

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

**CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**Tesis previa a la obtención del Título de: Ingeniero  
Electrónico**

**TÍTULO:**

**SISTEMA DE LOCALIZACIÓN MONITOREO Y  
CONTROL VEHICULAR BASADO EN LOS  
PROTOCOLOS GPS/GSM/GPRS**



**AUTORES:** Juan Pablo Astudillo León.  
Edgar Gustavo Delgado Tello.

**DIRECTOR:** Ing. Vladimir Robles.

Cuenca, Abril del 2012

Breve reseña de los autores e información de contacto

**Juan Pablo Astudillo León**

Estudiante de la Carrera de Ingeniería Electrónica  
Mención de Sistemas Industriales  
Mención de Telecomunicaciones  
Facultad de Ingenierías  
Universidad Politécnica Salesiana  
j\_astudillo\_l@yahoo.com

**Edgar Gustavo Delgado Tello**

Estudiante de la Carrera de Ingeniería Electrónica  
Mención de Sistemas Industriales  
Mención de Telecomunicaciones  
Facultad de Ingenierías  
Universidad Politécnica Salesiana  
gusdelgadot@hotmail.com

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo la excepción prevista por la ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con la autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la difusión de este texto con fines académicos o investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

© 2012 Universidad Politécnica Salesiana  
CUENCA - ECUADOR - SUDAMERICA

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD:

---

Los conceptos desarrollados, los análisis realizados y las conclusiones del trabajo son de exclusiva responsabilidad de los autores.

*Cuenca, 5 de Abril del 2012*

---

Juan Astudillo

---

Edgar Delgado



CERTIFICACIÓN:

---

Ing. Vladimir Robles.

**Certifica:**

Haber dirigido y revisado prolijamente cada uno de los capítulos del informe de monografía realizada por los Señores Juan Astudillo L y Edgar Delgado T.

*Cuenca, 5 de Abril del 2012*

---

Ing. Vladimir Robles.



## DEDICATORIA

---

Este trabajo se lo dedico a mis padres Servio y Luz, que sin su apoyo tanto emocional y económico mi educación no se podría llevar a cabo.

De igual manera lo dedico a mis hermanos Vinicio y Christian, también a Regina que es un pilar fundamental en mi familia, y a mis primas Beatriz y Dayana.

Finalmente a mis amigos Gustavo, Andrés, Miguel D., Pablo, Juan, Jaime, Miguel I., David y José.

Juan Pablo

## DEDICATORIA

---

Quiero dedicarle este trabajo a mis padres Gustavo y Esperanza, por todo el amor, enseñanzas y apoyo incondicional que siempre me han brindado.

De igual manera a mis hermanos Andres, Lucho y Gaby, que siempre han estado ahí en todo momento.

A mis tíos, primos y amigos que con su apoyo forman parte de la consecución de esta meta.

Edgar Gustavo



## AGRADECIMIENTOS

---

Agradecemos de una manera muy especial al Ing. Vladimir Robles, quien brindo su ayuda y apoyo para la consecución de nuestro trabajo de tesis.

Juan y Gustavo



## RESUMEN

---

Debido al gran incremento de vehículos y objetos de valor que se venden y utilizan a nivel mundial, se vuelve una necesidad conocer su ubicación exacta en el planeta, bien sea esto por seguridad en caso de robo, o por control y monitoreo de flotas en el caso de empresas que quieran saber cómo están utilizando sus bienes. Por lo cual, en este proyecto se describe la implementación de un sistema de localización, monitoreo y control vehicular, cuyo objetivo es el almacenamiento, procesamiento y gestión de los datos que son enviados desde los dispositivos vehiculares hacia los servidores alojados en la nube.

El equipo de rastreo utilizado captura las diferentes señales de los sensores del vehículo, que se envían a través de la red GSM/GPRS hacia nuestros servidores para ser procesadas y luego almacenadas en una base de datos. Con la construcción de una plataforma web se posibilita a los usuarios el monitoreo de dispositivos de rastreo GPS desde cualquier computador personal o dispositivo móvil que tenga acceso a Internet. Esto permitirá a los usuarios conocer la ubicación georeferenciada del vehículo (latitud y longitud), en un sistema de información geográfica (GIS), consultas sobre la trayectoria y generación de reportes de recorrido del vehículo, definido en dos instantes de tiempo gracias al manejo de una base de datos. Asimismo, la aplicación posee una interfaz web amigable, robusta y segura que facilita la realización de las siguientes acciones: monitoreo del nivel de gasolina, control de estado de las puertas, velocidad y dirección del vehículo, reportes detallados del monitoreo, alarmas por botón de pánico SOS, desconexión de batería, excesos de velocidad y geocercas, y por último permite realizar el bloqueo del vehículo en caso de robo y levantamiento de seguros.

La configuración e instalación de diferentes servidores web, DNS y SMPP (envío de mensajes de texto), permiten el acceso de los usuarios hacia los servicios de la plataforma web. Además, de la implementación de un Serversocket en Java, el cual es el encargado de escuchar procesos en el puerto y cuando llegan datos provenientes del dispositivo verifica el formato de estos e interpreta esta información para posteriormente almacenarlos en las tablas de la base de datos si la información es válida.

Para la programación de la página web se utilizó PHP, que es un lenguaje de programación del lado del servidor que permite realizar las consultas y acciones desde la página web hacia la base de datos, con el uso de Javascript que es un lenguaje de programación del lado del cliente se añadió la interactividad a las páginas HTML, validar información en la página, y permite manejar los eventos, servicios y superposiciones en los mapas y tablas de reportes. Adicionalmente la técnica Ajax permite que los eventos o acciones desde la página web con Javascript puedan comunicarse directamente con el servidor.

Finalmente la implementación de este sistema puede optimizar las rutas recorridas por los vehículos, lo que se ve reflejado en un ahorro de gasolina, así como la reducción de costo por mantenimiento y disminución de la contaminación ambiental.



## ÍNDICE GENERAL

---

<b>I</b>	<b>TECNOLOGIA GPS-GSM-GPRS Y DISPOSITIVO AVL</b>	<b>1</b>
1	TECNOLOGIA GSM/GPRS Y DISPOSITIVO AVL	3
1.1	Introducción	3
1.2	Tecnologías Involucradas	3
1.3	Sistema de Posicionamiento Global GPS	4
1.3.1	Coordenadas Geográficas	4
1.3.2	Posicionamiento Global	5
1.4	Red GSM	6
1.4.1	Sectorización mediante Celdas	6
1.4.2	Tipos de Celdas	6
1.4.3	Arquitectura de la Red GSM	7
1.5	General Packet Radio Service (GPRS)	10
1.5.1	Ventajas de GPRS	10
1.5.2	GPRS sobre GSM	10
1.6	Equipo Rastreador AVL	11
1.6.1	Características del Equipo	11
1.6.2	Puertos del equipo.	12
1.6.3	Configuración del Equipo.	13
<b>II</b>	<b>DISEÑO DEL SISTEMA</b>	<b>15</b>
2	DISEÑO DEL SISTEMA	17
2.1	Introducción	17
2.2	Diseño del Sistema	17
2.3	Módulo de Comunicación	17
2.3.1	Sockets	18
2.3.2	Direccionamiento de los puertos	18
2.3.3	Serversocket	20
2.3.4	SMS Gateway	21
2.4	Módulo de Gestión de Datos	22
2.4.1	Bases de Datos Relacionales	22
2.5	Módulo de Administración	24
2.5.1	Tipos de Usuarios	25
2.6	Interfaz de Usuario	25
2.6.1	Lenguaje de Programación del lado del Servidor (PHP).	25
2.6.2	Lenguaje de Programación del lado del cliente (Javascript)	26
2.6.3	AJAX	27
2.6.4	Servidores	28
2.7	Sistemas de Información Geográfica(SIG)	31
<b>III</b>	<b>DESARROLLO DEL SOFTWARE</b>	<b>33</b>
3	DESARROLLO DEL SOFTWARE	35
3.1	Introducción	35
3.2	Programación del Serversocket	35
3.2.1	Sockets en Java.	35
3.2.2	Formato de Datos que envía el dispositivo.	37
3.2.3	Procesamiento de la trama.	37
3.2.4	Almacenamiento de la Base de Datos.	38
3.3	Implementación de la Base de Datos	39

3.4	Programación de la Página web	40
3.4.1	Diseño de la Página web	40
3.4.2	API de Googlemaps para la geolocalización	43
3.4.3	Diseño y programación de la página de autenticación de usuarios	44
3.4.4	Programación de la página de rastreo	45
3.4.5	Programación de la página para la generación de reportes	49
3.4.6	Programación y reportes por geocercas	49
3.4.7	Configuración de la Cuenta	51
3.4.8	Mensajes SMS	52
<b>IV</b>	<b>INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES</b>	<b>55</b>
<b>4</b>	<b>INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES</b>	<b>57</b>
4.1	Introducción	57
4.2	Direcciones IP públicas y privadas	57
4.2.1	Direcciones IP privadas	57
4.2.2	Direcciones IP públicas	57
4.3	Dominio en Internet	58
4.3.1	Partes de un dominio	58
4.4	Servidor Web Apache.	59
4.4.1	Características de WAMP.	60
4.4.2	Contenidos del Paquete.	60
4.4.3	Instalación del Paquete.	60
4.5	Servidor DNS.	62
4.6	Configuraciones de Firewall.	65
4.7	Configuración del envío de mensajes SMS	65
4.7.1	Instalación del servidor OZEKI NG	66
4.7.2	Configuración del Servidor OZEKI NG	67
<b>V</b>	<b>PRUEBAS DEL SISTEMA</b>	<b>69</b>
<b>5</b>	<b>PRUEBAS DEL SISTEMA</b>	<b>71</b>
5.1	Introducción	71
5.2	Pruebas en el Servidor	71
5.2.1	Pruebas del Server Socket	71
5.2.2	Pruebas del dominio web	72
5.3	Pruebas de Software	72
5.3.1	Gestión de usuarios y vehículos	72
5.3.2	Rastreo en tiempo real e historial de ruta del vehículo y reportes de geolocalización	73
5.3.3	Reportes de los niveles de voltaje analógicos, gasolina y velocidad.	75
5.3.4	Historial de alarmas y eventos	77
5.3.5	Configuración, gestión y reportes de geocercas	78
5.4	Pruebas del servicio SMS	78
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>83</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>89</b>
<b>VII</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>93</b>
<b>A</b>	<b>ANÁLISIS ECONÓMICO</b>	<b>95</b>
A.1	Introducción	95
A.2	Servicio de Alojamiento	95
A.2.1	Servidor Dedicado	95

A.2.2	Servidor Virtual	96
A.2.3	Servidor Local	96
A.3	Facturación del servicio GPRS	97
A.4	Mensajes SMS	97
A.5	Análisis económico del sistema	98
A.6	Contraste con otras empresas	99
B	MANUAL DE INSTALACION	101
B.1	Instalación del equipo	101
B.1.1	Ubicación del Equipo	102
B.1.2	Colocación de las Antenas	102
B.1.3	Alimentación del Equipo	102
B.1.4	Bloqueo del vehículo	102
B.1.5	Nivel de Combustible	103
B.1.6	Control de seguros	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1	Diagrama del Sistema.	3
Figura 2	Longitud y Latitud de la Tierra [12].	4
Figura 3	Entorno visual de Google Earth.	5
Figura 4	Satélites usados para triangulación [23].	5
Figura 5	Triangulación GPS [49].	6
Figura 6	Cluster de 7 celdas [6].	7
Figura 7	Arquitectura de la red GSM [18][15].	8
Figura 8	Arquitectura de la Red GPRS [47].	11
Figura 9	AVL [27].	11
Figura 10	Características Eléctricas [27].	12
Figura 11	Puertos del AVL [27].	13
Figura 12	Parte Frontal del Equipo [27].	13
Figura 13	Diseño del Sistema	17
Figura 14	Modelo TCP/IP y la función de la capa de transporte para la transmisión de datos[21]	18
Figura 15	Protocolo TCP orientado a la conexión Inc. [21]	19
Figura 16	Protocolo UDP no orientado a la conexión[21]	20
Figura 17	Características de los ServerSockets TCP y UDP[21]	20
Figura 18	Cabecera TCP/UDP [21]	21
Figura 19	SMS Gateway[42]	22
Figura 20	Módulo de Comunicación	22
Figura 21	Relación entre tablas en una base de datos.[19]	23
Figura 22	Tablas, campos y relaciones para nuestro proyecto.	24
Figura 23	Módulo de Gestión de Datos	24
Figura 24	Ejemplo de estructurar información con XML	27
Figura 25	Estructura de una página web	28
Figura 26	Resolución de Nombres DNS[21]	29
Figura 27	Jerarquía de Servidores DNS para resolver un nombre de dominio[21].	30
Figura 28	Cliente web solicita una web al servidor .[21]	30
Figura 29	El servidor HTTP envía el código de la página web.[21]	31
Figura 30	Navegador interpreta el código HTML y muestra una página web.[21]	31
Figura 31	Interfaz de Usuario	31

Figura 32	Mapa de Google incluido en una aplicación web	32
Figura 33	Serversocket.	35
Figura 34	Firewall en la comunicación.	36
Figura 35	Encapsulamiento de datos.	37
Figura 36	Formato de la trama.	37
Figura 37	Ejemplo de dato enviado[27].	38
Figura 38	Diagrama de Relación de la base de datos implementada.	39
Figura 39	Navegación en phpMyAdmin.	39
Figura 40	Ingreso y configuración de tablas.	40
Figura 41	Navegación por los contenidos de una tabla.	40
Figura 42	Estructura de la página web mediante contenedores.	41
Figura 43	Página web básica maquetada con CSS.	41
Figura 44	Función Ajax para la comunicación cliente-servidor	42
Figura 45	Visualización del mapa de Cuenca utilizando el API de Yahoo.	43
Figura 46	Visualización del mapa de Cuenca utilizando el API de Location-World.	43
Figura 47	Visualización del mapa de Cuenca utilizando el API de Google.	44
Figura 48	Página web de Autenticación maquetada mediante CSS y etiquetas HTML.	44
Figura 49	Sesión terminada por parte de un usuario	45
Figura 50	Página web para el rastreo en tiempo real del usuario de administrador.	45
Figura 51	Página web para el rastreo en tiempo real del usuario de móvil.	45
Figura 52	Indicadores gráficos de la página web de rastreo en Tiempo Real a) Indicadores Digitales, b) Medidores de Velocidad y Temperatura, c) Geocodificación Inversa y d) Alarmas.	46
Figura 53	Archivo en formato XML para la consulta a la base de datos del ultimo valor registrado.	46
Figura 54	Parámetros de la función ReverseGeocode para la geocodificación inversa.	48
Figura 55	Página web para el historial y ruta de un vehículo del usuario administrador.	48
Figura 56	Página web para el historial y ruta de un vehículo del usuario móvil.	49
Figura 57	Reporte detallado de la ruta del vehículo.	49
Figura 58	Página web para el rastreo en tiempo real de más de un vehículo del usuario administrador.	50
Figura 59	Niveles de gasolina, temperatura, gasolina y estado de las entradas digitales del vehículo.	50
Figura 60	Reporte de Velocidad con el uso de un mapa y una tabla de valores.	51
Figura 61	Reporte de Velocidad con el uso de un mapa y una gráfica.	51
Figura 62	Formato para almacenar las geocercas en la base de datos.	52
Figura 63	Reportes de Geocerca utilizando un mapa.	52
Figure 64	Reportes de Geocerca utilizando una tabla.	53



Figure 65	Proceso para verificar si un punto se encuentra dentro o fuera de un polígono[16].	53
Figure 66	Formularios para el registro y modificación de usuarios.	53
Figure 67	Formularios para el registro de nuevos vehículos.	53
Figure 68	Extracto del código PHP para el envío de mensajes.	54
Figura 69	Ventana de Inicio de Instalación.	61
Figura 70	Ventana de inicio de instalación.	61
Figura 71	Ventana de parámetros SMTP.	62
Figura 72	Ventana de nacionalización de Instalación.	62
Figura 73	Trayicon de Wamp.	62
Figura 74	Ventana de información de WAMP.	63
Figura 75	Formulario para crear una nueva cuenta en DynDNS.	63
Figura 76	Ventana Principal de la cuenta de DynDns.	64
Figura 77	Ventana para agregar un nombre de dominio.	64
Figura 78	Firewall en el Servidor.	65
Figura 79	Instalación del servidor OZEKI NG	66
Figura 80	Configuración del nombre de usuario y password.	67
Figura 81	Pantalla de aplicacion del servidor OZEKI NG.	67
Figure 82	Configuración del modem GSM.	68
Figure 83	Esquema del sistema de envío de mensajes[31].	68
Figura 84	Esquema físico del sistema..	71
Figura 85	Prueba del Server Socket.	71
Figura 86	Ping de prueba hacia el servidor.	72
Figura 87	Formulario de registro de un nuevo de usuario en el sistema y el almacenamiento en la base de datos.	73
Figura 88	Formulario de registro de un nuevo dispositivo en el sistema y su almacenamiento en la base de datos.	73
Figura 89	Rastreo del vehículo en tiempo en real..	74
Figura 90	Consulta de la ruta del vehículo, dirección y velocidad en el mapa de Google.	74
Figura 91	Reporte generado de la geolocalización.	75
Figura 92	Documento PDF generado de la geolocalización.	75
Figura 93	Gráfica de la velocidad del vehículo en dos instantes de tiempo.	76
Figura 94	Reporte de velocidad para la consulta realizada.	76
Figura 95	Gráfica del nivel de voltaje de la batería interna del dispositivo.	77
Figura 96	Reporte generado del nivel de voltaje de la batería interna del dispositivo.	77
Figura 97	Gráfica del nivel de voltaje suministrado al dispositivo.	78
Figura 98	Reporte generado del nivel de voltaje suministrado al dispositivo.	78
Figura 99	Gráfica del nivel de gasolina.	79
Figura 100	Reporte generado del nivel de gasolina.	79
Figure 101	Reporte generado para la alarma SOS.	80
Figure 102	Geocerca creada para la ciudad de Cuenca.	80

Figure 103	Consulta de un reporte de geocercas en el mapa.	80
Figure 104	Configuración y eventos del servidor SMS.	81
Figure 105	Ejemplos de mensajes SMS enviados por el servidor.	81
Figura 106	Costo del servicio mensual vs numero de vehículos.	100
Figura 107	Ganancia vs numero de vehículos.	100
Figura 108	Vehículo utilizado para la instalación del equipo.	101
Figura 109	Equipo a instalarse.	101
Figura 110	Lugar escogido para la instalación del equipo.	102
Figura 111	Esquema de bloqueo de la Bomba de Combustible.	103
Figura 112	Localización del cable de la Bomba de Combustible.	103
Figura 113	Control del Solenoide.	104

## ÍNDICE DE CUADROS

---

Cuadro 1	Parámetros de la trama GPRS.	38
Cuadro 2	Código de las alarmas y su descripción.	47
Cuadro 3	Proforma para un servidor dedicado de la empresa LunarPages.	96
Cuadro 4	Proforma para un servidor VPS de la empresa LunarPages.	96
Cuadro 5	Requerimientos para la implementación de un servidor local.	97
Cuadro 6	Costo de los paquetes de mensaje de texto de MOVISTAR.	98
Cuadro 7	Costos para la implementación del sistema.	98
Cuadro 8	Análisis de la distribución de los gastos de los servicios para el cliente y empresa.	98
Cuadro 9	Análisis del margen de utilidad.	99
Cuadro 10	Calculo del precio de venta.	99
Cuadro 11	Costo del servicio y ganancias.	99

Part I

TECNOLOGIA GPS-GSM-GPRS Y  
DISPOSITIVO AVL



## TECNOLOGIA GSM/GPRS Y DISPOSITIVO AVL

### 1.1 INTRODUCCIÓN

Debido al gran incremento de vehículos y objetos de valor que se venden y utilizan a nivel mundial, se vuelve una necesidad, el conocer su ubicación exacta en el planeta, bien sea esto por seguridad en caso de robo, o por control y monitoreo de flotas en el caso de empresas que quieran saber cómo están utilizando sus bienes.

En este proyecto se plantea la construcción de una plataforma web que nos posibilita el monitoreo de dispositivos de rastreo GPS, los cuales mediante el protocolo GSM/GPRS enviarán los datos hacia un servidor Web que almacenará toda la información y nos permitirá en cualquier instante, tener acceso a esta y poder en tiempo real conocer su ubicación, trazar historiales de recorrido, conocer el nivel de gasolina, estado de puertas y realizar un bloqueo del vehículo en caso de robo.

### 1.2 TECNOLOGIAS INVOLUCRADAS

Para que el sistema pueda funcionar se necesita de la interacción de algunas tecnologías, las cuales nos ayudarán a obtener la información que necesitamos y para posteriormente almacenarlas en nuestros servidores. Las tecnologías que están involucradas en nuestro proyecto:

- Sistema de Posicionamiento Global GPS: Nos ayuda a determinar las coordenadas (longitud, latitud) del equipo en el globo terráqueo.
- Sistema Celular GSM/GPRS: Nos permite comunicar nuestro equipo móvil con el servidor web mediante la nube de Internet.
- Equipo AVL: Tiene embebido un GPS y un microcontrolador que comanda el equipo.

En la figura 1 se puede apreciar un diagrama del sistema.

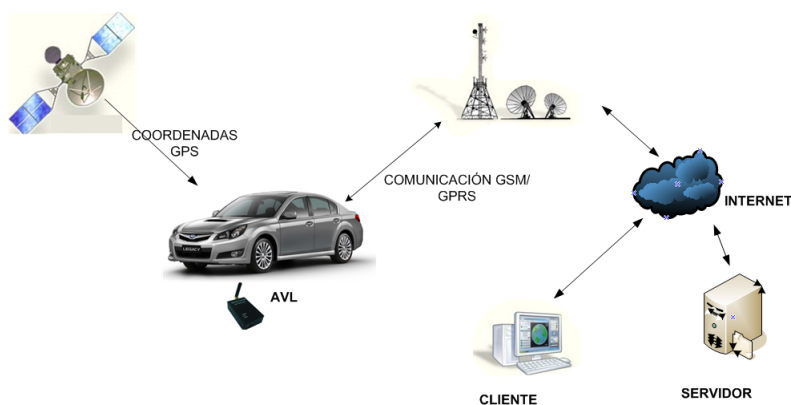


Figura 1: Diagrama del Sistema.

### 1.3 SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL GPS

Siempre ha sido de gran interés para el hombre el poder conocer su ubicación exacta en la tierra, esto le ha permitido orientarse, viajar grandes distancias a lugares desconocidos y lejanos, de manera que ha podido explorar y determinar las mejores rutas para llegar a un punto específico.

#### 1.3.1 Coordenadas Geográficas

En la actualidad, la tecnología disponible permite conocer la localización de puntos de interés, como lo son ciudades, países, centros comerciales, incluyendo nuestros hogares y puntos muy frecuentados. Esto lo ha hecho posible la georeferenciación, que utiliza mapas digitales, que nos permiten marcar puntos con gran exactitud, conociendo sus coordenadas geográficas.

Inicialmente se intentó implementar un sistema bidimensional de coordenadas basado en ondas de radio, pero el sistema que se impuso fue uno desarrollado por la Fuerza aérea de Estados Unidos en 1973 que se le conoce como NAVSTAR-GPS<sup>1</sup> que utiliza un sistema de tres dimensiones: latitud, longitud y altitud [35].

La latitud está definida por líneas paralelas al Ecuador (está en un plano perpendicular al eje de rotación de la tierra), esta puede ser norte o sur y se extiende desde 0 grados en el Ecuador hasta 90 grados en el polo norte o sur. La longitud en cambio toma como origen el meridiano que pasa por Greenwich (Londres) que va desde 0 grados hasta 180 grados hacia el este o el oeste [7].

En la figura 2 podemos apreciar cómo está dividido el planeta en función de la longitud y latitud.

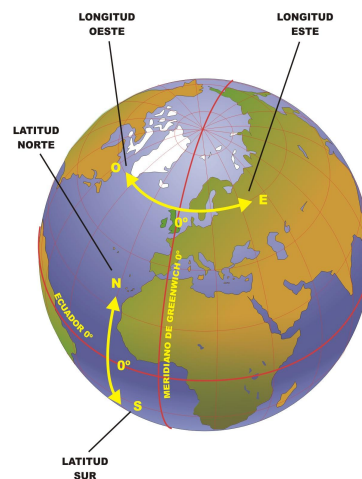


Figura 2: Longitud y Latitud de la Tierra [12].

Actualmente existen algunos programas, que nos permiten determinar un punto exacto en la Tierra, y mirar fotos digitales aéreas de la zona, ingresando la latitud y longitud del lugar buscado, el más conocido es Google Earth, que posee una gran base de imágenes de

<sup>1</sup> NAVSTAR-GPS (NAVigation System Time And Ranging) es el sistema de navegación satelital controlado por el departamento de defensa de los USA.

casi todos los países del mundo. En la figura 3 podemos apreciar el entorno visual de la aplicación.

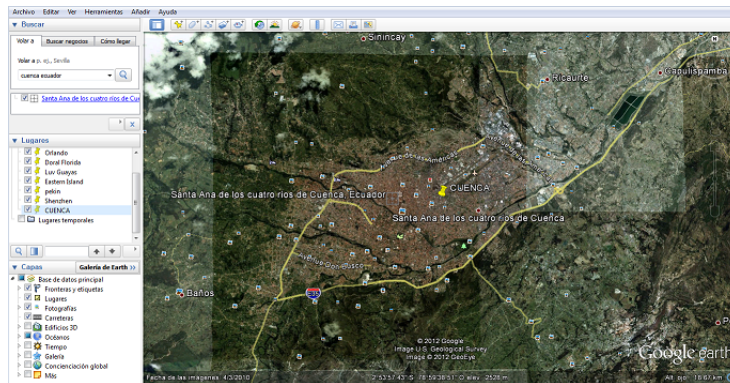


Figura 3: Entorno visual de Google Earth.

### 1.3.2 Posicionamiento Global

Los sistemas GPS (Global Positioning System) utilizan 24 satélites, a 55 grados sobre la línea del Ecuador que se encuentran girando en una órbita alrededor de la tierra, utilizan seis diferentes direcciones para rodearla, y cada uno gira dos vueltas al día a la tierra [44]. La figura 4 nos muestra como se encuentran distribuidos los satélites de posicionamiento en sus órbitas alrededor de la tierra.



Figura 4: Satélites usados para triangulación [23].

Cada satélite pasa continuamente enviando información (posición del satélite, hora del mensaje, hora de la zona horaria donde está) a los dispositivos GPS, con esta información el equipo determina la distancia a la que se encuentra de la tierra. Si se realiza el procedimiento anterior con tres satélites o más, conociendo las intersecciones (triangulación) de las esferas generadas con centro en los satélites, se puede determinar con exactitud la posición en el globo terráqueo.

En la figura 5 se puede apreciar una representación de lo explicado anteriormente.

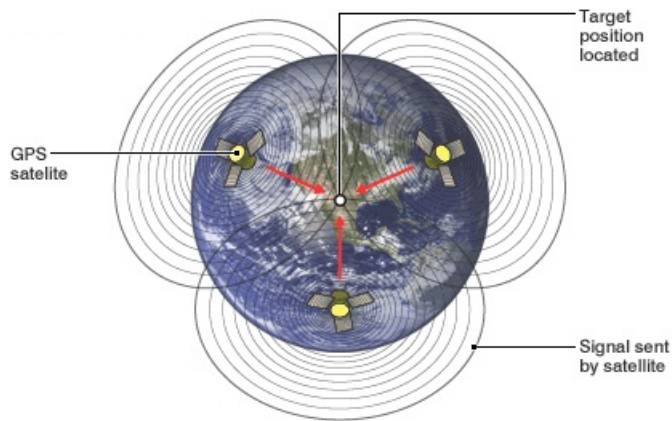


Figura 5: Triangulación GPS [49].

#### 1.4 RED GSM

La red celular GSM (Global System for Mobile Communications) conocida como segunda generación (2G), utiliza TDMA <sup>2</sup> y comenzó su actividad en el año de 1992 en ciudades Europeas, pero su desarrollo empezó en el año de 1982 en el CEPT (Conference of European Post and Telecommunication)[38].

Este sistema se caracteriza por que sus transmisiones son digitales y a diferencia de las primeras redes 1G que existieron no se limita únicamente a voz, sino ya permite enviar datos, entre ellos mensajes de texto y se puede realizar transmisiones a una velocidad de hasta 14.4 Kbps en una estructura de conmutación de circuitos.

##### 1.4.1 Sectorización mediante Celdas

El sistema celular GSM utiliza celdas para aprovechar al máximo el espectro de frecuencia que tiene asignado. A cada celda se le asigna un grupo de frecuencias que conformaran los diferentes canales, estas frecuencias no son las mismas de las que poseen las celdas adyacentes, evitando así interferencias, además a cada una se le asigna un identificador o BSIC (Base Station identity Code)[38]. Las celdas que poseen el mismo identificador trabajan con los mismos canales.

El grupo de celdas que contiene diferentes frecuencias, por lo general de 3 o 7 celdas se le conoce como cluster. Cada celda tiene un radio de cobertura y una capacidad de usuarios a los que puede atender simultáneamente. En la figura 6 se puede apreciar tres clusters de 7 celdas cada uno.

##### 1.4.2 Tipos de Celdas

Dependiendo del área a cubrir y de la demanda de usuarios se utilizan diferentes tipos de celdas, que se caracterizan por su tamaño.

<sup>2</sup> Time Division Multiple Access asigna a cada usuario un intervalo o slot de tiempo para que utilice el canal de comunicación. Rappaport and Firme [38]



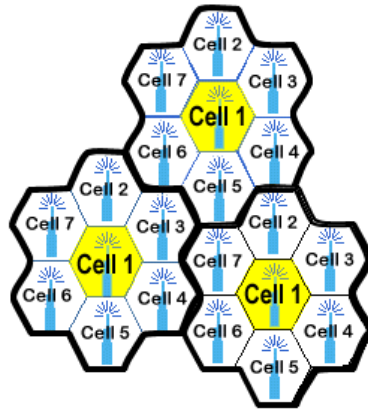


Figura 6: Cluster de 7 celdas [6].

