un carro nuevo, entre los costos adicionales en los que debía incurrir estaban los relativos a un “servicio de rastreo vehicular satelital”, que me brindaba acceso a un portal web en donde con un usuario y clave se debía poder revisar en tiempo real la ubicación de mi vehículo, varias veces ingresé al sitio y siempre obtenía en un mapa una ubicación errónea. Luego de 3 semanas llamé al soporte de la empresa de rastreo vehicular, y me indicaron que el dispositivo no estaba activado correctamente y que debía llevarlo a sus talleres para revisión. Documenté una carta formal quejándome de la inexistencia del servicio de monitoreo, indicando que si no hubiese descubierto el problema, quien sabe cuánto tiempo habría estado sin cobertura. Nunca obtuve respuesta alguna. Me quedó claro que no

podía fiarme del servicio contratado y que debía buscar una alternativa. Podría haberme cambiado a otra empresa proveedora de servicios de monitoreo, pero esto equivalía a comprar otro dispositivo de rastreo, contratar otro año completo de servicio y además correr el riesgo de tener similares inconvenientes.

1.2. SOLUCIÓN PROPUESTA

Debido a la evolución de tecnologías de información, de comunicaciones e Internet, que ha sido basada en gran medida sobre estándares abiertos que han permitido el desarrollo de productos y servicios de libre acceso y con costos competitivos mediante economías de masas; es posible implementar una plataforma de monitoreo vehicular a modo personal como alternativa a contratar un servicio. La solución propuesta se basa en los siguientes elementos:

- Dispositivo de rastreo vehicular de libre compra: Existen diversas marcas de dispositivos que solo pueden ser adquiridos por empresas que han firmado acuerdos con los fabricantes. Pero en el mercado están disponibles una gran variedad de dispositivos de monitoreo con un amplio abanico de funcionalidades. Estos equipos utilizan la red GPS para obtener la localización con coordenadas de latitud y longitud, e internet mediante la red GPRS de telefonía móvil, para poder comunicarse con el servidor de monitoreo.
- Sistema de localización vehicular “open source” OpenGTS, solución de código abierto de libre utilización, funcional en una gran variedad de sistemas operativos, desde clientes Windows, Windows Server, Linux, entre los principales. Tiene una amplia

gama de compatibilidad con dispositivos de rastreo, y brinda varias funcionalidades similares a las ofertadas por los proveedores empresariales de servicios de localización vehicular.

- Red GPS: De utilización gratuita, ofrece prácticamente cobertura mundial y un mínimo margen de error. Su objetivo es brindar al sistema la localización lo más exacta posible con coordenadas de latitud y longitud.
- Red GPRS: Servicio de internet ofrecido por los proveedores de telefonía móvil. Ideado para cubrir requerimientos bajos en cuanto a cantidad de bps transmitidos. Su cobertura es amplia tanto en ciudades como en zonas rurales.
- “Web Hosting”, servicio web para publicar un servidor de aplicaciones desde donde funcione el sistema “OpenGTS”.

Con la arquitectura propuesta se puede implementar un sistema de monitoreo vehicular de forma individual, incluso con posibilidad de crecimiento escalable para soportar varios vehículos. Las tecnologías de la información con su desarrollo han conseguido poner al alcance general soluciones que antes estaban disponibles solo a nivel empresarial.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

2.1. DETERMINACIÓN DEL ALCANCE DE LA SOLUCIÓN.

El objetivo de esta proyecto es el de implementar una plataforma para monitoreo vehicular, que constituya en una alternativa al servicio brindado por empresas especializadas. Para definir el alcance del trabajo como primer paso se determinaron qué funcionalidades se ofrecen en el mercado, en donde se pueden considerar entre los principales o más conocidos proveedores a las siguientes empresas con su nombre comercial:

- Tracklink
- Sherloc
- Hunter

La metodología para recopilar información consistió en visitar el sitio web de cada marca y llamar consultando por el detalle de servicios ofrecidos incluyendo el dispositivo de rastreo. Fue posible recibir las cotizaciones vía correo electrónico normalmente en menos de un día de realizada la consulta. Todas las ofertas incluían por lo menos 2 opciones: la avanzada y la básica, ésta última será la tomada en cuenta en la tabla comparativa que se desarrollará a continuación. Los valores detallados son para el primer año de servicio. Los costos oscilan entre los \$499 y \$550, en resumen:

Tabla 1: Comparativo de funcionalidades, servicio básico

	Tracklink	Sherloc	Hunter
Localización SMS	Sí	NO	Sí, hasta 5
Localización Web	Sí	Sí, hasta 40 accesos	Sí
Bloqueo del carro	No	Sí	No
Costo anual [\$]	499	520	550

Cabe recalcar que para el segundo año de servicio para los 3 proveedores el costo es similar, \$299. En base a este comparativo se define implementar una plataforma que cubra y supere todas las características ofrecidas por los proveedores en sus paquetes comerciales, específicamente:

- **Localización Web:** Se refiere a que el usuario cuente con un portal web en donde con apoyo de mapas pueda conocer la ubicación del vehículo en el momento actual y reportes históricos.
- **Localización SMS:** Se refiere a que el usuario con comandos SMS preestablecidos pueda conocer las coordenadas geográficas de localización del vehículo.

- Bloqueo del carro: Implica la funcionalidad por la cual ya sea vía web o SMS es posible enviar un comando al dispositivo de rastreo para que quede imposibilitada la movilización del vehículo.

En cuanto a la capacidad de mensajes SMS y de localización web, dependerá de las ofertas de servicio que estén disponibles con las operadoras de telefonía móvil. La tendencia que se aprecia entre los proveedores es relativa ofrecer mínima o ninguna funcionalidad SMS. Es posible considerar que con acceso a una plataforma web para localización es más que suficiente y quizás esa asunción es la que están realizando. En el capítulo relativo al análisis de resultados se revisa la estadística relativa a la cantidad de Megabytes mensuales que la plataforma requiere.

Los proveedores especializados ofrecen el servicio de “recuperación vehicular”, lo cual según verificación telefónica consiste en que en el caso de algún incidente delictivo reportado ellos realizarán la coordinación con la policía para gestionar la recuperación del automóvil. El análisis de este tipo de funcionalidad está fuera del alcance del presente proyecto.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL DISPOSITIVO Y SISTEMA DE LOCALIZACIÓN GPS SELECCIONADOS

Cada una de las 3 empresas especializadas en servicios de localización trabaja con una marca específica de dispositivo de rastreo, por ejemplo Hunter con “LoJack” y Sherloc con “Laipac”. No es posible adquirir dispositivos de estas marcas como persona natural, en sus sitios webs no existe la opción de compra en línea y normalmente lo que ellos buscan es vender sólo al por mayor a empresas que ofrecen el servicio.

La metodología a seguir para definir que dispositivo utilizar se basó en realizar búsquedas “car GPS tracking” en portales de compras en línea como amazon.com, aliexpress.com y dx.com. A continuación filtrar las opciones de modelos con mayor cantidad de comentarios y revisarlos. A inicios del 2014 el dispositivo que cumplió con estas características es el “TK103B”. El fabricante original es “XEXUN” de China, pero en el mercado existe una amplia variedad de equipos genéricos basados en este modelo. Finalmente el dispositivo fue comprado mediante el portal amazon.com a un costo de \$60.98 incluido transporte para ser entregado en una dirección de Estados Unidos, y transportado al país como un bien personal luego de un viaje a dicho país.

Order Details

Order #115-6116251-6072232

Placed on Thursday, March 27, 2014

	<p>Remote Control Mini SPY Car Vehicle Realtime Tracker For GSM GPRS GPS System Tracking Device TK103B USA SELLER Electronics Sold by Newgate---Ship from CA Condition: New</p> <p style="text-align: center;"> f t p </p>	<p>\$55.99</p>
---	--	-----------------------

Item Subtotal:	\$55.99
Shipping & Handling:	\$4.99
Total Before Tax:	\$60.98
Order Total:	\$60.98

Figura 2.1: Dispositivo de rastreo comprado en línea

Entre las principales características técnicas se mencionan:

- Requiere un chip celular GSM
- Funciona en las 4 bandas estándares a nivel mundial de la tecnología GSM
- Exactitud GPS de hasta 5m.
- Incluye control remoto como con botón de SOS incorporado.
- Funcionalidad de bloqueo del automóvil

Como comparativo, el costo del dispositivo de rastreo más económico entre los 3 proveedores que fueron contactados, es de \$200 y es solo comercializado en conjunto con el servicio anual.

