



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN,
TELECOMUNICACIONES E INDUSTRIAL**

Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones

TEMA:

“SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RUTAS Y POSICIONAMIENTO DE VEHÍCULOS OFICIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”.

Proyecto de Trabajo de Graduación. Modalidad: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.
Trabajo Estructurado de Manera Independiente, presentado previo la obtención del título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

LINEA DE LA INVESTIGACIÓN: Tecnologías de la Información y de la Comunicación

AUTOR: Félix Darío Guerrero Machado

PROFESOR REVISOR: Ing. Mg. Santiago Manzano

Ambato - Ecuador

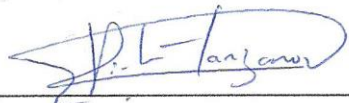
Mayo - 2019

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el Tema: “SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RUTAS Y POSICIONAMIENTO DE VEHÍCULOS OFICIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”, del señor Guerrero Machado Félix Darío, estudiante de la Carrera de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los trámites y consiguiente aprobación de conformidad con el Art. 16 del Capítulo II, del Reglamento de Graduación para Obtener el Título Terminal de Tercer Nivel de la Universidad Técnica de Ambato

Ambato, Mayo del 2019

EL TUTOR



Ing. Mg. Santiago Manzano

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: “SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RUTAS Y POSICIONAMIENTO DE VEHÍCULOS OFICIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO”. Es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Mayo del 2019



Félix Darío Guerrero Machado

CC: 180462806-1

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, Mayo del 2019



Félix Darío Guerrero Machado

CC: 180462806-1

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes PhD. Fabián Salazar, e Ing. Carlos Serra, Mg., revisó y aprobó el Informe Final del proyecto de investigación titulado "SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RUTAS Y POSICIONAMIENTO DE VEHÍCULOS OFICIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO", presentado por el señor Félix Darío Guerrero Machado, de acuerdo al Art. 17 del Reglamento de Graduación para obtener el título de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Pilar Urrutia, Mg.
PRESIDENTA DEL TRIBUNAL



PhD. Fabián Salazar.
DOCENTE CALIFICADOR



Ing. Carlos Serra, Mg.
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, que siempre estuvieron apoyándome día a día incondicionalmente, con su amor, con sus enseñanzas, con toda la fuerza que me sirvió para seguir con este sueño.

Félix Darío Guerrero Machado

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por ayudarme a cumplir esta meta, con la fuerza espiritual necesaria que necesita un ser humano para superar y alcanzar sus sueños.

A mi familia por el apoyo, que en su momento me brindaron de alguna u otra manera.

Al Ingeniero Santiago Manzano, el cual me apoyo con sus su tutoría y conocimientos en la realización de este proyecto.

Félix Darío Guerrero Machado

ÍNDICE GENERAL

Portada.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS.....	xvii
INTRODUCCIÓN	xviii
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA	1
1.1 Tema de Investigación	1
1.2 Planteamiento del problema.....	1
1.3 Delimitación.....	2
1.4 Justificación	3
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo General	4
1.5.2 Objetivos Específicos.....	4
2CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO.....	5

2.1	Estado del Arte.....	5
2.2	Fundamentación Teórica.....	7
2.2.1	Sistemas de posicionamiento	7
2.2.2	Sistemas de monitoreo	9
2.2.3	Sistemas integrados a otras tecnologías	10
2.2.4	Transductores sensores y acondicionamientos.....	11
2.2.5	Tipos de sensores y sus parámetros fundamentales.	11
2.2.6	Circuitos integrados para adquisición y procesamiento de datos.....	15
2.2.7	Dispositivos electrónicos de adquisición y procesamiento de datos.....	16
2.2.8	Sistema de comunicaciones.....	18
2.2.9	Software	22
2.2.10	Servidor de datos	23
2.2.11	Páginas web.....	27
2.3	Propuesta de Solución.....	28
CAPÍTULO III.....		29
METODOLOGÍA		29
3.1	Modalidad Básica de la investigación.....	29
3.2	Población y muestra.....	29
3.3	Recolección de información	30
3.4	Procesamiento y análisis de datos.....	30
3.5	Desarrollo del proyecto	30
CAPÍTULO IV.....		32
DESARROLLO DE LA PROPUESTA.....		32
4.1	Análisis del parque automotor de la Universidad Técnica de Ambato y de las rutas establecidas para el recorrido diario de los buses.....	33
4.1.1	Rutas establecidas	33
4.2	Requerimientos del sistema	37

4.3	Etapa de hardware.....	37
4.3.1	Análisis de los componentes electrónicos requeridos para el prototipo..	38
4.3.2	Parámetros de monitoreo de un vehículo	38
4.3.3	Selección de los parámetros necesarios para el monitoreo y georreferenciación de los vehículos de la Universidad Técnica de Ambato	39
4.3.4	Selección del dispositivo de Georeferenciación.....	40
4.3.5	Selección del sensor de temperatura	43
4.3.6	Dispositivos de adquisición de datos	44
4.3.7	Sistema de alimentación.....	46
4.4	Etapa de transmisión	47
4.4.1	Tecnología para la transmisión de datos	47
4.4.2	Selección del dispositivo de transmisión GPRS	49
4.4.3	Proveedor de la comunicación móvil GPRS	51
4.5	Etapa de Software	52
4.5.1	Planificación del diseño del software.....	52
4.5.2	Requerimientos para el diseño del software.....	54
4.5.3	Perspectiva lógica del software para el diseño del sistema de posicionamiento	54
4.5.4	Selección del software.....	55
4.5.5	Recepción de datos.....	55
4.5.6	Sockets Stream (TCP)	56
4.5.7	Selección de Servidor de aplicaciones	58
4.5.8	Selección del software de base de datos.....	59
4.5.9	Diseño de las rutas.....	60
4.5.10	Diseño de la página web.....	60
4.5.11	Establecimiento de los campos en las tablas en la base de datos.....	66

4.6	Construcción del sistema de monitoreo de vehículos.....	69
4.6.1	Dispositivo de adquisición de datos	69
4.7	Ensamblaje del prototipo de comunicación de datos.....	70
4.8	Pruebas de funcionamiento y resultados.....	71
4.8.1	Resultados	72
4.8.2	El análisis de la transmisión de datos:.....	75
4.8.3	Corrección de los errores detectados en las pruebas de funcionamiento.....	76
CAPÍTULO VI.....		78
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		78
BIBLIOGRAFÍA		80
ANEXOS		85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones	18
Figura 2.2 Estructura de células hexagonales de la telefonía móvil	21
Figura 4.1. Diseño del sistema de localización	37
Figura 4.2. Esquema de operación del hardware	38
Figura 4.3. Diagrama de bloques del funcionamiento del hardware.....	39
Figura 4.4. Diagrama de bloques del sensor GPS NEO-6M.....	42
Figura 4.5. Módulo plug & play del sensor GPS NEO 6M	42
Figura 4.6. Especificaciones de conexión del sensor GPS	42
Figura 4.7. Diagrama de bloque del sensor DHT 11.....	44
Figura 4.8. Diagrama de distribución de puertos del Arduino Mega.....	45
Figura 4.9. Arduino mega 2560	45
Figura 4.10. Gráfico de batería seca 7000 mA.....	46
Figura 4.11. Módulo GPRS SIM 900	50
Figura 4.12. Diseño del software	53
Figura 4.13. Diagrama de bloques del sistema de recepción y proceso de la aplicación	54
Figura 4.14 Descripción del envío de datos hacia la Web Socket.	57
Figura 4.15. Descripción básica del web shocked	58
Figura 4.16. Esquema del sistema de Información de Rutas y Posicionamiento de vehículos	60
Figura 4.17. Diseño de la página web	61
Figura 4.18. Inicio de sesión a la aplicación	61
Figura 4.19. Menú de navegación	62
Figura 4.20. Creación de un nuevo usuario.....	62
Figura 4.21. Menú de configuración	63
Figura 4.22. Agregar o modificar periodos	64
Figura 4.23. Agregar o modificar paradas	64
Figura 4.24. Agregar una nueva unidad	65
Figura 4.25. Agregar el registro del conductor	65
Figura 4.26. Ubicación del vehículo en tiempo real.	66
Figura 4.27. Estructura de la base de datos	68

Figura 4.28. Esquema de conexión de los dispositivos.....	69
Figura 4.29. Conexión GPS NEO 6M.....	70
Figura 4.30. Conexión SIM 900.....	70
Figura 4.31. Conexión sensor de temperatura.....	71
Figura 4.32. Pruebas de funcionamiento.....	71
Figura 4.33 Vehículo para realización de la pruebas	72
Figura 4.34 Ubicación del dispositivo de posicimiento vehicular.	73
Figura 4.35 Ruta para realizar las pruebas de funcionamiento.	73
Figura 4.36 Datos recibidos en el servidor de la plataforma web.	74
Figura 4.37 Ubicación en tiempo real del bus institucional.	74
Figura 4.38. Localización del vehículo	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Ventajas y desventajas de MySQL	25
Tabla 2.2. Ventajas y desventajas de PostgreSQL.....	27
Tabla 4.1 Vehiculos oficiales de la Universidad Técnica de Ambato.	33
Tabla 4.2. Tabla comparativa para la selección de un módulo GPS.....	41
Tabla 4.3. Tabla comparativa para la selección del sensor de temperatura y humedad	43
Tabla 4.4. Tabla comparativa para la selección del microcontrolador	44
Tabla 4.5. Comparativa de la fuente de alimentación externa del transmisor	46
Tabla 4.6. Tabla comparativa de las diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica.....	47
Tabla 4.7. Tabla comparativa para la selección del transmisor y receptor inalámbrico	49
Tabla 4.8. Tabla comparativa de los diferentes proveedores de telefonía móvil.....	51
Tabla 4.9. Descriptado de los datos en el receptor.....	55
Tabla 4.10. Tabla comparativa para la selección de una base de datos	59
Tabla 4.11. Número de datos enviados	75
Tabla 4.12. Consumo de energía de los dispositivos electrónicos del sistema	76
Tabla 4.13. Resumen de costos del sistema	77

RESUMEN

El presente proyecto de investigación titulado: “SISTEMA DE INFORMACIÓN DE RUTAS Y POSICIONAMIENTO DE VEHÍCULOS OFICIALES DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO” se desarrolló con la finalidad de diseñar un prototipo de un sistema que proporcione información de rutas y posicionamiento para los vehículos de la institución. Se analizaron los parámetros necesarios del parque automotor de la institución, con lo cual se determinó que se requiere un sensor GPS para el posicionamiento y de un módulo GPRS para la transmisión de datos por medio de la red celular, la información es transmitida hasta una base de datos donde se almacena y procesa. El sistema se desarrolló bajo una plataforma web de información y administración, en la cual el administrador es el encargado del registro de: vehículos, conductores, recorridos y horarios. Se realizó una investigación de campo con la que se recopiló información relevante ante los problemas que se pueden producir en el recorrido del vehículo y contrastar las necesidades del personal encargado del monitoreo de la flota vehicular, la implementación del prototipo se diseñó bajo los parámetros técnicos requeridos por el sistema, el cual se tendrá un mejor control y gestión de los recursos de la institución. Se concluyó que al encender el prototipo de posicionamiento, es necesario un tiempo de estabilización para detectar los satélites de posicionamiento Global, dicho tiempo hace que el sistema tenga una pérdida en el envío de los primeros datos, cabe recalcar que este inconveniente solo se presenta al encender el sistema lo cual nos da una disponibilidad de un 83% de efectividad en la transmisión de los parámetros de ubicación del vehículo. Se recomienda tomar en consideración la presente investigación para una futura implementación en el parque automotor que posee la institución.

Palabras Claves: Plataforma web, Monitoreo de vehículos, Prototipo de Geolocalización, Administración, Servidor.

ABSTRACT

This research project entitled: "INFORMATION SYSTEM OF ROUTES AND POSITIONING OF OFFICIAL VEHICLES OF THE TECHNICAL UNIVERSITY OF AMBATO" was developed with the purpose of designing a prototype of a system that provides route and positioning information for vehicles of the institution . The necessary parameters of the automotive park of the institution were analyzed, with which it was determined that a GPS sensor is required for positioning and a GPRS module for data transmission through the cellular network, the information is transmitted to a base of data where it is stored and processed. The system was developed under a web platform of information and administration, in which the administrator is responsible for the registration of: vehicles, drivers, routes and schedules. A field investigation was carried out with which relevant information was gathered before the problems that may occur in the vehicle's journey and to contrast the needs of the personnel in charge of monitoring the vehicle fleet, the implementation of the prototype was designed under the required technical parameters by the system, which will have a better control and management of the resources of the institution. It was concluded that when switching on the positioning prototype, a stabilization time is necessary to detect the Global positioning satellites, this time causes the system to have a loss in sending the first data, it should be emphasized that this problem only occurs when turn on the system which gives us an availability of 83% effectiveness in the transmission of vehicle location parameters. It is recommended to take into consideration the present investigation for a future implementation in the automotive park owned by the institution.

Keywords: Web platform, Vehicle monitoring, Geolocation prototype, Administration, Server.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

GSM: Global System for Mobile (Sistema global para las comunicaciones móviles)

GPRS: General Packet Radio Service (Servicio General de Paquetes Vía Radio)

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System (Sistema universal de telecomunicaciones móviles)

GPS: Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global)

DGPS: Diferencial Global Positioning System (Sistema de Posicionamiento Global diferencial)

AVR: Automatic Voltage Regulator (Regulador automático de voltaje)

PLC: Programmable Logic Controller (Controlador lógico programable)

DAQ: Data acquisition (Adquisición de datos)

JavaScript: Se define como orientado a objetos,³ basado en prototipos, imperativo, débilmente tipado y dinámico.

CSS: Cascading Style Sheets (Hojas de Estilo en Cascada) que es un lenguaje que describe la presentación de los documentos estructurados.

PHP: Hypertext Pre-Processor (Lenguaje de Programación Interpretado)

HTML: HyperText Markup Language (Lenguaje de Formato de Documentos para Hipertexto)

HTTP: HyperText Transfer Protocol (Protocolo de transferencia de hipertextos)

WWW: World Wide Web (red informática mundial)

Dirección IP: Una dirección IP es un número que identifica, de manera lógica y jerárquica, a una Interfaz en red.

SIM CARD: Una tarjeta SIM (o SIM card en inglés) es un pequeño chip desmontable que identifica un dispositivo móvil dentro de una red celular.

TCP: Protocolo de Control de Transmisión

UDP: Protocolo de Datagramas de Usuario

SSI: Server Side Include

RH: Humedad relative

URL: Uniform Resource Locator (Localizador Uniforme de Recursos)

WEB: El concepto se utiliza en el ámbito tecnológico para nombrar a una red informática y, en general, a Internet.

RUTA: Recorrido de un vehículo en cierto tiempo, cubriendo sitios establecidos.

INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto, se desarrolló un prototipo de un sistema de posicionamiento vehicular con tecnología GPS y envío de datos por medio de la red celular hacia una plataforma web para localizar los vehículos en tiempo real. Además la plataforma brinda la posibilidad de que haya un administrador el cual tenga total acceso a toda la información que se encuentra alojada en la misma.

El presente trabajo consta de cinco capítulos estructurados de la siguiente manera:

En el Capítulo I, se idéntica las problemáticas por las cuales se llevó a cabo la investigación, con su respectiva justificación, también se establecen los objetivos a realizar en cada una de las etapas siguientes.

En el Capítulo II, se investigó los antecedentes relacionados al proyecto, además de la búsqueda de información necesaria la cual aporte de una manera adecuada para el trabajo y la propuesta de solución al problema.

En el Capítulo III, se describe la metodología que se aplicó, que medios se utilizó para la recolección de información, y las actividades que se realizaron para cumplir con los objetivos.

En el Capítulo IV, se describe los pasos para el desarrollo y elaboración del sistema de información y posicionamiento vehicular.

En el Capítulo V, se presentan las conclusiones y recomendaciones finales obtenidas del proyecto

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Tema de Investigación

“Sistema de información de rutas y posicionamiento de vehículos oficiales de la Universidad Técnica de Ambato”.