#### *Macrocelas*

Son celdas de gran tamaño usadas cuando hay grandes distancias entre los lugares poblados [38].

#### *Microcelas*

Estas celdas tienen poca área de cobertura pero cubren zonas con mucha densidad poblacional. Al utilizar estas se trata de conseguir un gran número de celdas, ya que esto incrementa el número de canales disponibles y por lo tanto la cantidad de usuarios que pueden utilizar la red [38].

#### *Celdas Selectivas*

Son utilizadas cuando una área o lugar en específico, por ejemplo un túnel, en donde no se requieren 360 grados de cobertura [38].

#### *Celdas Sombrilla*

Se utilizan para agrupar conjuntos de microcelas con el objetivo de aumentar la potencia para reducir el gran número de handovers<sup>3</sup> que se producen por la cantidad de celdas pequeñas juntas Rappaport and Firme [38].

### 1.4.3 Arquitectura de la Red GSM

La red GSM se divide en tres subsistemas[15]:

- Subsistema de Radio (RSS).
- Subsistema de Red y Conmutación.
- Subsistema de operación.

En la figura 7 se puede apreciar un esquema de la arquitectura de la red GSM [15].

<sup>3</sup> Handover es la transferencia de servicio de una celda a otra, debido a un desplazamiento del equipo móvil.

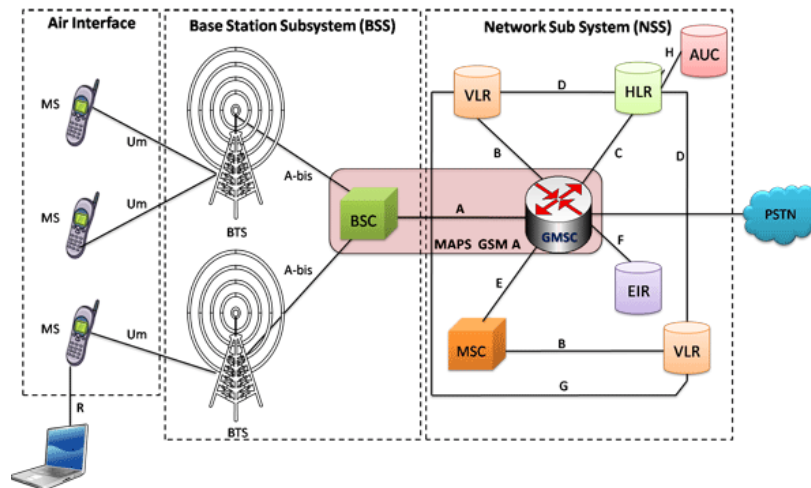


Figura 7: Arquitectura de la red GSM [18][15].

### Mobile Station (MS)

Consiste en dos partes, la primera la componen el hardware y software de la interfaz de radio, y a la segunda se le conoce como SIM (Subscriber Mobile Identity) y almacena los datos personales del suscriptor y le ayuda a identificarse en la red[38]. Cada estación móvil tiene los siguientes identificadores:

- IMSI (International Mobile Subscriber Identity).
- TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity).
- MSISDN (Mobile Station International ISDN number).
- MSRN (Mobile Station Roaming Number).

Los datos permanentes de una estación móvil son [36]:

- SIM card.
- IC card identification, indica el número serial de la tarjeta SIM.
- Lista de servicios SIM.
- IMSI (International Mobile Subscriber Identity).
- Número de identificación personal PIN.
- Clave personal de desbloqueo PUK.

### Base Station Subsystem (BSS)

El BSS cumple todas las funciones de radio de la red GSM. La potencia de cada estación Base cubre una área geográfica específica (celda) en la red, y el usuario es libre para moverse de una a otra. Los tamaños de las celdas se diseñan en función de la propagación de las ondas de radio, la morfología local y la densidad de usuarios de esa región[38].

Una BSS utiliza tanto transmisores como receptores y todo su hardware y software necesarios para permitirle a un usuario conectarse a un PSTN [15] <sup>4</sup>.

Los elementos que permiten funcionar al BSS son[45]:

<sup>4</sup> PSTN, número de red de telefonía pública

- Estación Base Transmisora (BTS, Base Transceiver Station).
- Controlador de la Estación Base (BSC, Base Station Controller).

#### *Base Transceiver Station (BTS)*

La BTS Permite la comunicación con las estaciones móviles, brinda todas las facilidades incluyendo antenas y la señalización referente a la interfaz de radio, es decir sirve como un punto de acceso hacia la red. La estación garantiza la cobertura de la celda y son controladas local o remotamente mediante el controlador de estación base[45].

#### *Base Station Controller (BSC)*

Es la responsable de administrar la radio a través de la BTS. Maneja el tráfico de la red mediante los canales y el handover de una celda a otra en la red y almacena información de la BS que puede entregar a los operadores mediante demanda[15].

#### *Mobile Switching Centre (MSC)*

Se encarga de manejar el tráfico de la red y de interconectar a esta con los sistemas de telefonía PSTN. Maneja las estaciones móviles y además verifica a los usuarios locales y foráneos en el HLR y VLR respectivamente[15].

#### *Home Location Register (HLR)*

El HLR es una base de datos de los usuarios móviles locales, contiene los servicios a los que el abonado tiene acceso así como también el estado actual del terminal móvil y su localización. Para la autenticación de los usuarios, se extrae información de la SIM[15].

#### *Visitor Location Register (VLR)*

Su papel es muy similar al del HLR, pero en cambio maneja a los usuarios foraneos o visitantes de la red, es decir aquellos equipos que están usando el servicio de ROAMING <sup>5</sup>. Una vez autenticado el usuario le permite al MSC conectarle al equipo a la red[38].

#### *Operation and Maintenance Centre (OMC)*

Es el encargado de monitorizar y controlar los elementos que están en la red, de manera que se garantice la calidad de servicio en esta.

Maneja la administración de los suscriptores y equipos, las cuentas de cada usuario y genera estadísticas sobre el uso de la red[38, 15].

#### *Authentication Centre (AUC)*

Su función es autenticar a las SIM card para permitirles que se conecten en la red cuando el móvil está encendido. Genera una clave de autenticación que permite encriptar toda la comunicación con el móvil y la red[15].

<sup>5</sup> ROAMING es la capacidad que tiene un equipo móvil de seguir funcionando fuera de su cobertura local, es decir con otras operadoras en otro país.

### *Equipment Identity Register (EIR)*

El EIR es una base de datos que almacena las identidades de cada equipo móvil IMEI. La base de datos contiene listas blancas grises y negras de identidades, permitiendo validar únicamente a los equipos autorizados en la red. La lista negra contiene los equipos robados y la lista gris los equipos que no están funcionando correctamente[15].

## 1.5 GENERAL PACKET RADIO SERVICE (GPRS)

La red GPRS es una tecnología que se utiliza para la transmisión de datos por conmutación de paquetes<sup>6</sup>, también conocida como GSM-IP. Surgió debido a los inconvenientes que presentaba la red GSM para la transmisión de datos, principalmente por que trabaja con conmutación de circuitos<sup>7</sup> tecnología que funciona correctamente para la transmisión de voz[45].

### 1.5.1 *Ventajas de GPRS*

Entre las principales ventajas tenemos[40]:

- Permite enviar y recibir información hacia una dirección IP<sup>8</sup>.
- Utiliza conmutación de paquetes, por lo que se tarifa por tráfico consumido.
- Se utiliza el canal de comunicación por demanda, es decir, únicamente cuando se lo necesite, permaneciendo disponible el resto del tiempo.
- Trabaja sobre GSM y los hace compatibles con LAN, WAN e INTERNET.
- Permite tasas de transmisión de 56 a 144 Kbps.
- Permite enviar información (GPRS) y realizar llamadas (GSM) al mismo instante.

### 1.5.2 *GPRS sobre GSM*

Para que la red GPRS pueda funcionar sobre la red GSM ya implementada se realizaron algunos cambios. Se agregaron dos nuevos nodos, el SGSN (Serving GPRS Support Node) que se encarga de la gestión de movilidad, enlace lógico del móvil con la red, intercambio de paquetes, autenticación, facturación y el GGSN (Gateway GPRS Support Node) que proporciona acceso a las redes basadas en IP[47].

En la figura 8 se aprecia un esquema de este tipo de red.

Para configurar un equipo en la red GPRS se debe suministrar un APN<sup>9</sup>, un nombre de usuario y contraseña suministrados todos por los proveedores de servicio[15].

6 Conmutación de Paquetes divide a la información en paquetes y los transmite individualmente, en el destino se re ensamblan y forman uno solo.

7 Conmutación de circuitos establece un canal dedicado durante toda la sesión.

8 IP es un protocolo no orientado a la conexión, usado para la comunicación en redes conmutación de paquetes y de mejor entrega posible sin garantías.

9 APN se le conoce al punto de acceso de la red GPRS

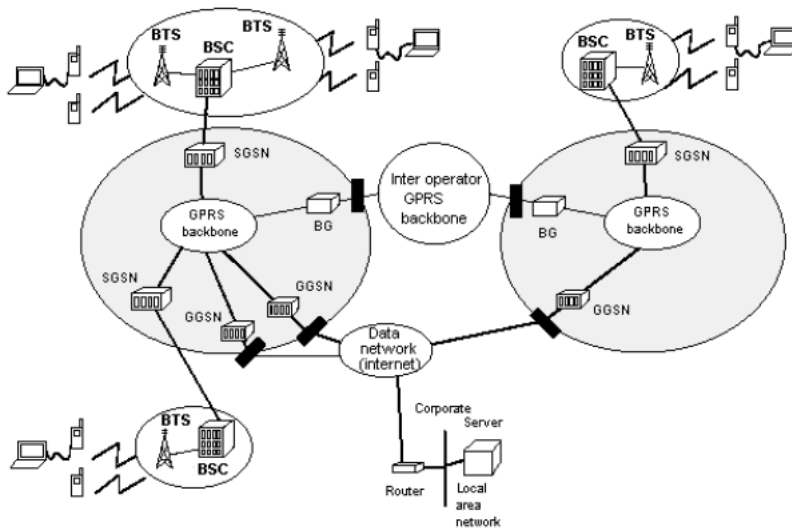


Figura 8: Arquitectura de la Red GPRS [47].

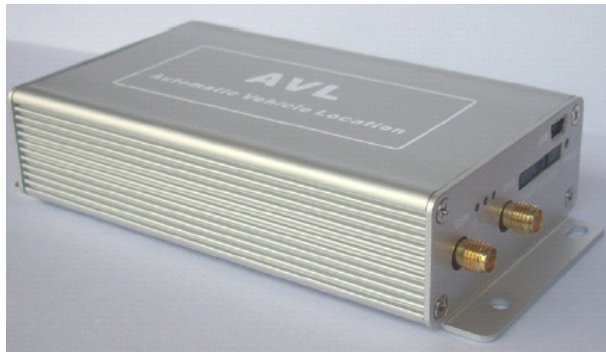


Figura 9: AVL [27].

En nuestro sistema, la transmisión de datos se realiza utilizando GPRS para enviar información hacia nuestro servidor alojado en la web.

## 1.6 EQUIPO RASTREADOR AVL

Este dispositivo electrónico AVL nos permite monitorear un vehículo utilizando mensajes de texto SMS o mediante GPRS hacia un servidor. Internamente dispone de un chip With Sirf Star III GPS que nos ayuda a determinar su posición, velocidad, fecha y dirección. Además el equipo AVL nos permite saber el estado de puertas, ventanas y cortar el suministro de combustible para lograr bloquear el vehículo. En la figura 9 podemos observar el equipo utilizado[50].

### 1.6.1 Características del Equipo

Entre sus principales características podemos nombrar[27]:

- Batería interna de litio, que le permite continuar funcionando sin suministro de energía.
- Funciona de 12v a 24v.

- Tiene una alarma exterior de corte de energía y batería baja.
- Alarma de exceso de velocidad.
- Alarma de geocercas<sup>10</sup>.
- Dispone de un modulo Sirf-Star III GPS chipset.
- Dispone de un modulo de comunicación SIMCOM GSM/GPRS.
- Permite Rastreo en tiempo Real.
- Se puede detectar remotamente el estado de puertas, ventanas y motor por medio de sus puertos de ingreso.
- Se puede cortar el suministro de combustible con sus puertos de salida.
- Dispone de un botón SOS para envío de alarma hacia el servidor.
- Dispone de un micrófono interno para escuchar la cabina.
- Puede almacenar hasta 2000 posiciones en su memoria interna en caso de perdida de señal.

Electrónicamente el equipo nos brinda muy buenas características, como un consumo bajo de corriente, menos de 5 mA, aparte que tiene una gran precisión, entre 10m y 15m. En la figura 10 presentamos un resumen de sus principales características eléctricas[27].

Dimensión.	110mm*66mm*27mm
Voltaje Exterior.	12v-24v
Voltaje Interno de la Bateria.	3.5v-4.2v
Consumo de Corriente Nominal.	Menor a 100mA
Consumo de Corriente a 12v.	Modo Sleep (menor a 5mA)
Temperatura de Operación.	-20°C a +60°C
Presión de Aire.	860Kpa-1060Kpa
Humedad.	Mayor a 75 %.
Precisión GPS.	10m-15m

Figura 10: Características Eléctricas [27].

### 1.6.2 Puertos del equipo.

En la figura 11 podemos observar físicamente los puertos de ingreso y salida del AVL. El equipo dispone de 4 ingresos digitales, 2 ingresos analógicos, 2 ingresos por pulsante y 2 salidas digitales. Estos puertos usualmente se los utiliza para controlar el estado de las puertas, estado del motor, bloquear el vehículo y controlar el nivel de combustible en el vehículo[27].

En la parte frontal del equipo, dispone de conectores para instalar las antenas GPS y GSM, que ayudan a mejorar la ganancia de estos módulos. Además, existe una ranura para colocar la SIM card y un

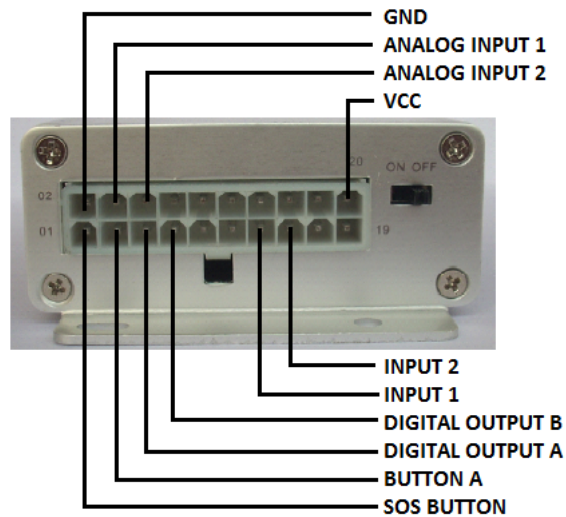


Figura 11: Puertos del AVL [27].



Figura 12: Parte Frontal del Equipo [27].

puerto USB para actualización de FIRMWARE. En la figura 12 se puede apreciar lo mencionado[27].

En nuestro proyecto para realizar las pruebas conectaremos el equipo a la bomba de combustible, para medir y controlar su nivel y además a las puertas para conocer si están abiertas o cerradas. En la sección de anexos de detalla la forma de conexión del equipo en el vehículo.

### 1.6.3 Configuración del Equipo.

Para configurar al equipo en la red, debemos suministrar algunos datos como el APN, nombre de usuario, contraseña dirección IP del servidor y puerto utilizado, todos mediante mensajes de texto SMS hacia el equipo que estamos usando[27].

- El mensaje \*\$\$\$\$\$,011,APN,Username,Password# configura el APN utilizado, el nombre de usuario y la contraseña necesaria para conectarnos en la red GPRS. Debemos remplazar las iniciales con sus valores.
- El mensaje \*\$\$\$\$\$,015,0,IP,PORT# nos permite especificar la dirección IP del servidor y el puerto.

<sup>10</sup> La geocerca es un perímetro virtual que se crea sobre un lugar, para poder conocer si se ingresa o sale de esa área.

- El mensaje \*\$\$\$\$\$,018,X,Y# se utiliza para especificar el intervalo de tiempo en el que se enviará datos, donde X es el intervalo en segundos y Y el numero de datos que se enviaran.
- El mensaje \*\$\$\$\$\$,016,X# nos permite activar la función GPRS. Si X=1 la función esta activada y en caso contrario la función se desactiva.

Es necesario enviar la secuencia de mensajes en el orden indicado, para evitar errores en las configuraciones. Si existe algún problema en el proceso de configuración, recibiremos un mensaje de texto indicándonos cual es el problema.



Part II

DISEÑO DEL SISTEMA



## DISEÑO DEL SISTEMA

### 2.1 INTRODUCCIÓN

El diseño previo juega un rol importante en la planificación y ejecución de un proyecto, el cual nos permitirá definir las herramientas adecuadas, y obtener como producto final un sistema robusto y que cumpla las especificaciones y los objetivos propuestos.

### 2.2 DISEÑO DEL SISTEMA

El sistema se encuentra dividido en cuatro módulos:

- **Módulo de Comunicación:** Define el protocolo de comunicación entre el cliente y el servidor.
- **Módulo de Gestión de Datos:** Almacena los datos de los usuarios y variables de los vehículos, además define la relación de dependencia entre usuarios y dispositivos.
- **Módulo de Administración:** Encargado de la gestión y manejo de usuarios y dispositivos.
- **Interfaz de Usuario:** Es el medio por el cual el usuario puede interactuar con el vehículo al realizar cualquier consulta o una acción en él.

El módulo de comunicación es el núcleo del sistema (como se puede ver en la figura 13), debido a que este en conjunto con el módulo de gestión de datos permite que el usuario pueda consultar y tomar decisiones en los dispositivos.

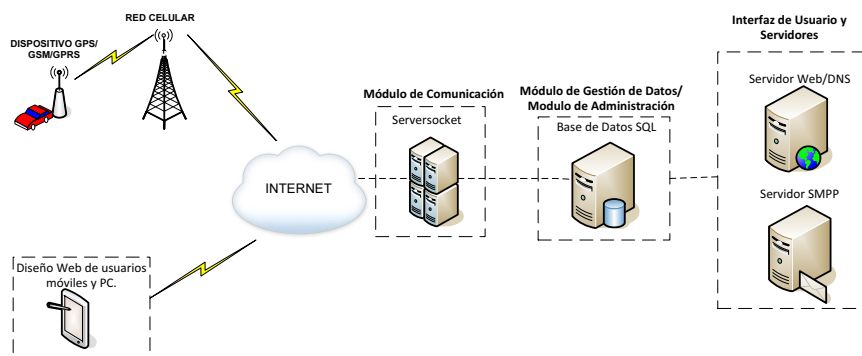


Figura 13: Diseño del Sistema

### 2.3 MÓDULO DE COMUNICACIÓN

El módulo de comunicación consta básicamente de la programación de un servidor de sockets, antes de explicar su programación es necesario

conocer algunos conceptos relacionados a la función de los sockets, tipos de socket y su rol en el modelo de capas de TCP/IP<sup>1</sup>.

### 2.3.1 Sockets

Se conoce como socket en redes de computadores a la unión de la dirección lógica IP y de un número de puerto, donde la dirección IP permite enrutar los paquetes entre dispositivos y el número de puerto identifica los procesos o aplicaciones que se encuentran ejecutándose en ese puerto [26].

### 2.3.2 Direccionamiento de los puertos

Los protocolos TCP y UDP<sup>2</sup> gestionan la comunicación de múltiples aplicaciones, además estos protocolos trabajan en la capa de transporte<sup>3</sup> del Modelo TCP/IP, (figura 14) y entre algunas de sus funciones están la preparación de los datos de la capa de aplicación para el transporte a través de la red y el procesamiento de los datos de la red para su utilización por parte de las aplicaciones.

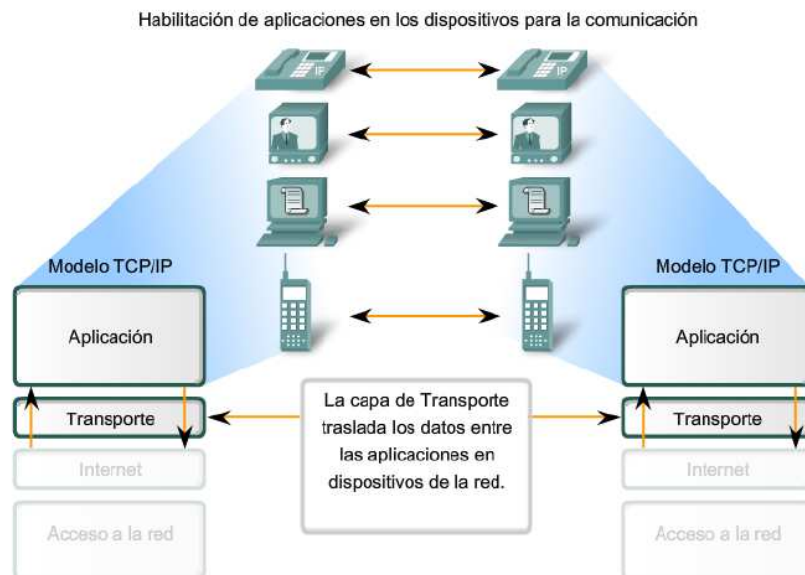


Figura 14: Modelo TCP/IP y la función de la capa de transporte para la transmisión de datos[21]

### Protocolo de Control de Transmisión (TCP)

El protocolo TCP es un protocolo orientado a la conexión y requiere un uso adicional de recursos por parte de los dispositivos [21] para funciones como:

- **Confiabilidad:** TCP utiliza sesiones orientadas a la conexión, por lo cual antes de que un cliente se disponga de enviar datos

<sup>1</sup> Es un modelo que define cuatro categorías de funciones que deben de tener lugar para que las comunicaciones entre dos dispositivos en la red sea exitosa [21].

<sup>2</sup> Los protocolos TCP y UDP están descritos detalladamente en las RFC 793 <http://tools.ietf.org/html/rfc793> y RFC 768 <http://tools.ietf.org/html/rfc768>.

<sup>3</sup> La capa de transporte provee el camino lógico entre procesos o aplicaciones ejecutándose en diferentes host.

al servidor, la capa de transporte inicia un proceso para que se permita la comunicación entre ambos. Este proceso asegura que el servidor esté listo para recibir la información desde el cliente, y a continuación se realiza la transmisión de información, asegurando en cada momento que los paquetes se están enviando de forma correcta. Para finalizar la comunicación se realiza el proceso de cierre de sesión.

- **Secuenciación:** Los paquetes se dividen y se enumeran, para que el receptor pueda identificar, ordenar, e interpretar los paquetes de forma correcta, ver figura 15.
- **Control de Flujo:** Para que no exista una sobrecarga de información de los clientes al servidor, en cada momento se está ejecutando un proceso de ventaneado, el cual va cambiando el ancho de banda de transmisión según la disponibilidad del servidor [43].

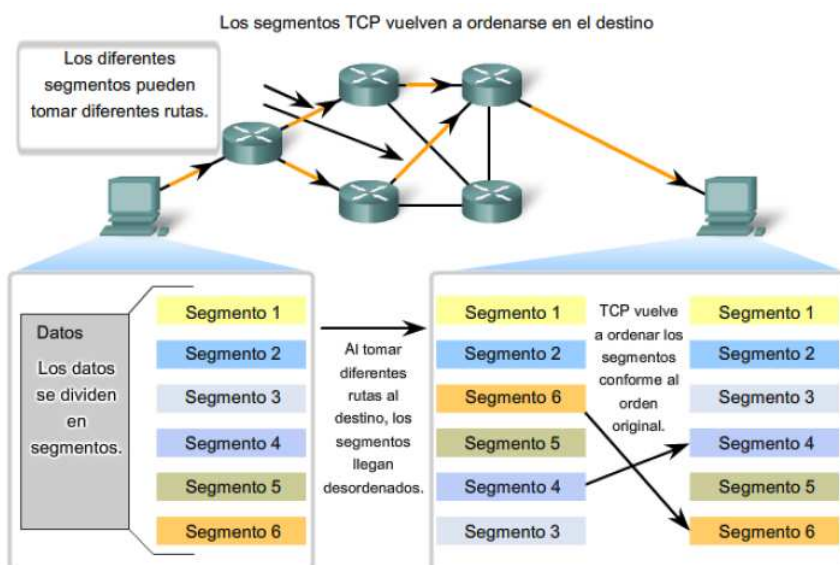


Figura 15: Protocolo TCP orientado a la conexión Inc. [21]

#### Protocolo de datagramas de Usuario (UDP)

El protocolo UDP es simple y sin conexión. Es un protocolo que utiliza pocos recursos[43].

Las características de UDP son:

- **No existe retransmisión:** Debido a que las sesiones no se establecen entre el cliente y el servidor, con UDP si un cliente tiene información para transmitir simplemente lo envía, y los paquetes perdidos no se vuelven a enviar. La retransmisión correspondería a protocolos de capas superiores.
- **Los paquetes de gran tamaño lógico son divididos para la transmisión en la red y no todos los paquetes llegan en el orden en el que fueron enviados y al no existir secuenciación no pueden ser reordenados por el receptor, ver figura 16.**
- **Control de flujo:** Los clientes probablemente saturarán al servidor si existe un gran tráfico de datos.

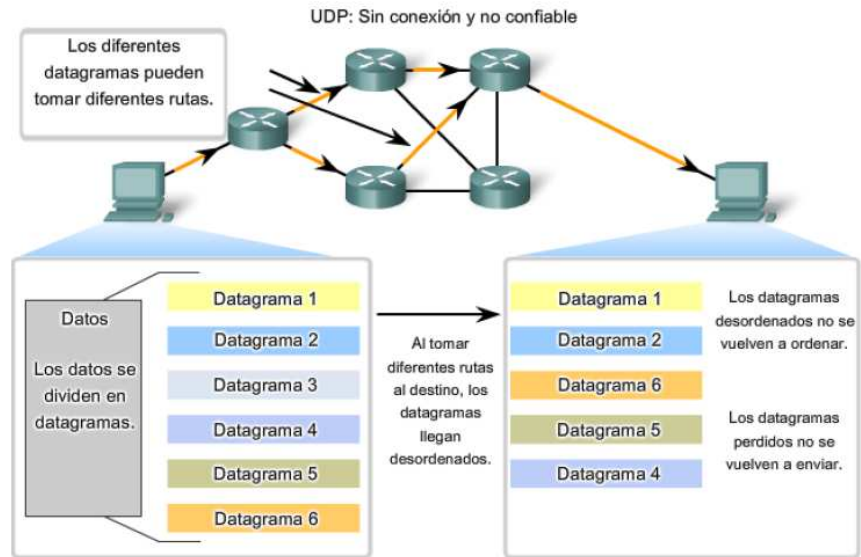


Figura 16: Protocolo UDP no orientado a la conexión[21]

### 2.3.3 Serversocket

Un Serversocket es un sistema de comunicación entre procesos de diferentes máquinas de una red. Los sockets utilizan una serie de primitivas para establecer el punto de comunicación, para conectarse a una máquina remota en un determinado puerto que esté disponible, para escuchar en él, para leer o escribir y publicar información en él, y finalmente para desconectarse[2].

#### Tipos de Serversocket

Existen dos tipos de Serversocket para implementar: Serversocket TCP y Serversocket UDP, en la figura 17 se exponen las características de estos servidores.

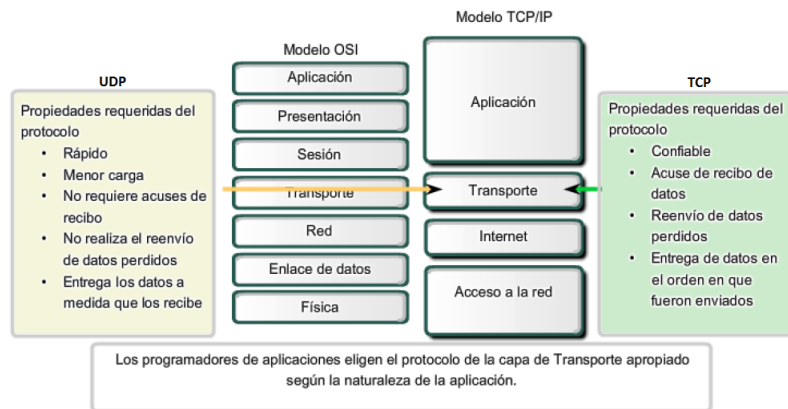


Figura 17: Características de los ServerSockets TCP y UDP[21]

Para el proyecto se implementará un Serversocket UDP en Java, debido a que se requiere velocidad en la transmisión de datos, menos usos de recursos por parte del servidor, la confiabilidad en los datos se

realizará con CRC<sup>4</sup>, además UDP tiene menos bytes en su cabecera de información, como se aprecia en la figura 18, por lo cual la facturación mensual del servicio GPRS será menor, y sobre todo la aplicación realizada en Java es multiplataforma.



Figura 18: Cabecera TCP/UDP [21]

Es importante definir el número de puerto a utilizar en el servidor, ya que no se puede utilizar cualquier puerto para escuchar un proceso, por lo cual la IANA<sup>5</sup> ha asignado números puertos para diferentes procesos.

- Puertos bien conocidos (números del 0 al 1023): estos números se reservan para servicios (HTTP, FTP, etc) y aplicaciones.
- Puertos registrados (números 1024 al 49151): estos números de puertos están asignados a procesos y aplicaciones del usuario.
- Puertos dinámicos o privados (números del 49152 al 65535): suelen asignarse de manera dinámica a aplicaciones de cliente cuando se inicia una conexión <sup>6</sup>.

#### 2.3.4 SMS Gateway

SMS Gateway <sup>7</sup> es un sistema que permite conectar o enlazar dos sistemas que trabajan con formatos distintos de información, permitiendo la comunicación bidireccional entre ellos, en si un SMS Gateway conecta la red de telefonía celular con un conjunto de servicios o aplicaciones SMS, para lo cual generalmente provee de una serie de interfaces para que desarrolladores de software puedan recibir, procesar y enviar un alto número de mensajes, ver figura 19[42].