Sistema de Localización GPS

El dispositivo TK103B viene de fábrica con acceso a la plataforma de localización llamada "GpsTrackerxy" [1], y en teoría solo es necesario realizar la configuración del caso, sin embargo al tratar de habilitarla se obtenían mensajes de error relativos a que había caducado el tiempo de uso. Revisando información de una situación similar, en diferentes foros en línea se documenta que el error es habitual, al parecer es debido a que el tiempo de utilización gratuito es limitado y es contado a partir de que el equipo es despachado de la fábrica. Además se presentan frecuentes quejas de usuarios indicando la lentitud de la plataforma.

Entonces, se define investigar opciones de código abierto, y la que está mejor posicionada es el sistema conocido como "OpenGTS", tanto por comentarios positivos, tiempo del producto disponible, regularidad de actualizaciones, entre los motivos principales. Otra característica importante es que el sistema es independiente de la plataforma al ser desarrollado bajo entorno JAVA, y es ejecutable en la gran mayoría de distribuciones Linux y Windows vigentes.

La arquitectura macro de la plataforma se basa en dos tipos de procesos servidores, uno es relativo a la comunicación directa con los dispositivos de rastreo, que se ejecuta de forma separada directamente

sobre la capa JAVA y otros procesos servidores a nivel web, que funcionan dentro del entorno Apache Tomcat, y son los relativos a la gestión del portal basado en protocolo HTTP. Estos dos tipos de procesos graban en la base de datos MySQL, y funcionan sobre la capa JAVA que se ejecuta sobre el sistema operativo.

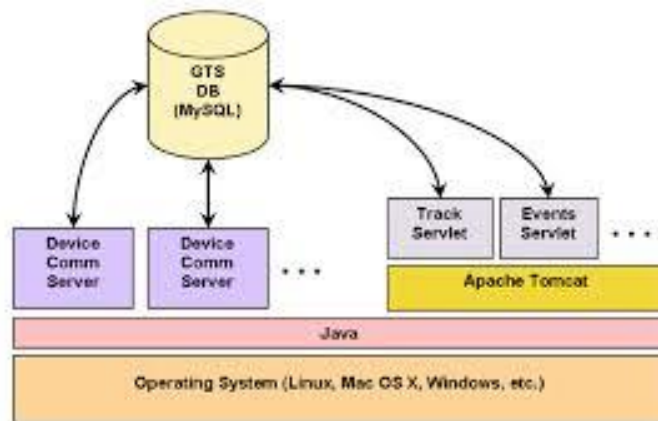


Figura 2.2: Arquitectura de la plataforma OpenGTS [2]

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA DE LA PLATAFORMA

Instalación física del dispositivo

El dispositivo de rastreo debe ser instalado de forma encubierta dentro del automotor y conectadas sus diferentes interfaces que a continuación se describen:



Figura 2.3 Dispositivo TK103B

Tabla 2: Interfaces del dispositivo de rastreo TK103B

1. Antena GSM/GPRS	2. Slot para chip GSM
3. Expulsión slot GSM	4. Slot para memoria microSD
5.	6. Antena GPS
7.	8. Cableado al sistema eléctrico
9. LED GPS/GSM	10. Interruptor de batería
11. Antena control remoto	

En este caso la instalación fue realizada del lado del piloto en la parte interior por donde va el sistema de cinturón de seguridad.

Fundamental en la instalación del dispositivo es lo relativo a la integración con el sistema eléctrico del carro, inicialmente se deben conectar los cables de alimentación positiva y tierra para que el dispositivo se energice a 12V.

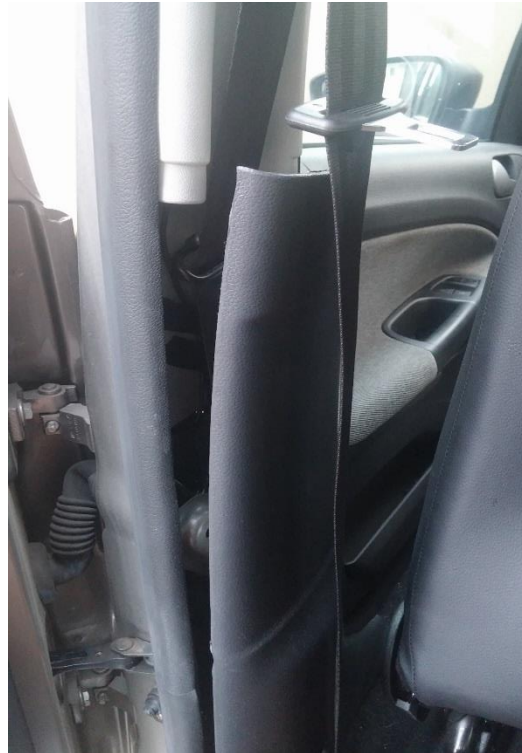


Figura 2.4 Ubicación del dispositivo

Para habilitar la funcionalidad de “bloqueo del carro”, se requiere conectar un relay eléctrico a la señal de la “línea de combustible”. El relay que se utiliza es de estado “normalmente cerrado”, es decir que el circuito de alimentación de combustible es continuo, a excepción del caso en el que el dispositivo envíe una señal que hará activarse al relay disparando la interrupción del circuito, que ocasionará el corte de la señal de combustible, con lo que el carro se apagará al quedarse el motor sin gasolina. Y luego no podrá prenderse hasta que se cierre de nuevo el circuito. El bloqueo del automotor, adicional con su ubicación

en tiempo real, permite la teórica rápida recuperación del vehículo en el caso de un incidente delictivo.

Habilitación de servidor para hospedar sistema de localización

Existen varias opciones para hospedar el sistema de localización. Desde instalarlo en un computador personal directamente conectado a Internet con un enlace doméstico y configurar al dispositivo de rastreo para que apunte al IP público. El único requisito es contar con una dirección de Internet fija, ya que en el dispositivo de rastreo la configuración es con dirección IP y no con nombre de dominio, por lo que el IP del server de monitoreo no debe variar para un correcto y transparente funcionamiento del sistema. La primera prueba que se realizó configurando el sistema OpenGTS fue con un ambiente de este tipo, desde una laptop con Windows 7 Home.

Por temas de simplificar y transparentar lo relativo a infraestructura es preferible contratar un servicio de web hosting.

Se evaluaron 3 opciones:

- JVMHost: Ofrece servicios de hosting optimizados para aplicaciones de tipo JAVA, como por ejemplo OpenGTS, incluso entre su documentación cuentan con un tutorial para instalar el sistema en un paquete con un costo mensual de \$7.95. Al ser

un servicio de “web hosting” compartido, para algunos recursos no se cuenta con acceso administrador, para el presente proyecto se prefirió buscar una plataforma con privilegios completos.

- Microsoft Azure: Plataforma en la nube de Microsoft, ofrece un gran abanico de opciones con un modelo de negocios en cobrar bajo demanda o utilización. Se realizaron varias pruebas implementando la plataforma, aprovechando el esquema “trial gratis de 30 días”. A pesar de no encontrar inconvenientes, se decidió seguir revisando alternativas.
- Google Cloud Platform: Cuenta con el lema de “Plataforma como un servicio”. Ha sido el ambiente seleccionado para la implementación del presente proyecto, bajo la opción de “trial gratis de 60 días”, entre los principales motivos para la elección, los principales fueron: el prestigio de la marca y el periodo ampliado de prueba.

Instalación del sistema de localización GPS

Se parte la instalación utilizando una máquina virtual en donde se ejecuta el sistema operativo Windows 2008 Server R2, que está dentro de las plantillas de arquitecturas disponibles en Google Cloud Engine, una vez habilitado el sistema operativo se procede con los siguientes pasos:

- Configuración del servidor con una dirección de Internet fija. En este caso la brindada por el sistema es: 23.251.153.245
- Descargar los siguientes paquetes de software:
 - OpenGTS, sistema de localización GPS de código abierto [3]
 - Java JDK y Java JRE [4]
 - Apache Tomcat, implementación de código abierto de entorno servidor para aplicaciones Java [5]
 - Apache Ant, conjunto de librerías que permite automatizar la compilación de paquetes desarrollados en el entorno de desarrollo Java [6]
 - Wamp Server, aplicación que empaqueta para sistemas operativos Windows en un solo ambiente los servidores: MySQL, PHP y Apache [7]

- MySQL-Connector-Java, librería que permite la comunicación entre la base de datos MySQL y las aplicaciones desarrolladas en Java [8]
- Java Beans, modelo de componentes para consolidar aplicaciones desarrolladas en Java [9]
- ActivePerl, entorno para ejecución de aplicaciones en “PerlScript” [10]
- Descomprimir OpenGTS, apache-tomcat, apache-ant en el disco C:\ con el nombre de cada producto, por ejemplo, C:\OpenGTS
- Instalar JavaJDK y JRE siguiendo los pasos del asistente de instalación
- Antes de instalar WAMP, se deben habilitar unas librerías de libre acceso de Microsoft, de lo contrario se obtendrá un error relativo a la falta de: MSVCR110.DLL; se debe instalar:
 - Visual C++ Redistributable for Visual Studio 2012 Update 4
 - Visual C++ 2008 Redistributable Package (x64)
 - Visual C++ 2010 SP1 Redistributable Package (x64)
- Instalar WAMP Server que incluye Apache, Mysql, siguiendo sus instrucciones.