1.2 Planteamiento del problema

En la actualidad el incremento de la población mundial ha generado una gran demanda de los diferentes sistemas de transporte que permiten la movilización diaria. Además genera la activación económica en una ciudad. El desarrollo económico de estas se encuentra reflejado por el tipo de transporte que posee para su población. La movilidad de los estudiantes de los centros educativos influye directamente en el transporte urbano ya que el 80% de los estudiantes de pre-grado hacen uso de este medio de transporte incluyendo el transporte especial que otorga el centro educativo [1].

La mayoría de los centros educativos universitarios contribuyen con la movilidad interna y externa de los estudiantes así como también con el personal que labora en la institución llegando a poner a su disposición flotas de buses y automóviles. Uno de los principales factores que afectan a la movilidad de los vehículos de uso oficial es la congestión vehicular que se genera en las horas pico por tal razón se establecen rutas de circulación y horarios para los recorridos en puntos estratégicos de aglomeración de estudiantes. La dificultad para conocer el buen uso que se dan a los automotores institucionales y el recorrido diario de los vehículos oficiales ha generado inconvenientes en el personal encargado del control vehicular.

En el Ecuador las instituciones educación superior se encuentran en la obligación de justificar los gastos ocasionados por consumo de combustibles y repuestos de su parque automotor por esta razón se ven en la necesidad de contratar los servicios de empresas privadas que realicen rastreo y monitoreo satelital para conocer información referente a ubicación y recorrido [2].

La Dirección administrativa de la Universidad Técnica de Ambato tiene la necesidad de contratar el servicio de rastreo satelital de la empresa Hunter que brinda una plataforma de monitoreo con un costo mensual aproximado de 1300 dólares, esta plataforma solamente emite la información para el director administrativo. La universidad cuenta actualmente con 45 vehículos oficiales, de los cuales 11 buses se encuentran asignados a cumplir rutas entre los diferentes campus universitarios, los horarios y recorridos están establecidos por el administrador, sin embargo, ésta información no es difundida de una manera adecuada hacia los estudiantes, los 35 vehículos se encuentran asignados a desempeñar actividades administrativas de la institución. Por lo que se ha visto en la necesidad de crear una plataforma de información del recorrido de las unidades que facilitara conocer el lugar exacto de la ubicación de las unidades de buses [3].

1.3 Delimitación

Área académica:	Comunicaciones
Línea de investigación:	Tecnologías de la Información y de la Comunicación.
Sublínea de investigación	Comunicaciones Inalámbricas

Delimitación Espacial:

En el presente proyecto de investigación se diseñara un prototipo utilizando la información y cumpliendo con los requerimientos del departamento administrativo encargado de supervisar el uso correcto de los vehículos oficiales de la Universidad Técnica de Ambato.

Delimitación Temporal:

La presente investigación se desarrollará en el periodo marzo - agosto 2018, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de grado para la obtención del título de tercer nivel de la Universidad Técnica de Ambato.

1.4 Justificación

El desconocimiento del uso que se da a los vehículos oficiales de una institución del sector público por parte de su personal ha ocasionado que se contraten a empresas privadas que ofertan el servicio de rastreo satelital. Cada año se realiza un presupuesto exclusivamente para monitoreo de toda la flota vehicular de una entidad pública para regular y controlar el uso adecuado de las unidades y justificar los gastos económicos que se producen durante su utilización [3].

El proyecto es factible de realizar dado que se cuenta con la apertura del departamento administrativo de la Universidad Técnica de Ambato para realizar las pruebas de funcionamiento e instalación de los dispositivos en las unidades, además se dispone del aporte con conocimientos de parte de los docentes de la facultad de ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial para colaborar con el asesoramiento adecuado en el manejo de los dispositivos y equipos. En cuanto a la parte económica el costo no es elevado debido a que se utilizarán dispositivos de hardware libre y el monto económico total será cubierto por el investigador.

Al disponer de un sistema de rastreo vehicular propio para las unidades que posee la Universidad Técnica de Ambato, los beneficiarios directos será el personal encargado del monitoreo de los vehículos del departamento administrativo, e indirectamente los estudiantes ya no tendrán la dificultad para conocer las rutas diarias del recorrido de los buses para tal razón se pretende desarrollar un sistema que permita conocer en tiempo real la ubicación de la unidad dentro de su recorrido habitual, el tiempo de arribo y las paradas, lo que facilitara la movilidad de los estudiantes que se requieren trasladarse entre los diferentes campus universitarios.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Desarrollar un sistema de información de rutas y posicionamiento de vehículos oficiales de la Universidad Técnica de Ambato

1.5.2 Objetivos Específicos

- Analizar parámetros relacionados con el recorrido e información de los vehículos oficiales de la Universidad Técnica de Ambato.
- Establecer el tipo de tecnología de georeferenciación para la localización de los vehículos.
- Diseñar un prototipo de un sistema de información de rutas y posicionamiento para los vehículos oficiales de la Universidad Técnica de Ambato.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Estado del Arte

Luego de examinar la biblioteca de la facultad de Ingeniería en Sistemas Electrónica e Industrial y posterior a ello revisar las bases de datos de los diferentes centros de educación superior, se obtuvo información relacionada con el tema de investigación se encontraron los siguientes documentos:

En la Tesis de grado desarrollada por Kommineni Rakesh denominado “Vehicle Tracking and Accident Alert System” en el año 2014 en la ciudad de Rourkela, India. Se hizo uso de la tecnología GPS Y GSM, para tomar continuamente los datos de entrada del satélite y almacena los parámetros de latitud y longitud en el microcontrolador AT89s52. Si se desea rastrear el vehículo se debe enviar un mensaje al dispositivo GSM, mediante el cual se activará además al detectar un accidente el sensor de impacto conectado al vehículo. Una vez que el GSM se activa, toma los últimos valores recibidos de posiciones de latitud y longitud y envía un mensaje al número particular o computadora portátil que está predefinida en el programa [4].

En el artículo científico desarrollado por Pradip Mistary y R.H. Chile con el tema: “Real time Vehicle tracking system based on ARM7 GPS and GSM technology” publicado en el año 2015 por la Conferencia anual IEE en Nueva Delhi, presenta un sistema de rastreo basado en GPS tiene aplicaciones de seguimiento de vehículos, seguimiento de niños, seguimiento de cualquier equipo, gestión de flotas entre otros. Se propuso implementar un sistema de seguimiento eficiente para controlar el movimiento de cualquier vehículo equipado y en cualquier ubicación en cualquier momento. Con la ayuda del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), se integran el módem y el microcontrolador del Sistema Global de Comunicación Móvil (GSM) con

el objetivo de permitir a los usuarios ubicar sus vehículos con facilidad y de manera conveniente. Este sistema proporciona al usuario la posibilidad de rastrear su vehículo de forma remota a través de la red móvil. Este documento presenta el desarrollo del prototipo de hardware de sistemas de seguimiento de vehículos y la aplicación GUI para mostrar la posición real del vehículo [5].

El artículo científico desarrollado por: Salman Almishari, Nor Ababtein y Prajna Dash con el tema “An energy efficient real-time vehicle tracking system”, publicado en el año 2017 en la Conferencia IEEE Pacific RIM en Victoria BS Canadá, su desarrollo estuvo relacionado con el Internet de las Cosas (IoT), ya que es una tecnología en crecimiento que combina una serie de dispositivos o sensores ubicados en diferentes lugares para recabar información beneficiosa, en el cual se incluye tres módulos: la unidad de seguimiento, la conexión a la nube y la aplicación de Android. La primera se utiliza para recabar información de temperatura, velocidad y ubicación del vehículo, la siguiente se encarga de realizar la comunicación entre los dispositivos y la nube mediante la red GSM posterior a ello se desarrolló la aplicación que permite administrar y configurar ciertos eventos. El funcionamiento depende estrictamente de baterías por lo cual se ha encontrado la necesidad de realizar investigaciones que permitan incrementar su tiempo de funcionamiento y reducir el consumo de energía [6].

En el artículo científico desarrollado por: Balbin, Jessie R.; Garcia, Ramon G y demás autores con el tema: “Vehicle door latch with tracking and alert system using global positioning system technology and IoT based hardware control for visibility and security of assets” publicado en el año 2017 por la Conferencia IEEE internacional sobre humanoides, nanotecnología y tecnologías de la información en Manila, este trabajo vincula el internet de las cosas, que permite obtener datos más fácil de dispositivos basados en la ubicación que maximizan la capacidad de alcance. Para este trabajo se propuso un pestillo de puerta de vehículo con sistema de seguimiento y alerta. La cerradura con dispositivo de rastreo integra módulo de GPS, el microcontrolador activa la cerradura neumática y una batería para el suministro de energía, además se usa para controlar el GPS y el bloqueo. El sistema de seguimiento usa el módulo GPS para obtener coordenadas geográficas, posteriormente el sistema

de alerta se activa cuando la cerradura esté cerrada pero la puerta no esté en su posición [7].

En la tesis de grado desarrollado por Audrey Dalila Hidalgo Astudillo, con el tema denominado: “Sistema de monitoreo y ubicación de buses basado en la tecnología GPS en la Cooperativa de Transporte Urbano 7 de Octubre en la ciudad de Quevedo.”. En el trabajo se hizo uso de un equipo GPS, el cual se ubica en el vehículo y se realiza la geolocalización de todas las unidades de buses de la cooperativa, con este sistema se pretendió dar cumplimiento a las rutas horarios y frecuencias llevando un registro de todo el itinerario en base a franjas horarias y servicio planteado para cada unidad. El almacenamiento de la información se lo realizo en una base de datos en MySQL, posterior a ello, se emite informes de multas, retrasos y eventos relacionados con el vehículo como velocidad y apertura de puertas. Estos datos se visualizaron en una página web para facilidad de interpretación de los resultados [8].

2.2 Fundamentación Teórica

2.2.1 Sistemas de posicionamiento

Los sistemas de posicionamiento tienen un sensor detector que barre la superficie en una serie de líneas paralelas recogiendo datos para registrar una imagen. Utilizan diferentes tipos de sensores que registran la radiación electromagnética reflejada o emitida por fuentes naturales que iluminan el objeto con su propia fuente de radiación y posteriormente registra el eco [9].

- **Sistema de posicionamiento Dead Reckoning u odometría**

El posicionamiento relativo de un objeto se basa en dead reckoning u odometría, esto es, prediciendo la nueva posición del objeto en movimiento realizando cálculos basados en las velocidades de las ruedas y su dirección. En la mayoría de los vehículos autónomos, la odometría utiliza decodificadores ópticos que extraen información de la rotación de las ruedas y el ángulo de giro. Los datos de los codificadores se utilizan

luego para calcular el desplazamiento partiendo de un punto de referencia. El posicionamiento Dead Reackoning presenta las siguientes características [10]:

- La odometría es simple de implementar.
- Lecturas en tiempo real.
- La desventaja es el error acumulativo en la precisión en cálculos sucesivos.
- Imprecisión en las lecturas de los sensores ópticos.

Este método generalmente se utiliza en conjunto con sistemas de posicionamiento global para complementar el error acumulado.

- **Sistema de posicionamiento GPS (Global Positioning System)**

El Sistema GPS (Global Positioning System) o Sistema de posicionamiento Global es un sistema de posicionamiento terrestre. La posición la calculan los receptores GPS mediante la información recibida desde satélites en órbita alrededor de la Tierra. Los Estados Unidos de América y gestión del Departamento de Defensa, dispone de 24 satélites en órbita alrededor de todo el globo terráqueo que proporciona un servicio de posicionamiento. Cada uno de estos 24 satélites, situados en una órbita geoestacionaria a unos 20.000 Km. De la Tierra y equipados con relojes atómicos transmiten ininterrumpidamente la hora exacta y su posición en el espacio [10]:

- **Sistema de Posicionamiento Global Diferencial (Diferential Global Positioning System o DGPS)**

Los sistemas DGPS utilizan técnicas de corrección diferencial para mejorar la calidad de los datos de ubicación receptados mediante sensores GPS. La corrección diferencial se puede aplicar en tiempo real directamente en el campo. Aunque ambos métodos se basan en los mismos principios subyacentes, cada acceso tiene diferentes fuentes de datos y diferentes niveles de precisión. La combinación de ambos métodos GPS Y DGPS proporciona flexibilidad durante la recopilación de datos y mejora la integridad de los datos [10].

- **Sistema de posicionamiento por Visión global utilizando video**

Estos sistemas son utilizados comúnmente en el campo académico por los estudiantes para simplificar tareas de percepción del ambiente. Por lo general es posible desarrollar proyectos robóticos interesantes utilizando sensores simples: un único sonar, por ejemplo, puede ser utilizado para evadir obstáculos, sensores de luz que detecta una meta simple para el robot. Sin embargo, la dificultad de las aplicaciones resultantes estará limitada sin visión global [10].

El problema con estos tipos de sensores es que generan una enorme cantidad de datos, además de requerir algoritmos para resolver problemas simples como reconocimiento de formas básicas, manejo de ruido y seguimiento de objetos en el tiempo. Los sistemas de visión global utilizando capturas de video comparten muchos de los problemas asociados a la visión local. Los objetos de interés deben ser identificados y rastreados, lo cual requiere lidiar con cambios en su apariencia debido a variantes bruscas en la iluminación y perspectiva, en la actualidad existen algunos sistemas desarrollados que mitigan este problema [10].

2.2.2 Sistemas de monitoreo

Un sistema de monitoreo es la combinación de varios elementos que se orientan a la vigilancia o seguimiento de procesos en forma automática. Los sistemas de control y monitoreo pueden ser implementados e instalados en cualquier ambiente e incluso agregar servicios adicionales como puede ser: telefonía o multimedia. Que permitan realizar gestión y notificación de eventos que se desarrollan en un determinado sector o proceso [11].

- **Sistema de monitoreo vehicular**

Actualmente en el mercado se puede encontrar diferentes tipos de sistemas de rastreo pero para el presente trabajo se relacionó con Position Logic. Es un software privado desarrollado para rastreo satelital de vehículos [12].

- **Ventajas de los sistemas de rastreo vehicular**

Confiabilidad

El sistema de rastreo vehicular resulta complicado en terrenos remotos y alejados para otras tecnologías. Aquellas tecnologías que se basan en la red GSM o Wifi tienen la limitación del área útil de funcionamiento. El sistema satelital no tiene restricciones de este tipo gracias a su alcance global y su mínimo margen de error, que suele rondar los pocos metros. Entre sus características y aplicaciones se puede mencionar [12]:

- Monitoreo de la flota en tiempo real y revisa el historial de ruta.
- Permite gestionar alertas personalizadas de actividad fuera de horas de oficina o de actividad fuera de rango
- Capacidad de geo-cercas ilimitada – La mejor en la industria

- **Sistemas de monitoreo de flotas**

Los sistemas de gestión de flotas han demostrado que proporcionan de manera muy rápida el retorno de la inversión, en combustible, mantenimiento y mejoras en el servicio al cliente. En los mercados dinámicos logísticos de hoy en día los sistemas de gestión y monitoreo de flotas son una herramienta muy relevante para los usuarios, distribuidores y consumidores, ya que permite monitorear, administrar y controlar los movimientos y actividades de traslado de la mercadería [13]:

2.2.3 Sistemas integrados a otras tecnologías

El sistema global de posicionamiento GPS permite vincular con diferentes tipos de aplicaciones que proporciona mayor utilidad en muchos ámbitos de la vida cotidiana. Los smartphones incorporan al sistema de localización global aplicaciones como: Google Maps, Waze e incluso permite gestionar la apertura de puertas de los vehículos vinculados con la aplicación de rastreo, también presenta características importantes como [12]:

- Capacidad de alerta y respuesta en tiempo real
- Realiza un seguimiento de velocidad, localización, kilometraje y mucho más
- Monitorea tiempos de reposo del motor, apertura de puerta – seguimiento de cualquier parte del vehículo con sensores

2.2.4 Transductores sensores y acondicionamientos

- **Un transductor**

Se denomina a todo dispositivo que convierte una señal física de forma física en una correspondiente pero de otra forma física distinta, en otras palabras se puede decir que es un dispositivo que convierte un tipo de energía en otro esto se puede interpretar como la señal de entrada es una energía o potencia, pero al medir una de las dos componentes de la señal puedes ser muy pequeña que puedes llegar a despreciarse [14]:

- **Sensor**

Es un dispositivo que a partir de la energía del medio donde se mide, da una señal de salida transducible que es en función de una variable medida, sensor y transductor se usan en forma de sinónimos algunas veces pero se podría tener un significado más extenso, la ampliación de los sentidos para adquirir un conocimiento de cantidades físicas que, por su naturaleza o dimensión no pueden ser percibidas directamente por los sentidos. Si se considera dos tipos de señales obtenidas a la salida del sensor, se puede tratar de señales analógicas y digitales [15]:

2.2.5 Tipos de sensores y sus parámetros fundamentales.

Los sensores pueden clasificarse en función de diferentes parámetros:

- **Según aporte de energía**

- Moduladores: precisan una fuente externa de alimentación.