En nuestra aplicación el sistema SMS Gateway nos permitirá comunicarnos desde el servidor que maneja IPs hacia los clientes móviles y dispositivos, el motivo por el cual se utiliza SMS y no GPRS, se debe a que las operadoras celulares tienen controles de seguridad que no permiten el acceso desde el servidor al cliente. El módulo de comunicación para nuestra aplicación se presenta en la figura 20.

<sup>4</sup> Comprobación de Redundancia Cíclica es un algoritmo que permite detectar si existen errores en los datos.

<sup>5</sup> IANA es un organismo de estándares responsable de la asignación de varias normas de direccionamiento. <http://www.iana.org/>

<sup>6</sup> <http://tools.ietf.org/html/rfc6335>

<sup>7</sup> Gateway: en telecomunicaciones es una puerta dedicada a intercomunicar sistemas de protocolos diferentes o incompatibles. [42]

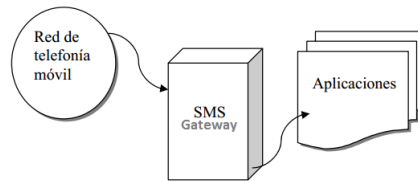


Figura 19: SMS Gateway[42]

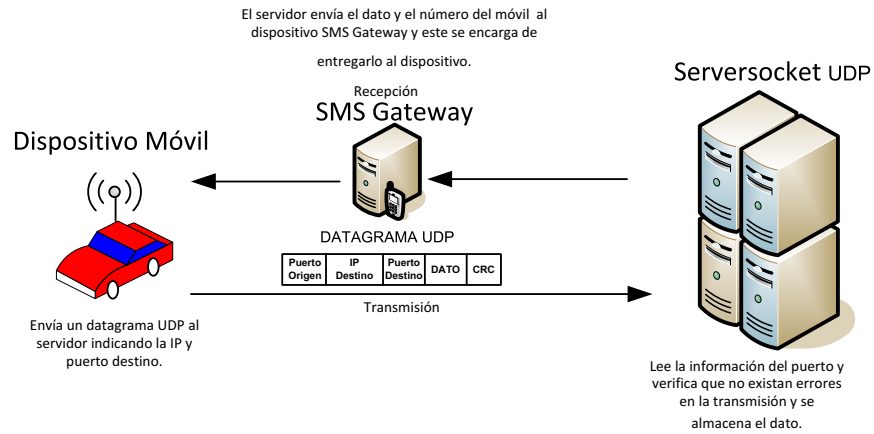


Figura 20: Módulo de Comunicación

## 2.4 MÓDULO DE GESTIÓN DE DATOS

Existen varias maneras de almacenar la información en computador que van desde archivos de texto, hojas de cálculo hasta bases de datos. Cada una de estas tiene sus ventajas según el alcance del proyecto. Para nuestro proyecto hemos optado por la base de datos relacional MySQL <sup>8</sup>.

### 2.4.1 Bases de Datos Relacionales

Una base de datos es un conjunto de datos estructurados, en una base de datos relacional los datos se organizan en tablas enlazadas de manera lógica. Las tablas constituyen una de las estructuras más importantes de una base de datos. Cada tabla incluye columnas (o campos) que describen una fila (o registro). La relación entre las tablas se establece mediante una columna [19], ver figura 21.

En el ejemplo, las tablas libro y colección están ligadas por las columnas `id_colección` de la tabla libro e `id` de la tabla colección. La interacción con una base de datos relacional se realiza mediante el lenguaje SQL <sup>9</sup>

#### *Principios para la creación de una base de datos*

El objetivo de la base de datos es almacenar en diferentes tablas los datos correspondientes a diferentes entidades (objetos), y evitar que un determinado objeto no sea almacenado más de una vez. El proceso de separación de los datos en varias tablas se llama normalización [19].

<sup>8</sup> [www.mysql.com](http://www.mysql.com) Sitio web oficial de MySQL que ofrece la descarga, tutoriales, foros, etc.

<sup>9</sup> SQL (Structured Query Language) es un lenguaje de comandos que permite consultar, insertar, borrar y actualizar valores en una base de datos.



```

libro
+-----+
| id | titulo | id_coleccion |
+-----+
| 1 | PHP 5.2 - Desarrollo web | 1 |
| 2 | Oracle 10g - Administración | 1 |
| 3 | Oracle 10g - Recovery Manager | 2 |
| 4 | BusinessObjects 6 | 1 |
| 5 | MySQL 5 - Instalación | 1 |
| 6 | PHP y MySQL (versiones 4 y 5) | 3 |
| 7 | MySQL 5 y PHP 5 | 4 |
+-----+

coleccion
+-----+
| id | nombre |
+-----+
| 1 | Recursos informáticos |
| 2 | TechNote |
| 3 | Prácticas técnicas |
| 4 | Pack Técnico |
+-----+

```

Figura 21: Relación entre tablas en una base de datos.[19]

En la tabla, cada columna almacena información unitaria que identifica una fila de la tabla, donde cada columna posee un tipo de dato (entero, cadena de texto, fecha, etc.)

Cada columna identifica de manera única una fila de una tabla, por ejemplo una columna llamada **ciudad** hace referencia a que en ese campo se almacenaran nombres de ciudades.

En las bases de datos hay dos tipos de columnas que destacan de las otras en la tabla.

- Clave Primaria: es el campo más importante de la tabla, debido a que puede por si solo identificar a la tabla.
- Claves Externas: Es una columna que hace referencia a un campo o una clave primaria de otra tabla.

### Base de Datos MySQL

Nuestra aplicación maneja una base de datos MySQL, MySQL es el sistema de administración de bases de datos relacionales de código abierto mas extendida del mundo.

MySQL esta disponible en dos licencias diferentes:

- La licencia de código abierto GPL<sup>10</sup>.
- Una licencia comercial.

Entre las ventajas de MySQL, podemos mencionar que es un servidor multiusuario y multiprocesos que puede funcionar en la mayoría de los sistemas operativos.

El esquema de la base de datos para nuestra aplicación se presenta en la figura 22, como se puede observar manejamos tres tablas:

- Tabla Usuario: Almacena los datos relacionados con los usuarios y su nivel de privilegios para la gestión de datos.
- Tabla Vehículo: Un usuario puede tener muchos vehículos por lo cual es necesario identificarlos por una identificador único (id) y una descripción.

<sup>10</sup> GPL(General Public License) es una licencia de software libre que se encarga de proteger la libre distribución, modificación y uso de programas a terceros impidiendo su apropiación con fines ajenos a los derechos que establece la licencia. <http://www.gnu.org/licenses/gpl.html>

- Tabla Actividad: Describe las actividades de un vehículo en un determinado tiempo

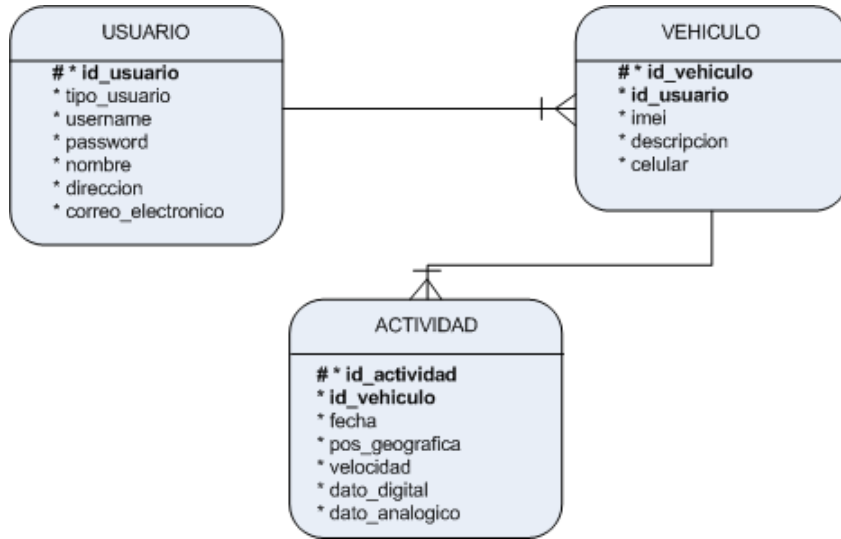


Figura 22: Tablas, campos y relaciones para nuestro proyecto.

La interfaz que nos permitirá almacenar la información en la base de datos desde Java es el conector JDBC (Java Database Connectivity). Es importante mencionar que la información que se lee desde el socket tiene que primero ser depurada en Java, para que los datos almacenados en la base de datos sean los apropiados y faciliten las consultas y acciones en ésta. En la figura 23 se indica el diagrama del módulo de gestión de datos.

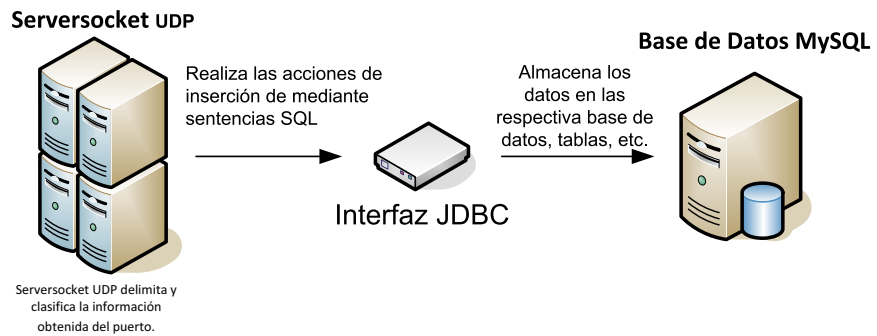


Figura 23: Módulo de Gestión de Datos

## 2.5 MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN

El módulo de administración es el encargado de gestionar los datos de los usuarios como:

- Agregar, editar y eliminar usuarios.
- Agregar, editar y eliminar nuevos dispositivos a los usuarios.
- Monitoreo en tiempo real de los dispositivos según los privilegios de usuario.

Es importante señalar que toda la gestión de los datos se realizará vía web.

### 2.5.1 Tipos de Usuarios

El módulo de administración está implementado en la base de datos, por lo cual con el servidor de MySQL controlaremos el acceso a los datos para garantizar que múltiples usuarios tengan acceso a la información y además se asegura que tengan acceso a los datos los usuarios autorizados según su nivel de privilegios.

A continuación se indican los tres tipos de usuarios implementados para el proyecto.

#### *Usuarios de Escritorio*

El usuario autenticado como usuario de escritorio tiene las opciones de editar características de los vehículos, pero no eliminar o agregar nuevos dispositivos. Este usuario solo puede monitorear los vehículos registrados a él, además de realizar consultas de monitoreo, generar reportes o acciones en el vehículo mediante SMS.

#### *Usuarios Móviles*

Los usuarios móviles tienen los mismos privilegios de los usuarios de escritorio, pero el monitoreo y la generación de reportes se restringe a un nivel más bajo, debido a que la interfaz de un usuario es más simple por que la pantalla de visualización es de dimensiones menores.

#### *Usuario Administrador*

Es el usuario con privilegios más altos, este usuario puede agregar, editar y eliminar usuarios o dispositivos, y las acciones de monitoreo, generación de reportes y acciones en el vehículo pueden ser ejecutadas en cualquier usuario.

## 2.6 INTERFAZ DE USUARIO

La interfaz de usuario es la que permite la interacción entre el usuario y el vehículo. La interfaz de usuario usa formato web por lo cual es importante describir sus principales componentes como:

- Lenguaje de programación del lado del servidor (PHP).
- Lenguaje de programación de lado del cliente (Javascript).
- Tecnología Ajax.
- Estructura de una página web y su maquetación.
- Servidores web y DNS.

### 2.6.1 Lenguaje de Programación del lado del Servidor (PHP).

Es un lenguaje de programación del lado del servidor diseñado específicamente para la web. En una página web se puede alojar código PHP<sup>11</sup> que se ejecutará cuando el cliente ejecute la página, dado a que se

<sup>11</sup> La dirección de la página web de PHP esta disponible [www.php.net](http://www.php.net)

ejecuta en el servidor, el cliente observa solamente el código HTML generado.

El lenguaje PHP (Preprocesador de hipertexto) es de código abierto, por lo que cualquier programador puede acceder, modificar y redistribuir el código sin esperar retribución monetaria de cualquier tipo. PHP está disponible para Microsoft Windows y para muchas versiones de Unix, por lo cual es altamente recomendable para realizar proyectos en la web.

Además de PHP existen otros lenguajes que tienen el mismo propósito, pero PHP se diferencia a ellos en muchos aspectos [19].

#### *Rendimiento*

Tiene la capacidad de realizar millones de peticiones al día con un único servidor.

#### *Fácil Integración con las bases de datos*

Con el uso de PHP se puede conectar directamente a bases de datos como Oracle, PostgreSQL, FilePro, MySQL y otras. Esto se debe a que utiliza el controlador ODBC (Open Database Connectivity Standar) de código abierto lo cual le permite acceder a cualquier base de datos que incluya este controlador.

#### *Bibliotecas*

Uno de los puntos fuertes de PHP es que maneja una gran cantidad de funciones para realizar tareas relacionadas a la web. Por ejemplo, con pocas líneas de programación se pueden crear imágenes, gráficas estadísticas, enviar correos electrónicos, generar documentos PDF, etc.

#### *Otras Ventajas*

Además de que PHP es gratuito, su aprendizaje es sencillo, debido a que su programación se asemeja a Java, por lo cual también integra funciones orientadas a objetos como clases, atributos y herencias.

### 2.6.2 *Lenguaje de Programación del lado del cliente (Javascript)*

Javascript es un lenguaje de programación importante porque es el lenguaje del navegador web. Javascript trabaja en la mayoría de los navegadores web tales como Internet Explorer, Firefox, Opera, Chrome, y Safari.

Javascript fue diseñado para añadir interactividad a las páginas HTML, es un lenguaje de secuencia de comandos, y además es un lenguaje de programación liviano que no necesita ser compilado.

Se debe aclarar que Javascript y Java son dos lenguajes de programación completamente diferentes. Java es desarrollado por Sun Microsystems y es un lenguaje de programación muy completo que se encuentra en la misma categoría de C y C++. Mientras que el nombre oficial de Javascript es ECMAScript, que es desarrollado por la ECMA International Organization <sup>12</sup> y está orientado específicamente a navegadores web.

<sup>12</sup> <http://www.ecma-international.org/>

### Características de Javascript

Javascript es un lenguaje de programación sencillo, que puede ser utilizado por cualquiera, un ejemplo son los diseñadores web que por lo general no son programadores y la sintaxis sencilla de este lenguaje les permite dar dinamismo a sus diseños. Otra característica de Javascript es que puede responder a eventos cambiando el contenido HTML de la página.

Otra función importante de Javascript es que puede validar formularios antes de ser enviados, por lo cual se evita la sobrecarga de información en el servidor.

#### 2.6.3 AJAX

Ajax (Asynchronous Javascript and XML) esta basado en Javascript y en solicitudes HTTP<sup>13</sup>. Ajax no es un nuevo lenguaje de programación sino es una manera de utilizar los estándares ya existentes. Ajax permite realizar acciones en la página sin la necesidad de recargarla toda.

Con Ajax, Javascript puede comunicarse directamente con el servidor, utilizando el objeto **XMLHttpRequest**, por lo cual pueden intercambiar datos sin recargar la página. Ajax utiliza transferencia de datos asíncrona entre el navegador y el servidor web, permitiendo que páginas web soliciten pequeñas cantidades de datos al servidor en lugar de páginas completas.

La técnica de Ajax hace a las aplicaciones de Internet mas livianas, rápidas y mas amigables con el usuario.

Los estándares en los cuáles se basan Ajax son Javascript, XML, HTML y CSS. Previamente ya se analizó Javascript, a continuación se describirán los otros estándares.

### XML

XML(eXtensible Markup Language) en si no es un lenguaje de programación, mas bien es lenguaje que busca estructurar de mejor manera la información para que esta a su vez sea utilizada en diferentes aplicaciones.

En la figura 24 se indica un ejemplo de como estructurar la información vía XML, en este caso es información de los marcadores para implementar en un mapa de Google donde se definen de forma correcta todos los parámetros necesarios para colocar el marcador en el mapa.

```
<markers>
<marker name="Pan Africa Market" address="1521 1st Ave, Seattle, WA" lat="47.608940" lng="-122.340141" type="restaurant"/>
<marker name="Buddha Thai & Bar" address="2222 2nd Ave, Seattle, WA" lat="47.613590" lng="-122.344391" type="bar"/>
<marker name="The Melting Pot" address="14 Mercer St, Seattle, WA" lat="47.624561" lng="-122.356445" type="restaurant"/>
<marker name="Ipanema Grill" address="1225 1st Ave, Seattle, WA" lat="47.606365" lng="-122.337654" type="restaurant"/>
<marker name="Sake House" address="2230 1st Ave, Seattle, WA" lat="47.612823" lng="-122.345673" type="bar"/>

<marker name="Crab Pot" address="1301 Alaskan Way, Seattle, WA" lat="47.605961" lng="-122.340363" type="restaurant"/>
<marker name="Mama's Mexican Kitchen" address="2234 2nd Ave, Seattle, WA" lat="47.613976" lng="-122.345467" type="bar"/>
<marker name="Wingdoms" address="1416 E Olive Way, Seattle, WA" lat="47.617214" lng="-122.326584" type="bar"/>
<marker name="Piroshky Piroshky" address="1908 Pike pl, Seattle, WA" lat="47.610126" lng="-122.342834" type="restaurant"/>
</markers>
```

Figura 24: Ejemplo de estructurar información con XML

<sup>13</sup> HTTP el protocolo de transferencia de hipertexto, este protocolo se utiliza para publicar y recuperar las páginas HTML

## HTML

HTML (Hyper Text Markup Lenguaje) al igual que XML no es un lenguaje de programación, en si es un lenguaje que se utiliza para describir páginas web, igualmente HTML utiliza etiquetas que van entre los símbolos <etiqueta>, donde para finalizar una etiqueta se utiliza la siguiente nomenclatura </etiqueta>.

El propósito de un navegador de Internet es leer los documentos HTML y visualizarlos como páginas web. El navegador no visualiza las etiquetas HTML, pero usa las etiquetas para interpretar el contenido de la página. La estructura de página web se indica en la figura 25.

```
<html>
  <body>
    <h1> Mi cabecera</h1>
    <p>Mi parrafo</p>
  </body>
</html>
```

Figura 25: Estructura de una página web

## CSS

CSS (Cascading Style Sheets) son estilos que definen como se visualizarán los elementos HTML, el uso de hojas de estilo se debe a que las etiquetas HTML nunca fueron orientadas a dar un formato al documento. Con el uso CSS se facilita el diseño de una página web, ya que el diseñador se dedica solamente a alojar el contenido en la página y los estilos se definen externamente.

### 2.6.4 Servidores

Se denomina servidor a cualquier dispositivo que responde a una solicitud de de un cliente. Un servidor debe ser capaz de añadir requerimientos para el acceso de los clientes, como por ejemplo autenticación. En la comunicación cliente-servidor, el cliente es el que inicia la comunicación y el servidor permanentemente ejecuta un proceso o un servicio, a veces denominado demonio del servidor, los cuales están listos para responder el momento que son solicitados.

#### *Servidor DNS*

En la redes de datos los paquetes que se envían desde un punto a otro son enrutados a través de direcciones IP, esta manera de comunicarse la entienden perfectamente las maquinas, pero para las personas es difícil recordar números o direcciones lógicas, por lo cual es mas fácil recordar nombres. .

El Sistema de Nombres de Dominios (DNS) se encarga de resolver los nombres asociados a las direcciones numéricas en la red, como se puede observar en la figura 26.

Al momento de que el cliente realiza un petición al servidor, el servidor primero busca en sus propios registros para ver si el puede resolver directamente el nombre. Si no puede resolver el nombre se contacta con otros servidores para su resolución.

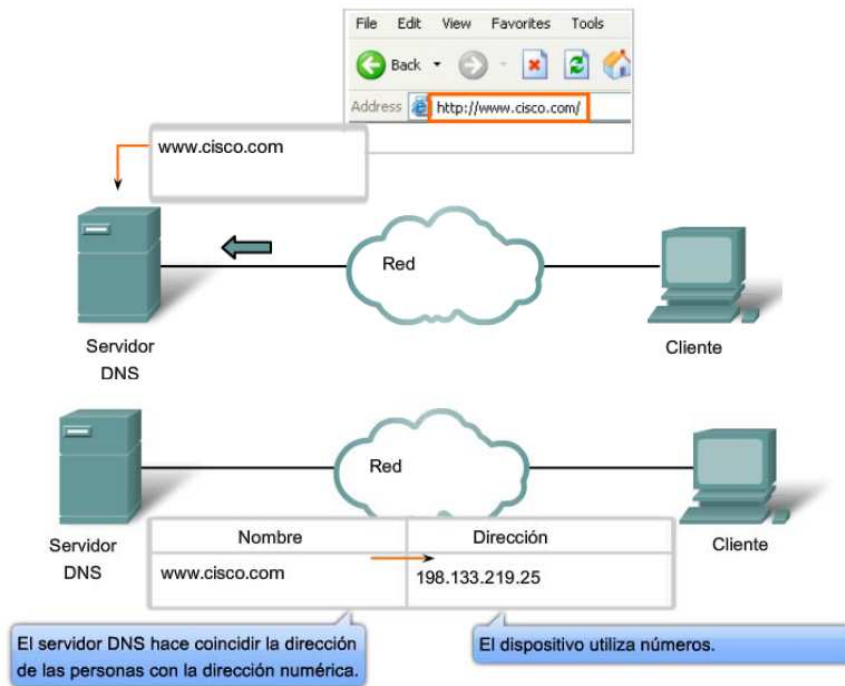


Figura 26: Resolución de Nombres DNS[21]

DNS trabaja de forma jerárquica, en la parte superior de la jerarquía se encuentran los servidores raíz que contienen información de como alcanzar los servidores de dominio de nivel superior, que por lo general son organizaciones o países, y estos a su vez tienen registros que apuntan a los servidores de dominio de nivel secundario y así sucesivamente [21].

En el ejemplo de la figura 27 el cliente DNS ha solicitado la página mail.cisco.com, por lo cual el proceso para resolver este nombre empieza desde los servidores raíz hasta el servidor DNS local que tiene la información para resolver este nombre a una IP.

#### Servidor web

Cuando se escribe una dirección web en un explorador de Internet, el explorador establece una conexión con el servicio web del servidor que utiliza el protocolo HTTP. Los exploradores web son las aplicaciones de cliente para conectarse con la Internet y acceden a los recursos almacenados en un servidor web.

El navegador de Internet primero verifica con un servidor de nombres para convertir el dominio a una dirección numérica para conectarse con el servidor.

Al utilizar los requerimientos del protocolo HTTP, HTTP especifica un protocolo de solicitud/respuesta. Los tipos de mensaje más comunes son GET y POST. La diferencia entre los dos es que con GET los datos de un formulario se concatenan a la URL<sup>14</sup>, mientras que con POST los datos se cargan directamente al servidor.

Una petición cliente servidor se realiza de la siguiente manera:

<sup>14</sup> URL (Uniform Resource Locator) es si es la dirección web que especifica la situación de un recurso en la World Wide web [29].

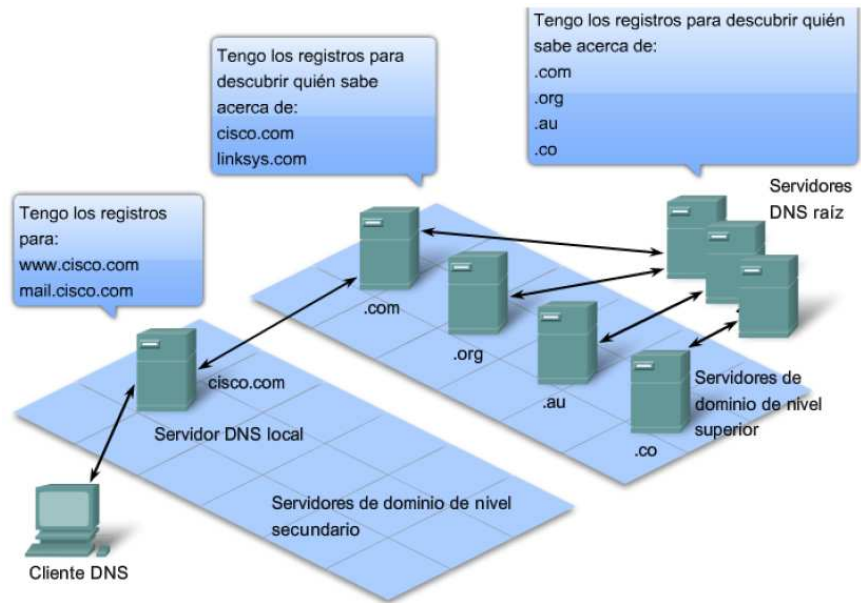


Figura 27: Jerarquía de Servidores DNS para resolver un nombre de dominio[21].

- El explorador envía una petición GET al servidor y el pide el archivo relacionado con el dominio, como se aprecia en la figura 28.

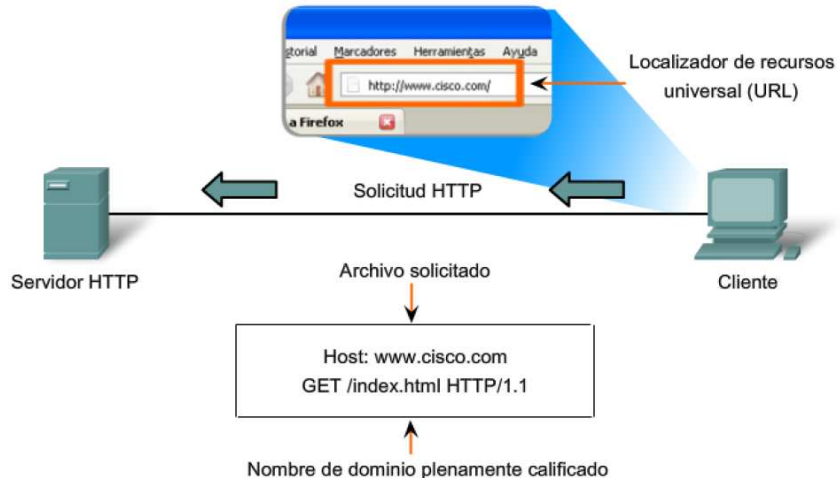
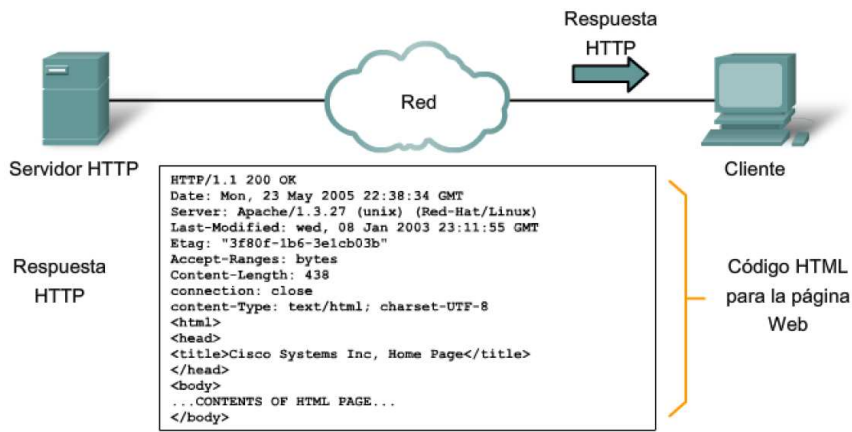


Figura 28: Cliente web solicita una web al servidor .[21]

- El servidor a su vez envía el contenido el contenido HTML al explorador web, como se indica en la figura 29.
- Finalmente, el servidor interpreta el código HTML y lo muestra en la pantalla web, como se observa figura 30.

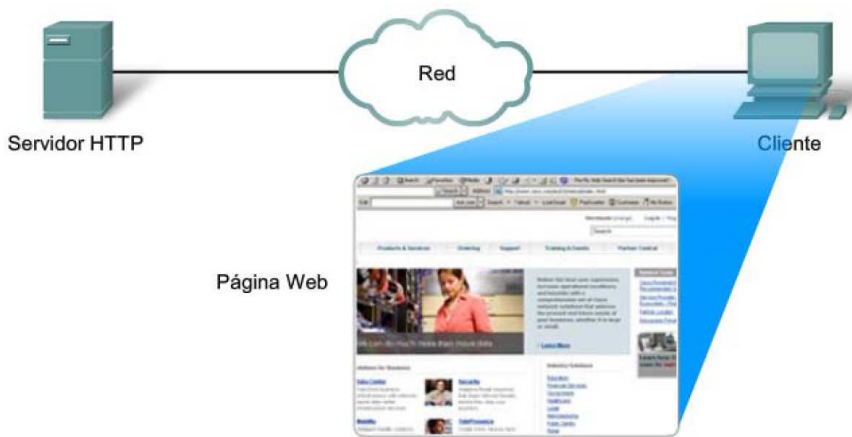
La interfaz de usuario para la aplicación se describe en la figura 31.





En respuesta a la solicitud, el servidor HTTP envía el código para una página Web.

Figura 29: El servidor HTTP envía el código de la página web.[21]



El navegador interpreta el código HTML y muestra una página Web.

Figura 30: Navegador interpreta el código HTML y muestra una página web.[21]

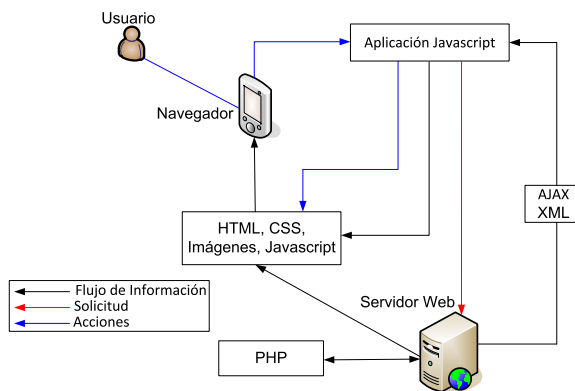


Figura 31: Interfaz de Usuario

2.7 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA(SIG)

Un sistema de información geográfica es un integración de hardware, software y datos geográficos diseñada para capturar, almacenar, manipular y visualizar la información geográfica referenciada[5]. Al ser un mapa georeferenciado nos permite interactuar con el y obtener

resultados como la geocodificación inversa<sup>15</sup>, que es el proceso de dar coordenadas de latitud y longitud y el SIG da como respuesta la dirección mas cercana. Actualmente los sistemas de información geográfica estan proyectados a la web.