- Para los productos MySQL Connector y JavaBeans se deben copiar las librerías “mysql-connector-java-5.1.36.bin.jar “ y “jaf-1_1_1.jar” en C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_45\jre\lib\ext
- Instalar Perl, ActivePerl-5.14.2, siguiendo los pasos del asistente de instalación.
- Se deben configurar las siguientes variables de entorno a nivel de usuario
 - *MYSQL_HOME=C:\wamp\bin\mysql\mysql5.6.17*
 - *JAVA_HOME=C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_45*
 - *GTS_HOME=C:\OpenGTS*
 - *CATALINA_HOME=C:\apache-tomcat-6.0.44*
 - *ANT_HOME=C:\apache-ant*
- La variable de entorno de sistema \$PATH debe ser modificada para agregar las siguientes rutas:
%PATH%;%JAVA_HOME%\bin;%MYSQL_HOME%\bin;%ANT_HOME%\bin
- A continuación se realizan compilaciones de paquetes y ejecuciones de scripts desde la carpeta GTS_HOME, y ejecutando los siguientes comandos a nivel de consola:

```
cd %GTS_HOME
```

```
ant all
```



```
bin\initdb.bat -rootUser:root -rootPass
```

```
bin\checkInstall.bat
```

```
bin\admin.bat Account -account:sysadmin -pass:syspass -create
```

```
bin\admin.bat Device -account:sysadmin -device:template -create
```

```
bin\dbConfig.bat -schema
```

```
bin\dbConfig.bat -tables
```

```
bin\dbConfig.bat -tables:c
```

```
bin\dbConfig.bat -tables:ca
```

```
ant track.deploy
```

```
ant track.war
```

Básicamente son scripts de compilación de paquetes, instalación de la base de datos del producto en MySQL y preparación del servidor Java que se ejecutará en el entorno Apache Tomcat, desde donde será funcional el portal del sistema OpenGTS.

A continuación se debe iniciar desde la consola WAMP sus servicios y luego desde una línea de comando arrancar Apache Tomcat; ejecutando “startup.bat” desde %CATALINA_HOME%/bin [11]

Para este punto se requiere configurar un proceso servidor que sea el encargado de gestionar la recepción de información desde el dispositivo de rastreo vía Internet y encaminarla a la plataforma de monitoreo.

El sistema OpenGTS cuenta con varias plantillas de tipos de dispositivos con los que puede interactuar, que se encuentran documentados en el archivo C:\OpenGTS\dcservers.xml

El dispositivo TK103B está dentro de la categoría que ahí se documenta como “tk10x”.

Para iniciar el proceso servidor se ejecuta:

Desde C:\OpenGTS\bin

```
runserver.bat tk10x -port 31272 -debugMode
```

Con este comando se inicializa un proceso servidor compatible con el tipo de data del dispositivo modelo TK103B utilizado en este proyecto, y se ejecuta en el puerto TCP 31272.

```

C:\OpenGTS>cd bin
C:\OpenGTS\bin>runserver.bat tk10x -port 31272 -debugMode
"C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_45\bin\java" "-Dfile.encoding=UTF-8" "-Xmx350m" -j
ar "C:\OpenGTS\build\lib\tk10x.jar" -conf:"C:\OpenGTS\default.conf" -log.file.en
able:true -log.name:tk10x -log.file:"C:\OpenGTS\logs\tk10x.log" -start -port 312
72 -debugMode
Terminate batch job (Y/N)? y
C:\OpenGTS\bin>runserver.bat tk10x -port 31272 -debugMode
"C:\Program Files\Java\jdk1.8.0_45\bin\java" "-Dfile.encoding=UTF-8" "-Xmx350m" -j
ar "C:\OpenGTS\build\lib\tk10x.jar" -conf:"C:\OpenGTS\default.conf" -log.file.en
able:true -log.name:tk10x -log.file:"C:\OpenGTS\logs\tk10x.log" -start -port 312
72 -debugMode

```

Figura 2.5: Proceso Servidor para recibir información

Como parte de las medidas de seguridad informática relativas a proteger al servidor alojado en Internet se cuenta con la precaución de habilitar para acceso externo sólo los puertos estrictamente requeridos por la plataforma, que son dos de tipo TCP, uno el 8080 desde donde se ejecuta el portal web del sistema de localización OpenGTS y otro el 31272 para interacción con el dispositivo instalado en el vehículo.

Se requiere habilitar reglas en dos niveles de firewall con los que cuenta el sistema. A nivel del hosting de Google Cloud Engine:

Reglas de cortafuegos

[Añadir regla de cortafuegos](#) [Eliminar](#)

<input type="checkbox"/> Nombre ^	Intervalo de IP y etiqueta de origen	Protocolos y puertos permitidos	Etiquetas de destino
<input type="checkbox"/> default-allow-rdp	0.0.0.0/0	tcp:3389	Aplicar a todos los destinos
<input type="checkbox"/> default-allow-ssh	0.0.0.0/0	tcp:22	Aplicar a todos los destinos
<input type="checkbox"/> opengts	0.0.0.0/0	tcp:8080	Aplicar a todos los destinos
<input type="checkbox"/> tcptk10x	0.0.0.0/0	tcp:31272	Aplicar a todos los destinos

Figura 2.6 Corta Fuego a nivel de Google Cloud

Y a nivel del firewall del sistema operativo Windows Server

Inbound Rules										
Name	Group	Profile	Enabled	Action	Override	Program	Local Address	Remote Address	Protocol	Local Port
8080in		All	Yes	Allow	No	Any	Any	Any	TCP	8080
Allow incoming from GCE metadata server		All	Yes	Allow	No	Any	Any	169.254.169.254	Any	Any
ICMP Allow incoming V4 echo request		All	Yes	Allow	No	Any	Any	Any	ICMPv4	Any
opengts_tk10_31272_tcp_in		All	Yes	Allow	No	Any	Any	Any	TCP	31272

Figura 2.7 Corta Fuego a Nivel de Windows Server

A partir de este momento se cuenta con acceso al portal web del sistema OpenGTS, ingresando en la dirección:

<http://23.251.153.245:8080/track/Track>

Figura 2.8 Pantalla de acceso a portal Web

Como paso inicial se requiere registrar el vehículo con la información del dispositivo de rastreo para que sea reconocido por la plataforma.

Se ingresa en “Administration-Vehicle Admin”. La información clave es lo relativo al IMEI que constituye un identificador mundial de los dispositivos de tipo celular GSM.

View/Edit Vehicle Information

Vehicle ID:	<input type="text" value="vw"/>
Creation Date:	<input type="text" value="2015/07/05 00:55:45 GMT-05:00"/>
Server ID:	<input type="text" value="Generic TK102/TK103"/>
Firmware Version:	<input type="text"/>
Unique ID:	<input type="text" value="tk_359710041948549"/>
Active:	<input type="text" value="Yes"/>
Vehicle Description:	<input type="text" value="New Device [vw]"/>
Short Name:	<input type="text"/>
Vehicle ID:	<input type="text"/>
Vehicle Make:	<input type="text"/>
Vehicle Model:	<input type="text"/>
License Plate:	<input type="text"/>
License Expiration:	<input type="text" value="0000/00/00"/> (yyyy/mm/dd)
Equipment Type:	<input type="text"/>
Equipment Status:	<input type="text" value="Unspecified"/>
IMEI/ESN Number:	<input type="text" value="359710041948549"/>
Serial Number:	<input type="text"/>
SIM Phone#:	<input type="text" value="0000000000"/>
SMS Email Address:	<input type="text"/>
Map Route Color:	<input type="text" value="Default"/>
Driver ID:	<input type="text"/>

Figura 2.9 Mantenimiento de dispositivo

Configuración del dispositivo de rastreo

Se debe asociar el dispositivo de rastreo TK103B con la plataforma, para lo cual se requiere un chip GSM con saldo para poder enviar unos pocos SMS de confirmación para las configuraciones iniciales. Respecto al servicio de Internet del chip GSM, éste se puede contratar por MB mensuales. Hoy en día es común que se requieran miles de megas mensuales de servicio de Internet móvil, pero para la estructura que requiere este proyecto con unos pocos mega bytes es suficiente. Depende de la periodicidad con la que se programe al dispositivo de rastreo para que envíe información al sistema. En el análisis de resultados se revisará la cantidad de mega bytes requeridos.