- Generadores: toman únicamente la energía del medio donde miden.
- **Según la señal de salida**
 - Analógicos: la salida varía de forma continua. Normalmente la información está en la amplitud. Cuando la información está en la frecuencia se denominan “cuasi-digitales”.
 - Digitales: la salida varía en pasos discretos [14]:
- **Según el modo de funcionamiento**
 - Deflexión: la magnitud medida genera un efecto físico (deflexión).
 - Comparación: se intenta mantener nula la deflexión mediante la aplicación de un efecto opuesto al generado por la magnitud medida.
- **Según la relación entrada-salida**
 - Orden cero, 1er orden, 2º orden
- **Según el principio físico**
 - Resistivo, capacitivo, inductivo, termoeléctrico, piezoeléctrico.
- **Según la magnitud medida**
 - Temperatura, presión, aceleración, etc.
- **Parámetros fundamentales de los sensores**
 - **Rango:** valores máximos y mínimos para las variables de entrada y salida de un sensor.
 - **Exactitud:** la desviación de la lectura de un sistema de medida respecto a una entrada conocida. El mayor error esperado entre las señales medida e ideal.

- **Repetitividad:** la capacidad de reproducir una lectura con una precisión dada.
- **Reproducibilidad:** tiene el mismo sentido que la repetitividad excepto que se utiliza cuando se toman medidas distintas bajo condiciones diferentes.
- **Resolución:** la cantidad de medida más pequeña que se pueda detectar.
- **Error:** es la diferencia entre el valor medido y el valor real.
- **No linealidades:** la desviación de la medida de su valor real, supuesto que la respuesta del sensor es lineal. No-linealidades típicas: saturación, zona muerta e histéresis.
- **Sensibilidad:** es la razón de cambio de la salida frente a cambios en la entrada: $s = \partial V / \partial x$ [14].
- **Excitación:** es la cantidad de corriente o voltaje requerida para el funcionamiento del sensor [14].
- **Estabilidad:** es una medida de la posibilidad de un sensor de mostrar la misma salida en un rango en que la entrada permanece constante [14].
- **Tiempo de retardo:** t_d , es el tiempo que tarda la salida del sensor en alcanzar el 50% de su valor final [14].
- **Tiempo de subida:** t_r , es el tiempo que tarda la salida del sensor hasta alcanzar su valor final. \Rightarrow velocidad del sensor, es decir, lo rápido que responde ante una entrada [14].
- **Tiempo de pico:** t_p , es el tiempo que tarda la salida del sensor en alcanzar el pico máximo de su sobreoscilación [14].
- **Pico de sobreoscilación:** M_p , expresa cuanto se eleva la evolución temporal de la salida del sensor respecto de su valor final [14].
- **Tiempo de establecimiento:** t_s , el tiempo que tarda la salida del sensor en entrar en la banda del 5% alrededor del valor final y ya no vuelve a salir de ella [14].

- **Sensores de posicionamiento**

Los sensores de posición son elementos indispensables para la detección y ubicación de máquinas en aplicaciones industriales, actualmente se puede hacer uso de detectores inductivos, capacitivos y magnéticos ofrecen condiciones casi ideales: funcionamiento sin contacto y sin desgaste, además de altas frecuencias de

conmutación y precisión de conmutación. Son resistentes a vibraciones, polvo y humedad [16].

- **Sensores de posicionamiento laser**

Un sensor láser utiliza una “haz láser” para emitir luz en una línea recta. Su punto visible hace que su alineación y posicionamiento sean muy fácil. Dado que el haz de luz está enfocado, el sensor se puede instalar sin preocupaciones por la luz difusa. El sensor láser mide las distancias de la plataforma al terreno. Existen multitud de configuraciones del sensor, empezando por el modo de trabajo del láser empleado, que puede ser de pulso (envía pulsos a intervalos regulares de tiempo) o de onda continua (la potencia de emisión se puede expresar con una senoide). Otro parámetro que define el funcionamiento del sensor es la trayectoria que describe sobre el terreno la señal reflejada por la óptica de salida del sensor láser [17].

- **Sensor acelerómetros**

El acelerómetro es un sensor que proporciona una señal eléctrica que varía de forma proporcional a la aceleración medida. La proporcionalidad viene dada por la sensibilidad del acelerómetro. Es deseable que la sensibilidad sea independiente de la frecuencia, lo que se consigue solo dentro de un determinado rango de frecuencias que constituye el denominado rango frecuencia de funcionamiento [15].

- **Sensor GPS**

Es un dispositivo que capta la señal emitida por diferentes satélites alrededor del mundo, reciben datos que calculan la posición exacta y que no trabajan con ningún dato analógico de temperatura, presión, humedad. Son dispositivos extraordinariamente útiles para cualquier tarea de navegación, seguimiento de rutas, almacenamiento de puntos para posteriores estudios, pero en ningún caso se puede esperar deducir datos atmosféricos a partir de ellos [15].

2.2.6 Circuitos integrados para adquisición y procesamiento de datos

Los dispositivos de adquisición de datos son los encargados de recibir los valores de las señales captadas por los sensores para su posterior procesamiento y análisis. Los dispositivos se utilizan en circunstancias en las que los sensores han recogido grandes cantidades de datos del entorno no es necesario procesar los datos recopilados en tiempo real. Los dispositivos de adquisición de datos se usan normalmente en sistemas de control de procesos físicos, tales como una reacción química, automatización de plantas industriales por lo general eventos que ocurren muy rápido [18].

- **Microcontroladores**

Es un circuito electrónico integrado el que contiene internamente todos los componentes de que facilitan la programación del mismo. El dispositivo se utiliza para controlar el funcionamiento de una tarea determinada. Posee pines de entrada y salida de datos los cuales se utilizan para controlar dispositivos de potencia que permitan operar motores, controlar relays, actuadores, etc. Una vez que el Microcontrolador este programado mediante un software proporcionado por el fabricante o en algunos casos se puede programar por diferentes software este ejecutará todas las instrucciones asignadas.

A continuación se presentan algunos dispositivos basados en microcontroladores:

- Pics
- Avr
- Arduino
- Funduino

- **Microprocesadores**

Son circuitos electrónicos de gran nivel de integración (LSI), los cuales realizan funciones de un alto grado de complejidad, pueden ejecutarse muchas funciones de las microcomputadoras o de la aplicación que el dispositivo este destinado. Los microprocesadores implica una unión indisoluble entre el hardware y el software, dado

que no sería útil si no se trabaja en ambos sentidos, algunos de sus parámetros fundamentales son: la velocidad del proceso, el sistema operativo con el que se ejecutan las aplicaciones, el consumo energético del equipo y el costo del sistema [19].

2.2.7 Dispositivos electrónicos de adquisición y procesamiento de datos.

Los sistemas en tiempo real que implican la adquisición y el procesamiento de datos, las velocidades y periodos del proceso de adquisición y el tratamiento de las variables pueden no estar sincronizados, por cuanto se requiere de un manejo significativo, es decir la adquisición de datos puede ser más rápida que el procesamiento. Si solamente es necesario realizar cálculos sencillos el procesamiento debe ser más rápido que la adquisición de los datos [20].

- **PLC (Programable Logic Controllers)**

Los PLC'S, son dispositivos electrónicos programables mediante un software proporcionado por el fabricante, los programadores personalizan este equipo con funciones automáticas según sus las necesidades de proceso. Un PLC es un dispositivo electrónico que acciona a otros componentes del sistema automatizado para que ejecuten acciones que pudieran ser peligrosas o muy lentas al hacerlas manualmente.

Los PLC, se usan en todo tipo de aplicaciones industriales, su uso se ha popularizado en las aplicaciones domésticas y comerciales. Los PLC's resuelven los requerimientos de control de procesos y secuencias de la maquinaria dentro del sector industrial como pueden ser en: en ascensores, escaleras mecánicas, hornos, dosificadoras, sistemas de bombeo de acueductos y oleoductos, pero también en centros comerciales hasta en lavadoras y microondas, máquinas expendedoras de alimentos y bebidas, entre muchas otras más [21].

- **DAQ**

La adquisición de datos y el acondicionamiento de señales, cuando se mide un fenómeno físico del mundo real, es un requisito para procesar las señales eléctricas de los sensores y mejorar la calidad de los datos. Las soluciones con lectura y registro de datos desde la PC cada día son más requeridas por la industria y academia. Las tarjetas de adquisición de datos soportan los buses más requeridos por las PCs actuales como: USB, Ethernet, PCIe, PCI e inalámbricos. Todas las tarjetas cuentan con software de fácil uso, así como soporte para una amplia variedad de aplicaciones y lenguajes de programación [22].

- **Microcomputadoras**

Los dispositivos semiconductores con más prestaciones permite el desarrollo de nuevos equipos tecnológicos que permiten realizar nuevos procesos automáticos, los mismos que van de la mano con el uso de una computadora. Estos dispositivos son usados en diferentes aplicaciones de precisión, las ciencias médicas, astronomía, cibernética, agricultura entre otras [23].

Una microcomputadora es una pequeña computadora formada por diferentes partes y mecanismos que emplean programas para gestionar diferentes funciones y tareas. Una microcomputadora posee un procesador rápido y eficiente para registrar, manipular y almacenar datos, su reducido tamaño no limita su capacidad de procesamiento de la información, ni la multiplicidad de sus aplicaciones [23].

Algunos modelos de microcomputadoras:

- Raspberry pi
- Udo
- Cubieboard

2.2.8 Sistema de comunicaciones

El sistema de comunicaciones tiene como objetivo transmitir, recibir y procesar la información entre dos o mas lugares. La información se convierte en energía electromagnética antes de ser propagada a través del medio de comunicación. Se encuentra formado por un transmisor, un medio de transmisión y un receptor.

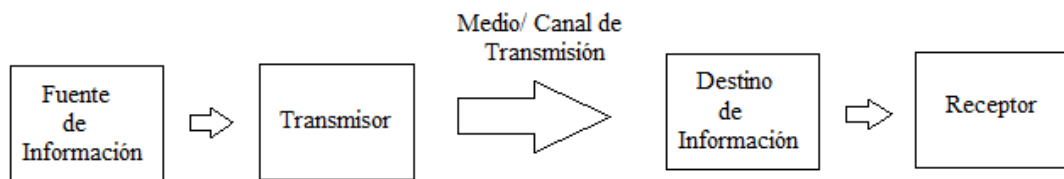


Figura 2.1 Diagrama de bloques de un sistema de comunicaciones

Fuente: Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Wayne Tomasi [24]

El sistema de comunicación realiza la transmisión y recepción de los datos a través del espectro radioeléctrico, la misma que se produce cuando la onda de radio actúa sobre un conductor eléctrico en este caso la antena, la cual permite el movimiento de la carga eléctrica, para lo cual es necesario modular la información de la fuente con una señal analógica de mayor frecuencia llamada portadora.

La señal portadora es la encargada de transportar la información a través del sistema, cambiando su amplitud, frecuencia o fase. Luego de que la onda portadora es modulada se propaga. El receptor es el que se encarga de captar la onda y reconvierte la señal portadora modulada en la información original.

Los dos tipos básicos de comunicaciones electrónicas son:

Sistema de comunicaciones analógico: es aquel en el cual se transmiten y reciben señales de variación continua en el tiempo.

Sistema de comunicación digital: es aquel que transmite y recibe señales que cambian en pasos o incrementos discretos [24].

- **Los elementos que integran un sistema de comunicación son:**
 - **Fuente de información:** Es el sujeto que envía el mensaje.
 - **Transmisor:** Es el dispositivo electrónico que prepara la información para que pueda ser enviada por el canal, tanto en calidad (adecuación a la naturaleza del canal) como en cantidad (amplificando la señal). La transmisión puede realizarse:
 - a) En banda base, o sea, en la banda de frecuencia propia de la señal, el ejemplo más claro es el habla.
 - b) Modulando, es decir, traspasando la información de su frecuencia propia a otra de rango distinto, esto permite adecuar la señal a la naturaleza del canal y además posibilita el multiplexar el canal, con lo cual varios usuarios podrán usarlo a la vez.
 - **Receptor:** Es la entidad a la cual el mensaje está destinado, puede ser una persona, grupo de personas, un dispositivo artificial, etc.
 - **Lenguaje o protocolos de transmisión:** Son el conjunto de códigos, símbolos y reglas que gobiernan la transmisión de la información.
 - **Mensaje:** Es la información que se va a transmitir, puede ser analógica o digital. Lo importante es que llegue el mensaje íntegro y con fidelidad.
 - **Canal o Medio.-** Es el elemento a través del cual se envía la información del emisor al receptor. Debe considerarse que el medio tiene obstáculos como:
 - **La interferencia:** Todos aquellos fenómenos externos al medio que provocan deterioro en la comunicación [24].
- **Transmisión de la información por medios no guiados**

Uno de los campos más evolucionados de los últimos tiempos en el mundo es la comunicación a distancia y transmisión de los datos en forma inalámbrica. Un sistema inalámbrico es aquel que permite la transmisión de cualquier tipo de información audio, video, datos desde cualquier lugar y en cualquier momento con posibilidad de transmitir en tiempo real de ser necesario, presentando las siguientes ventajas [25]:

- Movilidad la cual apoya la producción y efectividad con que se presenta el servicio.

- Aunque los costos iniciales son mayores que los que suponían un sistema cableado a lo largo del tiempo los gastos de operación pueden ser mucho menores.
- Permite una completa flexibilidad para la configuración del sistema.
- Brinda la facilidad de disponer o hacer uso de diferentes topologías de red para satisfacer las necesidades requeridas por el usuario del sistema.

- **Tecnología de transmisión inalámbrica**

Los sistemas de telefonía móvil, también llamada telefonía celular, se fundaban hasta hace poco en técnicas analógicas. Transmitían una señal que variaba de forma continua, como la de una emisora de radio, sea ésta de modulación de amplitud o de frecuencia. En los sistemas digitales modernos, en el transmisor, la señal de voz, que es analógica, se convierte de inmediato en un flujo de bits, o dígitos binarios. Lo más habitual es que se tomen 8000 muestras/segundo de la señal y que cada muestra se convierta en un número binario de ocho dígitos. La correspondiente ristra de 64.000 bits/s suele comprimirse; con ello se reduce el número de bits que es preciso enviar. En el receptor, el flujo de bits se reconvierte en la señal sonora original [25]:

- **Tecnología de comunicación ZIGBEE**

Son dispositivos configurables y se puede variar el tiempo de recepción y transmisión de datos. Para configurarlos es necesario utilizar un software específico vía conexión USB. De esta forma, según la necesidad, se puede optar por un seguimiento más preciso de la evolución de las magnitudes o un mayor ahorro energético de la batería, existen diferentes tipos que permiten enlazar desde 100m hasta más de 30 km entre dos puntos con líneas de vista. Además permite crear una red de dispositivos de dispositivos conectados a un maestro [25]:

- **Tecnología de comunicación celular**

La telefonía móvil toma en consideración los denominados: sistemas de amplia cobertura y los denominados: sistemas sin hilos o cordless de cobertura limitada, los dos hacen uso del espectro radioeléctrico para el enlace con las estaciones base

conectadas a las centrales telefónicas. El sistema de telefonía celular para su operación divide el territorio al que pretende dar servicio en células normalmente hexagonales de mayor o menor tamaño, cada una de estas son atendidas por una estación de radio que restringe las zonas de cobertura a la misma aprovechando el alcance limitado de la propagación de las ondas de radio a frecuencias elevadas [26]:

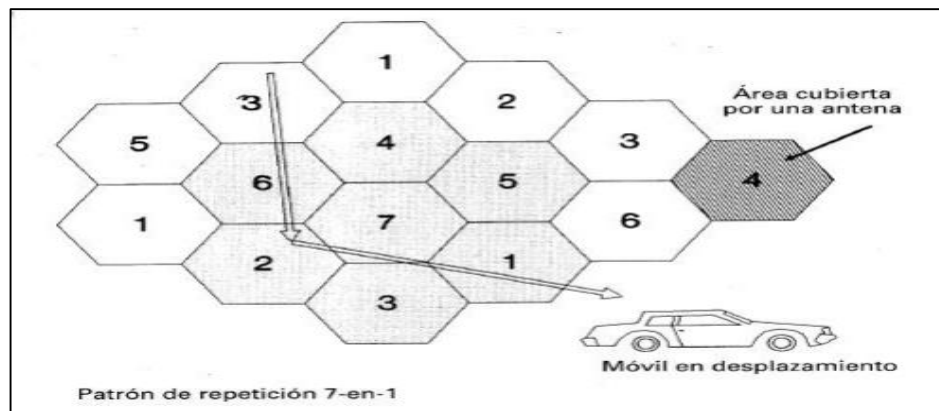


Figura 2.2 Estructura de células hexagonales de la telefonía móvil

Fuente: Transmisión y redes de datos [26].