La información de los SIG se encuentra por capas, por ejemplo el SIG de la Empresa Eléctrica nos permite escoger que deseamos visualizar en su mapa, un ejemplo es la referenciación de los postes con su respectivo código o si se requiere se puede visualizar la canalización.

La referencia actualizada de los mapas es un aspecto vital en los SIG, y es un proceso que requiere mucho personal, ya que debe existir un área encargada a levantar la información topográfica permanentemente y otra que la ingrese y la actualice en el sistema.

Para nuestro proyecto utilizaremos el sistema de información geográfica de Google, indicado en la figura 32 , debido a que se encuentra en permanente actualización y brinda muchas posibilidad a los desarrolladores para incluir en sus páginas y brindar servicios en ella.

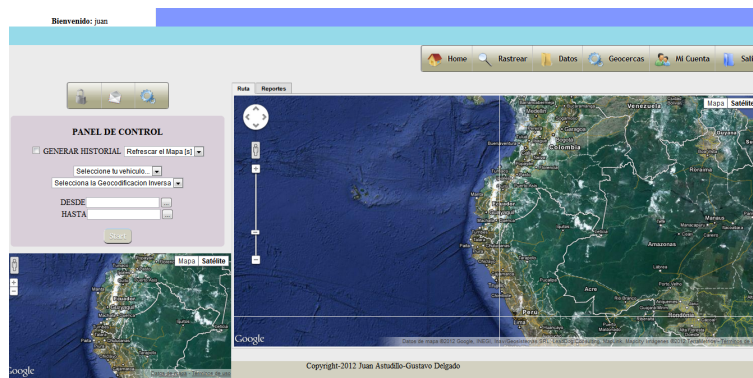


Figura 32: Mapa de Google incluido en una aplicación web

<sup>15</sup> Proceso en el cual una función devuelve una dirección específica para ciertos valores de latitud y longitud.

Part III

DESARROLLO DEL SOFTWARE



### 3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo implementaremos los elementos funcionales de nuestro sistema, desde la programación del Serversocket en Java, la creación de las tablas y su almacenamiento en la base de datos MySQL, el diseño, maquetación, programación de la página web, y el uso de Googlemaps para la geolocalización de los dispositivos.

### 3.2 PROGRAMACIÓN DEL SERVERSOCKET

El Serversocket cumple un rol muy importante en el sistema, está implementado directamente en el servidor, es el encargado de escuchar procesos en el puerto y cuando llegan datos provenientes del dispositivo verifica el formato de estos e interpreta esta información para posteriormente almacenarlos en las tablas de la base de datos si la información es válida.

En la figura 33 se puede apreciar una representación de su trabajo.

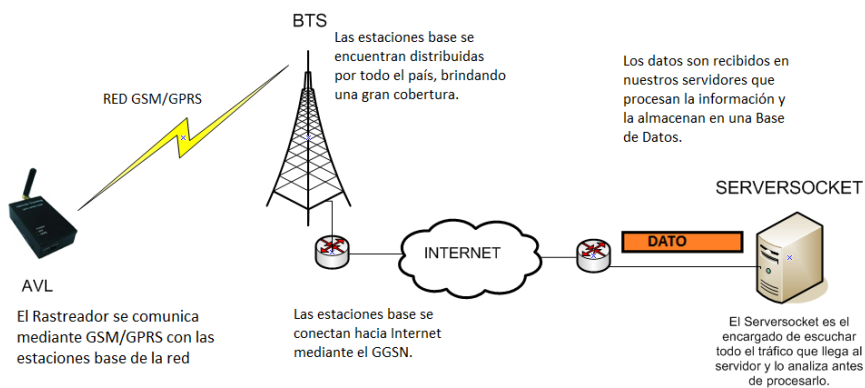


Figura 33: Serversocket.

La programación del Serversocket se realizó en Java, y debido a que el equipo utiliza un formato propio para encapsular el paquete, nuestra aplicación debe conocer como está estructurado este para poder analizarlo, procesarlo y verificar que no existan errores en la transmisión.

#### 3.2.1 Sockets en Java.

Los sockets son utilizados cuando se necesita comunicar diferentes equipos que se encuentren funcionando sobre una red IP bajo la arquitectura cliente/servidor, es decir, nos permite enviar o recibir información (TCP o UDP) entre estos elementos.

Java dispone de herramientas para poder trabajar directamente en la red y realizar aplicaciones que comuniquen equipos. Java nos permite implementar los sockets sin la necesidad de conocer los detalles

del sistema operativo en el que estamos trabajando y nos oculta los información de la implementación a nivel bajo mediante su JVM<sup>1</sup>[9].

Para implementar los sockets utilizamos las clases del paquete `java.net`, lo que nos evita trabajar directamente con los protocolos de la capa de transporte. Este paquete dispone de varias clases, las cuales son de gran utilidad en función de la aplicación a utilizar y del tipo de protocolo de capa de transporte utilizado, a continuación se lista las clases disponibles[9]:

- `Socket`: Nos ayuda a implementar conexiones TCP en un enlace de dos vías.
- `ServerSocket`: Permite implementar un extremo del Servidor de la conexión que espera las conexiones de los clientes.
- `DatagramSocket`: Permite implementar un Cliente y un Servidor que utilice UDP para comunicarse, este socket no esta orientado a la conexión.
- `DatagramPacket`: Permite enviar y recibir datagramas y los datos entrantes se almacenan en un buffer.

Para la programación de nuestro `ServerSocket` hemos implementado la clase `DatagramSocket` que escucha el tráfico de entrada y lo almacena en una variable para su posterior manipulación.

El funcionamiento es el siguiente:

1. El `SocketServer` establece el puerto por el que recibirá los datos, por lo tanto se encuentra pendiente, a la espera de que llegue información, la clase `DatagramSocket` es la encargada de realizar esta tarea.
2. Una vez que tiene datos en el buffer de memoria, una clase de verificación implementada analiza la cadena almacenada y valida si cumple con las características del formato.
3. Inmediatamente se procede a separar los diversos parámetros embebidos en la trama y gracias a las clases y métodos del paquete `java.sql` se procede a almacenar los datos en las tablas de la base.

Para evitar problemas de seguridad en los equipos, tanto en el servidor como en el cliente, se deben configurar firewalls<sup>2</sup> para evitar que los puertos abiertos en el lado del servidor y del cliente no nos causen problemas de seguridad o accesos no autorizados. En la figura 34 se aprecia la implementación de firewall en la comunicación.



Figura 34: Firewall en la comunicación.

<sup>1</sup> JVM Java Virtual Machine.

<sup>2</sup> Firewall es un hardware o software o una combinación de los dos, que se usa para prevenir que programas o usuarios de Internet no autorizados accedan a redes privadas o computadores [8].

Los Firewalls contienen las restricciones y reglas necesarias para permitir el acceso únicamente de ciertas aplicaciones a determinados puertos, controlando así su uso.

### 3.2.2 Formato de Datos que envía el dispositivo.

El equipo recibe internamente la información de sus periféricos (posición GPS, sensores analógicos, sensores digitales, velocidad y alarmas), y las encapsula en una trama, para posteriormente enviarla al servidor. En la figura 35 se puede observar un esquema de este proceso.

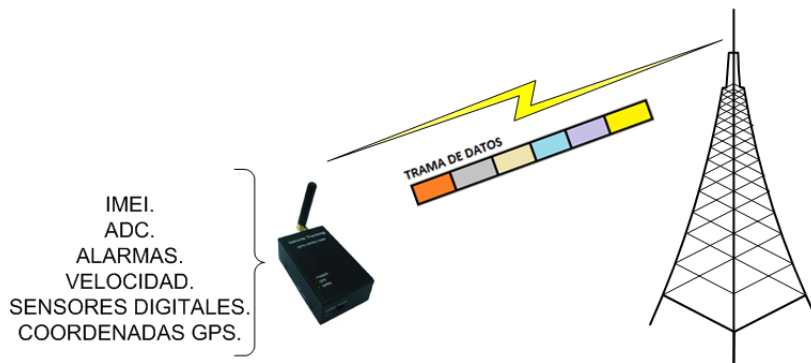


Figura 35: Encapsulamiento de datos.

El formato de los datos enviados se lo puede apreciar en la figura 36.

```
Format: $$ (2 Bytes) + Len (2 Bytes) + IMEI (15 Bytes) + | + AlarmType (2 Bytes) + GPRMC + | +
PDOP + | + HDOP + | + VDOP + | + Status (12 Bytes) + | + RTC (14 Bytes) + | + Voltage (8 Bytes)
+ | + ADC (8 Bytes) + | + LACCI (8 Bytes) + | + Temperature (4 Bytes) | + Mile-meter (14 Bytes) + |
Serial (4 Bytes) + | + Checksum (4 Byte) + \r\n (2 Bytes)
```

Figura 36: Formato de la trama.

En el cuadro 1 se describe cada uno de los parámetros que conforma la trama GPRS.

Utilizando este formato el equipo envía el IMEI, el tipo de alarma en caso de que ocurra una en ese instante, la posición del equipo GPS, el estado de los sensores digitales, las entradas analógicas y se agrega al final información relacionada a la detección de errores con la ayuda del checksum y CRC<sup>3</sup>.

En virtud de que se conoce el tamaño en bytes de cada dato que está contenido en la trama, y también se cuenta con un carácter “|” que identifica el inicio del siguiente dato, se puede separar y obtener la información de cada variable.

### 3.2.3 Procesamiento de la trama.

Una vez que tenemos una trama con datos en el servidor, el paso siguiente es extraer la información que tiene encapsulada. En Java programamos una clase para manipular la cadena de texto que contiene los datos, esta clase tiene métodos que se encargan de seleccionar cada uno de los parámetros, entre los más importantes tenemos: el IMEI, tipo de alarma, fecha del satélite, latitud, longitud, dirección, estado

<sup>3</sup> CRC (Código de redundancia cíclica) es un código usado para detectar errores.

Código	Descripción
\$\$	Indica la cabecera del paquete al servidor.
Len	Indica la longitud del paquete.
IMEI	Identificador del módulo GSM.
Alarma Type	El tipo de alarma activada.
GPRMC	Cadena de texto que transmite los datos del vehículo.
PDOP	Variación posicional(3D) de la medición del GPS.
HDOP	Variación horizontal de la medición del GPS
VDOP	Variación vertical de la medición del GPS
ADC	Convertor analógico/digital.
LACCI	Información relacionada a la red celular.
Milimeter	Temperatura del dispositivo.
Serial	Contador de paquetes GPRS.
Checksum	CRC de la trama GPRS.

Cuadro 1: Parámetros de la trama GPRS.

de sensores digitales, voltaje de la batería interna, voltaje del cargador, voltaje analógico de ingreso y CRC. Para delimitar la trama de forma correcta nos basamos en la información de la figura 36 que nos indica detalladamente la posición de cada valor y los caracteres que identifican el tipo de información.

En la figura 37 se muestra un ejemplo de una trama que llega en el servidor UDP.

```

$$B2359772035580357|61$GPRMC,032930.000,A,0254.4715,S,07858.8745,W,0.00,,030212,,,
A*7E|02.9|01.7|02.3|000000000000|20120203032930|04040000|00000000|27F5346E|000
0|0.0000|0071|278F

```

Figura 37: Ejemplo de dato enviado[27].

### 3.2.4 Almacenamiento de la Base de Datos.

Cuando la información de la trama esta separada, se procede a almacenarla en la base de datos MySQL desde Java. Java tiene un paquete que nos permite guardar, leer y manipular información de bases de datos en MySQL, para luego utilizarla en la plataforma web.

Para poder almacenar desde Java los datos en MySQL se debe hacer uso de un API<sup>4</sup>.

El API usado es JDBC (Java DataBase Connectivity), que es un paquete de Java que nos permite trabajar directamente con bases relacionales con el uso de comandos SQL<sup>5</sup> y procesar los resultados[14].

A continuación se muestra un diagrama de relación de la base de datos implementada.

<sup>4</sup> API, Interfaz de Programación de Aplicaciones.

<sup>5</sup> SQL es un lenguaje que nos permite realizar consultas en las bases de datos.



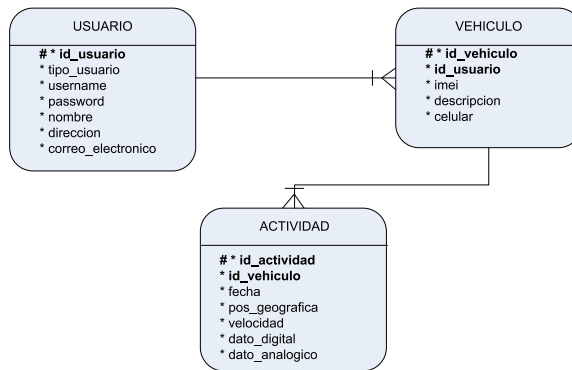


Figura 38: Diagrama de Relación de la base de datos implementada.

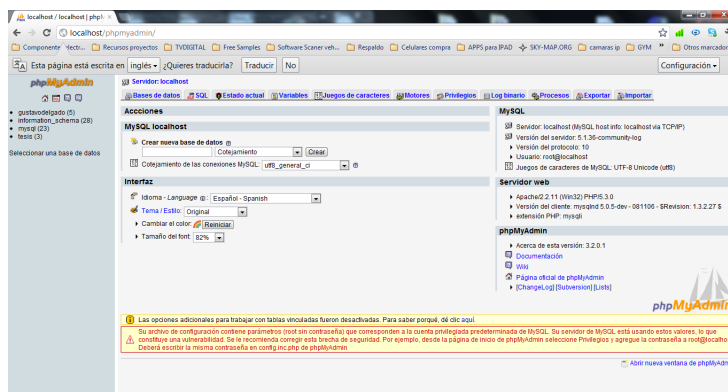


Figura 39: Navegación en phpMyAdmin.

### 3.3 IMPLEMENTACIÓN DE LA BASE DE DATOS

La base de datos realiza las siguientes tareas:

- Almacena los datos que envía cada equipo en intervalos de tiempo.
- Almacena la información de los usuarios y equipos registrados en el sistema.
- Almacena las relaciones entre los equipos con los usuarios registrados.

La base de datos implementada es MySQL, debido a que es software libre y tiene grandes prestaciones para funcionar con diferentes plataformas. La administración se la puede realizar fácilmente con una aplicación llamada phpMyAdmin que es un software gratuito escrito en PHP. Esta herramienta nos permite manejar las bases MySQL mediante una interfaz web y permite realizar muchas tareas como: administrar bases, tablas, campos, relaciones, gestionar usuarios, permisos, importar y exportar para realizar respaldos entre otras opciones más. Este software viene por lo general incluido en el instalador de MySQL[11].

Para acceder a la base tenemos que ingresar <http://localhost/phpmyadmin/> en el navegador que utilizemos. En la figura 39 podemos observar la ventana principal de administración.

Su uso es muy intuitivo, en la barra de herramientas de la parte superior se puede observar los iconos de administración de base de datos, ejecución de comandos SQL, estado actual de la base, variables

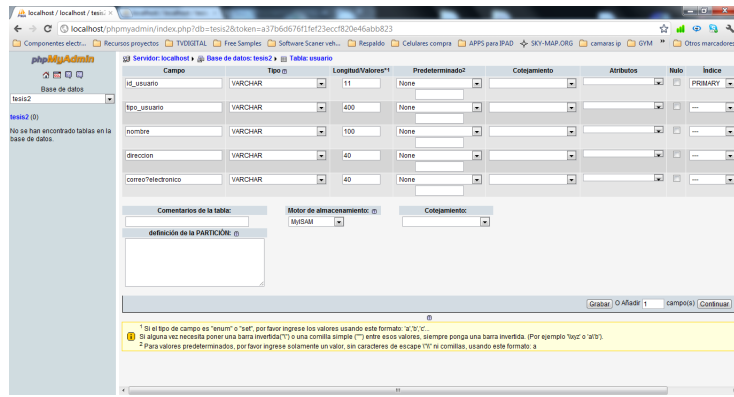


Figura 40: Ingreso y configuración de tablas.

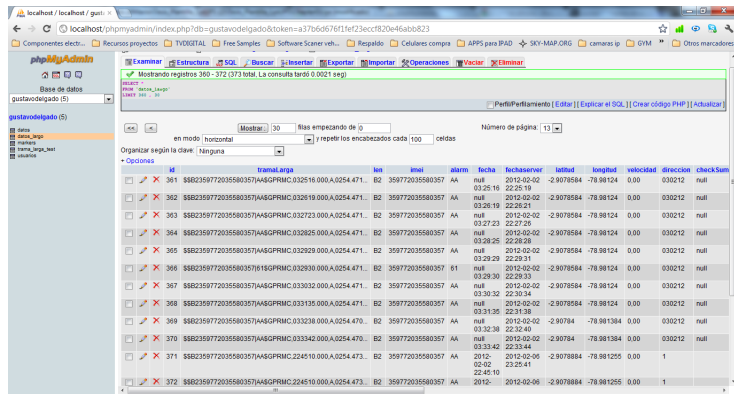


Figura 41: Navegación por los contenidos de una tabla.

usadas, privilegios de los diferentes usuarios, importación y exportación entre los más utilizados.

Para crear una base se tiene que ingresar el nombre de esta y el número de campos que se agreguen, en la siguiente ventana se debe ingresar el nombre de cada campo, el tipo de variable a almacenarse, la longitud máxima, tipo de clave, autoincremento, etc.

En la figura 40 podemos ver la creación y configuración de una tabla.

Para administrar las bases de datos basta con hacer click en el nombre de la base en la parte izquierda, lo que nos permite navegar por las diferentes tablas y conocer los tamaños, tipos de datos para poder verificar en caso de algún error.

En la figura 41 se presentan los datos de una tabla en donde se observa que podemos navegar por estos y en caso de ser necesario, eliminarlos o editarlos.

### 3.4 PROGRAMACIÓN DE LA PÁGINA WEB

#### 3.4.1 Diseño de la Página web

Una página web está estructurada a partir de etiquetas HTML. Hasta hace poco tiempo el diseño de las páginas web se lo realizaba con tablas, pero debido a los inconvenientes y complejidad de estas se utiliza actualmente para alojar la información los contenedores o DIVs en conjunto con la hojas de estilo CSS.

La estructura de cada una de las páginas web de nuestro proyecto está dividida en cuatro partes:

1. Cabecera: Donde se coloca la información del usuario relacionado con la cuenta.
2. Menú: Las diferentes opciones que dispone el usuario para realizar diferentes tareas.
3. Contenido: Donde se aloja el mapa, panel de control, gráficas y tablas.
4. Pie de Página: Información relacionada a los desarrolladores web.

La figura 42 indica las etiquetas y los contenedores para estructurar la página. Este código no es visible en el navegador de web, debido a que no se han definido estilos tales como las dimensiones.

```
<html>
  <head>
    <title>Sistema de localizacion Vehicular</title>
  </head>
  <body>
    <div id = "contenedor">
      <div id = "cabecera"></div>
      <div id = "menu"></div>
      <div id = "contenedor"></div>
      <div id = "pie"></div>
    </div>
  </body>
</html>
```

Figura 42: Estructura de la página web mediante contenedores.

Las dimensiones de los contenedores se pueden definir de dos formas: la primera es mediante píxeles y la segunda es con el uso porcentajes relacionados con largo y alto de la pantalla del navegador. Para nuestro proyecto es más factible trabajar con porcentajes, ya que nuestra aplicación está orientada a usuarios de escritorio y usuarios móviles, por lo que las dimensiones de la pantalla varían de dispositivo a dispositivo. Con la ayuda de CSS hemos definido los tamaños, colores y otros aspectos, ver figura 43.

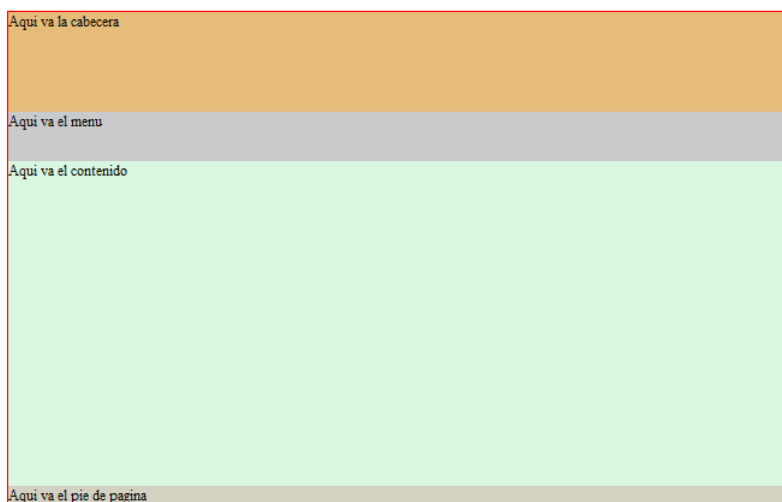


Figura 43: Página web básica maquetada con CSS.

Para administrar de mejor manera nuestra plataforma web, se ha dividido en diferentes archivos cada una de las funciones que conforman

la página, y para utilizarlos se los debe incluir en la etiqueta **<head>** con la función **require** para archivos PHP o con el uso de la etiqueta **<script>** para funciones de Javascript.

#### *Especificaciones de la Aplicación web*

Nuestra aplicación web realiza las siguientes funciones:

- Autenticación de usuarios y manejo de sesiones.
- Rastreo en tiempo real de uno o más vehículos.
- Generación de reportes con información detallada del nivel de gasolina, temperatura, contador de distancias y alarmas.
- Configuración de geocercas para saber cuando un vehículo ingresa o sale de una área geográfica o de interés.
- Configuración de la Cuenta.
- Envío de mensajes del servidor a los dispositivos o usuarios.

Para cuestiones de diseño y programación todas las páginas web de nuestro proyecto constan básicamente de cuatro archivos:

1. La página web HTML.
2. Hojas de Estilo CSS.
3. Aplicación de Javascript para la programación del mapa, el manejo de eventos en la página y validación de información antes de enviarla al servidor.
4. Archivo PHP que realiza la consulta MySQL y el resultado lo estructura en el formato XML.

Además del objeto Ajax para solicitar información al servidor. La función que nos permite comunicar el cliente con el servidor de forma asíncrona se indica en la figura 44.

```
function downloadUrl(url, callback) {
    var request = window.ActiveXObject ?
        new ActiveXObject('Microsoft.XMLHTTP') :
        new XMLHttpRequest;
    request.onreadystatechange = function()
    {
        if (request.readyState == 4)
        {
            request.onreadystatechange = doNothing;
            callback(request, request.status);
        }
    };
    request.open('GET', url, true);
    request.send(null);
}
function doNothing() {}
```

Figura 44: Función Ajax para la comunicación cliente-servidor

Como parámetros de ingreso la función necesita el directorio donde se encuentra alojada la aplicación del servidor y una función adicional que maneje los datos que son resultado de la consulta a la base de datos.

Las tablas, gráficas estadísticas y los indicadores gráficos tales como la velocidad están basados en HTML5<sup>6</sup>, lo que permite manipular y dar eventos a las gráficas mejorando la experiencia del usuario al consultar datos específicos.

### 3.4.2 API de Goglemaps para la geolocalización

Existen una gran variedad de APIs geográficas en la web, pero Goglemaps destaca entre todos, debido a la facilidad de implementación, tutoriales y soporte online, diseño visual y sobre todo la gran cantidad de eventos y servicios que dispone este API<sup>7</sup>. En las figuras 45, 46 y 47 se indican los mapas de Yahoo, Location-World y Google. Como se puede observar existe una gran diferencia entre ellos para la visualización de la ciudad de Cuenca que van desde el aspecto visual hasta la georeferenciación de puntos de interés.



Figura 45: Visualización del mapa de Cuenca utilizando el API de Yahoo.

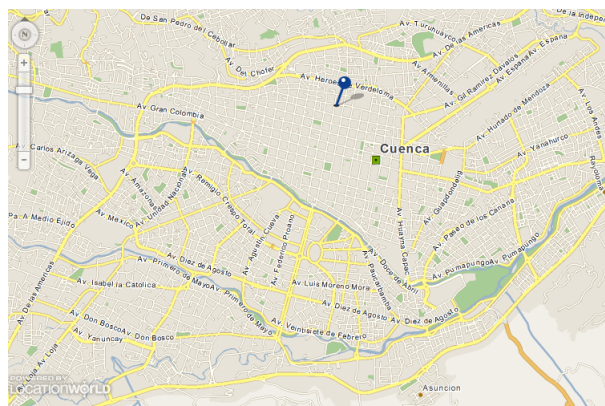


Figura 46: Visualización del mapa de Cuenca utilizando el API de Location-World.

Para poder implementar el Mapa de Google y otros tipos de mapas es necesario tener una clave, esta clave es única y para obtenerla se debe especificar de forma correcta el dominio web raíz para que sea útil y funcional para los demás subdominios de la página y además se

6 HTML5 nueva versión de HTML que engloba todas las funciones de la web en una sola, por ejemplo la implementación de gráficos, imágenes o animaciones sin el uso de herramientas como FLASH

7 <https://developers.google.com/maps/?hl=en>



Figura 47: Visualización del mapa de Cuenca utilizando el API de Google.

debe proporcionar una breve descripción del proyecto para verificar su uso y alcance en la web.

### 3.4.3 Diseño y programación de la página de autenticación de usuarios

La autenticación permite el ingreso a la página solamente a los usuarios autorizados, además de que cada interfaz será diferente dependiendo del usuario y del dispositivo por el cual está ingresando a la página. En la figura 48 se indica la página web para la autenticación maquetada mediante CSS.

Bienvenido a nuestro proyecto de Geolocalización.

- Localice su vehículo en cualquier punto determinado del tiempo.
- Conozca la ruta y las zonas de interés a la que ingreso su vehículo.

Ingrese Usuario y Password

User:

Password:

Desde que dispositivo esta ingresando:

Figura 48: Página web de Autenticación maquetada mediante CSS y etiquetas HTML.

Para autenticarse los usuarios obligatoriamente tienen que llenar un formulario, este formulario es procesado por el servidor mediante consultas SQL para verificar que los datos ingresados corresponden a un usuario registrado.

Para evitar que los usuarios no ingresen a otros directorios no correspondientes a su nivel de privilegios se utiliza las variables de sesión, las variables de sesión son variables de PHP que registran cuando un usuario ha ingresado en una página, esta información es diferente para cada usuario, y se almacena de forma temporal en el sistema.

Las sesiones PHP trabajan de la siguiente manera:

1. Crear una sesión mediante el comando `session_start()`;
2. Definir las variables de sesión, por ejemplo `$_SESSION["autenticado"]="SI"`;
3. Finalmente destruir la sesión cuando la visita del usuario en la página ha terminado, ver figura 49 con el resultado de ejecutar el comando `session_destroy()`;

## PROYECTO GEOLOCALIZACION UPS

Gracias por tu acceso

[Formulario de autenticación](#)

Figura 49: Sesión terminada por parte de un usuario

### 3.4.4 Programación de la página de rastreo

#### Rastreo en tiempo real

Esta pantalla web contiene un panel de control para la selección del vehículo y usuario (disponible solamente para el usuario administrador), además de dos menús relacionados con el vehículo y opciones de la página, ver figuras 50 y 51.



Figura 50: Página web para el rastreo en tiempo real del usuario de administrador.

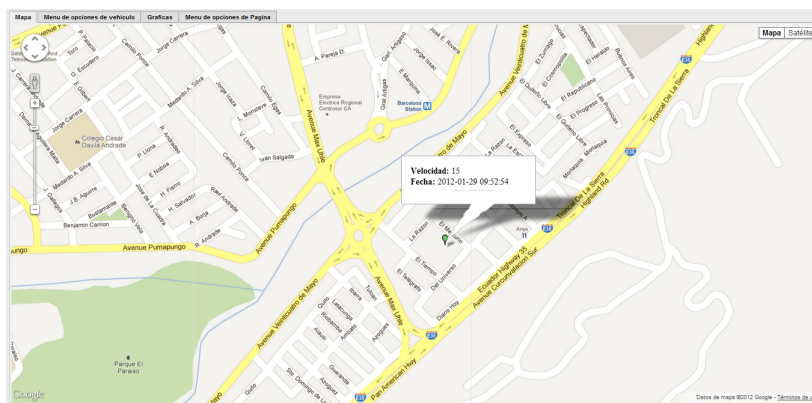


Figura 51: Página web para el rastreo en tiempo real del usuario de móvil.

También consta de indicadores gráficos para la velocidad, temperatura, alarmas y por último el mapa para la localización de los vehículos, ver figura 52.



Figura 52: Indicadores gráficos de la página web de rastreo en Tiempo Real a) Indicadores Digitales, b) Medidores de Velocidad y Temperatura, c) Geocodificación Inversa y d) Alarmas.

Para realizar una consulta el usuario necesita especificar el vehículo y el tiempo de actualización del marcador<sup>8</sup>. La consulta SQL ordena de forma descendente toda la información guardada en la base de datos y selecciona los últimos registros almacenados del vehículo. En la figura 53 se indica el archivo XML que se obtiene como resultado de la consulta.

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

```

<markers>
  <marker id="74" velocidad="15" latitud="-2.9078667"
    longitud="-78.981224" fecha="2012-01-29 09:52:54"
    alarma="AAC"/>
</markers>

```

Figura 53: Archivo en formato XML para la consulta a la base de datos del ultimo valor registrado.

Para agregar un marcador en el mapa se tiene que crea un objeto de la clase Marker, especificando las coordenadas y el tipo de icono básicamente. Los demás datos son visualizados mediante los indicadores gráficos de la figura 52, los mismos que utilizan programación orientada a objetos, es decir, contienen clases con métodos, eventos y en este caso para el almacenamiento de información usan vectores. Por ejemplo, en el caso de los medidores. se definen dos vectores, el primero que contiene las variables tales como velocidad o temperatura y el segundo vector que especifica su valor numérico.

Los tipos de alarmas se actualizan permanente con la hora y fecha a la que ocurrieron, cada alarma tiene un código en específico que representa un evento en particular, como es lógico los usuarios deben estar informados de forma permanente de las alarmas en un formato fácil de entender (como se ve en la tabla 2).