Una vez ingresado el chip GSM en el slot correspondiente del dispositivo de rastreo se debe verificar que su instalación física esté finalizada y habilitada la conexión al sistema eléctrico del automotor. Las antenas de las redes GSM y GPS deben estar conectadas al dispositivo y desplegadas de forma oculta dentro de la carrocería del auto. El indicador LED del TK103B considera un código visual para informar el estado de las comunicaciones, utilizando dos colores: rojo o verde, se maneja el siguiente esquema informativo:

- LED en rojo fijo: Sin señal de red GSM
- LED en rojo parpadeando cada segundo: Red GSM normal

- LED en rojo parpadeando una vez cada 3 segundos: Red GPRS normal.
- LED en verde fijo: Señal GPS normal.
- LED nunca en verde: Sin señal GPS.

El estado ideal es que el LED este en constante verde, y con parpadeos cada 3 segundos en rojo, lo cual implica enganche a GPS y GPRS.

La serie de comandos SMS para configurar el dispositivo de rastreo TK103B deben ser enviados al número definido para el chip GSM, a continuación y en orden se detallan:

1. Definición de clave de administración, para este caso se ingresará "651234"

Se envía:

begin651234

El dispositivo responde:

begin ok

2. Se puede determinar hasta 5 números autorizados, que serán a los que por defecto el dispositivo se comunicará vía SMS en caso de necesitar informar alguna alerta. En este caso se indica un número ficticio en el ejemplo.

Se envía:

admin651234 0919293949

El dispositivo responde:

admin OK

3. Definición de APN de operadora celular, que es la puerta de enlace mediante la cual funciona el Internet móvil. El formato es el comando APN, la clave del dispositivo y el url del APN que en este caso es el proporcionado por la operadora móvil "CLARO"

Se envía:

APN651234 internet.claro.com.ec

El dispositivo responde:

APN OK

4. Definición del IP de Internet para comunicación con el servicio de localización GPS. El formato es: adminip, la clave del dispositivo, la dirección IP y el puerto de comunicación, que en este caso es el TCP 31272.

Se envía:

adminip651234 23.251.153.245 31272

El dispositivo responde:

adminip OK

Juntando las piezas

Resumiendo el flujo de información, se parte desde el dispositivo de rastreo instalado en el auto, que obtiene su ubicación geográfica gracias a la red GPS de utilización mundial y gratuita. Esta información el dispositivo de rastreo la envía por la red GSM/GPRS utilizando como puerta de enlace el APN de la operadora móvil, hacia el IP público: 23.251.153.245, puerto TCP 31272, en donde se ejecuta un proceso servidor que escucha paquetes de información que llegan vía Internet. La principal información que llega es el IMEI del dispositivo y la ubicación en coordenadas geográficas. El sistema OpenGTS al verificar que existe un vehículo con el mismo IMEI, almacena la información en su base de datos, desde donde el portal obtendrá los datos para sus reportes. Nótese que existen dos puertos TCP abiertos para comunicación, el 8080 para el portal de usuario y administración OpenGTS, y el 31272 para interacción con el dispositivo de rastreo. Se requiere levantar un proceso servidor por cada tipo de dispositivo con el que la plataforma planifique trabajar.

CAPÍTULO 3

ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.1. ANÁLISIS DE FUNCIONALIDADES QUE OFRECE EL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN EN SU PORTAL WEB.

Se debe acceder al url: <http://23.251.153.245:8080/track/Track> para ingresar al portal web del sistema, y luego digitar las credenciales de acceso.

El presente sistema en análisis es para uso individual en primera instancia, por lo que siempre se utilizará en las revisiones un usuario con privilegios de administrador, en este caso llamado “sysadmin”. El sistema OpenGTS tiene la funcionalidad para poder gestionar una gran cantidad de vehículos, dependiendo de los recursos del servidor en

donde esté hospedado. Para este proyecto las pruebas se han realizado solo con un dispositivo, por lo que las opciones de gestión o reportes grupales serán omitidas.

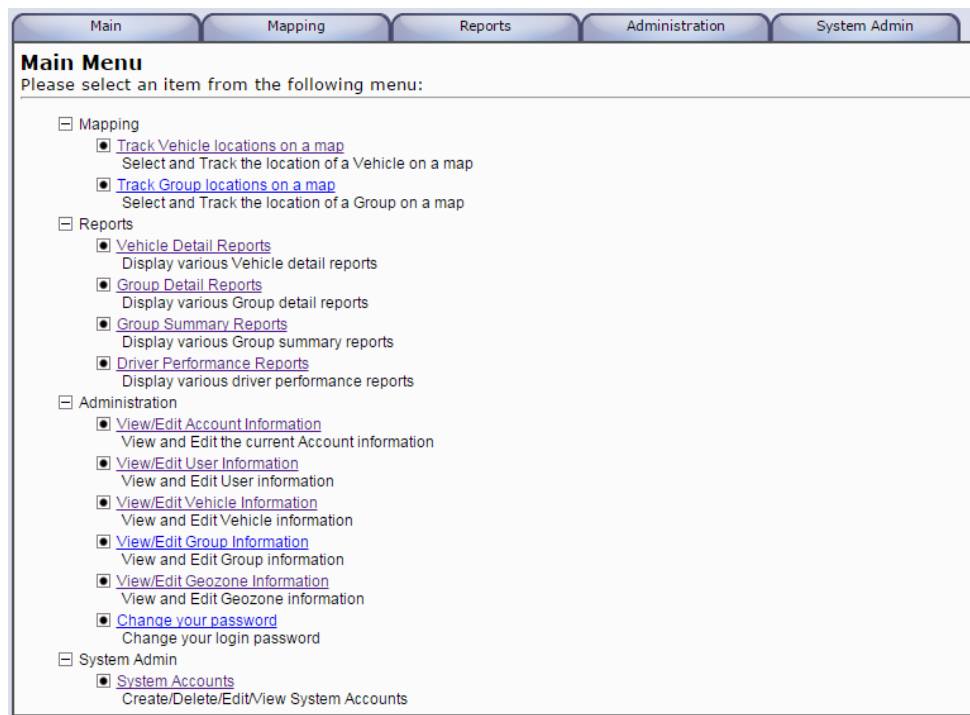


Figura 3.1: Pantalla de inicio

La aplicación se divide en 3 categorías principales: Mapping, Report y Administration

“Mapping”- “Track Vehicle locations on map”

Es en donde se muestra la información de ubicación con apoyo de mapas en línea. Es la funcionalidad con apoyo visual más útil del sistema. Por defecto muestra la información del día actual, pero se puede filtrar el día y horario tanto de inicio como de fin.

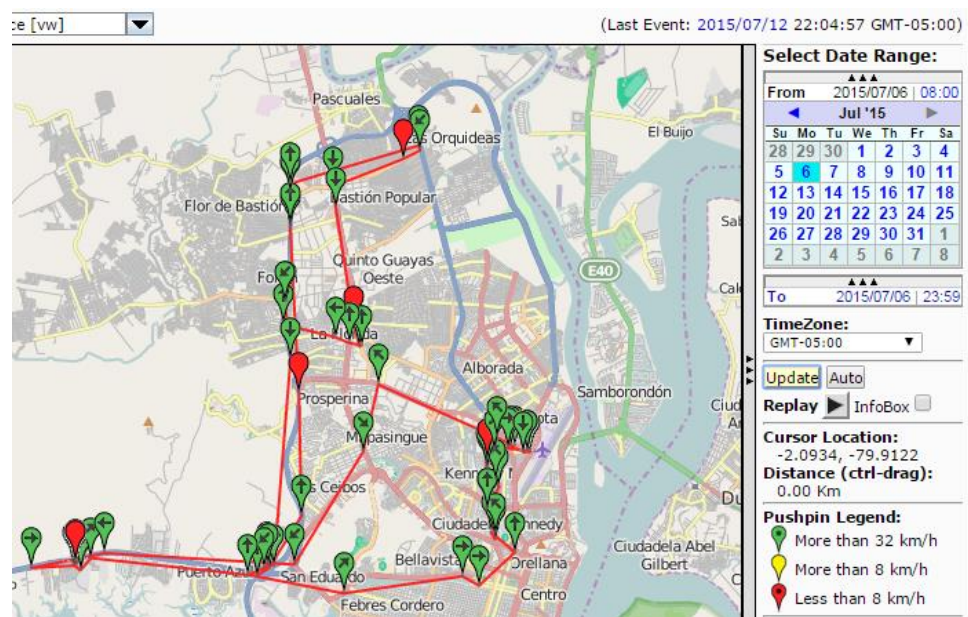


Figura 3.2: Detalle de recorrido en mapa

Se grafican las diversas posiciones del auto con un símbolo de “globo” que con una flecha muestra la dirección de desplazamiento. Dependiendo del color, se puede conocer la velocidad de desplazamiento o los sitios de parqueo. Específicamente, en verde

velocidades superiores a 32 Km/h, en amarillo entre 8Km/h y 31 Km/h, y en rojo menores a 8Km/h.