- **Características fundamentales de una red de telefonía celular:**

- Gran capacidad de usuarios.
- Amplia cobertura.
- Utilización eficiente del espectro radioeléctrico.
- Gran variedad de servicios de comunicación móvil.

- **Evolución de la telefonía móvil**

- **Tecnología GSM**

GSM es un estándar de la telefonía celular móvil, es el punto de partida el primer estándar para la telefonía móvil digital de aplicación mundial opera en la banda de frecuencia de 750 MHz hasta 1800 MHz. La cobertura o rango de alcance de GSM depende básicamente de la orografía. En el espacio libre puede alcanzar hasta distancias de 35Km y más. Para distancias más grandes, el retardo de la señal impide

la comunicación entre la radio base y el móvil además depende en las ciudades de la atenuación que se puede ocasionar entre los edificios [27].

- **Tecnología GPRS**

Es el sistema General Packet Radio Service, permite tener una velocidad de máxima transferencia de 56 a 114 Kbps se conoce como la segunda generación y media en sistemas móviles. El sistema GPRS utiliza la misma red que GSM lo cual permite reducir costos de implantación.

Se ocupa una línea durante el tiempo que está abierta la conexión, al acabar la línea se libera para que la pueda utilizar otra llamada. El sistema GPRS permite el cobro por cantidad de datos transmitidos, en lugar de por tiempo de conexión [28].

- **Tecnología UMTS**

Se le llama la tercera generación en tecnología móvil, siendo la sucesora de GSM, así como GPRS era una evolución de GSM, la tecnología UMTS utiliza protocolos y lenguajes nuevos, permitiendo llegar hasta los 2 Mbps.

El ancho de banda permite aplicaciones que hasta ahora eran imposibles en un móvil como la video llamada. El despliegue de UMTS requiere un cambio importante en todas las infraestructuras de comunicación móvil es decir implica redes totalmente nuevas tanto como para acceso como para conmutación [28].

2.2.9 Software

Es un conjunto de programas con gran cantidad de instrucciones y datos que definen parámetros para que el hardware y los algoritmos necesarios faciliten la resolución de problemas. El conjunto de argumentos o instrucciones para la computadora, se almacenan en la memoria primaria de la computadora junto con los datos requeridos para ser ejecutado [29].

- **Tipos de Software**

- **Software del sistema:** Es un conjunto de programas que administran los recursos del dispositivo electrónico. Ejemplos: Unidad central de proceso, dispositivos de comunicaciones y dispositivos periféricos, el software del sistema administra y controla al acceso del hardware y la forma de comunicación entre los periféricos [29].
- **Software de aplicaciones:** Programas que son escritos para o por los usuarios para realizar una tarea específica en la computadora. Ejemplo: software para procesar un texto, para generar una hoja de cálculo, el software de aplicación debe estar sobre el software del sistema para poder operar.
- **Software de usuario final:** Es el que permiten el desarrollo de diferentes aplicaciones directamente por los usuarios finales, el software del usuario final con frecuencia tiene que trabajar a través del software de aplicación y finalmente a través del software del sistema [29].
- **Software libre:** Es el software que respeta la libertad de los usuarios y la comunidad. Lo que quiere decir que los usuarios tienen la capacidad de ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, modificar y mejorar el software disponible. El software libre proporciona la libertad de modificar a adaptación a los requerimientos de la aplicación sin necesidad de pagar por el mismo. Promueve estas libertades porque todos merecen tenerlas con las cuales los usuarios, tanto individualmente como en forma colectiva controlan el programa y lo que este hace. Un programa que no es libre controla a los usuarios, y el programador controla el programa, con lo cual el programa resulta ser un instrumento de poder injusto [30].

2.2.10 Servidor de datos

Es un equipo informático encargado de atender o suministrar información requerida por los usuarios, los cuales son otros dispositivos denominados Clientes, la

información que se encuentra en el servidor puede ser compartida y procesada en dicho equipo pueden ir desde archivos de texto, imágenes o videos, bases de datos etc [31].

El usuario utiliza una consola de programación para configurar y controlar los dispositivos electrónicos de acuerdo a su necesidad, muchas empresas desarrollan software que permiten configurar el hardware de manera fácil pero también se puede acceder a interfaces en software libre a bajos costos [32].

- **Base de datos**

Es básicamente un sistema computarizado para llevar registros que permite agregar, insertar, recuperar, modificar y eliminar archivos, se considera a una base de datos como un armario electrónico. En la actualidad se puede usar diferentes tipos de software pagado y libre que permiten desarrollar estas aplicaciones [33].

- **Gestores de base de datos de libre adquisición**

a) **MySQL.-** Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, fue creada por la empresa sueca MySQL AB, la cual tiene el copyright del código fuente del servidor SQL, así como también de la marca. MySQL es un software de código abierto, licenciado bajo la GPL de la GNU, aunque MySQL AB distribuye una versión comercial, en lo único que se diferencia de la versión libre, es en el soporte técnico que se ofrece, y la posibilidad de integrar este gestor en un software propietario, ya que de otra manera, se vulneraría la licencia GPL.

Características:

- Aprovecha la potencia de sistemas multiprocesador, gracias a su implementación multihilo.
- Soporta gran cantidad de tipos de datos para las columnas.
- Dispone de API's en gran cantidad de lenguajes (C, C++, Java, PHP, etc).
- Gran portabilidad entre sistemas.
- Soporta hasta 32 índices por tabla.
- Gestión de usuarios y passwords, manteniendo un muy buen nivel de seguridad en los datos.

- Condición de open source de MySQL hace que la utilización sea gratuita y se puede modificar con total libertad.
- Se puede descargar su código fuente. Esto ha favorecido muy positivamente en su desarrollo y continuas actualizaciones.
- Es una de las herramientas más utilizadas por los programadores orientados a Internet.
- Infinidad de librerías y otras herramientas que permiten su uso a través de gran cantidad de lenguajes de programación.
- MYSQL, es el manejador de base de datos considerado como el más rápido de Internet.
- Gran rapidez y facilidad de uso.
- Infinidad de librerías y otras herramientas que permiten su uso a través de gran cantidad de lenguajes de programación.
- Fácil instalación y configuración.

Ventajas:

Tabla 2.1. Ventajas y desventajas de MySQL

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad al realizar las operaciones, lo que le hace uno de los gestores con mejor rendimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • Un gran porcentaje de las utilidades de MySQL no están documentadas. • No es intuitivo, como otros programas. [34]
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo costo en requerimientos para la elaboración de bases de datos, ya que debido a su bajo consumo puede ser ejecutado en una máquina con escasos recursos sin ningún problema. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad de configuración e instalación. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Soporta gran variedad de Sistemas Operativos Baja probabilidad de corromper datos, incluso si los errores no se producen en el propio gestor, sino en el sistema en el que está. Conectividad y seguridad. 	

Elaborado por: Félix Guerrero

- b) **PostgreSQL.-** Es el sistema de gestión de bases de datos de código abierto más potente del mercado y en sus últimas versiones no tiene nada que envidiarle a otras bases de datos comerciales. PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos objeto-relacional, distribuido bajo licencia BSD y con su código fuente disponible libremente.

Características:

- Soporta distintos tipos de datos: además del soporte para los tipos base, también soporta datos de tipo fecha, monetarios, elementos gráficos, datos sobre redes (MAC, IP), cadenas de bits, etc.
- También permite la creación de tipos propios.
- Incluye herencia entre tablas, por lo que a este gestor de bases de datos se le incluye entre los gestores objeto-relacionales.
- Copias de seguridad en caliente (Online/hot backups)
- Unicode
- Juegos de caracteres internacionales
- Regionalización por columna
- Multi-Version Concurrency Control (MVCC)
- Múltiples métodos de autenticación
- Acceso encriptado vía SSL
- SE-postgres
- Completa documentación
- Licencia BSD
- Disponible para Linux y UNIX en todas sus variantes (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64) y Windows 32/64bit.

Tabla 2.2. Ventajas y desventajas de PostgreSQL

DESVENTAJAS	VENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • Ampliamente popular - Ideal para tecnologías Web. 	<ul style="list-style-type: none"> • En comparación con MySQL es más lento en inserciones y actualizaciones, ya que cuenta con cabeceras de intersección que no tiene MySQL.
<ul style="list-style-type: none"> • Fácil de Administrar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Soporte en línea: Hay foros oficiales, pero no hay una ayuda obligatoria.
<ul style="list-style-type: none"> • Su sintaxis SQL es estándar y fácil de aprender. 	<ul style="list-style-type: none"> • Consume más recursos que MySQL.
<ul style="list-style-type: none"> • Bajo de memoria, bastante poderoso con una configuración adecuada. 	<ul style="list-style-type: none"> • La sintaxis de algunos de sus comandos o sentencias no es nada intuitiva. [28]
<ul style="list-style-type: none"> • Multiplataforma. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Capacidades de replicación de datos. 	
<ul style="list-style-type: none"> • Soporte empresarial disponible. 	

Elaborado por: Félix Guerrero

2.2.11 Páginas web

Es un documento electrónico que contiene información textual, visual y/o sonora que se encuentra alojado en un servidor y puede acceder mediante el uso de navegadores, una página web forma parte de una colección de otras páginas webs dando lugar al denominado sitio web el cual se encuentra identificado bajo el nombre de un dominio.

- **Consideraciones para el diseño de la página web:**
 - Establecer el propósito por el cual se desarrolla.
 - Colocar las características específicas.
 - Definir las secciones principales.
 - Describir su contenido.
 - Seleccionar un estilo y apariencia.

- Evaluar el diseño, estructura y funcionalidad.
- Publicar el sitio web.

2.3 Propuesta de Solución

El prototipo del sistema de información de rutas y posicionamiento de vehículos oficiales de la Universidad Técnica de Ambato, permitirá realizar el monitoreo de parámetros de los vehículos de la institución a un costo operativo mínimo, además los estudiantes podrán conocer el recorrido y lugar donde se encuentra cada bus institucional en su recorrido diario.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 Modalidad Básica de la investigación

Para el proyecto se realizó una investigación aplicada, ya que con los conocimientos adquiridos durante el ciclo de formación académica se logró planificar y diseñar el sistema de información, las rutas y el posicionamiento de los vehículos.

La investigación bibliográfica documental permitió recopilar diferentes conceptos y referencias teóricas de los dispositivos electrónicos, sistemas de comunicación, diseño de aplicaciones web y más entornos que se requieran para el desarrollo del presente trabajo.

Se realizó una investigación de campo que permitió determinar los problemas que puedan desarrollarse durante el recorrido de las unidades de transporte, con lo cual se planifica recopilar información útil y así satisfacer todas las necesidades del proyecto.

3.2 Población y muestra.

En este proyecto de investigación no es necesario la selección de población y muestra debido a que el diseño del sistema se realizó exclusivamente para los vehículos de la Universidad Técnica de Ambato.

3.3 Recolección de información

Se extraerá información de trabajos como: informes, documentos técnicos, artículos científicos, textos académicos enmarcados en el área de investigación, que permitan hacer uso de técnicas y métodos de diferentes autores, además de la información disponible dentro de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial en la Universidad Técnica de Ambato.

3.4 Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se tomarán en cuenta las siguientes actividades:

- Análisis de los parámetros recolectados para el planteamiento de objetivos estratégicos para la solución del problema que el proyecto presenta.
- Tratamiento de los datos obtenidos para la planificación y desarrollo del sistema de posicionamiento vehicular.
- Estudio de la documentación y archivos para poder obtener datos que ayuden a los intereses de la investigación.
- Revisión del estado actual de las distintas tecnologías de georeferenciación para los sistemas de posicionamiento vehicular.

3.5 Desarrollo del proyecto

Para el desarrollo del proyecto se realizará de acuerdo a las siguientes actividades:

1. Investigación de los parámetros a monitorear en un vehículo.
2. Relación y diferencia de los parámetros en los diferentes tipos de vehículos.
3. Selección de los parámetros necesarios para el monitoreo de los vehículos de la Universidad Técnica de Ambato
4. Comparación de los diferentes dispositivos de georeferenciación
5. Elección del dispositivo de georeferenciación adecuado para monitorear los parámetros requeridos

6. Investigación de la tecnología para la transmisión de datos.
7. Análisis de los componentes electrónicos para la adquisición de datos.
8. Planificación del diseño del software.
9. Establecimiento de las reglas de validación para el diseño de las rutas de los vehículos
10. Construcción del sistema de monitoreo de vehículos.
11. Pruebas de funcionamiento del sistema
12. Corrección de los errores detectados en las pruebas de funcionamiento.
13. Elaboración del informe final

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

Introducción:

La Universidad Técnica de Ambato fue creada en la zona central del Ecuador, cantón Ambato Provincia de Tungurahua, cuenta con tres campus académicos para desarrollar sus actividades las mismas que se encuentran en: la ciudadela Ingahurco y en el Campus Huachi en la ciudad de Ambato, así como en el campus Querochaca del cantón Quero, Provincia de Tungurahua. En la actualidad, la U.T.A. cuenta con 10 Facultades divididas en los tres campus. Y posee alrededor de 20000 mil estudiantes en sus aulas [3].

Actualmente para la movilización de las autoridades y los estudiantes dispone de vehículos de uso oficial y buses, siendo el departamento administrativo el que se encuentra a cargo de la planificación de rutas y asignación de los viajes de los vehículos que realicen. En el presente proyecto se planificó obtener la ubicación de cada uno de las unidades que posee la institución, la localización se realizó mediante un módulo GPS y la transmisión de los datos mediante la red móvil GPRS, con lo cual se entregara los datos al servidor para su posterior procesamiento y visualización de resultados.

4.1 Análisis del parque automotor de la Universidad Técnica de Ambato y de las rutas establecidas para el recorrido diario de los buses.

La Universidad Técnica de Ambato, posee un amplio parque automotor que se encuentra a disposición de las diferentes autoridades, funcionarios y estudiantes de la institución. El departamento administrativo se encuentra a cargo de la organización, cuidado y monitoreo de los vehículos. A continuación en la Tabla 4.1 se detalla en forma general el número y clase de vehículo con los que cuenta la Universidad.

Tabla 4.1 Vehículos oficiales de la Universidad Técnica de Ambato.

Clase de vehículo	Número de unidades
Buses	15
Vehículos Livianos	21
Camiones	4
Motocicletas	6
Tractor	1

En el Anexo 1, se puede observar en una forma más detallada parámetros como: Tipo de unidad, modelo del vehículo, placa, año de fabricación y el costo por el cual fue adquirido.