Los términos latitud o longitud pueden resultarles no familiares a los usuarios, por lo que es importante indicarles la localización de su vehículo con direcciones de lugares, para brindar esta función utilizamos la geocodificación inversa. Varios API geográficos en la web disponen de este servicio para implementar, el inconveniente es que no todos estos API tienen referenciados completamente algunas zonas, por lo cual en nuestro proyecto hemos utilizado la función de geocodificación inversa de la empresa Location-World<sup>9</sup> que está en Quito cuyo mercado está dirigido a Latino América.

La función ReverseGeocode nos permite realizar la geocodificación inversa, los parámetros de ingreso y salida de está función se descri-

<sup>8</sup> Los marcadores son objetos que se encuentra superpuestos en el mapa y pueden representar alguna localización específica, en nuestro caso el vehículo.

<sup>9</sup> <http://www.location-world.com/>



Código	Descripción de la Alarma
01	Botón SOS presionado.
49	Botón auxiliar presionado.
09	Apagado automático.
10	Bajo nivel de batería.
11	Exceso de velocidad.
14	Desaceleración del vehículo.
15	Aceleración del vehículo.
30	Alarma de parqueo.
50-57	Eventos en las entradas digitales.
60	Carga de batería.
61	Batería cargada.

Cuadro 2: Código de las alarmas y su descripción.

ben en la figura 54<sup>10</sup>, el resultado de la consulta de una dirección se encuentra en formato JSON<sup>11</sup>.

#### *Historial y ruta del vehículo.*

La interfaz de usuario es similar a la descrita en la sección anterior, cuya diferencia es el uso de dos mapas y una tabla, ver figuras 55, 56 y 57 para usuario administrador y móvil. El mapa de mayor tamaño nos permite visualizar la ruta que ha tomado el vehículo en dos instantes de tiempo, y el otro mapa nos visualiza la ubicación del vehículo en un lugar específico según el lugar de interés seleccionado en la tabla. La función de la tabla es generar un reporte detallado de la ubicación del vehículo.

Para consultar acerca de la ruta e historial del vehículo, el usuario debe especificar además del vehículo, la fecha de inicio y fin de recorrido.

Con la ayuda de la clase Polyline de Googlemaps hemos descrito la ruta del vehículo mediante líneas que se encargan de unir las coordenadas de latitud y longitud de un punto con el siguiente. Además de la clase Polyline para la descripción de la ruta hemos utilizado marcadores personalizados, los cuales indican la dirección del vehículo y su velocidad. Se han definido tres rangos de velocidad: 0 a 5km/h, mayor a 5km/h y mayor a 20km/h, representados por los colores rojo, amarillo y verde respectivamente.

Para el cálculo de la dirección del vehículo como referencia hemos utilizado 0, 90, 180 y 270 grados como dirección al Norte, Oeste, Sur y Este, respectivamente. Es necesario recalcar que el cálculo del ángulo entre dos puntos utilizando coordenadas geográficas es diferente, debido a que la geometría del planeta Tierra no es plana.

<sup>10</sup> <http://devzone.location-world.com/SOPORTE/Manuales/GeoTools.aspx>

<sup>11</sup> JSON acrónimo de Javascript Object Notation o Notación de Objetos de Javascript es un formato ligero de intercambio de datos. <http://www.json.org/json-es.html>

```

longitude           Coordenadas Geográficas.
[Number]

latitute [Number]  Coordenadas Geográficas.

successFunction(results) La función que obtendrá los resultados de la consulta
                           a ser procesados. Los resultados devueltos se
                           encuentran en formato JSON y son:

                           { State: value,
                             City: value,
                             Subcity: value,
                             Reference: value,
                             MainStreet: {
                               Alias: value,
                               MainName: value,
                               Nomenclature: value
                             },
                             Intersection: {
                               Alias: value,
                               MainName: value,
                               Nomenclature: value
                             },
                             Coordinates: {
                               Latitute: value,
                               Longitude: value
                             }
                           }

errorFunction(results) [DESCRIPCION]

```

Figura 54: Parámetros de la función ReverseGeocode para la geocodificación inversa.

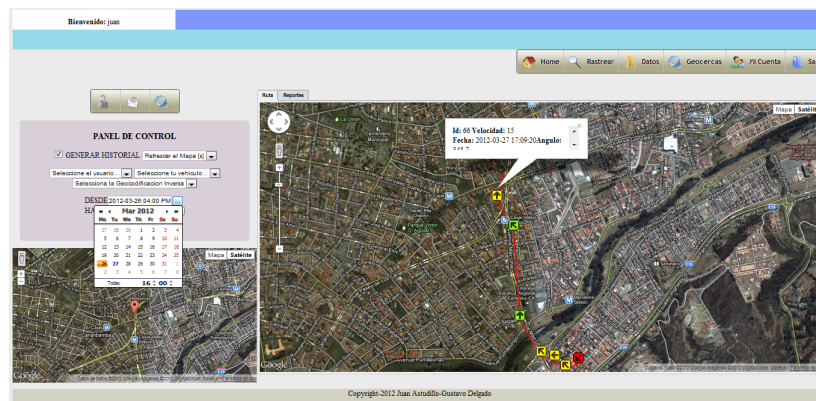


Figura 55: Página web para el historial y ruta de un vehículo del usuario administrador.

#### *Rastreo en tiempo real de mas vehículos.*

Esta interfaz de usuario nos permite realizar el rastreo de hasta cuatro vehículos simultáneamente, ver figura 58, por lo cual fue necesario implementar cuatro objetos de la clase Map.

Las funciones de esta página son localizar al vehículo en tiempo real y observar su ruta. Además se pueden visualizar los niveles de gasolina, temperatura y entradas analógicas/digitales de un determinado vehículo como se puede observar en la figura 59.

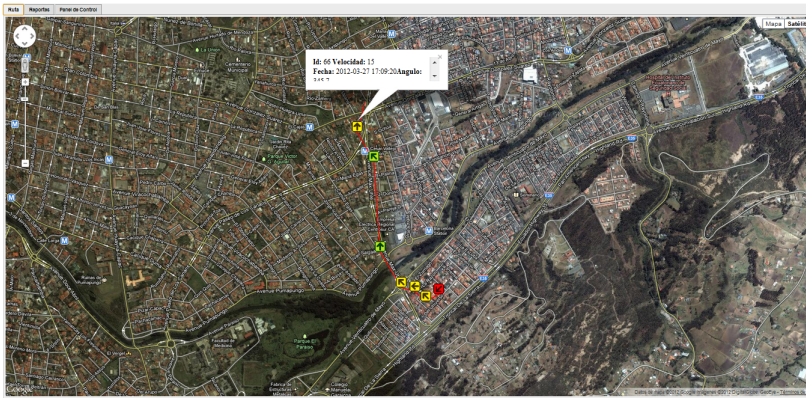


Figura 56: Página web para el historial y ruta de un vehículo del usuario móvil.

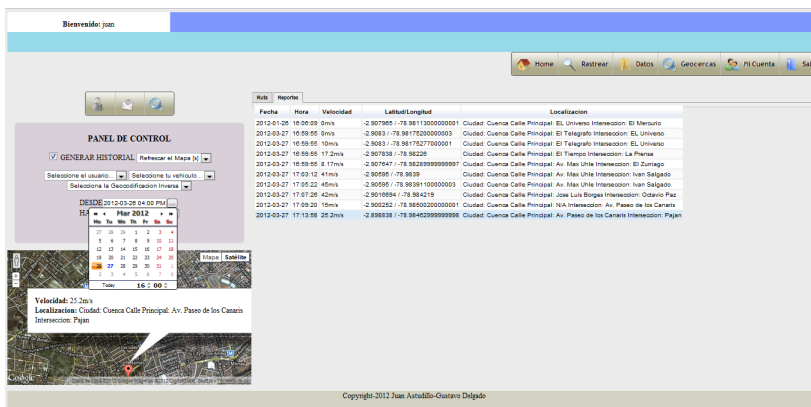


Figura 57: Reporte detallado de la ruta del vehículo.

### 3.4.5 Programación de la página para la generación de reportes

El usuario tiene la posibilidad de conocer de forma detallada cada uno de los aspectos del vehículo relacionados con la velocidad, gasolina, temperatura, distancias y alarmas.

Las interfaces de usuario para cada uno de los reportes son similares, constan de un mapa, una tabla y gráfica de valores x-y. Estas gráficas están programadas para que respondan a eventos por lo cual si selecciona un valor en un objeto la acción se ejecutara también en los demás objetos, como se observa en las figuras 60 y 61 (para el reporte de velocidad). Estos eventos relacionan el dato seleccionado con el índice del array que contiene todos los datos, como los valores son comunes para cada uno de los objetos, la actualización de las gráficas se facilita de gran manera. Además, los usuarios tienen la posibilidad de conocer valores críticos como excesos de velocidad o el estado de las alarmas.

### 3.4.6 Programación y reportes por geocercas

En capítulos interiores se indicó que con el uso geocercas el usuario puede conocer cuando un vehículo ingresa o abandona una área geográfica determinada. Esto es muy útil cuando se manejan flotas de vehículos y el gerente o administrador necesita saber a que hora el vehículo llegó a un lugar determinado lugar o si tomó una ruta diferente a la habitual.

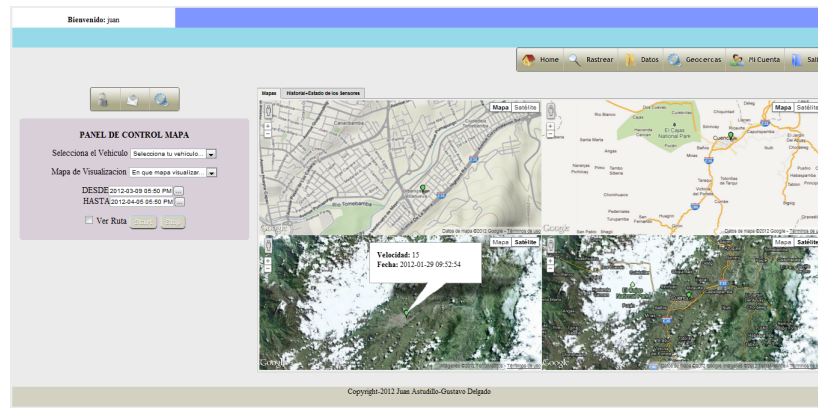


Figura 58: Página web para el rastreo en tiempo real de más de un vehículo del usuario administrador.



Figura 59: Niveles de gasolina, temperatura, gasolina y estado de las entradas digitales del vehículo.

### Programación de una Geocerca

Esta interfaz permite crear, modificar o eliminar una geocerca. La clase Polygon de Googlemaps nos permite crear cualquier tipo de polígono. El parámetro primordial que necesita esta clase es un vector que contiene todos los valores de latitud y longitud de los vértices del polígono. El uso del evento addListener hace posible crear las geocercas solo dando clicks en el mapa para definir cada uno de los vértices, por lo cual podemos definir una geocerca de cualquier forma y con la posibilidad de modificar los vértices a una nueva posición.

Para almacenar las geocercas en la base de datos debemos convertir todos los vértices en una cadena texto, y darles un formato para su posterior lectura. La latitud y longitud están separadas con el signo ',' y cada uno de los vértices con la barra vertical '|', ver en la figura 62.

### Reportes por geocercas

Con esta interfaz podemos generar reportes detallando específicamente la hora en la que un vehículo ingresó o salió de una geocerca. Esta información se visualiza en un mapa con marcadores de diferentes colores y una tabla que detalla la hora y fecha en la que ocurrió el evento, ver figuras 63 y 64.

El algoritmo que verifica si un punto geográfico se encuentra dentro o fuera de geocerca hace lo siguiente:

1. Trazar una horizontal a lo largo del polígono desde el punto de interés, y cada lado que corta la horizontal se le conoce como nodo.

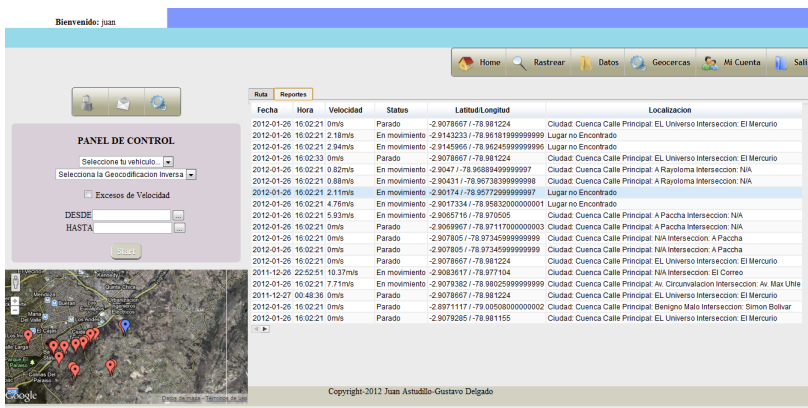


Figura 60: Reporte de Velocidad con el uso de un mapa y una tabla de valores.

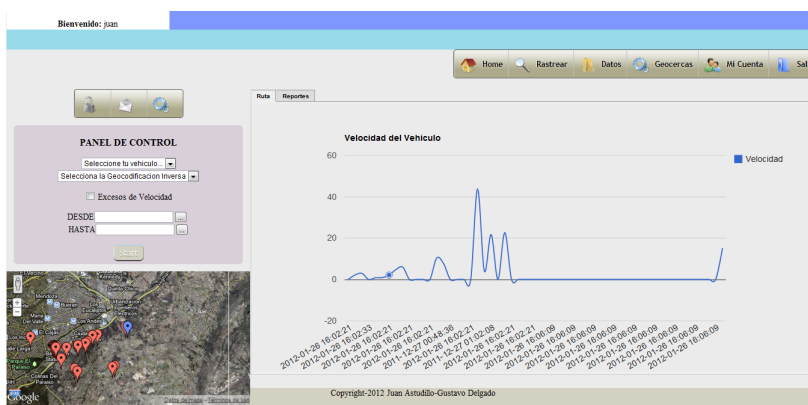


Figura 61: Reporte de Velocidad con el uso de un mapa y una gráfica.

2. Si el número de nodos a cada lado del punto de interés es impar, entonces el punto de interés se encuentra dentro del polígono, caso contrario se encuentra fuera de este, ver figura 65.
3. Además el algoritmo a implementar debe diferenciar cuando la línea horizontal interseca un vértice de dos lados del polígono, ya que podría considerarlo como dos nodos, además debe registrar solamente un nodo cuando varios nodos pertenecen a una misma cara del polígono, ver figura 65.

El algoritmo implementado en nuestro proyecto está basado en uno realizado previamente en lenguaje de programación C[16], sin embargo el algoritmo está modificado para que funcione con coordenadas geográficas.

### 3.4.7 Configuración de la Cuenta

Los usuarios de escritorio y móviles solamente pueden modificar la información básica de sus cuentas. La configuraciones avanzadas de las cuentas son estrictamente funciones encargadas al usuario administrador. El usuario administrador puede agregar, modificar y eliminar usuarios o vehículos.

Con el uso de funciones en Javascript podemos validar de una manera correcta todos los campos del formulario, especialmente los datos relacionados con el nombre de usuario y contraseña que no deben

nombre	geocerca
CUENCA	-2.925201624799512,-79.04051208496094 -2.922801494...

Figura 62: Formato para almacenar las geocercas en la base de datos.

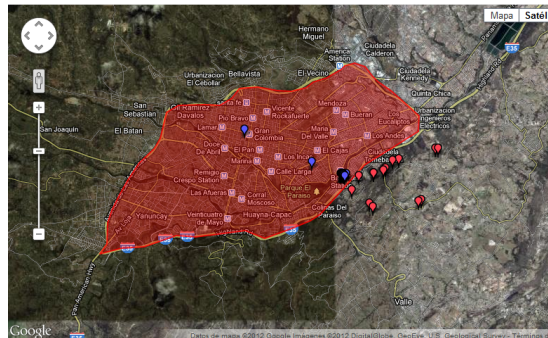


Figura 63: Reportes de Geocerca utilizando un mapa.

contener espacios blancos y otros parámetros que verifiquen que estos datos brinden un nivel de seguridad aceptable. Además, el correo electrónico y los números telefónicos deben cumplir el formato establecido, ver figura 66. Las interfaces web para modificar y eliminar usuarios son similares, lo único que cambia es la consulta SQL, ya que para la inserción, modificación y eliminación de usuarios se utilizan las expresiones SQL Insert, Update y Delete, respectivamente.

La interfaz de registros de vehículos es similar a la de usuarios (figura 67) con la diferencia que al vehículo se lo debe relacionar de manera estricta con un usuario.

#### 3.4.8 Mensajes SMS

El envío de mensajes de texto ocurre en el momento que se activa una alarma o cuando el usuario decida realizar una acción en el vehículo. Para el envío de mensajes utilizamos el servicio de SMS Gateway, los mensajes entre el servidor y los dispositivos o usuarios son mediante una comunicación HTTP a través de una URL. Los parámetros que se deben incluir en la URL son el mensaje, teléfono, remitente, usuario, contraseña y el código ISO del país<sup>12</sup>, ver figura 68. Para aumentar la seguridad en la transmisión del mensaje, este debe ser encriptado mediante algún algoritmo de cifrado. El envío de mensajes se ha implementado en un script de PHP. Para la encriptación de los mensajes es necesario verificar que la biblioteca mcrypt se encuentre correctamente instalada en el servidor dependiendo del sistema operativo<sup>13</sup>. Cabe recalcar que el algoritmo de cifrado debe ser el mismo tanto para el cliente como para el servidor, por lo cual es necesario verificar con que algoritmos trabajan las empresas que ofrecen este servicio.

<sup>12</sup> ISO 3166-1 define el código que representa a un país utilizando dos letras. [http://www.iso.org/iso/support/country\\_codes/iso\\_3166\\_code\\_lists/iso-3166-1\\_decoding\\_table.htm](http://www.iso.org/iso/support/country_codes/iso_3166_code_lists/iso-3166-1_decoding_table.htm)

<sup>13</sup> <http://www.php.net/manual/en/mcrypt.installation.php>

Fecha	Hora	Velocidad	Latitud/Longitud	Geocerca	Estado
2012-01-26	16:02:21	0m/s	-2.9078667 / -78.981224	CUENCA	dentro
2012-01-26	16:02:21	2.18m/s	-2.9143233 / -78.96181999999999	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:21	2.94m/s	-2.9145966 / -78.96245999999996	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:33	0m/s	-2.9078667 / -78.981224	CUENCA	dentro
2012-01-26	16:02:21	0.82m/s	-2.9047 / -78.96889499999997	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:21	0.88m/s	-2.90431 / -78.96738399999998	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:21	2.11m/s	-2.90174 / -78.95772999999997	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:21	4.76m/s	-2.9017334 / -78.95832000000001	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:21	5.93m/s	-2.9065716 / -78.970505	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:21	0m/s	-2.9069967 / -78.97117000000003	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:21	0m/s	-2.907805 / -78.97345999999999	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:21	0m/s	-2.907805 / -78.97345999999999	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:21	0m/s	-2.9078667 / -78.981224	CUENCA	dentro
2011-12-26	22:52:51	10.37m/s	-2.9083617 / -78.977104	CUENCA	fuera
2012-01-26	16:02:21	7.71m/s	-2.9079382 / -78.98025999999999	CUENCA	dentro
2011-12-27	00:48:36	0m/s	-2.9078667 / -78.981224	CUENCA	dentro

Figura 64: Reportes de Geocerca utilizando una tabla.

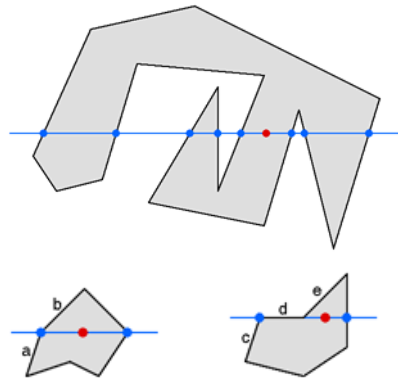


Figura 65: Proceso para verificar si un punto se encuentra dentro o fuera de un polígono[16].

Figura 66: Formularios para el registro y modificación de usuarios.

Figura 67: Formularios para el registro de nuevos vehículos.

```
$msg = encrypt($key,'Formato de Mensaje'); // Texto a enviar
$phone = encrypt($key,'xxxxxxxxxx'); // Numero de telefono
$remit = encrypt($key,'Proyecto'); // Remitente
$user = 'user'; // Número del movil registrado
$pass = encrypt($key,'mypassword'); // Mi clave de acceso
$country = encrypt($key,'ec'); // Clave ISO del pais
$url = 'http://extern.smpc.net/send_encrypt.php';
$params = "msg=$msg&phone=$phone&remit=$remit&user=$user&pass=$pass&country=$country";
$fd=fopen("$url$params",'r'); //Envio del mensaje
```

Figura 68: Extracto del código PHP para el envío de mensajes.



Part IV

INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE  
LOS SERVIDORES



## INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS SERVIDORES

---

### 4.1 INTRODUCCIÓN

El presente capítulo se describe las características y diferencias entre las direcciones IP públicas y privadas, además del concepto de dominio Internet y su importancia en la web. Igualmente se detalla el proceso de instalación y configuración de cada uno de los servidores y *firewalls* de nuestra aplicación.

### 4.2 DIRECCIONES IP PÚBLICAS Y PRIVADAS

Son las direcciones que utiliza el protocolo IP para identificar de forma única un dispositivo en Internet. Las direcciones IP permiten que los dispositivos conectados a la red se comuniquen, ya sean ordenadores, routers, puntos de acceso, dispositivos móviles, etc. La dirección IP es un código numérico que representa un dispositivo en la Internet. Está compuesta de cuatro octetos separados por un punto, cada octeto varía de 0 a 255 en representación decimal [37].

Debido al gran crecimiento de redes a nivel mundial fue necesario dividir a las direcciones IP en dos grupos.

#### 4.2.1 Direcciones IP privadas

Estas direcciones IP están reservadas para redes privadas que no necesariamente deben tener conexión a Internet, sin embargo utilizan servicios tales como FTP o DHCP<sup>1</sup>. Se han reservado tres bloques de direcciones IP para uso privado:

1. 10.0.0.0 - 10.255.255.255 (prefijo 10/8)
2. 172.16.0.0 - 172.31.255.255 (prefijo 172.16/12)
3. 192.168.0.0 - 192.168.255.255 (prefijo 192.168/16)<sup>2</sup>

Estas direcciones no son enrutables en la Internet, por lo cual diferentes redes pueden utilizar las mismas direcciones. Para que un dispositivo que se encuentra en una red privada pueda comunicarse en Internet debe utilizar servicios como NAT<sup>3</sup> que permite que IPs privadas utilicen una o más IPs públicas para la comunicación con el exterior[33].

#### 4.2.2 Direcciones IP públicas

Son las direcciones IP enrutables en la Internet que por lo general brindan servicios. Las direcciones IP públicas al igual que las privadas

---

<sup>1</sup> FTP y DHCP son servicios de la capa de aplicación que permiten la transferencia de archivos y asignación de IP de forma dinámica respectivamente.

<sup>2</sup> <http://www.rfc-es.org/rfc/rfc1918-es.txt>

<sup>3</sup> Network Address Translation, definida en el RFC 1631, es el proceso de intercambiar una dirección por otra en la cabecera del paquete IP.

pueden ser asignadas de manera fija o dinámica. La IANA (Internet Assigned Numbers Authority) gestiona la asignación de estas direcciones a los ISPs<sup>4</sup>. Los ISPs reasignan estas direcciones a personas naturales o empresas [39].

Las direcciones IP son únicas, pero por sí solas no brindan muchas facilidades a los usuarios si es que no se usan en conjunto con los dominios de Internet.

#### 4.3 DOMINIO EN INTERNET

Un dominio es un nombre que identifica a un sitio web y le da una presencia en Internet. Los dominios de Internet son únicos, es decir, no permite que dos personas u organizaciones utilicen el mismo nombre<sup>5</sup>. Cada país tiene una organización encargada para los registros de dominios propios de su país <sup>6</sup>.

##### 4.3.1 Partes de un dominio

Cada parte del dominio describe una jerarquía. Un dominio de Internet se encuentra separado por puntos y los elementos que se encuentran a la derecha se conocen como componentes de primer nivel. Para analizar las partes de un dominio de Internet tomaremos como referencia el dominio `www.midominio.com`[43]:

1. `www`=Iniciales de World Wide web, es la red con la que se comunican todas las computadoras en Internet.
2. `midominio`=nombre del dominio.
3. `com`=Extensión del dominio.

##### *Dominios de primer nivel*

Definen la actividad a la que se dedica la institución o la ubicación geográfica de la entidad. Los dominios de Internet de primer nivel encabezan la jerarquía de los sistemas de nombres de dominio. Existen dos tipos de dominios de primer nivel[43]:

- **Dominios genéricos:** Son dominios disponibles para cualquier ente mundial que no tengan relación geográfica alguna.

<b>.com:</b>	Empresas con fines comerciales son las que tienen la mayor reputación.
<b>.net:</b>	Dedicados alojar servicios de tecnología de red.
<b>.org:</b>	Organizaciones sin fines de lucro.
<b>.info:</b>	Sitios web proveedoras de información.
<b>.gob:</b>	Reservadas para organización gubernamentales.

- **Dominios geográficos:** Relacionan la ubicación territorial de la entidad.

<sup>4</sup> Empresas proveedoras de servicio de Internet o última milla.

<sup>5</sup> La ICANN (Internet Corporation for Assigned Names and Numbers), es una organización sin fines de lucro que se encarga de la gestión de los dominios de Internet no relacionados a países.

<sup>6</sup> <http://www.nic.ec/whois/whois.asp>

**.ec:** Ecuador.

**.es:** España.

#### *Dominios de Segundo Nivel*

Es el elemento que se encuentra a la izquierda del dominio del primer nivel, en el ejemplo que analizamos en un principio el dominio de segundo nivel es **midominio**[32].

#### *Subdominios*

Son los elementos en el dominio de Internet que indican una segmentación del dominio principal, por ejemplo [www.info.midominio.com](http://www.info.midominio.com)[28].

#### *Relación entre un dirección IP y nombre de dominio*

Los sistemas de nombres de dominio (DNS) tienen como objetivo reemplazar los números de la dirección IP con palabras fáciles de recordar y asociar, por lo cual cada dominio en la red mundial tiene asignado una dirección IP[28].

#### *Registro de dominios*

El registro de un dominio de Internet corresponde a las empresas que comercializan dominios en la web y la entidad encargada de regular el registro es la NIC (Network Information Center)<sup>7</sup>. Para adquirir un dominio en la web se debe verificar la disponibilidad del dominio, además de completar y enviar un formulario a las empresas registradoras de dominios[1]. Si se comprueba que todos los datos están correctos se debe cancelar una cantidad de dinero y el dominio estará activo en las próximas 48 horas, que es un periodo de tiempo mínimo para que todos los servidores DNS tengan conocimiento del nuevo dominio. Es importante recalcar que los dominios están sujetos a la renovación y no son registrados de forma permanente.

## 4.4 SERVIDOR WEB APACHE.

Nuestra aplicación está orientada a la web, por lo cual es necesario tener instalado un servidor, que será el encargado de procesar y ejecutar las páginas HTML y PHP del proyecto. El servidor web implementado es Apache que es de código abierto y desarrollado por Apache Software Foundation[13].

Este servidor es multiplataforma y muy estable, lo que le caracterizó desde sus inicios. Su instalación es sencilla, se encuentra disponible para descargar directamente de la página web de los desarrolladores <http://httpd.apache.org/>.

Para el desarrollo de nuestro proyecto utilizamos un paquete llamado WAMP<sup>8</sup>. Este software contiene los instaladores para Windows de el servidor web Apache, PHP y la base de datos MySQL, lo que nos facilita mucho la tarea debido a que los tres programas antes mencionados son necesarios para el funcionamiento de la aplicación[13].

El paquete WAMP también se lo conoce como WampServer, debido a su funcionalidad como servidor, lo podemos descargar gratuitamente

<sup>7</sup> <http://www.internic.net/index.html>

<sup>8</sup> WAMP viene de las iniciales de los programas: Windows, Apache, MySQL y PHP.

de la página de sus desarrolladores <http://www.wampserver.com/> en donde están disponibles diferentes versiones y para diferentes sistemas operativos.

El proceso de instalación de WampServer se encarga de modificar los archivos de configuración (.conf) y además se crea un directorio "www" que es la raíz en donde se deberán pegar los archivos de la aplicación[13, 46].

#### 4.4.1 Características de WAMP.

Entre las principales características del WAMP podemos mencionar[10]:

- Permite manejar varias versiones de PHP, MySQL y Apache de manera que nos permite seleccionar cual version se adapta mejor al proyecto.
- Dispone de un TrayIcon que nos permite: gestionar los servicios de Apache y MySQL, permitir un acceso local o global, gestionar las diferentes configuraciones y cambiar el idioma.
- Permite administrar las configuraciones de Apache.
- Es un paquete diseñado propiamente para Windows[17].
- Tiene incluido la aplicación PhpMyAdmin que nos permite gestionar las bases de datos mediante una interfaz de usuario programado en PHP[17].
- Dispone de un TrayIcon que nos permite: gestionar los servicios de Apache y MySQL, permitir un acceso local o global, gestionar las diferentes configuraciones y cambiar el idioma.

#### 4.4.2 Contenidos del Paquete.

Wamp Server viene con las siguientes herramientas en su paquete-WAMP [46]:

- Apache 2.2.21.
- Php 5.3.10.
- Mysql 5.5.20.
- XDebug 2.1.2.
- XDC 1.5.
- PhpMyadmin 3.4.10.1.
- SQLBuddy 1.3.3.
- webGrind 1.0.