La funcionalidad “replay” representa de forma animada el movimiento del auto desde el inicio del rango de tiempo seleccionado. Si se encuentra marcada la opción “InfoBox”, en cada paso se muestra detalles como: descripción del vehículo, fecha/hora, ubicación geográfica, velocidad [Km/h], orientación del movimiento y altitud.

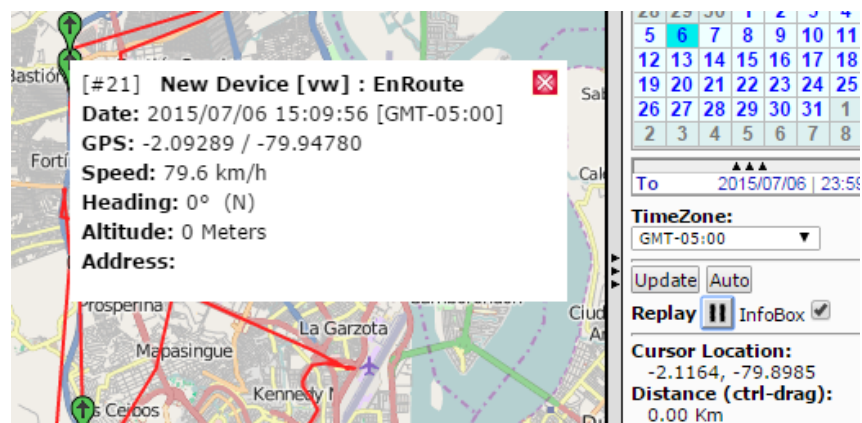


Figura 3.3: Detalles del recorrido por hito

En la parte inferior seleccionando “Show Location Details” se muestra una tabla con las diversas posiciones dentro del rango de tiempo seleccionado.

Hide Location Details							
#	Date/Time	Status	Lat/Lon	km/h	Heading	Address	
1	2015/07/06 14:23:43	Location	-2.1845/-80.0012	0.0	0° N		
2	2015/07/06 14:29:11	Location	-2.1845/-80.0011	0.0	0° N		
3	2015/07/06 14:34:11	Location	-2.1845/-80.0011	0.0	0° N		
4	2015/07/06 14:39:11	Location	-2.1845/-80.0011	0.0	0° N		
5	2015/07/06 14:44:12	Location	-2.1845/-80.0011	0.0	0° N		
6	2015/07/06 14:49:12	Location	-2.1845/-80.0012	0.0	0° N		
7	2015/07/06 14:51:03	Location	-2.1845/-80.0012	0.0	0° N		
8	2015/07/06 14:52:03	EnRoute	-2.1846/-80.0012	13.3	243° SW		
9	2015/07/06 14:52:18	EnRoute	-2.1849/-80.0018	30.7	176° S		
10	2015/07/06 14:52:29	EnRoute	-2.1857/-80.0017	14.0	88° E		
11	2015/07/06 14:52:37	EnRoute	-2.1857/-80.0013	17.2	141° SE		
12	2015/07/06 14:53:40	EnRoute	-2.1868/-80.0000	13.4	128° SE		
13	2015/07/06 14:53:42	EnRoute	-2.1867/-79.9999	23.2	51° NE		
14	2015/07/06 14:54:12	EnRoute	-2.1837/-79.9973	53.1	41° NE		

Figura 3.4: Tabla con detalle de recorrido

“Reports”

Muestra algunos reportes preestablecidos, con opciones para filtrar información

“Vehicle Detail Reports”

Se debe seleccionar los filtros adecuados, como especificar el vehículo y el rango de tiempo. Los reportes pueden ser obtenidos en los formatos HTML, CSV y XML.

GPS Tracking Reports

Please select a report from the following menu:

Vehicle:

Select Date Range:

From 2015/07/04 00:00

Jul '15						
Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8

To 2015/07/06 23:59

Jul '15						
Su	Mo	Tu	We	Th	Fr	Sa
28	29	30	1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	1
2	3	4	5	6	7	8

Vehicle Detail

Event Detail

Driver Message Detail

Received Event Counts by Day

Driving/Stopped Time Summary

Format:

TimeZone:

Figura 3.5: Detalle de Eventos

El campo de información "Odometer" muestra un acumulativo en Kms de la cantidad de recorrido que se ha realizado desde que el dispositivo se está reportando al sistema.

Event Detail								
Refresh		New Device [vw] [vw] '2015/07/06 14:35:01' through '2015/07/06 23:59:01' [GMT-05:00]					Map	
#	Date	Time	Status	Lat/Lon	Speed km/h	Altitude meters	Odometer Km	Address
1	2015/07/06	14:39:11	Location	-2.18454/-80.00114	0	0	101	
2	2015/07/06	14:44:12	Location	-2.18454/-80.00114	0	0	101	
3	2015/07/06	14:49:12	Location	-2.18453/-80.00118	0	0	101	
4	2015/07/06	14:51:03	Location	-2.18453/-80.00118	0	0	101	
5	2015/07/06	14:52:03	EnRoute	-2.18458/-80.00122	13.3 SW	0	101	
6	2015/07/06	14:52:18	EnRoute	-2.18491/-80.00175	30.7 S	0	101	
7	2015/07/06	14:52:29	EnRoute	-2.18573/-80.00167	14.0 E	0	101	
8	2015/07/06	14:52:37	EnRoute	-2.18573/-80.00125	17.2 SE	0	101	
9	2015/07/06	14:53:40	EnRoute	-2.18677/-80.00000	13.4 SE	0	102	
10	2015/07/06	14:53:42	EnRoute	-2.18673/-79.99991	23.2 NE	0	102	
11	2015/07/06	14:54:12	EnRoute	-2.18374/-79.99732	53.1 NE	0	102	
12	2015/07/06	14:58:39	EnRoute	-2.18815/-79.95601	32.6 N	0	107	
13	2015/07/06	14:59:12	EnRoute	-2.18613/-79.95291	82.7 E	0	107	
14	2015/07/06	15:00:21	EnRoute	-2.17318/-79.94484	96.9 N	0	109	
15	2015/07/06	15:04:14	Location	-2.14272/-79.94555	0	0	112	
16	2015/07/06	15:09:09	EnRoute	-2.10147/-79.94769	86.9 N	0	117	
17	2015/07/06	15:09:14	EnRoute	-2.10042/-79.94769	82.0 N	0	117	
18	2015/07/06	15:09:56	EnRoute	-2.09289/-79.94780	79.6 N	0	118	
19	2015/07/06	15:09:58	EnRoute	-2.09248/-79.94780	83.7 N	0	118	
20	2015/07/06	15:10:07	EnRoute	-2.09068/-79.94780	74.5 N	0	118	
21	2015/07/06	15:14:14	EnRoute	-2.08116/-79.91570	38.4 S	0	122	
22	2015/07/06	15:17:15	EnRoute	-2.08238/-79.91534	13.0 SW	0	122	
23	2015/07/06	15:19:12	Location	-2.08454/-79.91962	0	0	122	
24	2015/07/06	15:23:16	EnRoute	-2.09139/-79.93710	21.9 S	0	124	
25	2015/07/06	15:24:14	EnRoute	-2.09673/-79.93627	41.1 S	0	125	
26	2015/07/06	15:29:14	Location	-2.12638/-79.93171	0	0	128	
27	2015/07/06	15:34:12	EnRoute	-2.13112/-79.93037	5.9 SE	0	129	
28	2015/07/06	15:34:37	EnRoute	-2.13086/-79.92992	33.1 N	0	129	
29	2015/07/06	15:35:21	EnRoute	-2.13025/-79.93298	20.4 N	0	129	
30	2015/07/06	15:39:12	EnRoute	-2.12882/-79.93646	29.2 W	0	130	
31	2015/07/06	15:41:37	EnRoute	-2.12562/-79.94952	58.5 N	0	131	
32	2015/07/06	15:42:26	EnRoute	-2.11987/-79.94856	23.9 NW	0	132	

Figura 3.6: Reporte detallado de eventos

“Performance”

Permite obtener un reporte relativo a si se ha excedido el límite de velocidad que se indique, entre las opciones en Km/h se tiene: 72, 80, 89, 97, 105, 113 y 121. Considerando que dentro de la ciudad el límite de velocidad máximo es de 90Km/h en vías muy específicas, un reporte de este tipo es una muestra de las ocasiones y sitios en donde se pudo haber obtenido una multa de tránsito.