4.1.1 Rutas establecidas

La Universidad Técnica de Ambato para brindar un mejor ambiente de estudio y facilidad de movilización pone a disposición de sus estudiantes y funcionarios los diferentes recorridos de los buses de la institución los mismos que se detallan a continuación:

RUTA HUACHI – INGAHURCO

Ruta 1

Campus Huachi - Av. Los Chasquis – Av. Pichincha – Quiz Quiz – Av. El Rey – Campus Ingahurco.

Ruta 2

Campus Huachi – Av. Atahualpa – Av. 13 de Abril – Parque 12 de noviembre – Av. 12 de Noviembre – Av. Gonzales Suarez – Campus Ingahurco.

Ruta 4

Campus Huachi – Av. Atahualpa – Jorge Clavijo – Rodrigo Vela – Antonio Clavijo – Pio Baroja – Garcia Lorca – Quiz Quiz – Parque Sucre – Av. El Rey – Campus Ingahurco.

RUTA INGAHURCO – HUACHI**RUTA 1**

Campus Ingahurco – Av. El Rey – Padres Josefinos – Pichincha – Campus Huachi

RUTA 2

Campus Ingahurco – 12 de Noviembre – 13 de Abril – Av. Atahualpa – Campus Huachi

RUTA 3

Campus Ingahurco – Av. Las Americas – Av. El Rey – Parque Sucre – Quiz Quiz – Plaza De Toros – Antonio Clavijo – Av. Atahualpa – Rio Cutuchi – Campus Huachi

CAMPUS HUACHI – CAMPUS QUEROCHACA**RUTA 1**

Campus Huachi – Av. Los Chasquis – Paso Lateral – Cevallos – Querochaca 32q29yf

RUTA 2

Campus Huachi – Av. Los Cahasquis – Julio Jaramillo – Redondel De Huachi – Cevallos – Campus Querochaca.

CAMPUS INGAHURCO – CAMPUS QUEROCHACA

ruta 1

Campus Ingahurco – Redondel De Cumanda – Av. El Rey – Padres Josefinos – Av. Pichincha – Los Cahsqis – Duran Cardenas – Paso Lateral – Cevallos - Campus Querochaca.

ruta 2

Campus Ingahurco – Redondel de Cumanda – Av. El Rey – Corazón – Av. Bolivariana – Redondel del Mayorista – Paso Lateral – Huachi Grande – Cevallos – Querochaca

ruta 3

Campus Ingahurco – Redondel de Cumanda – Av. 12 de Noviembre – Av. 13 de Abril – Av. Atahualpa – Municipio de Ambato – Av. Los Chasquis – Durán Cárdenas - Paso Lateral – Huachi Grande – Cevallos – Querochaca

ruta 4

Campus Ingahurco – Av. Gonzales Suarez – Av. Cevallos – Mera - Av. 13 de Abril – Av. Atahualpa – Municipio de Ambato – Av. Los Chasquis – Durán Cárdenas - Paso Lateral – Huachi Grande – Cevallos – Querochaca

CAMPUS QUEROCHACA – CAMPUS INGAHURCO

ruta 1

Campus Querochaca – Cevallos – Campus Huachi – Av. Los Chasquis – Av. Pichincha – Av. Quiz Quiz – Av. El Rey - Campus Ingahurco

ruta 2

Campus Querochaca – Cevallos – Huachi Belen – Durán Cárdenas - Av. Los Chasquis – Av. Pichincha – Av. Quiz Quiz – Av. El Rey - Campus Ingahurco

ruta 3

Campus Querochaca – Cevallos – Redondel De Huchi Chico – Av. Julio Jaramillo – Av. Los Chasquis – Mercado Mayorista – Av. El Rey - Campus Ingahurco.

RUTAS ADICIONALES

IZAMBA – CAMPUS HUACHI

RUTA 1

Exredondel de Las Focas Izamba – Av. Pedro Vazconez – Socavón – Unidad Nacional – Redondel De Cumanda – Av. El Rey – Av. Quiz Quiz – Av. Pichincha – Campus Huachi.

RUTA 2

Exredon del De Las Focas Izamba – Av. Pedro Vazconez – Socavón – Gonnzales Suarez – Redondel de Cumanda – Av. El Rey – Av. Corazón – Av. Bolivariana – Av. Victor Hugo - Campus Huachi.

RUTA 3

Exredondel de Las Focas Izamba – Av. Pedro Vazconez – Socavón – Unidad Nacional – Redondel de Cumanda – Av. 12 De Noviembre – Parque Sucre – Av. Pichincha – Campus Huachi.

IZAMBA – QUEROCHACA

Ex redondel de Las Focas Izamba – Av. Rodrigo Pachano – Unidad Nacional – Av. Bolívar – Av. Juan B. Vela – Mera - Av. 13 De Abril – Av. Atahualpa – Municipio – Los Chasquis – Durán Cárdenas – Paso Lateral –Cevallos - Campus Querochaca.

MAYORISTA – CAMPUS HUACHI

Mayorista – Av. Julio Jaramillo – Av. 10 de Agosto – Av. Julio Cesar Cañar – Rio Payamino – Campus Huachi.

En el anexo 2, se muestra las rutas de los buses dibujados en Google Maps.

4.2 Requerimientos del sistema

La perspectiva de funcionamiento se encuentra principalmente en la toma de la ubicación con un sensor GPS, para que posteriormente el dispositivo de adquisición procese los datos y envíe de forma inalámbrica por una red de comunicación GPRS hasta un servidor en donde la información es almacenada y procesada para finalmente entregar los resultados de la ubicación.

Para el diseño del sistema de información y localización de vehículos oficiales de la Universidad Técnica de Ambato, se procedió a separar el proyecto en dos etapas como son: la etapa de hardware y software. Posteriormente se dividió en diferentes secciones que con el objetivo de obtener un prototipo que cumpla con las expectativas planificadas (ver Figura 4.1).

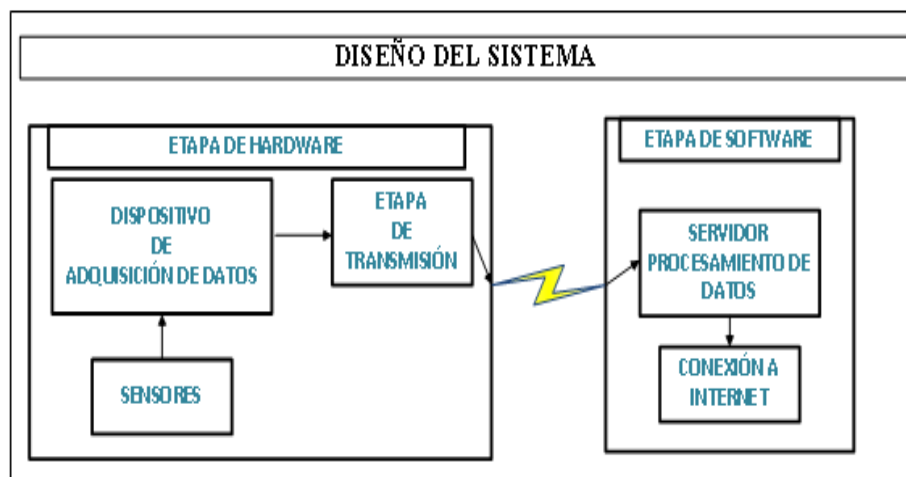


Figura 4.1. Diseño del sistema de localización
Elaborado por: Félix Guerrero

4.3 Etapa de hardware

En esta sección se hizo referencia a los parámetros que requieren ser monitoreados en un vehículo para desarrollar el presente proyecto, se divide la etapa de hardware en: dispositivos de adquisición de datos, transmisor y sensores

4.3.1 Análisis de los componentes electrónicos requeridos para el prototipo

Para el análisis de los componentes electrónicos, se realizó un esquema del hardware y su funcionalidad en el proyecto como se observa en la Figura 4.2:

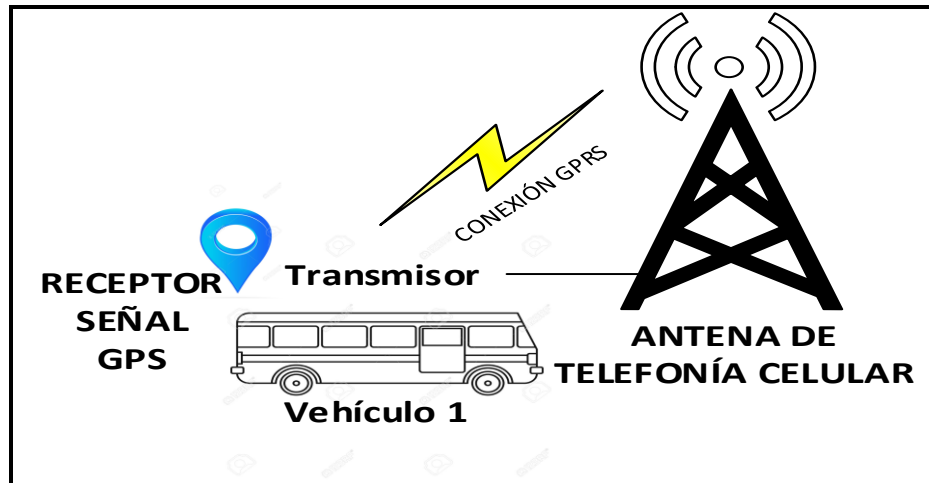


Figura 4.2. Esquema de operación del hardware
Elaborado por: Félix Guerrero

4.3.2 Parámetros de monitoreo de un vehículo

Día a día las tecnologías de la información y la comunicación se desarrollan para crear nuevos dispositivos electrónicos, conjuntamente se equipan los vehículos con sensores que permiten monitorear una serie de parámetros y mantener informado al conductor y los acompañantes acerca del estado en que se encuentra la unidad. Entre los parámetros más importantes se pueden citar a los siguientes:

- 1.- Ubicación por coordenadas geográficas
- 2.- Velocidad del vehículo
- 3.- Temperatura del dispositivo
- 4.- Identificador de la unidad

4.3.3 Selección de los parámetros necesarios para el monitoreo y georreferenciación de los vehículos de la Universidad Técnica de Ambato

La geolocalización es una herramienta que permite obtener la ubicación geográfica real de cualquier tipo de objeto o persona, se realiza mediante un dispositivo móvil o un computador conectado a internet, este término está intrínsecamente ligado al uso de sistemas de posicionamiento geográfico [35]. Para conocer la ubicación de los vehículos de la Universidad Técnica de Ambato es necesario utilizar un dispositivo GPS.

El hardware en el proyecto se encarga de realizar el monitoreo de los parámetros como temperatura, posición y velocidad del vehículo, para posteriormente pasar a la etapa de transmisión, para lo cual se requiere de una serie de dispositivos los mismos que se detallan a continuación:

- 1.- Módulo o sensor GPS
- 2.- Módulo de comunicación GPRS
- 3.- Módulo de procesamiento y adquisición de datos
- 4.- Sensor de temperatura
- 5.- Sistema de alimentación
- 6.- Sim Card

Para tener una idea más objetiva de la función que desempeñara cada dispositivo se realizó un esquema de funcionamiento del hardware:

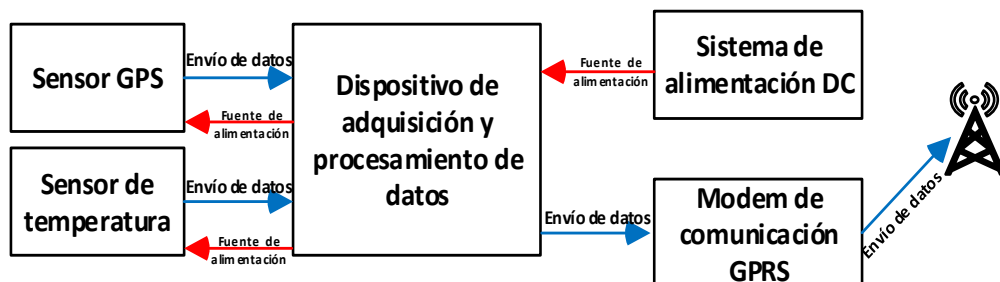


Figura 4.3. Diagrama de bloques del funcionamiento del hardware
Elaborado por: Félix Guerrero

En la Figura 4.3, se puede apreciar que el dispositivo de adquisición de datos, se encarga de controlar todo el hardware del proyecto, es decir toma muestras de la ubicación del vehículo que lo realiza el sensor GPS y también de la temperatura por medio del sensor, para finalmente procesar los datos y agrupar en una trama para ser enviado mediante la red GPRS.

4.3.4 Selección del dispositivo de Georeferenciación

Un dispositivo GPS tiene como principal función determinar la posición exacta del lugar en donde se encuentra, el equipo receptor necesita un mínimo de cuatro satélites para entregar la información del lugar en coordenadas geográficas en un sistema de referencia mundial. El sistema opera mediante una red de 24 satélites en órbita alrededor de la tierra. En el mercado se encuentra un gran número de dispositivos GPS los que permiten obtener datos de la ubicación en coordenadas geográficas [36].

Dispositivos comerciales:

Estos dispositivos no permiten el uso de sus sensores para vincular con otras aplicaciones que se desea desarrollar ya que su diseño es propio de una corporación con derechos de autor. Por tal razón se descarta este tipo de dispositivos GPS.

Dispositivos de hardware libre:

Permiten realizar una lectura de los datos que entregan estos sensores y adaptarle al formato que se requiera para la elaboración del proyecto que se está realizando, actualmente se encuentran una infinidad de modelos en el mercado por tal razón para el presente trabajo se realizó una comparación entre algunos modelos.

Para la selección del dispositivo de Georeferenciación se tomó en consideración algunos tipos de dispositivos:

Tabla 4.2. Tabla comparativa para la selección de un módulo GPS

Parámetros	Módulo GPS Ublox NEO-6M	Módulo GPS Ublox NEO-7M	Adafruit Ultimate GPS Logger Shield
Sensibilidad	-165 dBm	-161 dBm	-160 dBm
Voltaje de alimentación	3-5 VDC	(3.5 – 5)VDC	3.5 VDC
Interface	Serial UART USB SPI DDC	Serial UART USB SPI DDC	UART USB SPI DDC
Consumo de corriente	20 mA	50 mA	35mA
Canales	50	56	66
Tipo de Antena	Antena pasiva y activa.	Antena pasiva y activa.	Antena integrada + conector u.FL para antena externa activa
Dimensiones	22x22mm 23x30mm	25mm x 25mm 25mm x 35mm	69mm x 53mm x 6.7mm (2.7in x 2.1in x 0.26in)
Indicador	Led	Led	Led
BAUDRATE	9600bps	9600bps	--
Batería	--	--	RTC
Sistema de coordenadas	WGS-84	--	--
Soporta	--	SBAS (WAAS, EGNOS, MSAS, GAGAN)	--

Elaborado por: Félix Guerrero

Para la elección del dispositivo de localización que permita monitorear los parámetros necesarios de ubicación se utilizó el Módulo GPS NEO 6M, ya que posee una sensibilidad de - 165 bBm, su tamaño compacto y un consumo de energía que no supera los 20 mA. La familia de dispositivos que son fabricados por U-Blox, pueden ser conectados a un microcontrolador que procesa los datos entregados por el módulo mediante su comunicación serial. Además la facilidad de integración con las placas arduino y la facilidad de adquisición. La frecuencia de actualización es de 5Hz y la precisión es de 2,5, con una velocidad de 0,1ms.