#### 4.4.3 Instalación del Paquete.

Primero descargamos el instalador, de la página <http://www.wampserver.com/> en donde podemos seleccionar una versión de 32 bits o 64 bits. Ejecutamos el archivo y realizamos los siguientes pasos[46]:

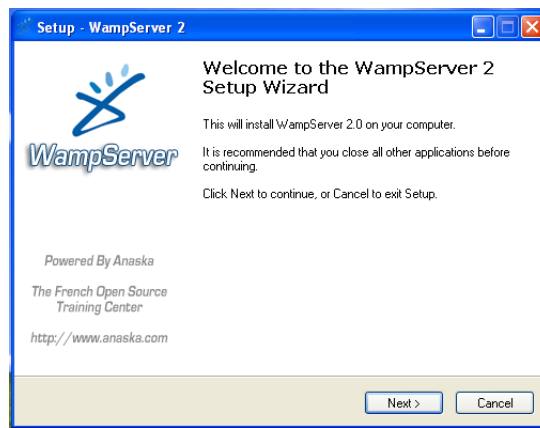


Figura 69: Ventana de Inicio de Instalación.

- Se visualiza una ventana que nos indica que la instalación empezará, como se puede apreciar en la figura 69.
- A continuación se solicita que se acepten los términos de la licencia y seleccione la carpeta que contendrá los archivos del programa.
- En la siguiente ventana empieza la instalación, lo podemos observar en la figura 70.

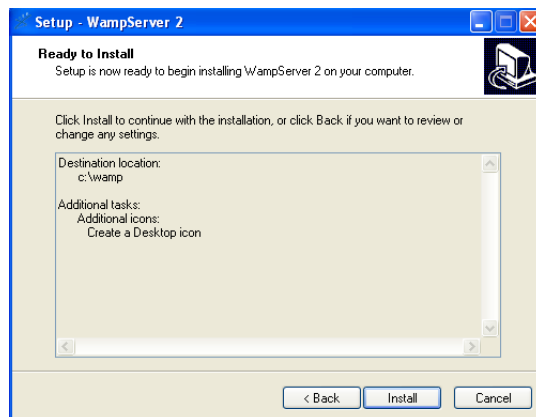


Figura 70: Ventana de inicio de instalación.

- Si utilizamos un servidor SMTP debemos especificarlo, así como su correo electrónico[46]. Esto se puede observar en la figura 71.
- Finalmente una ventana nos indica que el proceso de instalación ha finalizado, como nos indica la figura 72.

Además en la parte inferior del escritorio se habilita el Trayicon, el cual nos permite administrar fácilmente el paquete instalado, en la figura 73 podemos apreciar su menú.

La aplicación o página a administrar simplemente se debe colocar en la carpeta "www" que está en el directorio donde se instaló el programa. Por defecto viene un archivo index.php en esta carpeta, este nos sirve

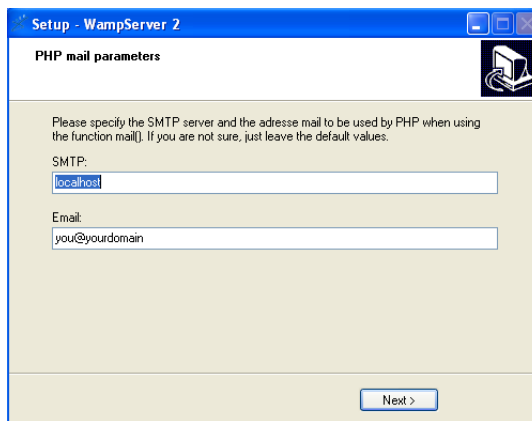


Figura 71: Ventana de parámetros SMTP.



Figura 72: Ventana de nacionalización de Instalación.

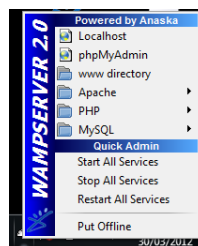


Figura 73: Trayicon de Wamp.

para poder verificar si está funcionando correctamente el WAMP[17]. Para poder acceder a esta digitamos en el navegador web la dirección correspondiente a localhost `http://localhost/`, tal como se indica en la figura 74.

#### 4.5 SERVIDOR DNS.

El servidor DNS se encarga de realizar traducción de los dominios con las direcciones IP, y también brindará conexión a servidores DNS externos de Internet, en caso que el servidor DNS local no pueda resolver la petición[30].

En virtud de que para las pruebas del servidor no se disponía de direcciones IP fijas para poder acceder a nuestra aplicación, optamos por usar un servicio DNS dinámico, el cual traduce nuestra IP dinámica



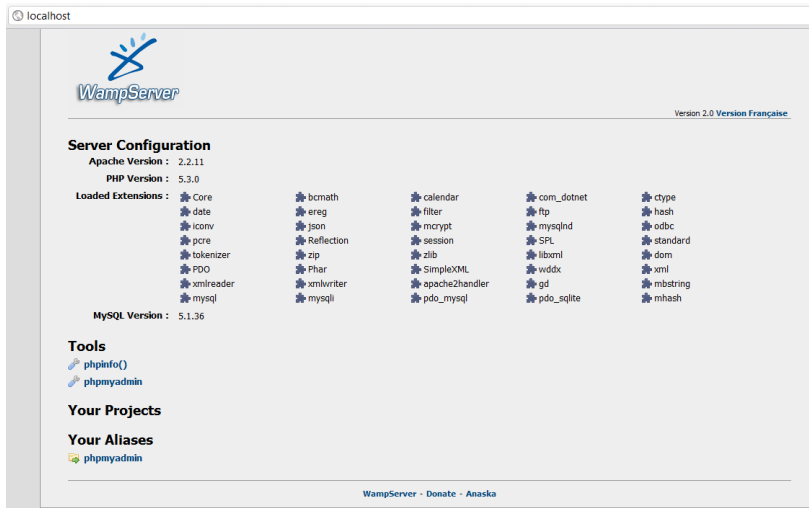


Figura 74: Ventana de información de WAMP.

publica en un único nombre de dominio. Estos servicios DNS dinámicos consultan constantemente la dirección actual IP que tenemos para refrescar a nuestro dominio público web, entre los más usados tenemos: DynDNS, No-IP, CDmon y FreeDNS[4].

Utilizamos los servicios de DynDNS, que es una empresa que da servicio DNS gratuito para direcciones IP dinámicas, para lo cual dispone de un software que actualiza dinámicamente desde nuestro PC la dirección IP actual hacia los servidores de DynDNS[4].

El procedimiento es crear una cuenta en el portal DynDNS y agregar el nombre de un dominio gratuito de prueba. A continuación listamos los pasos necesarios a seguir:

- Accedemos a la página [www.dyndns.com](http://www.dyndns.com) y hacemos click en el link "create a new account".
- A continuación se presentará un formulario similar al de la figura 75, en donde tenemos que llenar nuestros datos y enviarlos.

Figura 75: Formulario para crear una nueva cuenta en DynDNS.

- Una vez que se hayan llenado los datos, se recibirá un mensaje de activación a nuestra cuenta de correo.

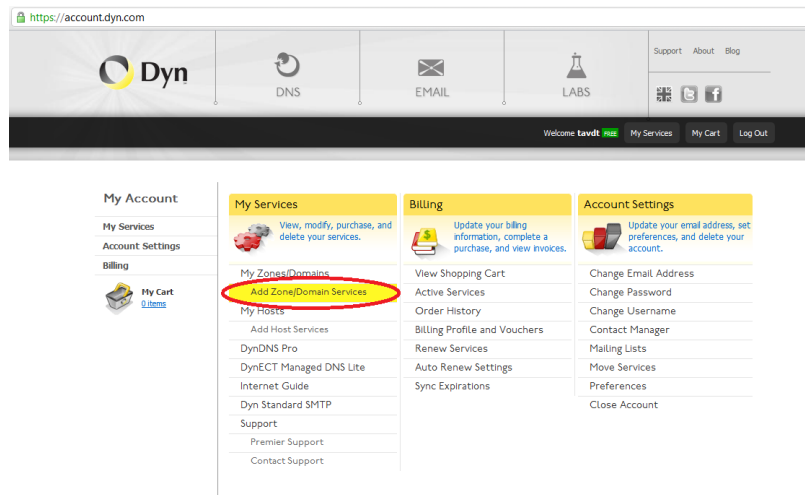


Figura 76: Ventana Principal de la cuenta de DynDns.

- Ahora si podemos acceder a [www.dydns.com](http://www.dydns.com) e ingresar en nuestra cuenta con nuestro nombre de usuario y contraseña.
- En nuestra cuenta DynDNS en la parte inferior, hacemos click en "My Services/Add Domain Services" como se indica en la figura 76.
- A continuación escribimos nuestra sugerencia de dominio web y la dirección IP a la que le asociaremos. Podemos apreciar el proceso en la figura 77. En caso que exista algún inconveniente debido a que el nombre ya está siendo ocupado, el sistema nos dará sugerencias posibles.

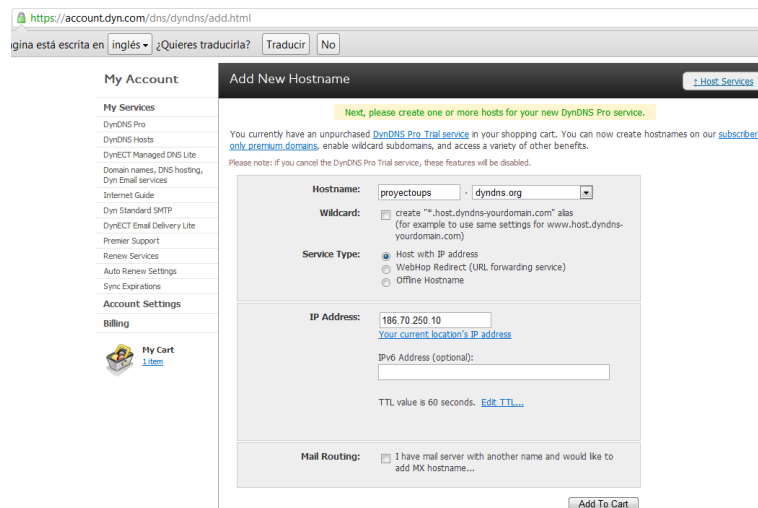


Figura 77: Ventana para agregar un nombre de dominio.

Una vez completado todo el proceso de creación de cuenta DynDNS y del dominio ya podemos utilizarlo para poder acceder a nuestra aplicación web.

## 4.6 CONFIGURACIONES DE FIREWALL.

Los Firewalls son una parte fundamental e importante en todas las redes, sean estas de funcionamiento local, o de acceso a la WAN, ya que nos permiten restringir y proteger el acceso no autorizado a una red[24]. Por lo general se utilizan para bloquear accesos desde la WAN hacia nuestra red y pueden ser implementados a nivel de hardware o de software. Los routers inalámbricos usados en el hogar para acceder al internet, son de bajo coste y tienen en su *firmware*<sup>9</sup> implementados varias características de *firewalls* que antes únicamente se encontraban en equipos costosos, lo que nos permite tener una gran solución a nivel de hardware[24]. Los routers actuales permiten cambiar su *firmware* por uno de distribución libre como OpenWrt<sup>10</sup> que nos permite mejorar las funcionalidades y el rendimiento del equipo. A nivel de software existen varios programas, aunque se puede utilizar el propio *firewall* de Windows configurando restricciones y reglas para nuestra aplicación.

El router utilizado se encuentra conectado entre el internet y el servidor como se aprecia en la figura 78, y es un DLINK DIR600. El router tiene configurado un servidor NAT<sup>11</sup>, el cual redirige todo el tráfico de ingreso del puerto 80 hacia la dirección IP de nuestro servidor, de manera que bloquea todo el tráfico, excepto el dirigido al servicio web. Además se controla el acceso a la web de los equipos conectados en la red, bloqueando la transmisión de cookies y Applets de Java desde la WAN.

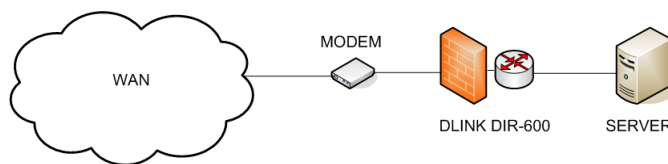


Figura 78: Firewall en el Servidor.

## 4.7 CONFIGURACION DEL ENVIO DE MENSAJES SMS

Para el envío de los mensajes SMS utilizaremos un módem GSM conectado a un servidor SMPP<sup>12</sup>. Un servidor SMPP nos permite[48]:

- Enviar mensajes mediante múltiples dispositivos tales como celulares, módem GSM o servicios de SMS Gateway.
- No se necesita conocer a profundidad la comunicación con comandos AT, debido a que el servidor se encarga de la administración y configuración del módem.
- Al ser un servidor nos permite crear diferentes tipos de clientes para el envío de mensajes, por ejemplo: envío de mensajes mediante Java, PHP, ASP, MySQL entre otras.

<sup>9</sup> FIRMWARE es un programa que controla el equipo y se graba en la ROM.

<sup>10</sup> OpenWrt es una distribución de Linux para routers, nos permite mejorar sus funcionalidades y disponer de una interfaz de líneas de comando.

<sup>11</sup> NAT, Network Address Translation nos ayuda a traducir direcciones IP privadas en publicas a través de un puerto.

<sup>12</sup> SMPP acrónimo de Short Message Peer-to-Peer es un protocolo para el intercambio de mensajes de texto.

- El servidor se encarga de la gestión de los mensajes en diferentes situaciones como mensajes no enviados, mensajes masivos o mensajes multimedia.
- El costo de envío de mensajes es relativamente menor comparado a servicios SMS Gateway.

Para nuestra aplicación utilizaremos el servidor OZEKI NG<sup>13</sup>[31].

#### 4.7.1 Instalación del servidor OZEKI NG

El proceso de instalación es sencillo, ya que únicamente se debe informar a la aplicación el directorio de alojamiento y un nombre de usuario y contraseña para la administración como se indican en las figuras 79 y 80.

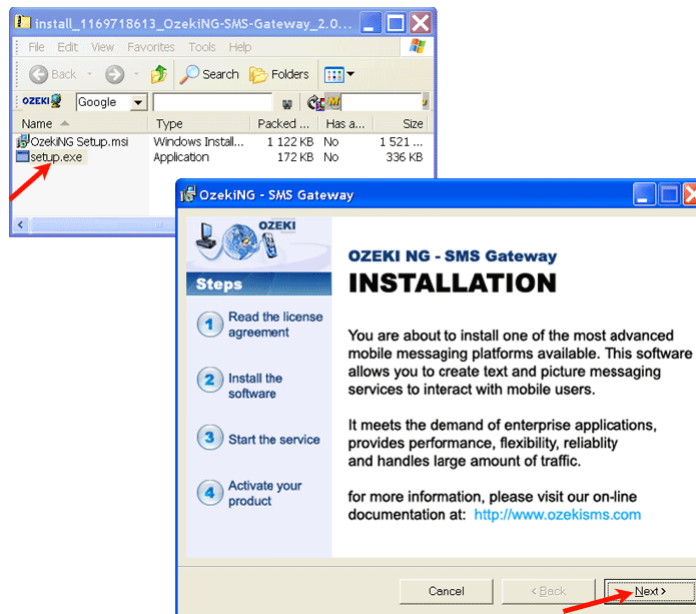


Figura 79: Instalación del servidor OZEKI NG

Al momento de finalizar la instalación se puede acceder a la aplicación con el uso de un navegador web, cabe recalcar que este servidor funciona de forma predeterminada en el puerto 9501[34]. La pantalla de administración permite enviar o recibir mensajes, manejo de contactos, dispositivos y usuarios además de un historial de todos los eventos realizados en el servidor (como se muestra en la figura 81.).

<sup>13</sup> El instalador se encuentra disponible en la página [http://ozekisms.com/index.php?ow\\_page\\_number=112](http://ozekisms.com/index.php?ow_page_number=112).

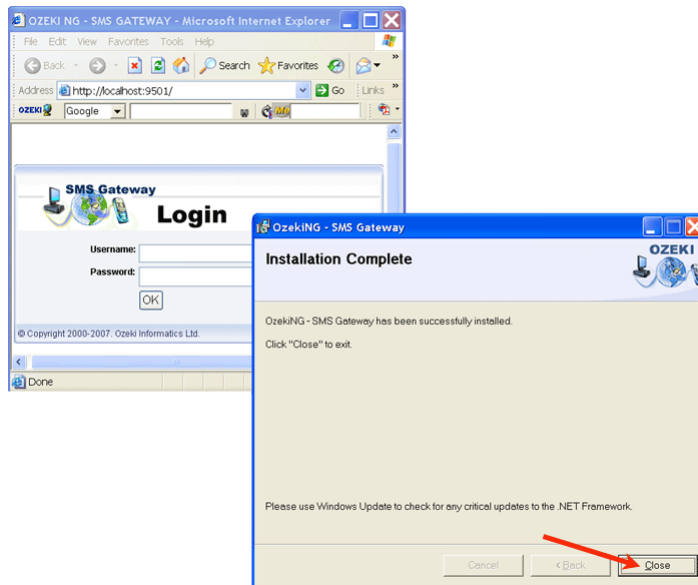


Figura 80: Configuración del nombre de usuario y password.

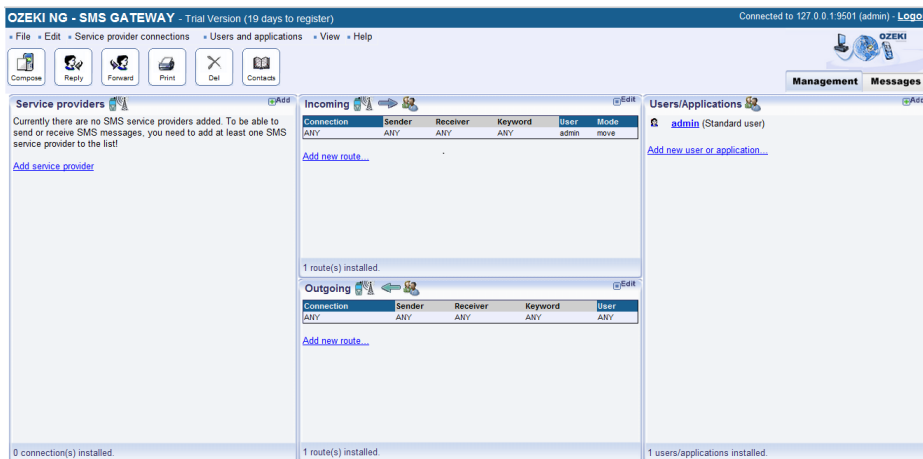


Figura 81: Pantalla de aplicacion del servidor OZEKI NG.

#### 4.7.2 Configuración del Servidor OZEKI NG

El módem juega un rol muy importante en la comunicación entre el servidor, dispositivos y clientes, para la comunicación es necesario suministrar el número del teléfono del módem y el puerto serial para la configuración inicial, como se puede ver en la figura 81[34].

Para el envío de mensajes desde la aplicación web hemos implementado una función en PHP que suministra la información relacionada al número de celular y el mensaje mediante una petición POST al servidor OZEKI, esto se puede apreciar en la figura 83[34].

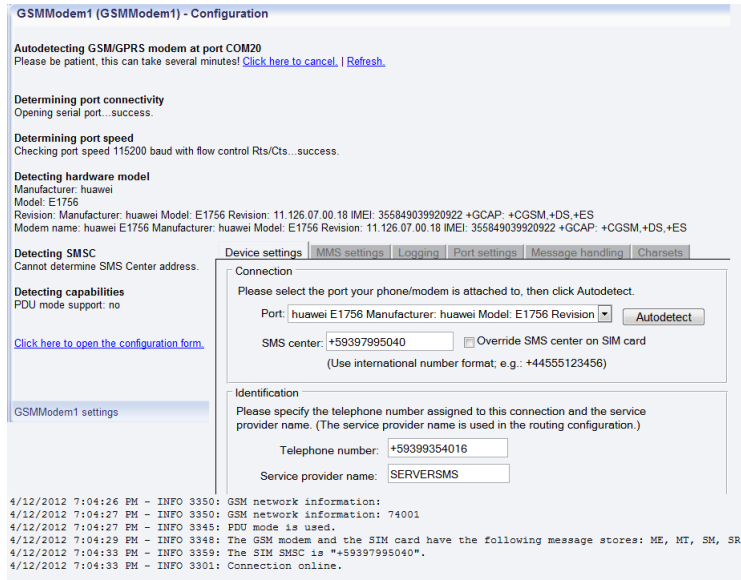


Figura 82: Configuración del modem GSM.

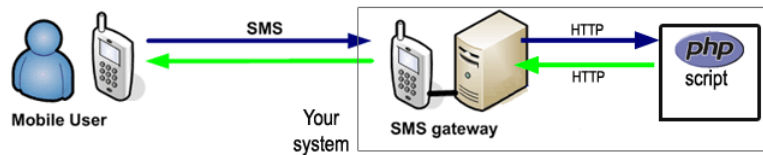


Figura 83: Esquema del sistema de envío de mensajes[31].

Part V

PRUEBAS DEL SISTEMA





## PRUEBAS DEL SISTEMA

### 5.1 INTRODUCCIÓN

En el presente capítulo se describen las pruebas realizadas en los módulos del proyecto de forma individual y en conjunto. En primera instancia se indicarán las pruebas realizadas al Serversocket para la recepción de la trama UDP en el formato especificado en capítulos anteriores. Igualmente se verificará que todos los servicios y procesos de los servidores estén correctamente configurados. Finalmente se realizarán las pruebas, consultas y acciones en la página web en conjunto con el dispositivo instalado en el vehículo. El esquema físico de nuestro sistema se indica en la figura 84.

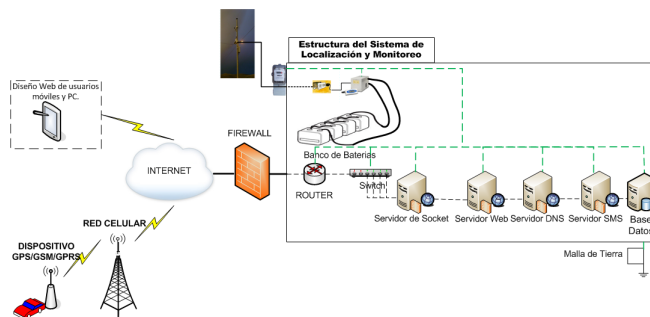


Figura 84: Esquema físico del sistema..

### 5.2 PRUEBAS EN EL SERVIDOR

#### 5.2.1 Pruebas del Server Socket

El Server Socket implementado en Java nos permite recibir la información de los equipos en nuestro servidor, para luego almacenarlos en la base de datos. Para verificar la recepción en tiempo real de los datos, se implementó una función que imprime los datos que provienen de los dispositivos en la pantalla de salida de Java al momento que llega un nuevo dato. En la figura 85 se puede observar un dato recibido.

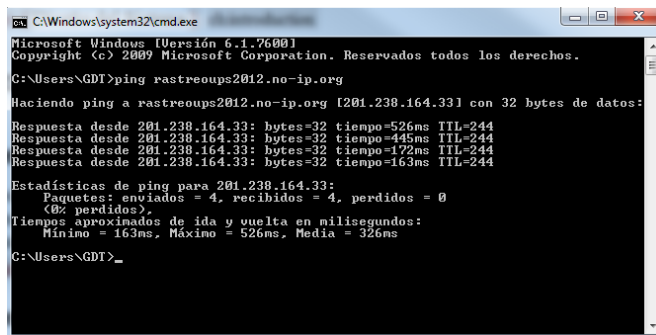
```

Output - MotorUdp (run)
Tasks
ffB23597720355803571AAfCPRMC,220312.000,A,0254.4796,S,07858.8655,W,0.00,,220412,,,A*7B101.9101.2101.51000010000000|201204222
TRAMA LARGA
2012-04-22 17:04:03
Ok. Dato Recibido.
ffB23597720355803571AAfCPRMC,220457.000,A,0254.4796,S,07858.8655,W,0.00,,220412,,,A*7B101.7101.1101.31000010000000|201204222
TRAMA LARGA
2012-04-22 17:05:49
Ok. Dato Recibido.
ffB23597720355803571AAfCPRMC,220642.000,A,0254.4796,S,07858.8655,W,0.00,,220412,,,A*7B101.8101.1101.31000010000000|201204222
TRAMA LARGA
2012-04-22 17:07:35
  
```

Figura 85: Prueba del Server Socket.

### 5.2.2 Pruebas del dominio web

En el capítulo 4 se explicó la creación de una dirección DNS. Para probarla, realizamos un ping<sup>1</sup> hacia el dominio web utilizado y observamos la respuesta, de esta manera también verificamos que la dirección IP que se nos asigna sea la de nuestro servidor. En la figura 86 podemos observar un ping hacia la dirección de prueba.



```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [Versión 6.1.7600]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
C:\Users\GDI>ping rastreoups2012.no-ip.org
Haciendo ping a rastreoups2012.no-ip.org [201.238.164.33] con 32 bytes de datos:
Respuesta desde 201.238.164.33: bytes=32 tiempo=526ms TTL=244
Respuesta desde 201.238.164.33: bytes=32 tiempo=445ms TTL=244
Respuesta desde 201.238.164.33: bytes=32 tiempo=172ms TTL=244
Respuesta desde 201.238.164.33: bytes=32 tiempo=163ms TTL=244

Estadísticas de ping para 201.238.164.33:
    Paquetes: enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0
            (0% perdidos),
    Tiempos aproximados de ida y vuelta en milisegundos:
        Mínimo = 163ms, Máximo = 526ms, Media = 326ms

C:\Users\GDI>_
  
```

Figura 86: Ping de prueba hacia el servidor.

Se puede ver que existe conexión utilizando el dominio y además los tiempos entre cada respuesta son razonables.

## 5.3 PRUEBAS DE SOFTWARE

A continuación se explicarán las pruebas realizadas a la página web desarrollada, las pruebas detallan el proceso de acceso al sistema, gestión de usuarios y vehículos, rastreo e historiales de geolocalización, gestión de geocercas y finalmente los reportes de variables físicas y alarmas.

### 5.3.1 Gestión de usuarios y vehículos

#### *Crear, modificar o eliminar usuarios*

Para crear un nuevo usuario, el administrador debe llenar un formulario con la información relacionada a los nombres y apellidos del cliente, el tipo de usuario que determinará sus privilegios, correo electrónico, teléfono convencional, teléfono celular para la recepción y envío de mensajes, y por último, el nombre de usuario y contraseña para que el cliente pueda registrarse en el sistema en cualquier momento. En la figura 87 se aprecia el formulario para el registro de un nuevo usuario, además el formato de cómo se almacena esta información en la base de datos. El formulario para modificar y eliminar los datos del usuario es similar al de registro, por lo cual no es necesario explicarlo.

#### *Crear, modificar o eliminar dispositivos*

El procedimiento para registrar un nuevo dispositivo consta de dos pasos: el primero es seleccionar el usuario y el segundo es llenar el formulario con los datos del dispositivo como se indica en la figura

<sup>1</sup> Ping es el acrónimo de Packet Internet Groper y nos ayuda a determinar la conectividad, disponibilidad de una red y dirección IP correspondiente a un dominio Kruse and Bruggeman [25].

The screenshot shows a web form titled "CONFIGURACION DE LA CUENTA DE USUARIO". The form fields are: "Nombre y Apellidos" (Juan Perez), "Usuario" (juanperez), "Password" (masked with dots), "Seleccione el Tipo de Usuario" (Administrador), "Correo Electronico" (juanperez@correo.com), "Telefono Convencional" (072000000), and "Telefono Celular" (0900000000). A "Guardar" button is at the bottom. A modal dialog box says "Datos guardados correctamente" with an "Aceptar" button. Below the form is a table with the following data:

idusuario	nombre	usuario	password	correo	telefono1	telefono2	tipousuario
2	Juan Perez	juanperez	JUAN@perez	juanperez@correo.com	072000000	0900000000	administrador

Figura 87: Formulario de registro de un nuevo de usuario en el sistema y el almacenamiento en la base de datos.

88. Para facilitar las consultas a la base de datos, la clave primaria de la tabla cliente es un campo de la tabla vehículos. El proceso para modificar y eliminar usuario es similar a la pantalla para el registro de un nuevo dispositivo.

The screenshot shows a web form titled "AGREGAR UN NUEVO DISPOSITIVO". The form fields are: "Selecciona el usuario" (juanperez), "Nombre del usuario" (Juan Perez), "Descripcion" (Camioneta PPP-YYY), "IMEI" (451236200698231), and "Telefono Celular" (0900000000). A "Guardar" button is at the bottom. A modal dialog box says "Datos guardados correctamente" with an "Aceptar" button. Below the form is a table with the following data:

idvehiculo	Clave primaria de la clase	idusuario	descripcion	imei	celular
15	7	Camioneta PPP-YYY	451236200698231	0900000000	

Figura 88: Formulario de registro de un nuevo dispositivo en el sistema y su almacenamiento en la base de datos.

### 5.3.2 Rastreo en tiempo real e historial de ruta del vehículo y reportes de geolocalización

#### Rastreo en tiempo real

Esta interfaz es la más importante del proyecto, dado a que en ella se visualiza la posición, velocidad, dirección, estados de las geocercas y los eventos que suceden en el vehículo en tiempo real. Para realizar la acción de rastreo solamente es necesario indicar el usuario y vehículo, como se puede observar en la figura 89, la opción de rastrear nos permite conocer la última localización del vehículo, la velocidad y dirección que ha tomado, el tipo de alarma y su localización, las geocercas configuradas y el estado de las puertas.

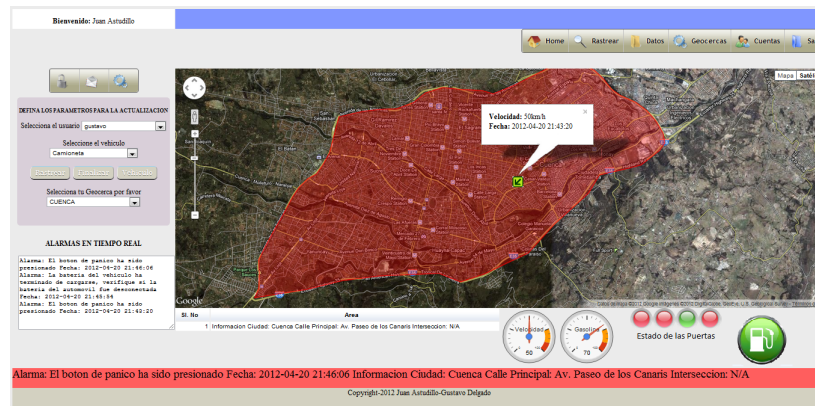


Figura 89: Rastreo del vehículo en tiempo en real..