Speeds over 89 km/h							
				New Device [vw] [vw]			
				'2015/07/04 00:00:01' through '2015/07/12 23:59:01' [GMT-05:00]			
#	Date	Time	Status	Lat	Lon	Speed km/h	Address
1	2015/07/05	08:10:36	EnRoute	-2.173	-79.945	103 N	
2	2015/07/05	08:11:32	EnRoute	-2.160	-79.949	101 N	
3	2015/07/06	15:00:21	EnRoute	-2.173	-79.945	97 N	
4	2015/07/08	08:43:42	EnRoute	-2.173	-79.945	95 N	
5	2015/07/10	08:46:46	EnRoute	-2.172	-79.945	89 N	
6	2015/07/11	14:30:30	EnRoute	-2.183	-79.996	90 W	
7	2015/07/12	17:34:41	EnRoute	-2.195	-80.054	91 NE	

Figura 3.7: Excesos de velocidad

En el ejemplo se ha ejecutado un reporte del auto “VW” entre el 4 de julio del 2015 hasta el 12 de julio inclusive, para obtener los eventos en que se haya superado los 89Km/h. El resultado muestra 7 momentos en los que se cumplen las condiciones del filtro preestablecido.

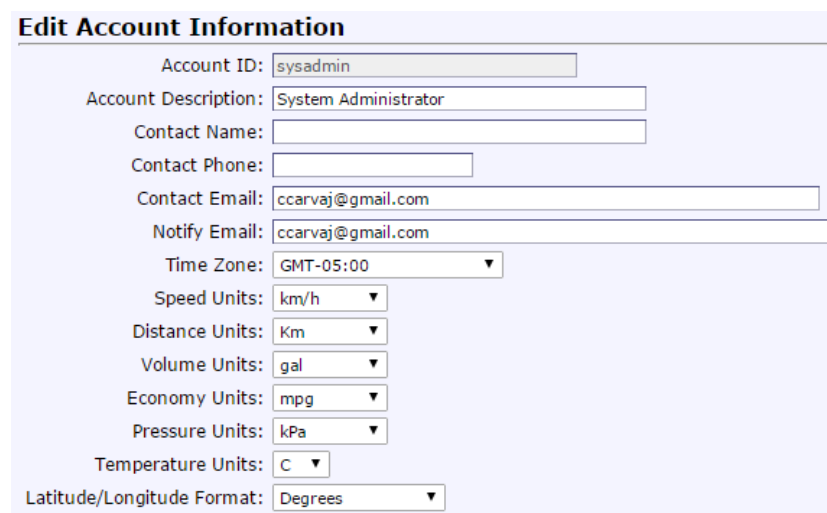


Figura 3.8: Sitios de excesos de velocidad

Seleccionando “Map” se obtiene el apoyo del mapa, y se identifican los sitios en los que se han superado los límites de velocidad. En este caso, dos en la vía a la costa y 5 en la vía perimetral.

“Administration”

En esta sección se gestiona las configuraciones de las diversas entidades que manejan el sistema, en especial los usuarios, sus privilegios de acceso; y los vehículos.



The screenshot shows a web form titled "Edit Account Information" for the user "sysadmin". The form contains the following fields and values:

Field	Value
Account ID	sysadmin
Account Description	System Administrator
Contact Name	
Contact Phone	
Contact Email	ccarvaj@gmail.com
Notify Email	ccarvaj@gmail.com
Time Zone	GMT-05:00
Speed Units	km/h
Distance Units	Km
Volume Units	gal
Economy Units	mpg
Pressure Units	kPa
Temperature Units	C
Latitude/Longitude Format	Degrees

Figura 3.9: Información de usuario

En este caso se muestra la información del usuario administrador “sysadmin”. Parámetros como la zona horaria, la zona geográfica, la unidad de velocidad, distancia, entre otras, es modificable en esta sección.

En la sección 2.3 se muestra lo relativo a la configuración del “Vehicle Admin” que es requerida para establecer el canal de comunicación entre el dispositivo de rastreo TK103B y la plataforma.

3.2. ANÁLISIS DE INTERACCIÓN CON EL DISPOSITIVO DE RASTREO

De paquete el dispositivo de rastreo TK103B es configurable por medio de mensajes SMS enviados al chip GSM instalado. En la sección 2.3 se detallaron los comandos SMS que se requieren para poner en marcha la plataforma, que son relativos a:

- Definir una clave de acceso.
- Especificar números celulares autorizados.
- Especificar el punto de acceso a la red celular móvil, conocido como APN.
- Especificar el IP público de Internet y puerto TCP del sistema de localización GPS

Mediante comandos SMS se puede contar con gran parte de las funcionalidades que la plataforma ofrece desde el portal web OpenGTS.

Ubicación:

Se requiere realizar una llamada al número de teléfono celular asociado al chip GSM del dispositivo, desde uno de los números autorizados, la llamada será desconectada y en unos pocos segundos se recibirá un mensaje SMS con la información en coordenadas geográficas, y un URL de Google Maps.

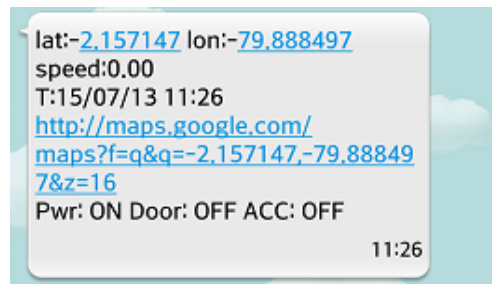


Figura 3.10: SMS - Exceso de velocidad

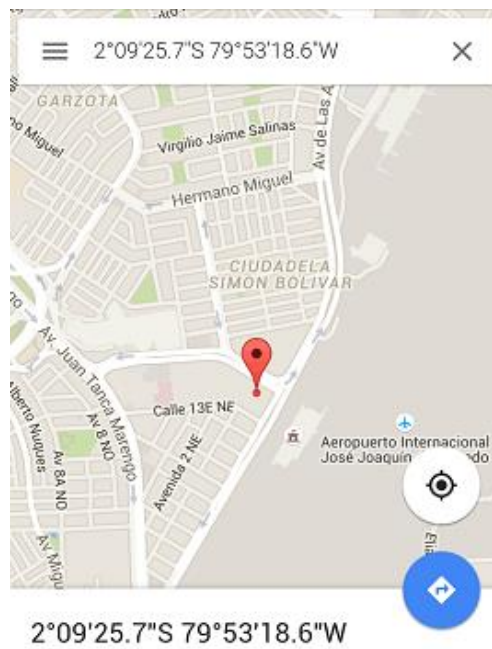


Figura 3.11: Ubicación en mapa de exceso de velocidad

Botón de Pánico

Se cuenta con un control remoto con un botón de pánico incluido, al activarlo por 3 segundos, el dispositivo entra en estado de emergencia en el cual envía mensajes a los números autorizados, indicando su ubicación y con el mensaje “help me”.

A modo de prueba se activó este modo el miércoles 8 de julio del 2015 a las 09h06.

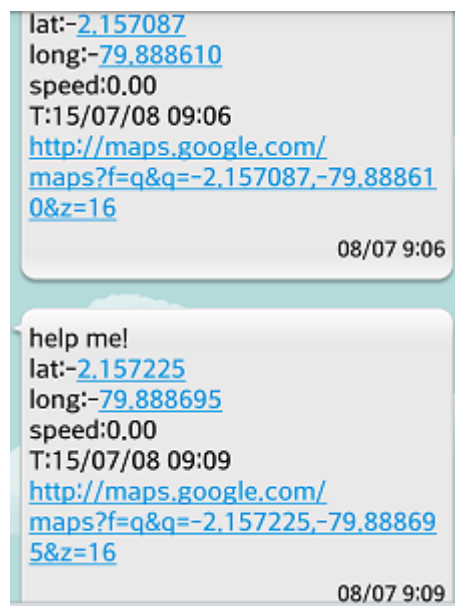


Figura 3.12: Alerta SMS de estado de emergencia

Entonces se comenzaron a recibir mensajes SMS con las coordenadas de ubicación cada 3 minutos durante casi una hora hasta las 10h02, luego los siguientes días llegaron mensajes con intervalos variables:

9 de Julio: 10:02 3:47, 12:20, 13:11, 13:50, 14h29, 16:56

10 de Julio: 5h21, 09h00, 14h17, 18h56

11 de julio: 3h05, 9h29, 10h59, 12h44, 13h07, 13h22, 13h52, 15h37,
16h13, 16h28, 17:13, 20h37, 21h37, 22h07

El 11 de julio a las 22h10 se envió por SMS el comando:

help me

Y el dispositivo respondió:

help me ok

Con lo que se canceló el estatus de emergencia y se dejaron de recibir los reportes de ubicación por SMS.