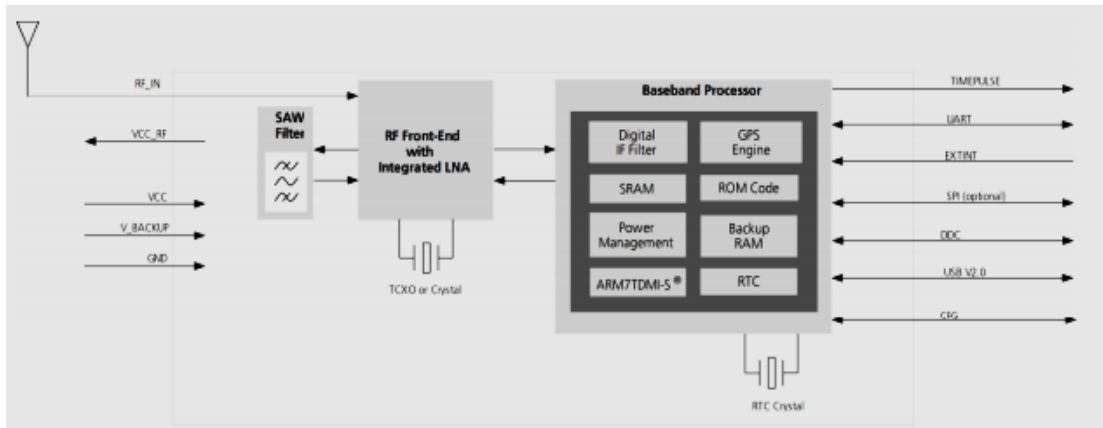


Figura 4.4. Diagrama de bloques del sensor GPS NEO-6M
Fuente: Diagrama de bloques GPS [37]

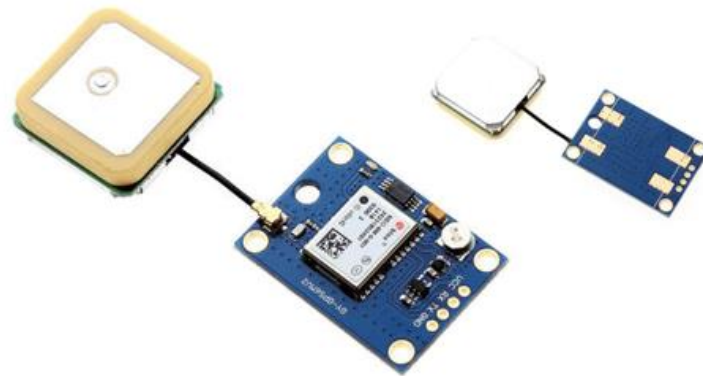


Figura 4.5. Módulo plug & play del sensor GPS NEO 6M
Fuente: Módulo Plug & Play del GPS NEO 6M [37]

La conexión del dispositivo GPS Neo 6M es muy fácil, ya que la placa integra la nomenclatura para un mejor entendimiento como se puede ver a continuación:



Figura 4.6. Especificaciones de conexión del sensor GPS
Fuente: Módulo Plug & Play del GPS NEO 6M [37]

4.3.5 Selección del sensor de temperatura

Se requiere conocer el estado ambiental en el que se encuentra el dispositivo por lo cual se requiere medir la temperatura, a continuación se hace un análisis de diferentes sensores para tal acción:

Tabla 4.3. Tabla comparativa para la selección del sensor de temperatura y humedad

PARÁMETROS	SENSOR DHT11	SENSOR LM35DZ	SENSOR MLX90614
Tipo de sensor	Temperatura	SENSOR LM35DZ	Temperatura
Humedad	1 % RH	Temperatura	± 3% RH
Resolución	8 bit	--	10 bit
Repetibilidad	± 1%RH	±1/4°C	temperatura ± .5%
Precisión	a 25°C ±4%RH-0 A 50°C	--	Temperatura 0,5% °C
Rango de medición	min 0°C - max 50 °C	0.5 °C	-40°C - 85°C
Tiempo de respuesta	25°C, 1 m/s Air, min 6s, 15s	-55°C min - 150°C max	2s
Histéresis	± 1%RH	--	± 3%RH
Tiempo de estabilidad	±1%RH/year	--	±5%RH/year
Voltaje de alimentación	3.3-6 V	--	3,6 V

Elaborado por: Félix Guerrero

Para la elección del sensor, se ha hecho referencia a la precisión y rango de operación de temperatura, también la humedad por lo cual se seleccionó el sensor DTH11, en muchas ocasiones, y especialmente en la industria, se establece que la humedad relativa es también un factor importante en el dispositivo se puede integrar su valor posteriormente.

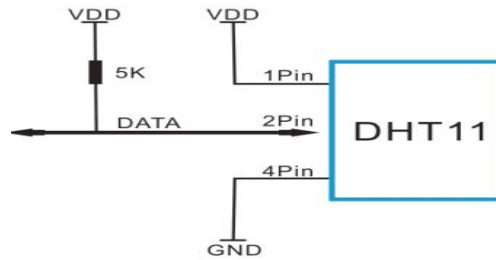


Figura 4.7. Diagrama de bloque del sensor DHT 11
Fuente: Datasheet sensor DHT 11 [38]

4.3.6 Dispositivos de adquisición de datos

La adquisición de los datos emitidos por los sensores se realizó mediante el uso de microcontroladores, en estos dispositivos se procesa los datos para generar una trama que sea entendible al momento de su envío y recepción. Se analizó diferentes tipos y placas electrónicas para adquirir la que mejor se ajusta al proyecto.

Tabla 4.4. Tabla comparativa para la selección del microcontrolador

PARÁMETROS	TESSEL 2	Adafruit METRO 328	ARDUINO MEGA
Microcontrolador	Mediatek MT7620n	Atmel ATmega328	ATmega 2560
Voltaje de operación	2 V a 5.5 V	5 V	5 V
Voltaje de entrada	5 V	5-12V	7 V a 12 V
Pines Digitales	16	14	54
Pines de entrada análogos	10	8	16
Corriente de pin	20 mA	40 mA	40 mA
Corriente a 3.3 V de pin	--	--	50 mA
Memoria flash	32 Mbytes	32 KB	128 Kb
SRAM	64 Mbytes	2 KB	8 Kb
EEPROM	32 Mbytes	1 KB	4 Kb
Clock Speed	16 Mhz	16 MHz	16 Mhz
Comunicación	UART, 1-A/E/USART, SPI, I2C.	USB, SPI, UART, TTL	UART, USART, SPI, ICSP, I2C, USB
Interrupción externa	1	2	6
Temperatura de operación	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C	-40°C a 85°C

Elaborado por: Félix Guerrero

Para la adquisición de los parámetros obtenidos por los sensores se decidió que el uso del Arduino Mega es el más óptimo, debido que se requieren dos tipos de comunicación serial, tanto para el sensor GPS, como para el módulo GPRS. Posteriormente, se analizó la utilidad de memoria que dispone en comparación a los otros dispositivos antes mencionados en la tabla comparativa y es ideal para realizar los procesos que se requieren.

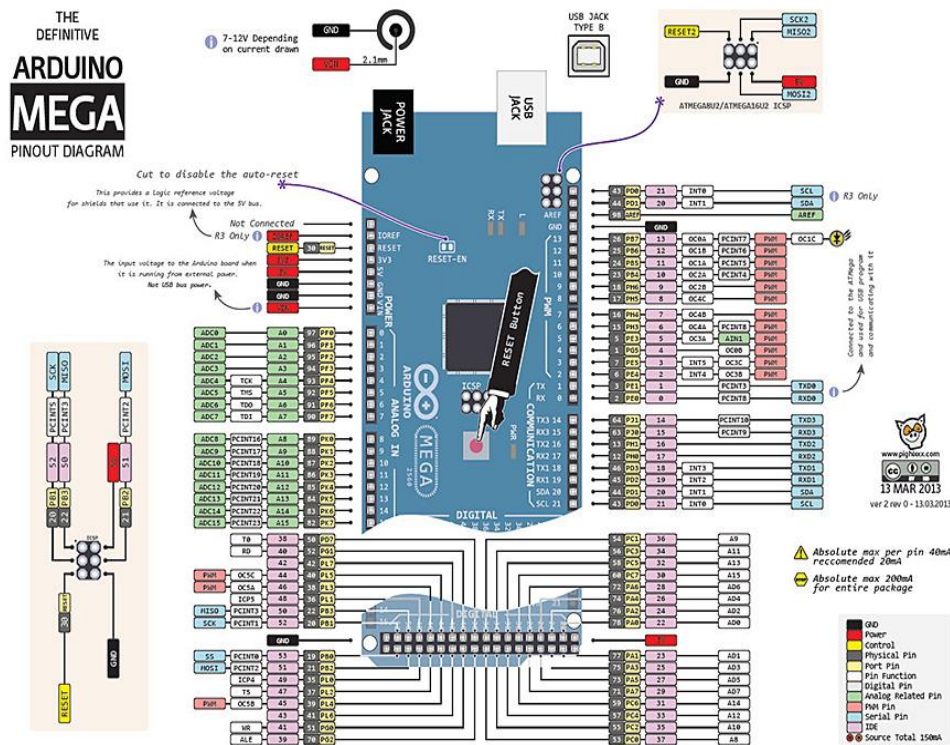


Figura 4.8. Diagrama de distribución de puertos del Arduino Mega

Fuente: Esquema de distribución de puertos del Arduino Mega [39]

A continuación en la Figura 4.9 se presenta la placa Arduino Mega 2560, basado en código libre y de hardware libre:



Figura 4.9. Arduino mega 2560

Fuente: Esquema de distribución de puertos del Arduino Mega [39]

4.3.7 Sistema de alimentación

El sistema de alimentación es muy fundamental para el desarrollo de diferentes equipos debido que es necesario contar con la potencia necesaria para que opere de forma correcta y no se transmitan datos erróneos. A continuación se realizó una comparación entre diferentes tipos de baterías.

Tabla 4.5. Comparativa de la fuente de alimentación externa del transmisor

Características	Batería lipo 11,1 v 3000mA	Bateria seca 12v 7000mA	Baterías LiPo 1S
Capacidad	3000mAh	7000mA	1200 mAh
Voltaje	11.1v.	12v	3.7 v
Descarga	20C Constante / 30C pico.	--	1 C
Peso	224 g (incluido cable, conector)	--	--
Dimensiones	136x44x18mm	--	--
Balance de enchufe	JST-XH	--	--
Enchufe de descarga	XT60	--	--

Elaborado por: Félix Guerrero



Figura 4.10. Gráfico de batería seca 7000 mA

Se seleccionó la batería seca de 7000mA para disponer de gran cantidad de energía para la alimentación de: placa sim 900, arduino Mega 2560, sensor GPS NEO 6M y finalmente del sensor de temperatura y humedad DHT11, en el caso de perder la

alimentación directa del vehículo servirá como un respaldo de alimentación. El consumo de energía es mínimo, por lo que la batería abastece satisfactoriamente la demanda de energía del equipo.

4.4 Etapa de transmisión

4.4.1 Tecnología para la transmisión de datos

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se consideró redes de comunicación inalámbricas, ya que los vehículos se encuentran en movimiento y debe disponer de una gran área de cobertura para el enlace de comunicación. A continuación se analizó algunas tecnologías de comunicaciones inalámbricas las cuales se detalla en la Tabla 4.9:

Tabla 4.6. Tabla comparativa de las diferentes tecnologías de comunicación inalámbrica

Características	Tecnología WIFI	Tecnología de transmisión satelital	Tecnología GPRS
Descripción	Permite la conectividad de equipos y dispositivos mediante ondas de radio. - Estándar 802.11. Velocidad (teórica)- 2 Mbit/s Velocidad (práctica) - 1 Mbit/s Frecuencia - 2,4 Ghz Ancho de banda - 22 MHz	Permite conectar una o varias estaciones hasta la señal de un satélite que actúa como repetidor para dirigir los datos hasta un lugar específico	Tecnología que comparte el rango de frecuencias de GSM, permite la transmisión de voz y datos permite compartir el canal de comunicación entre algunos usuarios.
Alcance de transmisión	De 30 a 300 m	Un satélite de cobertura global puede proporcionar cobertura a 6,378 Km	El alcance de cobertura es el mismo que de la tecnología GSM

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión inalámbrica. • Estándar unificado • Fácil conexión de dispositivos • Fácil instalación 	<ul style="list-style-type: none"> • No existe interrupción de la transmisión • Gran alcance de cobertura • Permanecen con líneas de vista con la estación 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de transferencia de 144 Kbps • Conexión permanente • Pago por cantidad de información transmitida
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Vulnerabilidades de la seguridad de la red • Interferencia • Saturación por muchos equipos conectados a la red • Alto consumo de energía eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilidad a cambios climáticos • Altos costos del uso de esta tecnología • Retardos en la propagación de la señal 	<ul style="list-style-type: none"> • Colas de espera en los nodos. • Posibilidad de congestión de datos • Células de comunicación compartidas hasta con 8 usuarios.

Elaborado por: Félix Guerrero

En la tabla anterior se analiza las características generales de los sistemas de comunicación que se utilizan para la transmisión de datos hasta un servidor central en el cual se va a procesar y entregar los resultados obtenidos. Dada la circunstancia del entorno geográfico se descartó la tecnología wifi debido a que los vehículos van a estar movilizándose por grandes distancias entre los diferentes campus de la Universidad Técnica de Ambato y posee un alcance máximo de 300 m susceptibles a interferencias por obstáculos, posteriormente se analizó la comunicación satelital sin embargo se descartó por el alta gama que deben disponer los equipos que sirven de transmisores y su elevado costo de uso. Finalmente se eligió a la tecnología GPRS a pesar de no ser una de las últimas generaciones, esta proporciona grandes áreas de cobertura ya que se encuentra relacionada directamente con la red celular GSM, además los costos van de acuerdo a la cantidad de datos que se envíen.

4.4.2 Selección del dispositivo de transmisión GPRS

Para la comunicación y la transmisión de la información se hizo uso de un módulo GSM/GPRS, a continuación se detallan características de los diferentes productos disponibles en el mercado.

Tabla 4.7. Tabla comparativa para la selección del transmisor y receptor inalámbrico

PARÁMETROS	MÓDULO SIM 300	MÓDULO SIM 800	MÓDULO SIM 900
Fuente de voltaje	3.4 V - 4.5 V	3.4 – 4.4 v	3.2V – 4.8V .
Bandas de operación	EGSM 900 DCS 1800 PCS 1900	850/900/1800/1900M Hz (2G)	Quad-Band 850 / 900/ 1800 / 1900 Mhz
Conexión GPRS	GPRS multi-slot class 10 GPRS mobile station class B	GPRS multi-slot class 12/ class 10	GPRS multi-slot class PRS mobile station class B Compliant to GSM phase 2/2+
Protocolos de red	PPP, TCP/IP, PBCCH, USSD	TCP/UDP/FTP/HTTP	RTC, SPI, Serial interface GPIO PWM ADC Compa
Voz	Half Rate, Full Rate Enhanced, Full Rate Echo suppression	Half Rate (ETS 06.20) Full Rate (ETS 06.10) Enhanced Full Rate (ETS 06.50 / 06.60 / 06.80) Adaptive multi rate (AMR)	Analog audio interface
Mensaje de texto	MO/MT/CB, TEXT/PDU SMS GPRS	MT, MO, CB, Text and PDU	TCP/UDP stack SMS GPRS
Consumo de corriente	Sleep mode 2.5 mA(Min) Normal Operation 250mA transmission 1 A Peak 2.0 A	1.2mA (BS-PA-MFRMS=9)	Sleep mode 1.5 mA(Min) EGSM900, PCL 240mA EGSM900,PCL 270mA Peak 2.0 A
Temperatura de operación	Normal -20°C - 55°C Restricted -	Normal operation:- 40°C ~ +85°C	Normal - 30°C - 80°C Restricted -40°C

	25°C - 55°C Storage -40°C - 80°C	□ Storage temperature -45°C ~ +90°C	- 85°C Storage - 45°C - 90°C
Interfaces	Serial Port 1 Seven lines on Serial Port Interface Serial Port 1 ,CSD FAX, GPRS.	serial port or USB interface	Serial Port 1 ,GPIO, I2C.
SIM Card	1.8V - 3V	1.8V, 3V	1.8V - 3V
Antena Interface	Connected via 50 Ohm antenna connector or antenna pad	Antenna pad	Antenna Pad
AT Commands	AT commands	AT command “AT+CBAND	AT 07.07 ,07.05 comandos AT SIMCOM mejorados

Elaborado por: Félix Guerrero

La selección de este dispositivo se realizó de acuerdo a la flexibilidad de presentación con compatibilidad de placas de hardware libre y la facilidad de comunicación Serial, además del consumo de corriente de 1.5 mA en modo Sleep y 140 mA en operación cabe recalcar que todos los módulos analizados tienen picos de 2 A en envío de datos. Para la conexión GPRS se seleccionó el Módulo GSM/GPRS SIM 900



Figura 4.11. Módulo GPRS SIM 900

Fuente: Datasheet Módulo SIM 900 [40]

El Shield GSM/GPRS se basa en el controlador de SIMCOM y está diseñado para trabajar con placas de hardware libre como arduino, rasperry pi y sus versiones compatibles. Este shield permite la comunicación usando la red GSM de telefonía celular, este dispositivo permite usar a los servicios SMS, MMS, GPRS y Telefonía de una manera sencilla enviando comandos AT [40].