### *Historial de ruta del vehículo y reportes de geolocalización*

En breves rasgos, esta interfaz web nos permite conocer la ruta que tomó el dispositivo indicando la dirección y velocidad de cada punto con el uso de marcadores personalizados en un mapa. Además de esto con el uso de una tabla podemos generar reportes que indican la hora, fecha, velocidad y lugar donde se encontró el vehículo en cierto punto, con la ayuda de un mapa adicional se puede analizar de manera más fácil los reportes generados, ya que cualquier evento generado en la tabla se visualizará de forma inmediata en el mapa. De la misma manera, además del usuario y vehículo, la fecha de inicio y fin de recorrido del vehículo, como también el algoritmo de geocodificación inversa. El resultado de esta consulta se visualiza en las figuras 90 y 91. Cabe recalcar que la aplicación es capaz de calcular la distancia recorrida aproximada del vehículo.

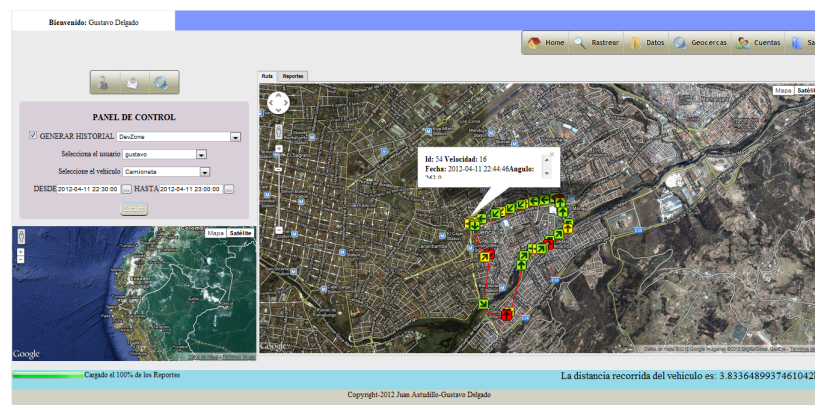


Figura 90: Consulta de la ruta del vehículo, dirección y velocidad en el mapa de Google.

Nuestro sistema es capaz de generar reportes PDF (como se puede ver en la figura 92), los cuales explican de una manera más detallada los eventos relacionados con la ruta del vehículo. Por ejemplo, el periodo de tiempo en el que el vehículo estuvo en una zona y velocidades de recorrido.

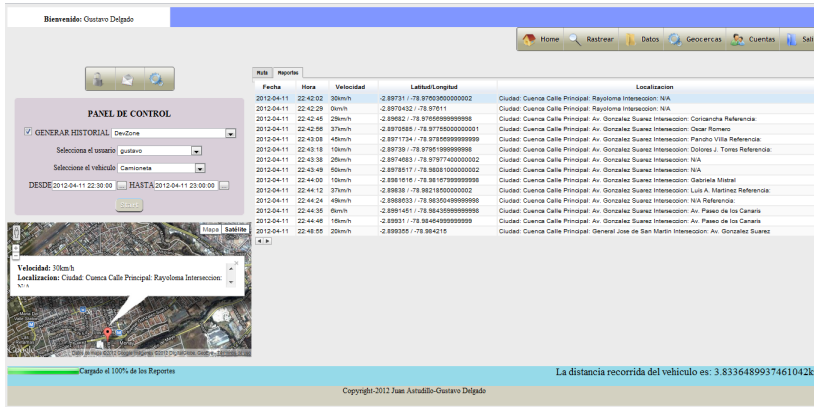


Figura 91: Reporte generado de la geolocalización.

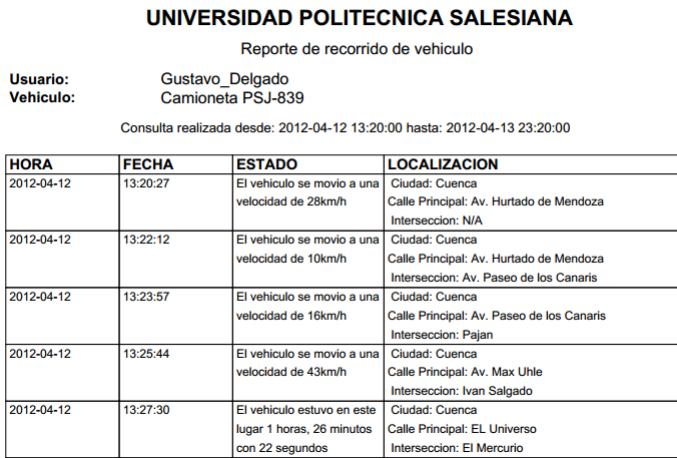


Figura 92: Documento PDF generado de la geolocalización.

5.3.3 Reportes de los niveles de voltaje analógicos, gasolina y velocidad.

La interfaz web para estos reportes es semejante, debido a que se visualiza por medio de una gráfica los niveles de voltajes del dispositivo y la batería, igualmente el nivel de gasolina y velocidad. Esta página consta de una tabla para generar reportes que detallan los valores físicos que mide el equipo y con el uso de un mapa se puede consultar la localización geográfica donde se generó cierto valor. Igualmente el usuario puede generar documentos PDF de cada una de las consultas realizadas.

Reporte de velocidad

Los parámetros de ingreso son similares a los anteriores, con la diferencia de que se puede consultar por un valor máximo en específico, en este caso la velocidad. Como se puede observar en las figuras, el sistema es capaz de visualizar en la tabla, gráfica o mediante un mensaje en que momento y lugar ocurrió un exceso de velocidad.

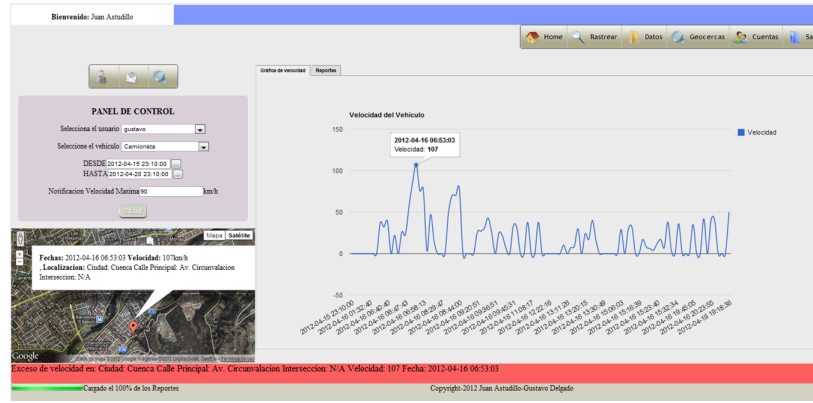


Figura 93: Gráfica de la velocidad del vehículo en dos instantes de tiempo.

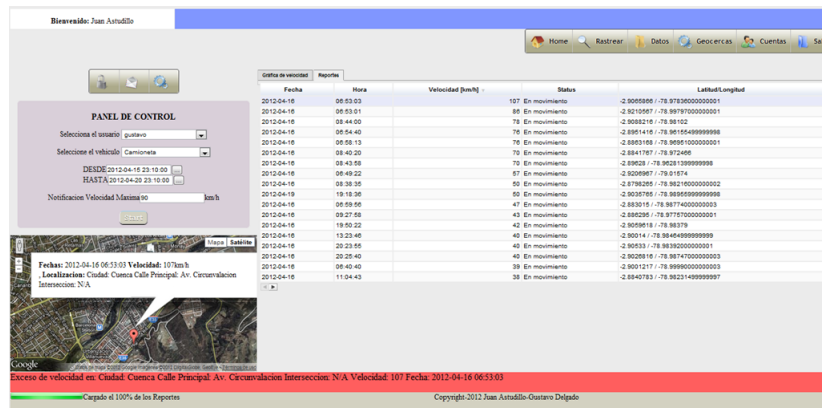


Figura 94: Reporte de velocidad para la consulta realizada.

*Reporte del nivel de voltaje de la batería y voltaje de alimentación del dispositivo*

Estos reportes son muy importantes, debido a que nos podemos informar en el momento en el cual se ha desconectado la batería principal de vehículo indicando un posible robo, desmantelamiento o un uso inapropiado del vehículo. Los voltajes nominales para la alimentación del dispositivo varían de 12V a 24V, mientras que el voltaje interno de la batería oscila entre los 3.5V y 4.2V, por lo cual una variación fuera de lo normal de cualquiera de ellos nos indican los parámetros mencionados anteriormente.

En las figuras 95 y 96 se indica un reporte de los niveles de voltaje de la batería del vehículo, como se puede apreciar existe una variación del nivel de voltaje por el cual el sistema hace posible conocer en qué momento y lugar ocurrió este evento, ya que esto indica que el voltaje exterior del dispositivo ha sido desconectado, por lo cual el dispositivo de rastreo se suministra a través de la batería interna.

Como se aprecia en las figuras, los niveles de voltaje suministrado al dispositivo presentan oscilaciones, por ejemplo, los picos de voltaje indican un posible arranque del vehículo mientras que un voltaje igual a cero indica que el dispositivo se ha removido o que las conexiones de alimentación de la batería principal del vehículo han sido desconectadas del circuito eléctrico.

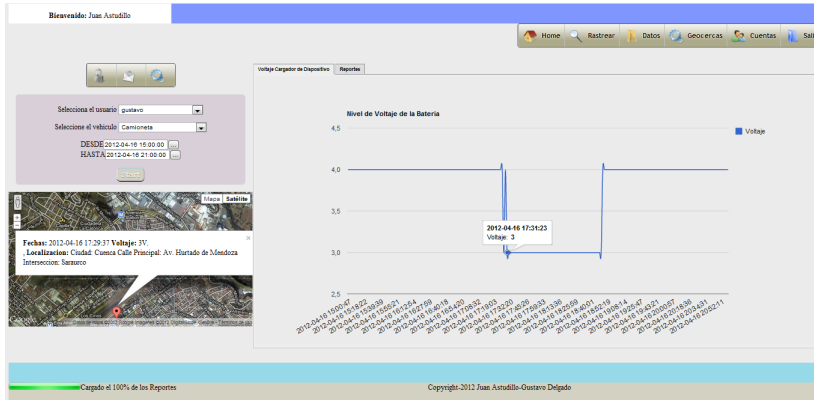


Figura 95: Gráfica del nivel de voltaje de la batería interna del dispositivo.

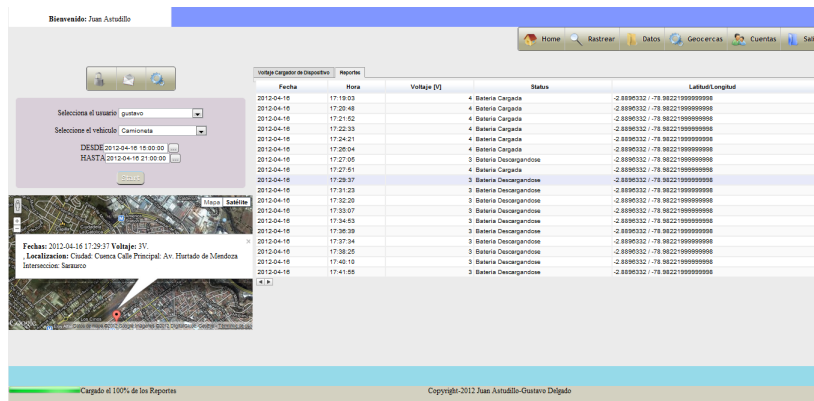


Figura 96: Reporte generado del nivel de voltaje de la batería interna del dispositivo.

### Reporte del nivel de gasolina

Conocer correctamente el consumo del nivel de gasolina del vehículo puede ayudar optimizar recorridos y recursos financieros, ya que estas gráficas nos pueden indicar entre otras cosas, si una persona hace mal uso del vehículo, por ejemplo, no llenar el tanque de combustible con la cantidad asignada por el gerente o robo de combustible físicamente. Las consultas del nivel de gasolina se visualizan en las figuras 99 y 100.

#### 5.3.4 Historial de alarmas y eventos

Esta interfaz web permite al usuario conocer el historial de todas las alarmas y eventos que ocurrieron en el vehículo, como las alarmas SOS, excesos de velocidad, estados de los niveles de voltaje del dispositivo y puertas del vehículo, entre otras. El sistema es capaz de realizar la consulta de una alarma en particular o de todas las alarmas en el mismo momento, al igual que las interfaces web anteriores, un mapa nos permite conocer la localización específica donde se generó el evento. Un reporte generado para la alarma SOS se indica en la figura 101.

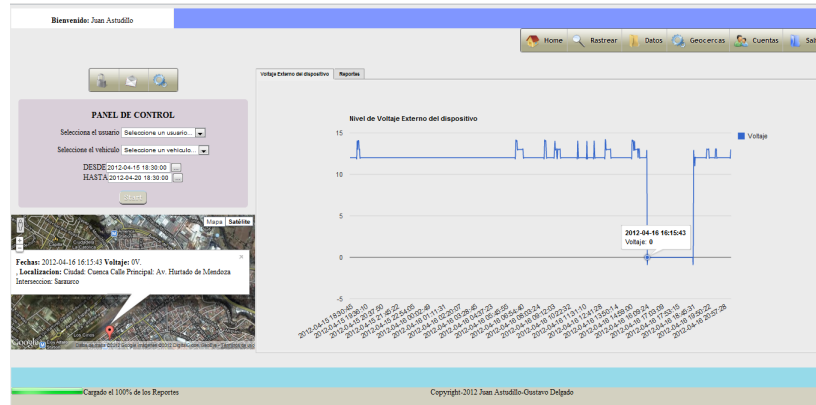


Figura 97: Gráfica del nivel de voltaje suministrado al dispositivo.

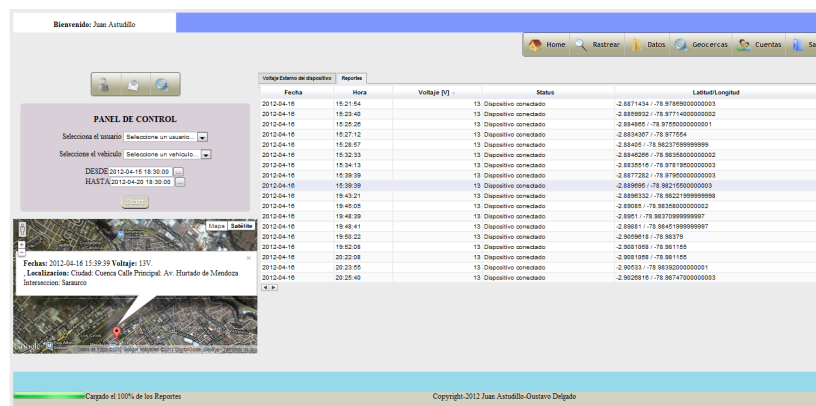


Figura 98: Reporte generado del nivel de voltaje suministrado al dispositivo.

### 5.3.5 Configuración, gestión y reportes de geocercas

#### Crear, modificar o eliminar una geocerca

Esta interfaz web posibilita al usuario crear cualquier tipo de geocerca sin importar la forma o tamaño, los vértices del polígono que conforman la geocerca se configuran a través de eventos del ratón en el mapa. En la figura 102 se indica una geocerca creada para la ciudad de Cuernavaca. También el usuario tiene la posibilidad de modificar, eliminar la geocerca o definir una nueva con el mismo nombre.

#### Reportes de geocercas

Como se explicó anteriormente, los reportes de geocercas permiten conocer si un dispositivo ingresó o salió de una área determinada, para generar una consulta en esta página web es necesario indicar la geocerca, las fechas de inicio-fin, y definir el tipo de notificación que informa al usuario el estado del vehículo en la geocerca, esto se lo puede apreciar en la figura 103. Igualmente se ha generado una tabla que detalla de manera específica los datos de la geocerca.

## 5.4 PRUEBAS DEL SERVICIO SMS

Es importante dar a conocer al usuario todos los eventos que están sucediendo el sistema y en el vehículo, por ejemplo, mediante mensajes



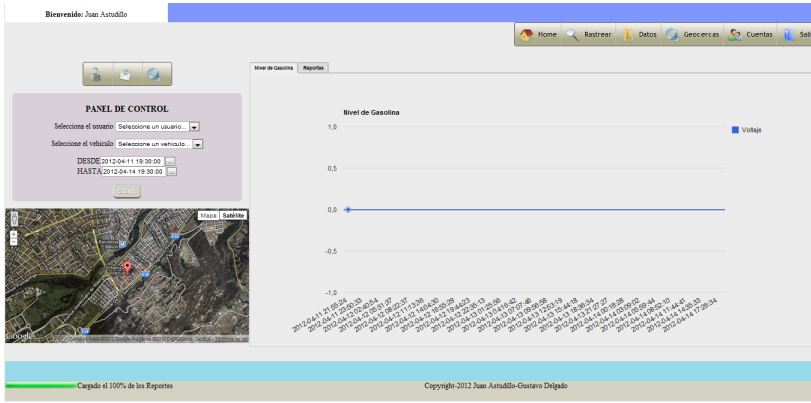


Figura 99: Gráfica del nivel de gasolina.

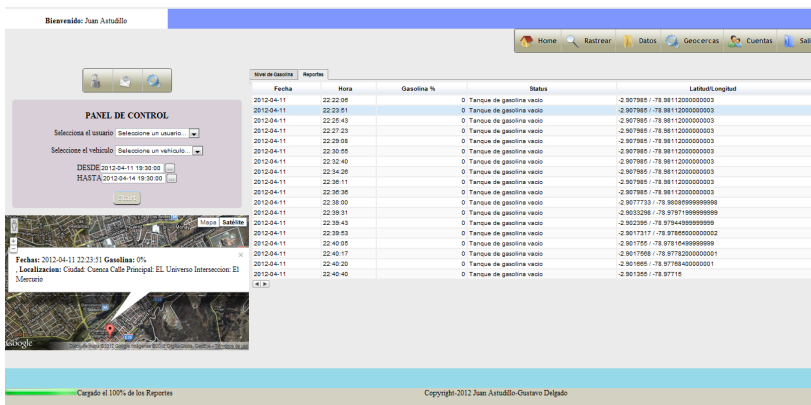


Figura 100: Reporte generado del nivel de gasolina.

de texto se puede notificar al usuario el momento que ingresó en el sistema o alarmas SOS, estas acciones corresponden al servidor de sockets y el servidor web, debido a que se trabaja con un servidor SMS, por lo que la administración de los mensajes se pueden realizar mediante Java y PHP. Cabe recalcar que el usuario es capaz de realizar acciones en el vehículo como el bloqueo del mismo. Los procesos que realiza el servidor SMS para el envío de los mensajes se indican en la figura 104, mientras que en la figura 105 se aprecia algunos de tipos de mensajes que son generados por los diferentes servidores.

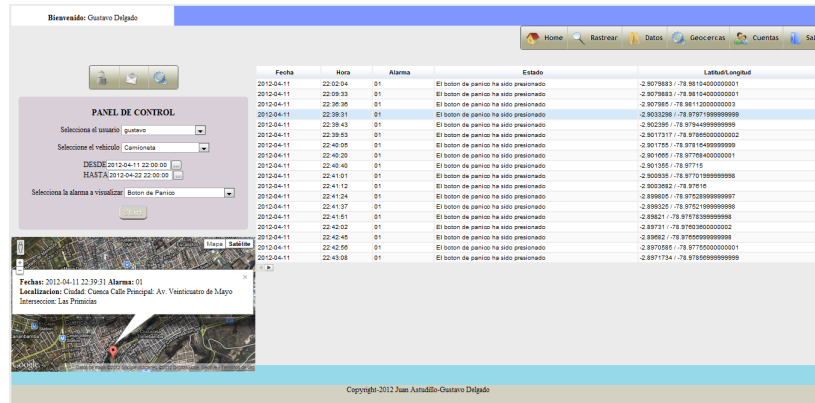


Figura 101: Reporte generado para la alarma SOS.

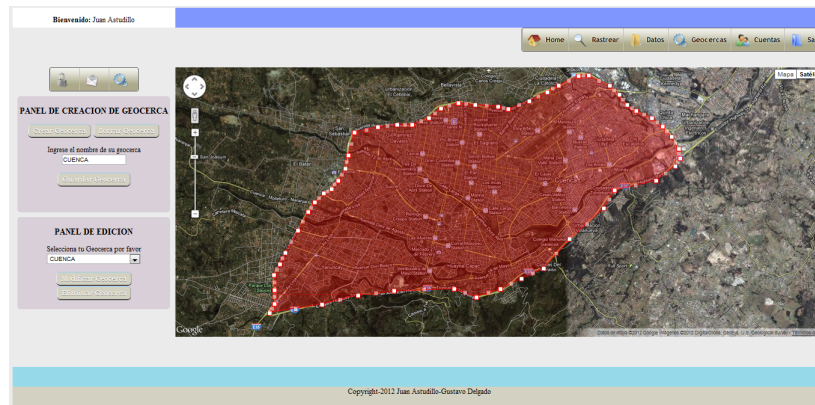


Figura 102: Geocerca creada para la ciudad de Cuenca.

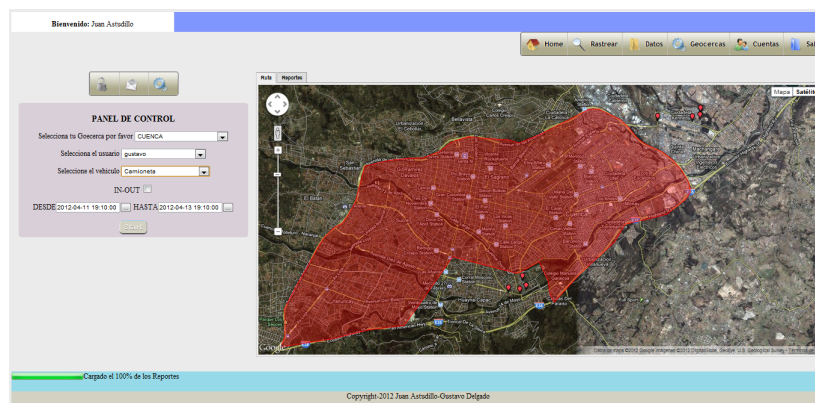


Figura 103: Consulta de un reporte de geocercas en el mapa.

```

| LEAVEMESSAGES | off
| LIMITTMR | 240
| LOGCOMMUNICATION | off
| LOGDIRECTORY | C:\Program Files (x86)\Oeeki\OeekiNG - SMS Gateway\Log
| LOGHISTORYCOUNT | 8
| LOGLENGTHFORCHECKSIZE | 20
| LOGMAXFILESIZE | 8000
| LOGMESSAGES | on
| MESSAGESTORE | CMSC
| MMSCTRL |
| MMSPROVIDER | Hungary / Pannon
| MMSREPORT | huawei E367 Manufacturer: huawei Model: E367 Revision: 11.810.09.20.345 IMEI: 859615041494224 +GCF: +CGSM,+DS,+ES (CM14)
| MOLOOPBACK | off
| MOFORMODE | off
| OVERACK | SMSERVER
| OVERLINESIMMNC | off
| PRIORITY | None
| PROMENGINCELLS | 10
| PROMENMBER | +59391143149
| PINCODE |
| PREFERREDUSERSET | GSM*in
| PROTOCOL | GSMmodem
| RECEIVE | on
| SCLINPUS | off
| SEND | on
| SENDMETRO | CMSC
| SIMENGINCELLS | 10
| SIMMODEM | on
| SMSERVICECENTERADDRESS | +59397995040
| STORETS | 1 byte
| SUBMITTIMEOUT | 90
| SUBMITTIMEOUTACTION | SubmitFailed
| SMSLENGTH | None
| USEGPRS | off
| USEINTERNETFORSMS | off
| USSDMETRO | AT+VUSD
| WABATTERY |
| WINDOWSIZE | 20
| ZIFROTAFILES | on
-----
INFO 2251: Pin code status: PIN code is entered properly or PIN code is not required.
INFO 2246: Good news! The GSM modem is registered to the GSM network.
INFO 2250: GSM network information: PORTA GSM
INFO 2245: PDU mode is used.
INFO 2245: The GSM modem and the SIM card have the following message stores: ME, MT, SM, SR
INFO 2252: The SIM IMEI is "+89397995040".
INFO 2201: Connection online.
INFO 2222: Sending message (key 1/1) admin:SMS:TEXT:efef0f2-dbf6-4555-8798-cf940191b3fe:admin:+59398923228:Juan Astudillo se registro en el sistema a las
INFO 2201: Message will be sent using 1 PDU(s).
INFO 2222: PDU (1/1) accepted by SMSC with message reference: 929228:115

```

Figura 104: Configuración y eventos del servidor SMS.

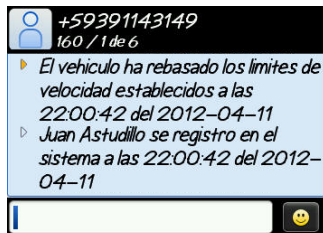


Figura 105: Ejemplos de mensajes SMS enviados por el servidor.



Part VI

CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

---

Las comunicaciones mediante el protocolo GPRS son inmediatas y nos ayudan a optimizar los tiempos de envío en contraste con el servicio SMS, que no nos garantiza que los datos lleguen en el instante que fueron enviados, debido a retardos producidos por la cantidad de usuarios que utilizan el servicio. Entre otras de las ventajas que tiene GPRS ante SMS para la comunicación, es que la transmisión con el uso de paquetes IP permite al sistema detectar y corregir errores en la transmisión con el uso de algoritmos como CRC, por lo que a la presencia de alteraciones en la trama el servidor solicita la retransmisión del paquete si es que es necesario.

Para optimizar la transmisión de paquetes se optó por la implementación del protocolo de la capa de transporte UDP, debido a que los requerimientos del sistema necesitan que la comunicación entre el dispositivo y el servidor sea en tiempo real con una baja sobrecarga de información, lo que mejora el procesamiento, de información sin recargar los servidores.

El uso de herramientas de software libre para la programación de la plataforma web y los servidores, permite que nuestro sistema no se restrinja a licencias, y además todas estas herramientas pueden funcionar en todos los sistemas operativos presentes en el mercado.

El uso de tecnologías como Ajax nos permitió tener una interfaz robusta, ya que nos permitió recargar únicamente el contenido necesario de la página, en el momento de realizar una actualización, evitándonos grandes tiempos de retardo al cargar innecesariamente todos los contenidos. Para poder realizar lo mencionado, Ajax se comporta como un intermediario entre el lenguaje servidor (PHP) y lenguaje cliente (Javascript), facilitando las consultas a la base de datos y mejorando la velocidad de respuesta.

El servidor SMS Gateway permite la administración, gestión y optimización del envío de los mensajes masivos de texto a los destinatarios, cabe recalcar que con el uso de este tipo de servicios no es necesario emplear un módem para el envío de mensajes, ya que el mismo resultado se puede conseguir con el uso de llamadas HTTP encriptadas, en sí, esto depende de los requerimientos tanto técnicos y económicos del sistema a implementarse.

El sistema permite optimizar las rutas de los vehículos, el ahorro de combustible, reducción de costos relacionados con el mantenimiento y además minimizaría los problemas medioambientales relacionados con la contaminación.

El análisis económico permitió definir las mejores herramientas para la implementación de nuestro proyecto, para esto hicimos uso del estudio costo-beneficio y márgenes de utilidad.





## TRABAJO A FUTURO

---

Como trabajo a futuro se plantea el desarrollo de aplicaciones móviles que funcionen en entornos como Android, que nos permitirán tener una plataforma muy robusta, liviana, rápida y propiamente diseñada para equipos portátiles, sin la necesidad de depender de un navegador web. Android tiene la gran ventaja que por ser software libre está siendo utilizado como sistema operativo en una gran cantidad de teléfonos, tabletas y equipos móviles, por lo que continúa mejorándose debido a la colaboración de muchos programadores alrededor del mundo, teniendo así una gran acogida.

Siguiendo la misma estructura planteada para la comunicación y monitoreo de equipos GPRS, se planea incursionar en áreas de Telemática para controlar, manejar y gestionar remotamente equipos y procesos industriales como sistemas SCADA y también en áreas como la domótica.



## BIBLIOGRAFÍA

---

- [1] Abdulaziz H. Al-Zoman. Domain Name Registration. *King Abdulaziz City for Science and Technology*, 2003. (Cited on page 59.)
- [2] S.D. Amaro Calderón and V.R.J. Carlos. Sockets y su programación en java. (Cited on page 20.)
- [3] J. D. P. Atelin and A. Chandía. *Redes informáticas: Conceptos fundamentales: Normas, arquitectura, modelo OSI, TCP/IP, Ethernet, Wi-Fi...* Colección Recursos informáticos. ENI, 2006. ISBN 9782746034822. (Cited on page 95.)
- [4] Andreas Berger and Eduard Natale. Assessing the Real-World Dynamics of DNS. *FTW Telecommunications Research Center Vienna*, page 14. URL <http://pam2012.ftw.at/TMA/papers/TMA2012paper1.pdf>. (Cited on page 63.)
- [5] J. E. Brito, C. A. Jerves, et al. Monitorización y Control de circulación de los vehículos de ETAPA-EP mediante un Sistema de Información Geográfica (GIS). 2012. (Cited on page 31.)
- [6] GMS Cells. Cluster. URL [http://4.bp.blogspot.com/\\_dg90RK-ol7A/TEzHwo3722I/AAAAAAAAAi4/rkGLCTs40PM/s1600/2.gif](http://4.bp.blogspot.com/_dg90RK-ol7A/TEzHwo3722I/AAAAAAAAAi4/rkGLCTs40PM/s1600/2.gif). (Cited on pages xv and 7.)
- [7] Ignacio Alonso Fernandez Coppel. *Las Coordenadas Geograficas*. URL <http://web.educastur.princast.es/proyectos/formadultos/latierra/imagenes/coordenadas.jpg>. (Cited on page 4.)
- [8] Robert Vance Barbara Mims David Moss, Vince Celindro. An Introduction to Firewalls. *Northwestern University Information Technology*, page 21. (Cited on page 36.)
- [9] Universidad de Valladolid. Sistemas Distribuidos::Sockets en Java. *Departamento de informatica*, page 13. URL <http://www.infor.uva.es/~fdiaz/sd/doc/java.net.pdf>. (Cited on page 36.)
- [10] Marithza del Rocio Siguencia Siguencia. Analisis, diseño e implementación del portal web del colegio Cesar Davila Andrade. *Tesis previa a la obtención del Título de Ingeniera en Sistemas Universidad Politecnica Salesiana*. (Cited on page 60.)
- [11] Marc Delisle. Mastering phpMyAdmin. URL [http://www.phpmyadmin.net/home\\_page/](http://www.phpmyadmin.net/home_page/). (Cited on page 39.)
- [12] Educastur. Coordenandas Geograficas Paralelos y Meridianos. URL [http://web.educastur.princast.es/proyectos/formadultos/latierra/c\\_cinco\\_paginauno.htm](http://web.educastur.princast.es/proyectos/formadultos/latierra/c_cinco_paginauno.htm). (Cited on pages xv and 4.)
- [13] Ralf S. Engelschall. Apache Desktop Reference. *Apache Software Foundation*, 2003. URL <http://www.apacheref.com/book/adr.pdf>. (Cited on pages 59 and 60.)