Alerta por exceso de velocidad

Se envía el mensaje con el formato: speed+clave velocidad en Km/h:

speed651234 080

Se recibe

speed OK

Cuando se supera la velocidad límite ingresada, los números autorizados recibirán alertas por SMS con las coordenadas de ubicación.

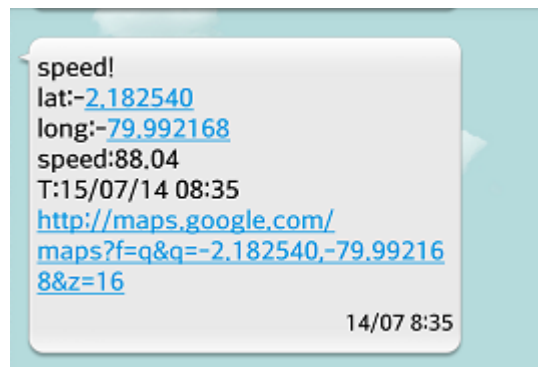


Figura 3.13: Alerta SMS de exceso de velocidad

Chequear estado del vehículo

Se envía comando check+clave y se recibe el estado de: encendido, porcentaje de carga de batería, señal GPRS, señal GPS, en la escala del 1 al 32 nivel de la señal GSM. En el caso actual no están configurados sensores de puertas, de impactos ni de gasolina.

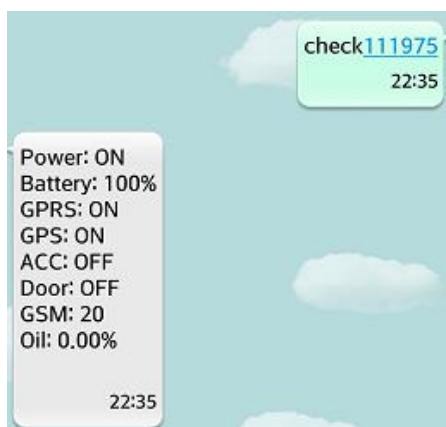


Figura 3.14: Mensaje SMS sobre estado del dispositivo

Por la información recibida se confirma que la batería del dispositivo está al 100% de carga, están enganchadas las señales GPRS y GPS: y que el nivel de GSM es alto al estar en 20 sobre 32.

Bloqueo del vehículo

Uno de los principales objetivos al instalar un sistema de rastreo satelital es el de poder recuperar el automotor en el caso de un incidente de robo. El escenario es el de poder inmovilizar el automóvil y obtener su ubicación para coordinar la recuperación. El bloqueo es realizado mediante la activación desde el dispositivo de rastreo de un relay, que con la instrucción adecuada se encarga de abrir o cortar el circuito de alimentación de combustible del motor.

El comando SMS es con el formato: stop+clave

stop651234

Se recibe:

Stop engine Succeed

El vehículo no podrá ser encendido hasta que se envíe el comando:

resume651234

Se recibe:

Resume engine succeed

Y al reactivarse el suministro de combustible se puede encender el vehículo.

Alerta de falta de señal GPS

Al activar esta alerta, el dispositivo enviará un mensaje SMS a los números autorizados con la ubicación geográfica de la última ubicación en donde tuvo señal GPS.

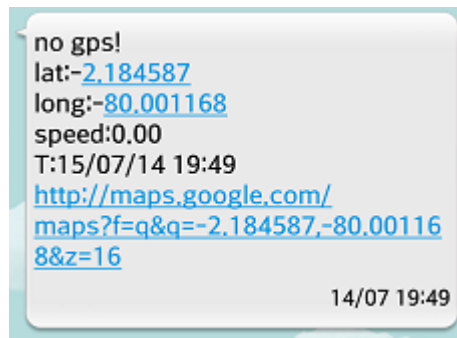


Figura 3.15: Mensaje SMS sobre falta de señal GPS

3.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS A PARTIR DE LA INFORMACIÓN ALMACENADA EN LA BASE DE DATOS DEL SISTEMA DE LOCALIZACIÓN.

El proceso de instalación del sistema OpenGts crea una base de datos llamada “gts”, que se ejecuta en un DBMS MySQL. La mayoría de tablas son sobre todo para gestionar las diferentes entidades que maneja el sistema como por ejemplo: usuarios, dispositivos controlados, privilegios, etc. Los eventos enviados desde los dispositivos de rastreo se almacenan en la tabla “eventdata”, para el caso actual el TK103B se ha programado para comunicarse cada 5 minutos. Entre los principales campos de esta tabla, tenemos:

- **accountID** : Se refiere al usuario del sistema con el que se asocia el registro
- **deviceID**: El código con el que se registró el dispositivo
- **statusCode**: Código de estatus del sistema, generalmente se refiere a si se encuentra en movimiento o detenido, aunque también puede informar sobre alguna alarma.
- **Latitud/Logitud**: campos que informan la ubicación mediante coordenada geográfica.
- **Velocidad**: medida en Km/H
- **Heading**: Orientación del movimiento, entre 0 y 359 grados.

- **Odometer:** Acumula la información de los kilómetros recorridos.
- **creationTime:** Información relativa a tiempo en formato “TIMESTAMP” que registra la cantidad de segundos transcurridos desde la medianoche del 1ero de enero de 1970. La ventaja de este formato de tiempo es la de poder contar con una representación lineal de tiempo que no es posible con la nomenclatura tradicional de fecha, horas, minutos y segundos.

Análisis de tráfico de datos

Considerando que en la tabla eventdata se almacena cada paquete información enviado desde el dispositivo, un método lógico para cuantificar la cantidad de información que se transmite por Internet, es el de analizar el crecimiento de la data en esta tabla.

Desde la interfaz de PhpMyAdmin se puede generar un archivo en formato texto exportado a partir de la tabla EventData.

El valor de creationTime del primer registro es: 1436084943, que corresponde a las 3h29m y 3 segundos del 5 de Julio del 2015, que constituye el momento exacto de arranque de generación de información del sistema.

Alrededor de la medianoche de forma diaria durante quince días se ha generado un archivo exportado desde la tabla eventData para contar

con una medida de la variación de información almacenada y por lo tanto transmitida desde el dispositivo. La tabla a continuación describe la fecha/hora, el tamaño del archivo de registro, su variación diaria desde el día anterior, el recorrido acumulado del vehículo y la variación diaria del recorrido.

Tabla 3: Variación diaria de datos transmitidos y recorrido vehicular

Fecha	Hora	eventData	Δ eventData	Recorrido	Δ Km
6 de Julio	23h23	115 KB		154 Km	
7 de Julio	22h41	164 KB	49 KB	208 Km	56
9 de Julio	00h13	224 KB	60 KB	255 Km	47
9 de Julio	23h27	340 KB	116 KB	310 Km	55
10 de Julio	23h51	466 KB	126 KB	335 Km	25
11 de Julio	23h35	585 KB	119 KB	454 Km	119
12 de Julio	23h43	643 KB	56 KB	526 Km	72
13 de Julio	23h20	694 KB	51 KB	577 Km	51
14 de Julio	23h30	750 KB	56 KB	637 Km	60

15 de Julio	23h30	800 KB	50 KB	682 Km	45
16 de Julio	23h30	844 KB	44 KB	738 Km	56
17 de Julio	23h30	894 KB	50 KB	780 Km	42
18 de Julio	23h30	938 KB	44 KB	809 Km	29
19 de Julio	23h31	999 KB	61 KB	913 Km	104

Se aprecia que la variación diaria del tamaño del archivo, es de aproximadamente 50KB, a excepción de los días 9, 10 y 11 de Julio en los que la variación supera los 100KB. Durante esos días estuvo activado el modo SOS de alarma, en el cual el dispositivo con regularidad variable enviaba mensajes de texto reportando su ubicación. Luego de desactivar ese modo, el 11 de Julio a las 22h10, se nota que desde el día siguiente, se regulariza la variación diaria de eventos de nuevo a alrededor de 50KB.

Se consideran 15 días de recolección de datos, entre el 5 de julio y el 19 de julio del 2015 para tener una proyección aproximada de los eventos típicos que suceden mensualmente. Por ejemplo:

- Se proyecta que el consumo mensual de datos móviles en condiciones normales será menor a los 2MB.