4.4.3 Proveedor de la comunicación móvil GPRS

La selección de la sim car se encuentra directamente relacionado con el proveedor de telefonía celular en este caso se procede a realizar un análisis de las principales operadoras en el país, como se observa en la Tabla 4.8:

Tabla 4.8. Tabla comparativa de los diferentes proveedores de telefonía móvil

Características	Claro	Movistar	CNT
Industria	Telecomunicaciones	Telecomunicaciones	Telecomunicaciones
Tipo	Subsidiaria de América Móvil	Marca comercial	Empresa pública
Servicios	Teléfono celular y fijo, Internet, Televisión HD; Televisión satelital, etc.	Fijo Internet Móvil Televisión, etc.	Telefonía fija Telefonía móvil Conexión por línea conmutada Banda ancha Internet fijo Internet móvil Wi-Fi (Wimax) Televisión satelital CNT Play, etc.
Tecnología	GSM, 3G, HSPA +, y 4G LTE, HFC, GPON, 4.5G.	4G LTE, 3G y 2G, Fibra óptica	FTTH, GPON, 4G LTE, 3G y 2G

Red móvil 2G, 3G y 4G	728 560 datos recogidos	315 773 datos recogidos	347 468 datos recogidos
Banda	850-1900	850-1900	700-1700
Usuarios servicios de datos móviles	2.219.240	1.193.847	164.375

Elaborado por: Félix Guerrero

Entre las operadoras que más se utiliza está Claro y Movistar, con la primera con mayor cobertura, en cambio CNT, es una empresa pública la cual está incrementando su rango de servicio, dispone de los costos son más bajos, sin embargo por mayor cobertura se seleccionó la operadora Claro.

4.5 Etapa de Software

4.5.1 Planificación del diseño del software

El diseño del software es importante para la visualización de los resultados y para el registro de diferentes parámetros como registros de los vehículos y de los conductores. Es por esta razón que se necesita conocer una estructura física de los equipos necesarios para el diseño de la aplicación web.

1.- Nodo de internet: permite que el equipo receptor envíe la información por medio de internet hasta el servidor, para posteriormente procesar los datos receptados.

2.- Software del servidor: permite almacenar los datos que se van a enviar e ir extrayendo desde diferentes sectores donde se encuentre la información requerida.

3.- Software de la base de datos: facilita el almacenamiento de la información en forma estructurada para disponer en el momento exacto en que se requiera relacionar con algún evento requerido por el usuario o el sistema en el momento de presentar los resultados.

4.- La aplicación web: permite realizar una interacción entre el usuario y el sistema, introduciendo parámetros de registros de vehículos o actualización de datos de las paradas, etc.

5.- Resultados: la interacción entre la base de datos y la aplicación web permite que el usuario finalmente puede obtener los resultados esperados, los mismos que se muestran en una página web simplemente teniendo acceso a internet.

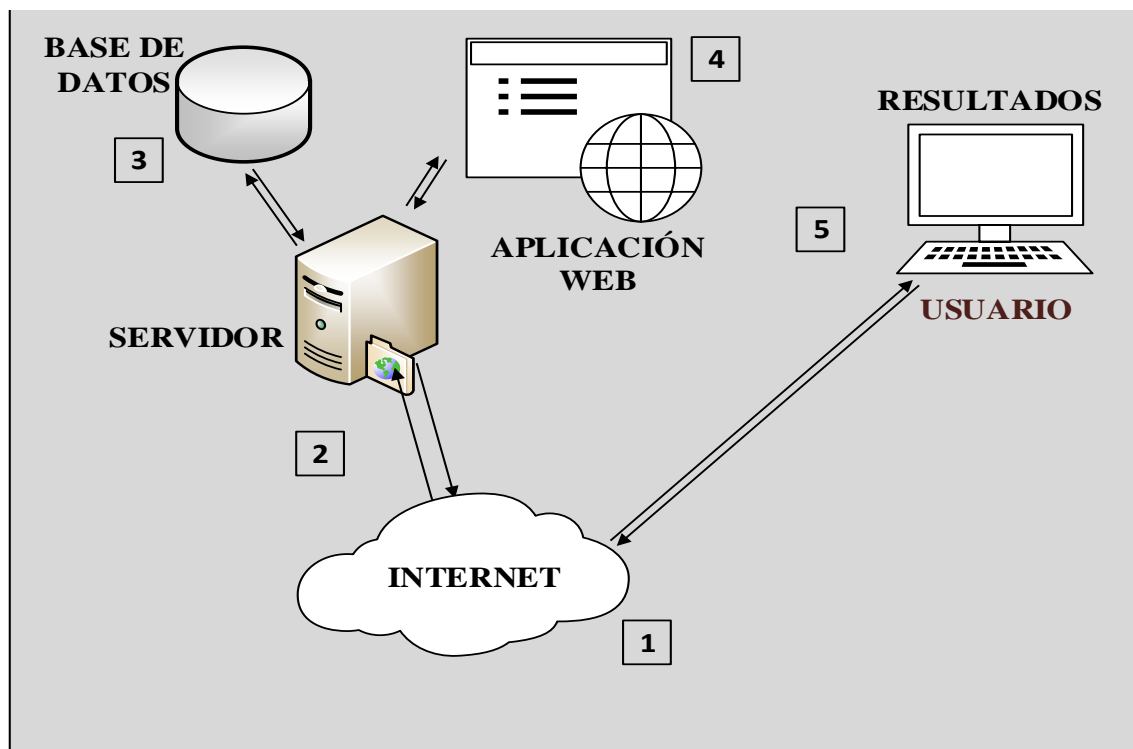


Figura 4.12. Diseño del software

Elaborado por: Félix Guerrero

Requerimientos físicos para la implementación del sistema: Equipo Servidor:

- Procesador 1,66Ghz o superior.
- Memoria RAM de 2 Gbits o superior
- Mouse
- Teclado
- Software

Cabe mencionar que adicionalmente se requiere de una conexión a internet que permita almacenar la información y presentar los resultados.

4.5.2 Requerimientos para el diseño del software

Para iniciar el desarrollo del software se tomó en consideración los siguientes parámetros:

- Generar un enlace de conexión para el direccionamiento de los datos enviados desde el equipo transmisor con las coordenadas.
- Descriptado de la trama enviada para el almacenamiento de los datos.
- Creación de una base de datos para el almacenamiento de la información.
- Diseño de la interfaz de la aplicación web

4.5.3 Perspectiva lógica del software para el diseño del sistema de posicionamiento

El internet es el enlace entre los datos enviados y los medios que permiten realizar el almacenamiento de la información, para posteriormente, realizar el tratamiento de los datos en diferentes etapas.

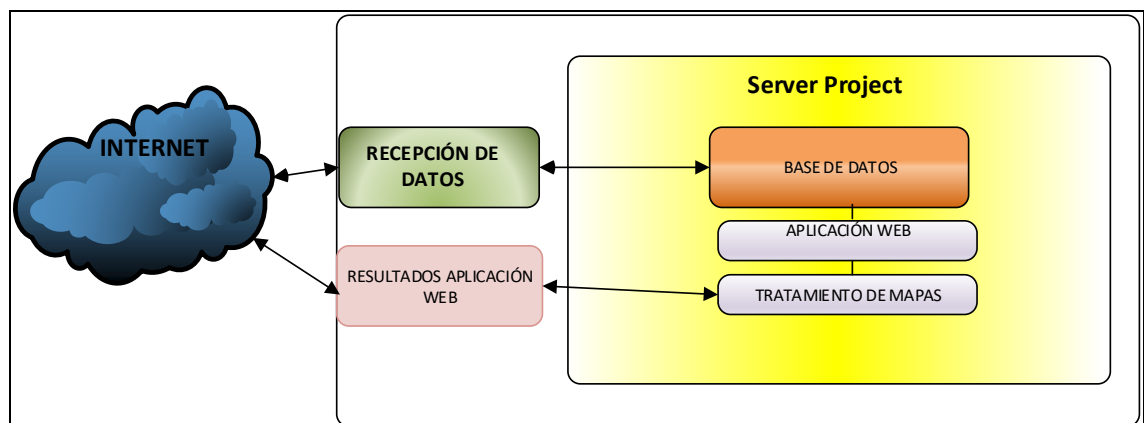


Figura 4.13. Diagrama de bloques del sistema de recepción y proceso de la aplicación

Elaborado por: Félix Guerrero

4.5.4 Selección del software

Para la selección del software se realizó de acuerdo al diagrama de bloques de la sección anterior (Figura 4.13) y de esta manera optar por el que brinde más facilidad para que la aplicación tenga un óptimo funcionamiento.

- 1.- Recepción de los datos
- 2.- Servidor de aplicaciones
- 3.- Base de datos
- 4.- Aplicación web
- 5.- Tratamiento de mapas
- 6.- Resultado final de la aplicación web

4.5.5 Recepción de datos

La recepción de datos se realizó mediante un web socket, el mismo que se encuentra desarrollado en JavaScript, debido a que es una aplicación web y permite dar la funcionalidad de la misma.

Desencriptado de la información:

La información enviada desde el emisor tiene un formato en el cual se dispone de parámetros necesarios pre ingresados en la base de datos, como es información del vehículo y conductores entre otros que se detallan en la Tabla 4.9:

Tabla 4.9. Desencriptado de los datos en el receptor

Parámetro de identificación	Número de la unidad	Velocidad del vehículo	Temperatura del dispositivo	Latitud	Longitud	Parámetros final de la trama
012018	001	17,4	19	-1.245	-74.0202	1111

Elaborado por: Félix Guerrero

El parámetro de identificación: permite crear una secuencia de seis números registrados en la base de datos los cuales facilitan identificar el inicio de los parámetros enviados y disponer de un nivel de seguridad para descartar otros tipos de valores.

El número de la unidad: es un grupo de tres números que permiten asignar el número de la unidad al que pertenecen los datos recibidos para almacenar en los campos correctos.

Velocidad del vehículo, temperatura, latitud y longitud: son datos que se extraen de los sensores que se encuentran instalados en el dispositivo transmisor. Estos valores son variables de acuerdo a la ubicación del vehículo como a la velocidad con la cual se está desplazando.

Los parámetros finales de la trama: es un conjunto de cuatro números constantes que identifica el final de la trama enviada.

- **Lenguaje de programación web JavaScript**

JavaScript, es uno de los más potentes e importantes lenguajes de programación web, en el presente proyecto se hizo uso de JavaScript, debido a que se requiere una dirección web para el direccionamiento y captura de los datos enviados desde el transmisor mediante GPRS.

4.5.6 Sockets Stream (TCP)

El sockets stream ofrece un servicio orientado a la conexión, donde los datos se transfieren como un flujo continuo, sin encuadrarlos en registros o bloques. Este tipo de socket se basa en el protocolo TCP, implica que antes de transmitir información hay que establecer una conexión entre los dos sockets (transmisor y receptor). El protocolo incorpora de forma transparente al programador la corrección de errores. Es decir, si detecta que parte de la información no llegó a su destino correctamente, esta volverá a ser transmitida. Además, no limita el tamaño máximo de información a transmitir [41].

A continuación se muestran los diagramas de flujo para las etapas tanto de envío como recepción, para los datos, realizando una conexión entre el módulo GPRS hacia una dirección IP.

- **Envío de la información por GPRS.**

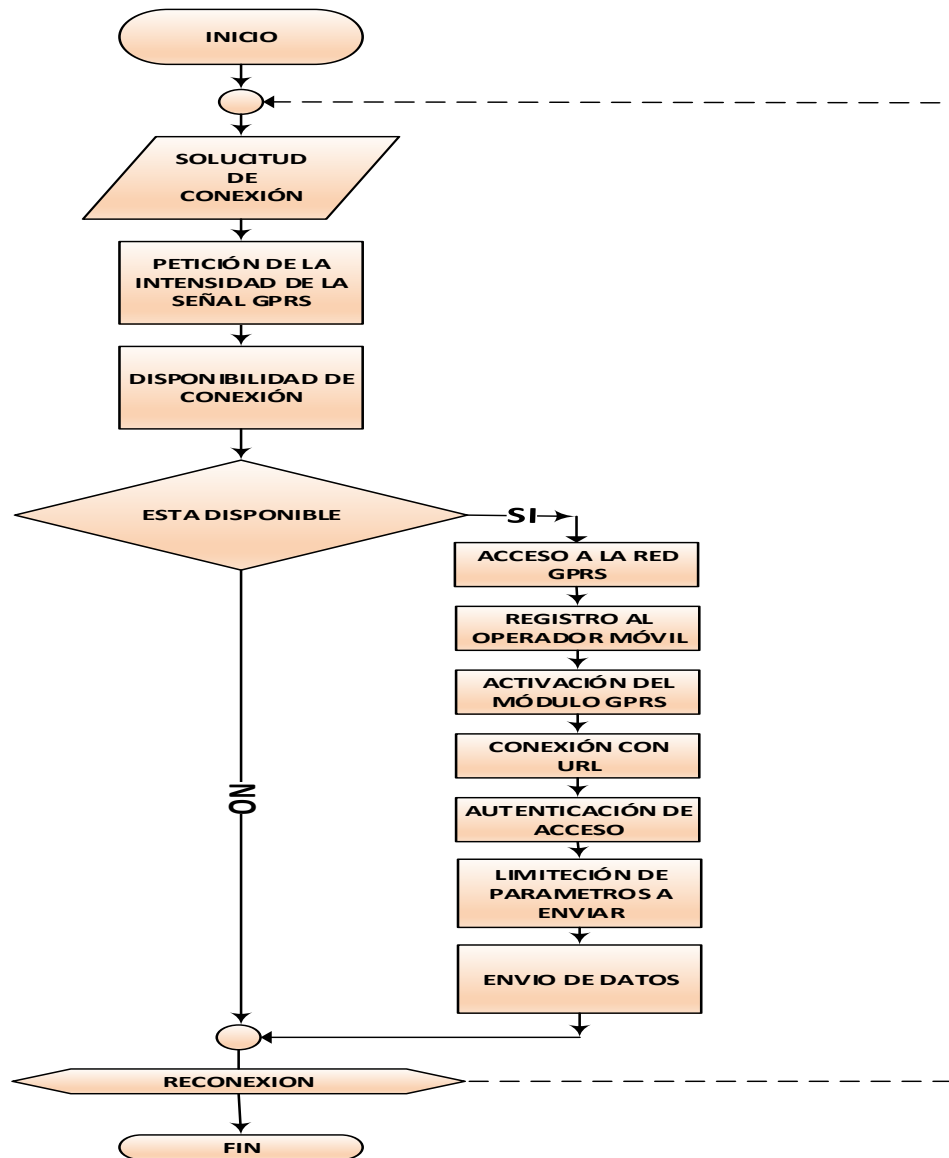


Figura 4.14 Descripción del envío de datos hacia la Web Socket.

Elaborado por: El investigador

En la Figura 4.14 se muestra un diagrama de flujo en el cual se describe como el web socket, permite enviar información hacia una plataforma web, a través de un proceso de verificación de las peticiones, esto se lo realiza mediante el módulo GPRS.