- [14] Yerko Muñoz Felipe Fernández. JDBC. *Departamento de Ciencias de la Computacion de la Universidad de Chile*. URL <http://www.dcc.uchile.cl/~lmateu/CC60H/Trabajos/jfernand/>. (Cited on page 38.)
- [15] Ing. Edgar Ochoa Figueroa. *GSM Network*. 2011. URL [http://gsmnetworkmonitoring.files.wordpress.com/2011/08/maps\\_gsma\\_gsm\\_network\\_ainterface.gif](http://gsmnetworkmonitoring.files.wordpress.com/2011/08/maps_gsma_gsm_network_ainterface.gif). (Cited on pages xv, 7, 8, 9, and 10.)
- [16] Darel Rex Finley. Determining Whether A Point Is Inside A Complex Polygon. URL <http://alienryderflex.com/polygon/>. (Cited on pages xvii, 51, and 53.)
- [17] Juan Pablo Morales Zuñiga Geovanny Patricio Ramirez Tierra. Estudio comparativo entre herramientas AMP (Apache, MySQL, PHP). Caso Practico: Portal web para el hospital Andino Alternativo de Chimborazo. *Tesis previa la obtención del título del ingeniero en Sistemas de la Escuela Superior Politecnica Chimborazo.*, page 278. (Cited on pages 60 and 62.)
- [18] Arquitectura GSM. Red GSM. URL [http://gsmnetworkmonitoring.files.wordpress.com/2011/08/maps\\_gsma\\_gsm\\_network\\_ainterface.gif](http://gsmnetworkmonitoring.files.wordpress.com/2011/08/maps_gsma_gsm_network_ainterface.gif). (Cited on pages xv and 8.)
- [19] O. Heurtel. *PHP y MySQL, Domine el desarrollo de un sitio Web dinamico e interactivo*. Ediciones ENI, 2009. (Cited on pages xv, 22, 23, and 26.)
- [20] Hyundai. Manual de Taller del Hyundai Getz. *Junio del 2002, Impreso en Corea*. (Cited on pages 102 and 103.)
- [21] Cisco Systems Inc. *CCNA Exploration, Aspecto Básicos del Networking*. (Cited on pages xv, 18, 19, 20, 21, 29, 30, and 31.)
- [22] J. C. Jiménez. *Mercadeo.Com*. Cograf Comunicaciones, 2007. ISBN 9789801220596. URL [http://books.google.com.ec/books?id=zmR\\_46l-AgMC](http://books.google.com.ec/books?id=zmR_46l-AgMC). (Cited on page 95.)
- [23] Mònica Grau Daniel Vivancos Jordi Vivancos, Albert Llastarri. La Tierra a vista de satélite. URL [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad3/sat\\_gps.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material121/unidad3/sat_gps.htm). (Cited on pages xv and 5.)
- [24] Alejandro Ríos Blanco Juan Antonio Fernández. Firewalls y Encriptación. *ARISO, Diciembre del 2001*. URL [http://www.govanom.org/seguridad/seg\\_general/seguridad\\_en\\_red.pdf](http://www.govanom.org/seguridad/seg_general/seguridad_en_red.pdf). (Cited on page 65.)
- [25] Hans Kruse and Carl Bruggeman. Simple Network Diagnostic Tools Ping and Traceroute. *Jan 1, 2007*. URL <http://www.itl.ohiou.edu/read-tools.pdf>. (Cited on page 72.)
- [26] J. F. Kurose, K. W. Ross, and M. B. Solorzáno. *Redes de computadores: Un enfoque descendente basado en Internet*. Pearson Educación. Pearson Educación, 2004. ISBN 9788478290611. (Cited on page 18.)
- [27] Automatic Vehicle Location. *TZ-AVL05 User Guide and Manual*. page 48. (Cited on pages xv, xvi, 11, 12, 13, and 38.)

- [28] Daniel Pecos Matínez. Domain Name Server. 2003. (Cited on page 59.)
- [29] A. M. Mesa. *Guía práctica para manejar y reparar el computador*. Panamericana, 2004. ISBN 9789589744604. (Cited on page 29.)
- [30] Kevin Orrey MSc. Dynamic DNS - A survey of the abuse mechanisms affecting it and the growing problem for Network Defenders defending against them. page 20. URL [http://www.vulnerabilityassessment.co.uk/education/dyndns\\_whitepaper.pdf](http://www.vulnerabilityassessment.co.uk/education/dyndns_whitepaper.pdf). (Cited on page 62.)
- [31] OSEKI NG. How to send/receive SMS with PHP. URL <http://ozekisms.com/index.php?owpn=204&info=developers-guide/php-sms-api>. (Cited on pages xvii, 66, and 68.)
- [32] Mauricio Guido Nuñez. Tutela de los Nombres de Dominio en Internet. 2004. (Cited on page 59.)
- [33] J.M.B. Ordinas, J.Í. Griera, J.A.I. Fuentes, G.C.I. Torruella, and E.P. Olive. *Estructura de redes de computadores*. Digitalia, 2009. (Cited on page 57.)
- [34] Ozeki. Ozeki Message Server. *Product Guide*, page 185. URL [http://www.ozeki.hu/attachments/419/Product\\_guide\\_2006\\_03\\_16.pdf](http://www.ozeki.hu/attachments/419/Product_guide_2006_03_16.pdf). (Cited on pages 66 and 67.)
- [35] M. Sc. Ing. Marco Antonio Vargas Paredes. *Docente del Departamento de Sistemas Informáticos y Electrónica*. URL <http://www.univalle.edu/publicaciones/brujula/brujula19/pagina15.htm>. (Cited on page 4.)
- [36] J. Plehn. The design of location areas in a GSM-network. In *Vehicular Technology Conference, 1995 IEEE 45th*, volume 2, pages 871 – 875. IEEE, 1995. (Cited on page 8.)
- [37] A. Ramos. *Aplicaciones Web*. PARANINFO. (Cited on page 57.)
- [38] T. S. Rappaport and S. B. O. Firme. *Wireless communications: Principles and practice*, volume 2. Prentice Hall PTR New Jersey, 1996. (Cited on pages 6, 7, 8, and 9.)
- [39] J.M. Royer. *Seguridad en la informática de empresa: Riesgos, amenazas, prevención y soluciones*. Colección Recursos informáticos. ENI, 2004. ISBN 9782746023048. URL <http://books.google.com.ec/books?id=K8XdRni4t94C>. (Cited on page 58.)
- [40] A. K. Salkintzis, C. Fors, and R. Pazhyannur. WLAN-GPRS integration for next-generation mobile data networks. *Wireless Communications, IEEE*, 9(5):112 – 124, 2002. (Cited on page 10.)
- [41] Eugene F. Brigham Scott Besley. *Fundamentos de Administracion Financiera*. (Cited on page 99.)
- [42] T. Sisalima and C. Fernando. Implementación de un sms gateway e integración con el desarrollo de una aplicación para el envío, recepción y contabilización de mensajes. 2011. (Cited on pages xv, 21, and 22.)

- [43] A. S. Tanenbaum. *Redes de Computadoras*. Pearson Education, 2003. ISBN 9789702601623. (Cited on pages 19 and 58.)
- [44] Edward W. Tennant. *Global Positioning System (GPS) in the Field: A Practical Guide to the Theory and Application of GPS technologies*. (Cited on page 5.)
- [45] J. Tisal. The GSM network the GPRS evolution: One step towards UMTS. *Recherche*, 67:02, 2001. (Cited on pages 8, 9, and 10.)
- [46] WAMP. Wampserver. URL <http://www.wampserver.com/en/>. (Cited on pages 60 and 61.)
- [47] Juan Andres Sanchez Wevar. Analisis y Estudio de redes GPRS. *Trabajo para la titulacion de IngenieroEelectronico*. (Cited on pages xv, 10, and 11.)
- [48] Whitepaper. SMPP Gateway. *iquall*, 2003. URL [www.iquall.net/mensajeria\\_smppgateway.html](http://www.iquall.net/mensajeria_smppgateway.html). (Cited on page 65.)
- [49] How GPS works. GPS Triangulation. URL <http://i34.tinypic.com/2wq7p5g.gif>. (Cited on pages xv and 6.)
- [50] Z. Zhai and S. Cai. GPRS/GPS/GIS Based Vehicle Navigation and Monitoring System [J]. *Bulletin of Surveying and Mapping*, 2, 2004. (Cited on page 11.)

Parte VII

ANEXOS





## ANÁLISIS ECONÓMICO

---

### A.1 INTRODUCCIÓN

El siguiente anexo tiene como objetivo describir el análisis económico de nuestro proyecto, para verificar si este al momento de la implementación es viable y rentable, para lo cual los parámetros de margen de utilidad y precio de venta en el mercado nos ayudaran a realizar este estudio. Además este análisis nos permitirá definir qué herramientas o tecnologías se deberán reemplazar para optimizar nuestro proyecto, no solo en la parte técnica sino también económica. El estudio económico se enfocara en los servidores y su alojamiento, el costo de facturación GPRS y SMS, y finalmente ventajas competitivas que tiene nuestro proyecto con otros ya existentes en el mercado.

### A.2 SERVICIO DE ALOJAMIENTO

Después de crear la plataforma web, el proceso siguiente es publicarlo en Internet, y esto se puede realizar mediante los servicios de alojamiento web. En el alojamiento web por lo general se consideran los siguientes aspectos[22]:

- El tipo de acceso al servidor o también privilegios de usuario.
- La cantidad de memoria, procesador y disco duro, que varían en función al tamaño de la página, capacidad de la base de datos y la posibilidad de instalar otros programas o servicios en el servidor.
- Otros parámetros como direcciones IP públicas, dominio de Internet y cuentas de correo electrónico incluidas en el servicio de alojamiento.

El servicio de alojamiento web se lo puede realizar de tres maneras:

1. Alojamiento utilizando un servidor dedicado.
2. Servidor Virtual.
3. Servidor Local.

#### A.2.1 *Servidor Dedicado*

Es un ordenador especializado que no puede realizar las aplicaciones como cliente sino que se optimiza para responder a peticiones[3]. Proveedores de alojamiento global son los que habitualmente ofrecen este servicio. Un servidor dedicado está orientado empresas que deseen tener un servidor disponible solo ellos en la nube de Internet. En la tabla 3<sup>1</sup> se menciona un plan de la empresa LunarPages para este servicio<sup>2</sup> cotizado en \$186 por mes.

---

<sup>1</sup> Escrito Remoto es una herramienta que permite la administración del servidor de forma gráfica con el uso de un panel.

<sup>2</sup> <http://www.lunarpages.com/>

Procesador	Intel Core i3-2100
Sistema Operativo	Windows Server 2008 R2
Memoria RAM	4 GB
Almacenamiento	2 x 500 GB
Almacenamiento de <i>Backup</i>	2 GB
Ancho de Banda/mes	10 TB
Dirección de Dominio	1
Dirección IP Publica	5
Escrito Remoto	
Soporte Técnico	

Cuadro 3: Proforma para un servidor dedicado de la empresa LunarPages.

### A.2.2 Servidor Virtual

También conocidos como servidores VPS (Virtual Private Server), a diferencia de los anteriores estos son de recursos compartidos. Un servidor es dividido en varias máquinas a través del proceso de virtualización. Estos servidores se asemejan mucho a los servidores dedicados pero están orientados a personas o empresas que necesitan alojar su plataforma web y aplicaciones a un costo menor, y que no necesitan de forma indispensable de todos los recursos de un servidor dedicado, una proforma para un servidor VPS se detalla en el cuadro 4 valorado en \$75.95 al mes.

Sistema Operativo	Windows Server 2008 R2 Standard
Memoria RAM	1 GB
Almacenamiento	50 GB
Ancho de Banda	1000 GB
Dirección IP Publica	1
Dominio de Internet Gratis	
Escritorio Remoto	
Soporte Técnico	

Cuadro 4: Proforma para un servidor VPS de la empresa LunarPages.

### A.2.3 Servidor Local

Un servidor local es un servidor configurado, administrado e instalado en la misma organización, por lo que se puede acceder a todos los componentes de hardware y software. A diferencia de los servidores anteriores el mantenimiento de los recursos corren por parte de la organización lo que pueden conllevar algunas problemas. En el cuadro 5 <sup>345</sup>se enlista los recursos mínimos que debería tener este tipo de servidor.

<sup>3</sup> Servicio Corporativo del Grupo TV Cable <http://www.grupotvcable.com.ec/cablenet>

<sup>4</sup> Registradora de Dominios de Internet <http://www.godaddy.com/>

<sup>5</sup> Tarifa de \$0.12 por KW/h que contabiliza la Empresa Eléctrica para un equipo que consume alrededor de 175W

Dispositivo	Descripción	Precio
Servidor HP ML115	Servidor de Aplicaciones Web	\$900
Servidor HP ML115	Servidor Backup	\$900
Router	Mikrotik 433 AH	\$195
Baterías BOSH	Respaldo Energético	\$810
Inversor CDP	Respaldo Energético	\$320
2 IP Publicas	Corporativo 1:4, 2Mbps	\$218/mes
Dominio de Internet	Registradora godaddy	\$11.99/año
Consumo Energético(#Equipos x 0,175x0,12x24x31)		\$46.87/mes

Cuadro 5: Requerimientos para la implementación de un servidor local.

Analizando los tres tipos de servicios de alojamiento, el que más se ajusta a nuestros requerimientos es el servidor VPS, debido a que los costos son menores comparados con el servidor local, por ejemplo solamente el valor de las IP publicas duplica el costo de servicio VPS, y lo más importante es que nosotros no nos debemos preocupar por los percances ocasionados por fallas del sistema eléctrico que posiblemente dañarían los equipos físicos, tales como los servidores. Cabe mencionar que las empresas que brindan este servicio por lo general realizan respaldos de la información de la bases de datos cada 72 horas, por lo cual ante una falla el sistema no colapsaría.

Además los equipos no generan un alto tráfico en la red, dado a que la información que se envía entre los dispositivos y el servidor, se maneja en el orden bytes, por esta razón el uso de un servidor dedicado sería desperdiciar recursos y dinero.

### A.3 FACTURACIÓN DEL SERVICIO GPRS

Para realizar el análisis del costo de facturación del servicio GPRS se deben considerar dos aspectos: el primero el costo básico del servicio y costo adicional por megabyte transmitido.

El precio del servicio GPRS mensual es de cinco dólares y adicionalmente la empresa CLARO debita al usuario ochenta centavos de dólar por cada megabyte transmitido, considerando que la trama de cada paquete que envía los dispositivos hacia los servidores es de alrededor de 180 bytes y que el envío de cada paquete se realiza cada 30 segundos el consumo mensual sería de 22.98MB, por lo que el costo total es de \$23.40. Cabe recalcar que la transmisión entre cada paquete es configurable y dado que se necesita obtener la mayor cantidad de información posible para las consultas de reportes e historiales se escogió un retardo de 30 segundos.

### A.4 MENSAJES SMS

Como se explico anteriormente los mensajes de texto permitirán a los usuarios estar informados de todos los eventos que suceden en el equipo. Para lo cual hemos considerado que nuestro sistema enviara en promedio a cada uno de lo usuarios un total de 100 mensajes SMS por mes.

Para cubrir esta necesidad utilizaremos los paquetes de mensajes de texto que ofrecen las empresas CLARO y MOVISTAR, esto lo podemos apreciar en el cuadro 6.

Paquete de Mensajes	Costo + IVA
30	\$1
50	\$1.5
70	\$2
150	\$3.5
250	\$5.5
320	\$6.5
400	\$7.69

Cuadro 6: Costo de los paquetes de mensaje de texto de MOVISTAR.

Otra alternativa que se puede utilizar para el envío de mensajes es la tecnología SMS Gateway, que permite el envío de mensajes a través de llamadas HTTP o conexiones clientes Java y PHP.

#### A.5 ANÁLISIS ECONÓMICO DEL SISTEMA

Para realizar el análisis económico de nuestro sistema, desglosaremos todos los costos que involucran la implementación de nuestro proyecto, principalmente los servicios GPRS, SMS y VPS, como se indica en el cuadro 7.

Descripción	Costo
Servicio GPRS	\$26.21/dispositivo
Servidor VPS	\$75.95/mensual
Servicio SMS	\$2.61/dispositivo

Cuadro 7: Costos para la implementación del sistema.

Desarrollaremos un análisis de sistemas de costo-beneficio, en el cual consideraremos la implementación de nuestro sistema en 40 vehículos, donde todos los costos relacionados a los servicios SMS, GPRS y SMS deben correr por cuenta tanto del cliente como la empresa, considerando que las políticas de negocios señalan que el cliente no puede asumir todos los gastos. En el cuadro 8 se aprecia el análisis de costos distribuidos para el cliente y empresa.

CONCEPTO	VALORES	CLIENTE			EMPRESA		
		20%	30%	40%	80%	70%	60%
Protocolo GPRS	\$12,580.80	\$2,516.16	\$3,774.24	\$5,032.32	\$10,064.64	\$8,806.56	\$7,548.48
Servidor VPS	\$911.40	\$182.28	\$273.42	\$364.56	\$729.12	\$637.98	\$546.84
SMS	\$1,252.80	\$250.56	\$375.84	\$501.12	\$1,002.24	\$876.96	\$751.68
<b>TOTALES</b>	<b>14745</b>	<b>2949</b>	<b>4423.5</b>	<b>5898</b>	<b>11796</b>	<b>10321.5</b>	<b>8847</b>

Cuadro 8: Análisis de la distribución de los gastos de los servicios para el cliente y empresa.

En nuestro caso se ha distribuido el 20 % de los gastos al cliente y el 80 % a la empresa, debido a que un cliente no confiaría de un sistema en el cual la mayoría de los gastos corren por parte de él y donde la empresa no tomaría gran responsabilidad de su producto.

Un parámetro muy importante en el análisis de estos tipos de sistemas es el margen de utilidad, el cual nos indica el porcentaje establecido por sobre el costo, lo cual se determina como la ganancia se ha de obtener durante un determinado periodo de tiempo y un número de unidades que se espera vender[41]. En el cuadro 9 se menciona el margen de utilidad desde el 10% hasta del 40%, cabe recalcar que este parámetro se calcula sobre el costo como se señaló previamente.

MARGEN/UTILIDAD							
10%	\$1,474.50	\$294.90	\$442.35	\$589.80	\$1,179.60	\$1,032.15	\$884.70
20%	\$2,949.00	\$589.80	\$884.70	\$1,179.60	\$2,359.20	\$2,064.30	\$1,769.40
25%	\$3,686.25	\$737.25	\$1,105.88	\$1,474.50	\$2,949.00	\$2,580.38	\$2,211.75
40%	\$5,898.00	\$1,179.60	\$1,769.40	\$2,359.20	\$4,718.40	\$4,128.60	\$3,538.80

Cuadro 9: Análisis del margen de utilidad.

El cálculo del precio de venta, nos ayuda a identificar un precio razonable para ofrecer nuestro servicio a los clientes (como se puede ver en el cuadro 10). Además con todos estos valores podemos estimar el costo de nuestro servicio y las ganancias mensuales, tomando como referencias los valores calculados anteriormente para un margen de utilidad del 40%. En el cuadro 11 se detallan los resultados del costo y ganancias para el número de vehículos tomados como ejemplo.

PRECIO DE VENTA							
10%	\$16,219.50	\$3,243.90	\$4,865.85	\$6,487.80	\$12,975.60	\$11,353.65	\$9,731.70
20%	\$17,694.00	\$3,538.80	\$5,308.20	\$7,077.60	\$14,155.20	\$12,385.80	\$10,616.40
25%	\$18,431.25	\$3,686.25	\$5,529.38	\$7,372.50	\$14,745.00	\$12,901.88	\$11,058.75
40%	\$20,643.00	\$4,128.60	\$6,192.90	\$8,257.20	\$16,514.40	\$14,450.10	\$12,385.80

Cuadro 10: Cálculo del precio de venta.

Servicio de nuestra plataforma para utilidad 40%		Ganancias del sistema	
Precio para 40 dispositivos	\$20,643.00	Ganancia anual	\$5,898.00
Precio por unidad	\$516.08	Ganancia mensual	\$491.50

Cuadro 11: Costo del servicio y ganancias.

En las gráficas 106 y 107 indicamos el costo del servicio y ganancias para diferentes números de clientes, como se puede observar al aumentar el número de clientes el precio de nuestro servicio disminuye mientras que las ganancias aumentan.

#### A.6 CONTRASTE CON OTRAS EMPRESAS

Existen otras empresas que brindan el mismo servicio de rastreo en el mercado pero estas difieren tanto en costos como en características de la plataforma, por ejemplo en una empresa nos indicaron que ellos se manejan por medio de dos planes, un plan básico el cual consiste del rastreo de la posición geográfica y consultas a través de mensajes de texto de forma limitada a un precio \$749 anuales, mientras que el servicio Premium que ellos ofertan permite además del rastreo conocer la ruta del vehículo y también acciones ilimitadas por medio de mensajes de texto a un costo anual de \$1075.

Como se puede apreciar nuestro servicio brinda mejores prestaciones al cliente a un menor costo y es necesario indicar que la actualización de la localización del vehículo en nuestro sistema es de 30 segundos, mientras que otros sistemas se manejan en el orden de minutos y en el peor de los casos horas.

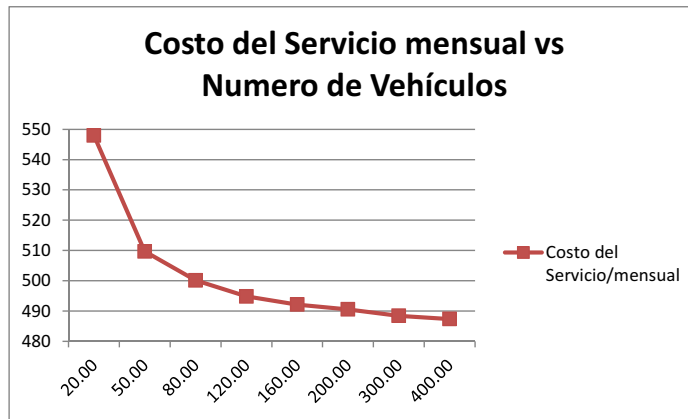


Figura 106: Costo del servicio mensual vs numero de vehículos.

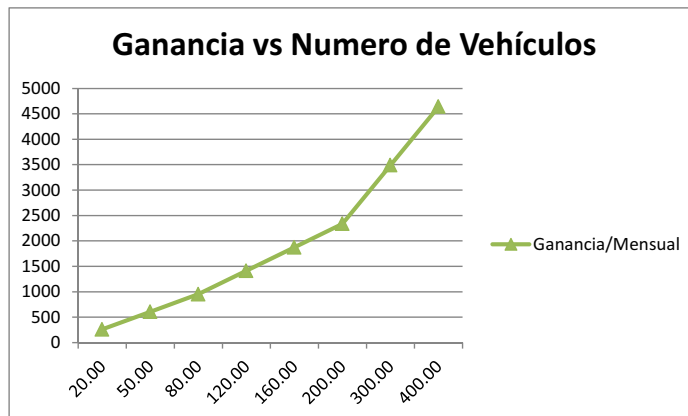


Figura 107: Ganancia vs numero de vehículos.

Otro aspecto que es importante señalar es que las interfaces web de algunos sistemas utilizan GIS desactualizados y poco agradables al ojo del cliente, que muchas de las veces no son intuitivas, y que además restringen la cantidad de consultas a la página web.

## MANUAL DE INSTALACION

---

### B.1 INSTALACIÓN DEL EQUIPO

A continuación se explicara los procedimientos realizados para la instalación del equipo en un vehículo Hyundai Getz 2007. Cabe recalcar que estos procedimientos no se aplican a otros modelos y marcas. En la figura 108 se muestra el vehículo instalado.



Figura 108: Vehículo utilizado para la instalación del equipo.

Se recomienda utilizar los manuales de cada vehículo para poder determinar las señales eléctricas necesarias para la instalación del equipo. En la figura 109 se indica los componentes que forman el equipo.



Figura 109: Equipo a instalarse.

### B.1.1 Ubicación del Equipo

Para determinar el lugar donde será colocado el equipo se debe considerar que no sea accesible fácilmente evitando así una manipulación por parte de terceros. Se lo instalo en el panel inferior de la dirección, sobre el porta fusibles, debido a que este lugar nos permite un fácil acceso en la realización de pruebas de este proyecto. En la figura 110 podemos observar el lugar en donde se lo coloco.



Figura 110: Lugar escogido para la instalación del equipo.

### B.1.2 Colocación de las Antenas

Las antenas pueden ser instaladas junto al equipo o en otro lugar de ser necesario, se debe verificar que no existan objetos metálicos o emisores de radiofrecuencia cercanos que puedan interferir en su funcionamiento. Se las coloco en la parte superior del equipo ya que no existen obstrucciones físicas que podrían impedir una correcta emisión y recepción de datos.

### B.1.3 Alimentación del Equipo

Para que el equipo funcione es necesario localizar una fuente de 12v. Para esto buscamos en el porta fusibles los cables de ingreso de la batería y de allí obtenemos nuestra alimentación, conectándolos a los pines 18 y 20 del equipo.

### B.1.4 Bloqueo del vehículo

Para bloquear el vehículo se interrumpe el funcionamiento de la bomba de combustible. Para esto se utiliza un relé que se activara con la señal del equipo y cortara la alimentación de la bomba de combustible. En la figura 111 se presenta el circuito del bloqueo.

Para determinar el cable que debemos interrumpir se consultó en el manual de taller del Hyundai Getz [20] la localización de este y se encontró que la bomba de combustible se encuentra en la parte trasera del vehículo, pero su cable de alimentación puede ser localizado bajo el portafusibles en un socket que se muestra en la figura 112.



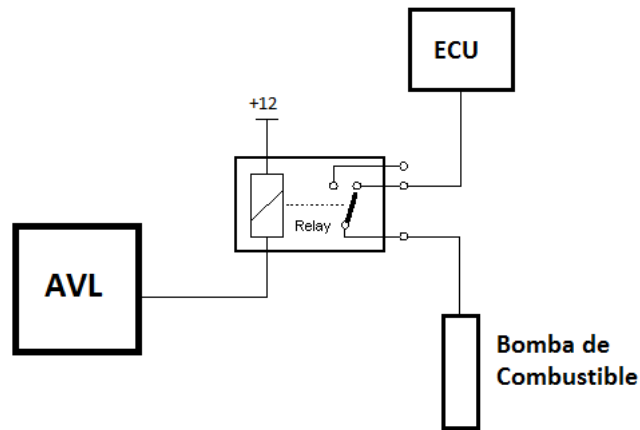


Figura 111: Esquema de bloqueo de la Bomba de Combustible.

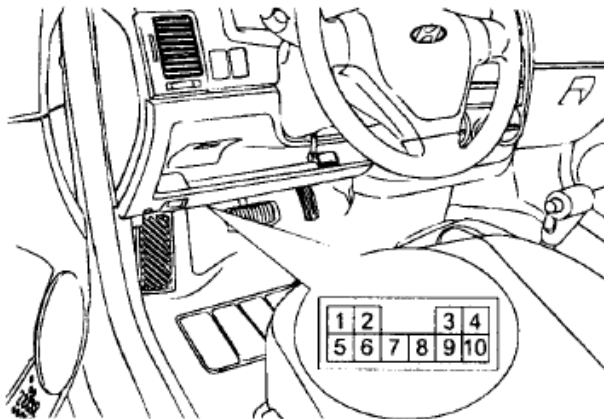


Figura 112: Localización del cable de la Bomba de Combustible.

El cable a ser interrumpido es el número 9 del socket, por lo que se lo debe cortar y conectar con el relé, el cual es controlado por el pin 5 del equipo[20].

#### B.1.5 Nivel de Combustible

El nivel de combustible se lo obtiene a partir de una señal analógica a la salida de la bomba, para localizarla se identificó el cable en el socket de la figura 112 verificando que el color de este corresponda con el que sale de la bomba de combustible[20]. Este cable va empalmado con la entrada analógica 4 del equipo.

#### B.1.6 Control de seguros

Para poder manipular los seguros del vehículo es necesario tener un sistema de seguros centralizado en el vehículo. Se utilizó un solenoide<sup>1</sup> en la puerta del chofer que ya estaba instalada, para controlarla desde el AVL, consiguiendo así la manipulación remota de estos. Para esta

<sup>1</sup> Solenoide, es un pequeño motor eléctrico que realiza un movimiento lineal, es usado para para abrir o cerrar los seguros de un vehículo.

función se utiliza la salida 5 del equipo, la cual comanda el solenoide. En la figura 113 se aprecia un esquema del control del solenoide.

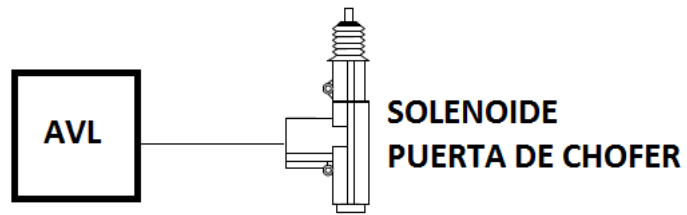


Figura 113: Control del Solenoide.