- Luego de exportar desde MySQL la tabla eventData a un archivo texto de tipo CSV y luego importarlo a una hoja de cálculo para facilitar su análisis, se obtiene que se cuenta con 6.577 registros, desde el 5 de julio a las 3h29m03s hasta el 20 de julio a las 3h29m22s.
- Durante los días en los que el sistema estuvo en estado SOS, la recurrencia de reportes del dispositivo de rastreo fue variable y mucho más frecuente, lo que explica el gran crecimiento en cuanto a los datos que el sistema recibió. La transmisión de información ya no era cada 5 minutos, llegaba incluso a darse cada 30 segundos.

sysadmin	vw	1436565030	61472	-2.1571	-79.88828333	0	0	0	332.0223215	1436565031	10/7/2015 16:50:31
sysadmin	vw	1436565082	61472	-2.1571	-79.88828333	0	0	0	332.0223215	1436565083	10/7/2015 16:51:23
sysadmin	vw	1436565210	61472	-2.1571	-79.88828333	0	0	0	332.0223215	1436565211	10/7/2015 16:53:31
sysadmin	vw	1436565382	61472	-2.1571	-79.88828333	0	0	0	332.0223215	1436565383	10/7/2015 16:56:23
sysadmin	vw	1436565390	61472	-2.1571	-79.88828333	0	0	0	332.0223215	1436565392	10/7/2015 16:56:32

Figura 3.16: Reportes del dispositivo en estado de emergencia

- Filtrando la información se cuenta con 9 registros con velocidades superiores a 90Km/h. En el análisis de resultados de la plataforma (sección 3.1) se cuenta con la descripción en mapa.

1	account	c	timeStart	stat	latitud	longitud	vel km/h	head	odometer	creationT	fecha / hora
68	sysadmin	vw	1436101836	61714	-2.173086667	-79.94481833	103.30456	356.43	7.437433609	1436101840	5/7/2015 8:10:40
69	sysadmin	vw	1436101892	61714	-2.159505	-79.948855	101.41552	1.84	9.012848805	1436101892	5/7/2015 8:11:32
596	sysadmin	vw	1436212821	61714	-2.173181667	-79.94484	96.8596	357.08	108.7610706	1436212823	6/7/2015 15:00:23
1205	sysadmin	vw	1436363022	61714	-2.173181667	-79.94482	95.2854	356.85	237.6359635	1436363024	8/7/2015 8:43:44
3554	sysadmin	vw	1436643030	61714	-2.182721667	-79.99582167	90.30352	261	436.3266108	1436643033	11/7/2015 14:30:33
4096	sysadmin	vw	1436740481	61714	-2.1948	-80.05409167	91.15544	51.65	498.1622874	1436740483	12/7/2015 17:34:43
4332	sysadmin	vw	1436795413	61714	-2.159386667	-79.94883667	90.0998	2.83	550.8128787	1436795413	13/7/2015 8:50:13
5026	sysadmin	vw	1436968196	61714	-2.159258333	-79.94889833	91.24804	3.71	672.6061014	1436968200	15/7/2015 8:50:00
5320	sysadmin	vw	1437054348	61714	-2.173326667	-79.94484167	90.59984	357.97	708.9857012	1437054362	16/7/2015 8:46:02

Figura 3.17: Mensajes filtrados con velocidad superior a 90Km/h

Análisis de costos

La plataforma de monitoreo presentada ha sido considerada para uso personal, pero es fácilmente escalable para brindar soporte a varios automóviles prácticamente sin modificaciones de estructura y costos en la parte servidor. Como se mostró en el análisis de resultados, se consumieron unos pocos MB mensuales en tráfico de Internet y capacidad de disco con sólo un usuario. En cuanto a costos específicos se tiene:

- Dispositivo de rastreo TK103B a un costo de \$60.98 comprado online e ingresado al país como un bien personal durante un viaje al exterior.
- Hospedaje en Internet con costos variables en el mercado entre \$7.5 y \$60 mensuales. Pensando en escalabilidad futura (incluso para manejar otro tipo de dispositivos), el presente proyecto ha iniciado utilizando Google Cloud a un costo de \$25 por dos semanas según las pruebas realizadas.

- El dispositivo puede ser instalado en el automóvil de forma personal siguiendo las instrucciones que vienen de fábrica o contratando el servicio en algún sitio especializado en instalación de alarmas de carros, a menos de \$40.
- El costo del Internet móvil es menor a \$2 mensuales, con cobertura suficiente para el tráfico de datos que se requiere. La tendencia de este valor será siempre a la baja.
- El costo de un chip GSM es de \$5
- El sistema OpenGTS al ser de código abierto es de libre utilización, al igual que la plataforma de software sobre la que está apoyado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

1. La plataforma de localización vehicular implementada cumple con el alcance planificado en el capítulo 1, y por lo tanto se equipara en las funcionalidades que ofrecen los proveedores de servicio especializados.
2. El alcance de este proyecto no incluye la metodología de coordinación con la policía para la recuperación de un vehículo robado.
3. El periodo de prueba de la plataforma ha sido de 15 días, desde el 5 de julio a las 3h29m. A partir de los datos recopilados se han hecho las proyecciones correspondientes para el análisis de resultados.
4. La presente implementación se ha basado en software de código abierto como: OpenGTS, Apache, MySQL, PHP.

5. La plataforma implementada ha operado desde una máquina virtual Windows Server 2008 R2 hospedada como un servicio en la nube bajo demanda, específicamente en: “Google Cloud Platform”.
6. El tráfico de datos desde el dispositivo de rastreo a la plataforma tiene una proyección a ser de 2MB mensuales con una periodicidad de comunicación cada 5 minutos.
7. El tráfico de datos diarios, en condiciones normales (sin alarmas), desde el dispositivo a la plataforma es de aproximadamente 50KB.
8. Cuando el dispositivo entra en estado de alerta SOS el tráfico diario llega a picos de 125KB, debido a los eventos adicionales que se reportan.
9. La estabilidad de la plataforma ha sido total durante los 15 días de pruebas, no han habido interrupciones a nivel servidor, ni necesidad de reiniciar servicios.
10. La accesibilidad ha sido permanente al portal web y la velocidad de acceso ha sido normal.

RECOMENDACIONES:

1. Agregar funcionalidades al sistema OpenGTS, por ejemplo para que desde el portal web del cliente, se pueda enviar el comando de bloqueo al dispositivo instalado en el vehículo, al momento solo se lo puede hacer vía SMS

2. Agregar al sistema OpenGTS la funcionalidad de envío de alertas por correo electrónico, por ejemplo cuando se supera el límite de velocidad preestablecido.
3. Agregar dispositivos adicionales para que puedan ser monitoreados en la plataforma actual. Considerando un tráfico de alrededor de 2MB mensuales por dispositivo, fácilmente se podrá gestionar el control de vehículos adicionales sin incrementar los costos de la plataforma en su parte servidor.
4. Agregar a la plataforma la funcionalidad de monitoreo de personas mediante el uso de un Smartphone como dispositivo de rastreo GPS, y que cuente con una aplicación móvil como “CelltracGTS” que se integra como cliente con el sistema OpenGTS. Un gran abanico de posibilidades queda disponible, desde control de menores de edad hasta aplicaciones de gestión de fuerza de trabajo móvil.
5. Agregar al dispositivo TK103B un sensor de choques compatible, cuyo costo por internet es menor a \$10. Su funcionalidad es la de enviar una alerta cuando ha habido una detención abrupta del automóvil, que es una característica de los accidentes automovilísticos. El dispositivo cuenta con la funcionalidad de enviar por SMS a los números autorizados una alarma sobre el incidente con el mensaje “Accident!” y la ubicación con coordenadas geográficas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] GpsTrackerxy, «TrackerHome,» [En línea]. Available: www.gpstrackerxy.com. [Último acceso: 5 Julio 2015].
- [2] OpenGTS, «www.opengts.org,» [En línea]. Available: <http://www.opengts.org>. [Último acceso: 5 Julio 2015].
- [3] OpenGTS, «OpenGTS,» [En línea]. Available: <http://opengts.org>. [Último acceso: 5 Julio 2015].
- [4] Oracle JAVA, «Java JDK y JRE,» [En línea]. Available: <http://java.com/es/download>. [Último acceso: 5 Julio 2015].
- [5] Apache Tomcat, «Apache Tomcat,» [En línea]. Available: <http://tomcat.apache.org>. [Último acceso: 5 Julio 2015].
- [6] «Apache Ant,» [En línea]. Available: <http://ant.apache.org>. [Último acceso: 5 Julio 2015].
- [7] «WAMP Server; Apache, MySQL y PHP para Windows,» [En línea]. Available: <http://wampserver.com>. [Último acceso: 5 Julio 2015].
- [8] «Conector MySQL para JAVA,» [En línea]. Available: <http://dev.mysql.com/downloads/connector/j>. [Último acceso: 5 Julio 2015].

- [9] «Java Beans,» [En línea]. Available:
<http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/index-jsp-136939.html>. [Último acceso: 5 Julio 2015].
- [10] «ActivePerl,» [En línea]. Available: <http://www.activestate.com/activeperl>.
[Último acceso: 5 Julio 2015].
- [11] OpenGTS, «Manual de instalación y configuración,» [En línea]. Available:
http://opengts.sourceforge.net/OpenGTS_Config.pdf. [Último acceso: 5 Julio 2015].