- **Recepción de la información en el web Socket**

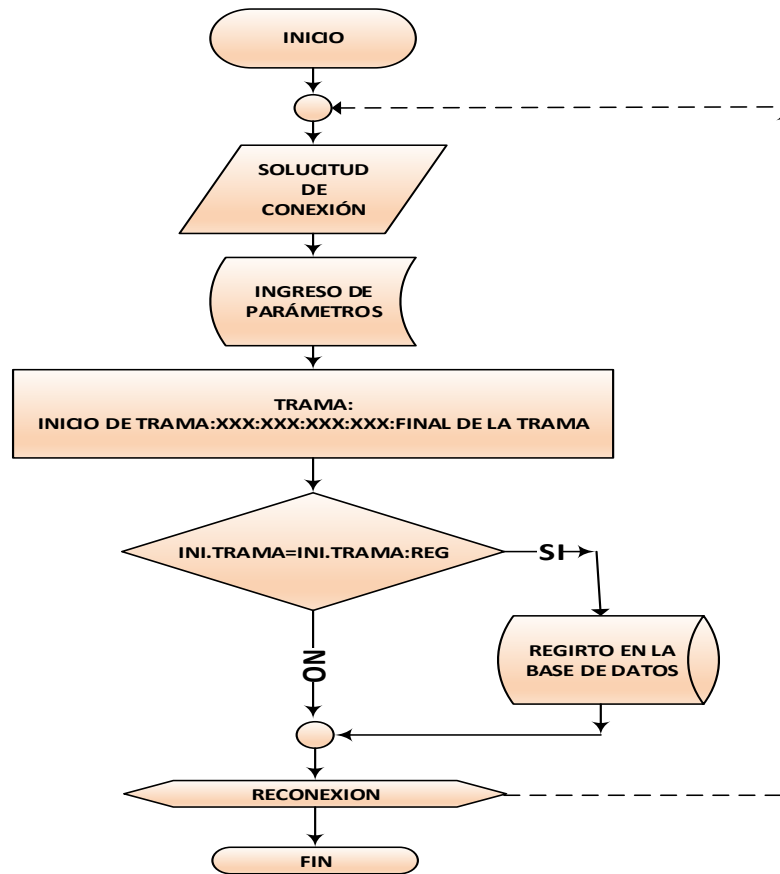


Figura 4.15. Descripción básica del web shocked

Elaborado por: El investigador

En la Figura 4.15 se muestra un diagrama de flujo en el cual se describe como el web socket, permite verificar las peticiones que se realiza desde el dispositivo de transmisión hasta la aplicación web, se mantiene activado constantemente para receptor la información e ingresar en el registro de la base de datos.

En el Anexo 3, se muestra el código desarrollado para la etapa de conexión del módulo GPRS hacia una dirección IP, cabe mencionar que el código se encuentra desarrollado en el software Arduino 1.8.4.

4.5.7 Selección de Servidor de aplicaciones

Uno de los servidores más conocidos y que se desarrolla en software libre es APACHE HTTP 2.0, a continuación se muestra algunas características del software:

- Los módulos Apache API — se utiliza un nuevo conjunto de interfaces de programación de aplicaciones (APIs).
- Filtrado — Los módulos pueden actuar como filtros de contenido.
- Soporte a IPv6 — Soporta la próxima generación de formato de direcciones IP.
- Directrices simplificadas — Se han eliminado una serie de directrices complicadas y otras se han simplificado.
- Respuestas a errores en diversos idiomas — Cuando usa documentos Server Side Include (SSI), las páginas de errores personalizables se pueden entregar en diversos idiomas [42].

4.5.8 Selección del software de base de datos

Actualmente se dispone de algunas bases de datos que no requieren altos conocimientos de programación para hacer uso de las mismas, sin embargo se tomó en consideración algunos parámetros para su selección, las cuales se describen en la Tabla 4.10:

Tabla 4.10. Tabla comparativa para la selección de una base de datos

Parámetros	MySQL	Postgres	Sql Server
Versión	MYSQL 8.0.13	11.1	SQL Server 2017 (14.0)
Licencia	GPL	PostgreSQL	Microsoft EULA
Programado	C, C++	C	C, C++
Sistemas Operativos	Multiplataforma	Multiplataforma	Microsoft Windows, Linux
Género	Sistema de gestión de bases de datos relacionales	Base de datos objeto-relacional (ORDBMS)	RDBMS
Características	-Uso de transacciones ACID. -Transacciones Distribuidas XA. -El código MySQL se prueba con Purify	-Números de precisión arbitraria. -Texto de largo ilimitado. -Bloques de direcciones estilo CIDR.	-Soporte de transacciones. -Soporta procedimientos almacenados -Cliente Nativo de SQL.
Código	Abierto	Abierto	Abierto
Velocidad	Alta	Alta	Alta

Elaborado por: Félix Guerrero

La base de datos que se tomó en consideración para el desarrollo de la aplicación fue PostgreSQL, es un servidor de bases de datos con gran aceptación, es un software libre y gratuito, muy robusto, veloz y capaz de manejar sin problemas tablas con millones de registros en sitios web de muchas visitas. En un servicio de telecomunicaciones un proveedor de servicios debe brindar seguridad y capacidad de almacenamiento de los datos para satisfacer una necesidad específica del cliente.

4.5.9 Diseño de las rutas

Para el diseño de las rutas en el mapa y la localización se utilizó diferente software en la recepción, gestión de la base de datos, presentación de los resultados en la página web, además de realizar peticiones de imágenes para la interfaz final sistema. A continuación en la Figura 4.16 se presenta un esquema en el que se muestra cómo interactúan los diferentes programas en la operación del sistema.

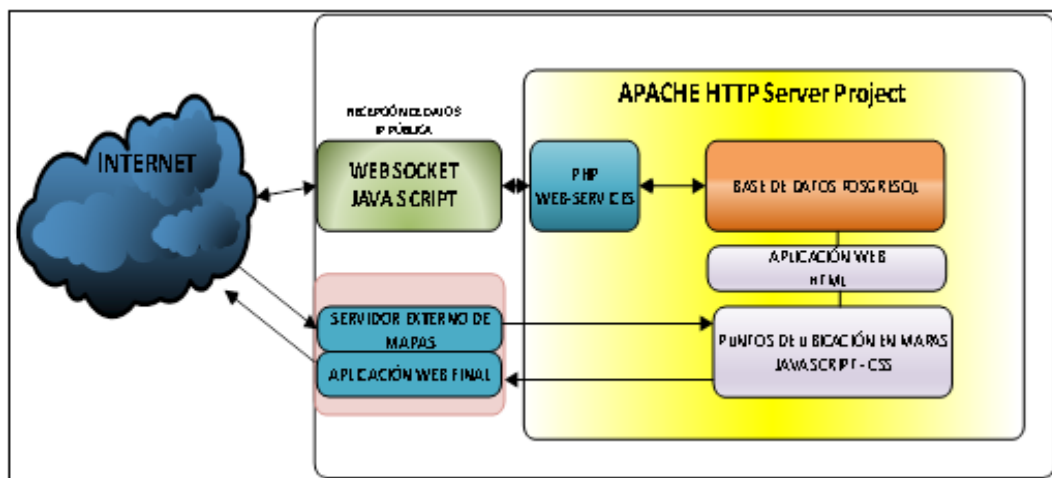


Figura 4.16. Esquema del sistema de Información de Rutas y Posicionamiento de vehículos

Elaborado por: Félix Guerrero

4.5.10 Diseño de la página web

En la Figura 4.17 se realizó un esquema para el diseño de la página web, con el cual se tiene una perspectiva básica del proyecto final. En el diseño de la página web se dispone de diferentes secciones en las cuales se presentan opciones de navegación y configuración:

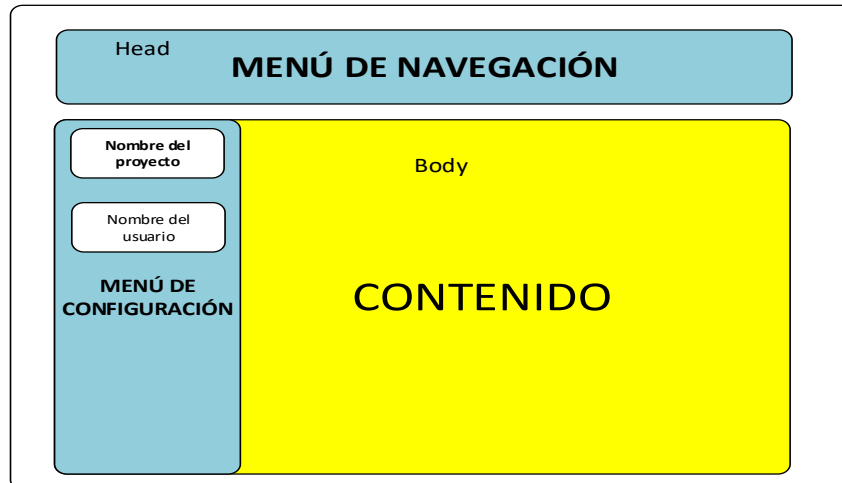


Figura 4.17. Diseño de la página web

Elaborado por: Félix Guerrero

- Menú de navegación

El menú de navegación permite dar información del lugar en donde se encuentra el usuario dentro de la página web.

Para la administración de la página web, se accede a través de la dirección **IP: http://186.46.61.170:4300**, a través del hosting contratado, en la Figura 4.18 se observa que para el acceso a la plataforma de administración del sistema se requiere un usuario y contraseña.

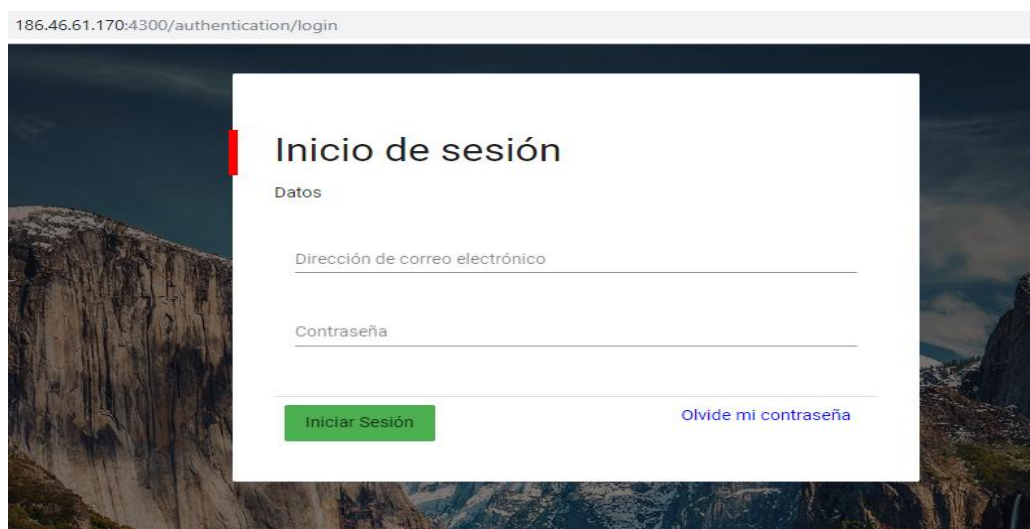


Figura 4.18. Inicio de sesión a la aplicación

Elaborado por: Félix Guerrero

- **Descripción de las opciones del menú de navegación**

El menú de navegación dispone de las opciones de Home que muestra datos iniciales de la institución, administración se crea un grupo de usuario, en este caso el administrador, agregar un usuario nuevo y finalmente configuración de perfil del usuario. Se muestra la Figura 4.19:

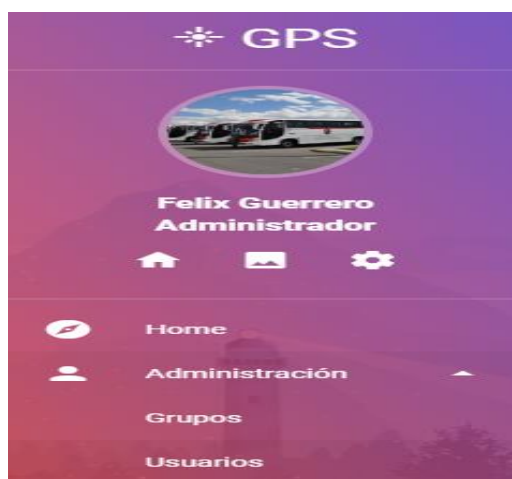


Figura 4.19. Menú de navegación
Elaborado por: Félix Guerrero

En el menú de navegación se gestionan los grupos de administración y se realiza el registro de usuarios (ver Figura 4.20).

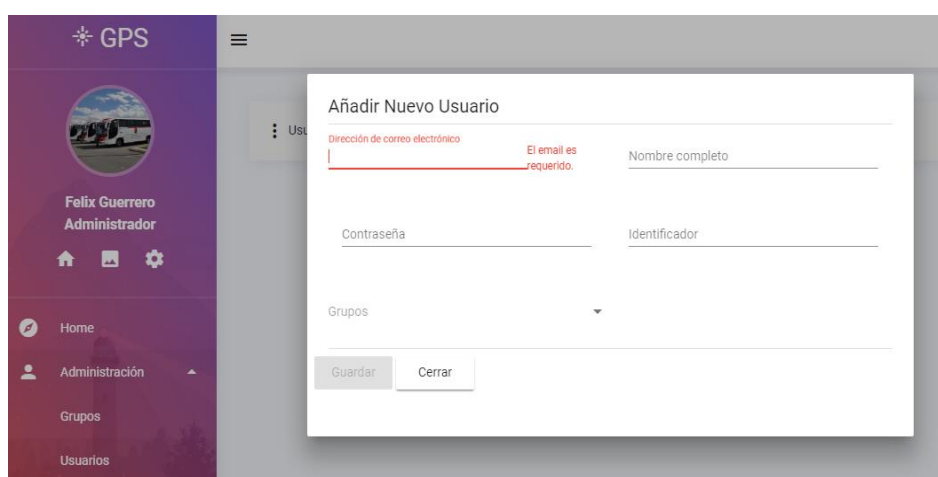


Figura 4.20. Creación de un nuevo usuario
Elaborado por: Félix Guerrero

En la figura anterior se muestra los datos necesarios del nuevo usuario la inserción de los parámetros se muestra en la base de datos, con lo que se interactúa posteriormente para realizar una consulta de la ubicación de la unidad.

- **Menú de configuración**

Descripción del menú de configuración

En el menú de configuración se tiene configuración, jornada y monitoreo, como muestra Figura 4.21:



Figura 4.21. Menú de configuración

Elaborado por: Félix Guerrero

En la pestaña Configuración se dispone de las opciones:

Periodos:

Recorridos:

La opción periodos sirve para la creación de nuevos ciclos de trabajo para los recorridos necesarios para mantener un registro. Como se observa en la Figura 4.22, se requieren parámetros de nombre de identificación del periodo, fecha de inicio y fin del ciclo de trabajo.

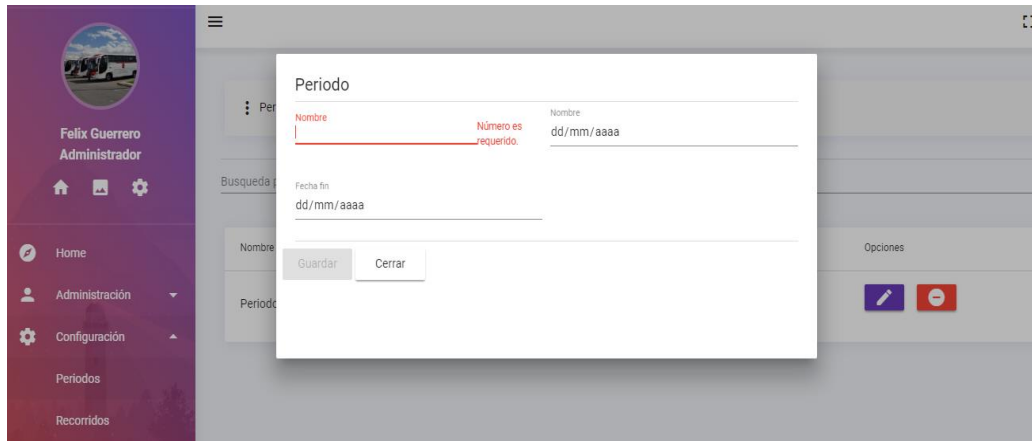


Figura 4.22. Agregar o modificar periodos
Elaborado por: Félix Guerrero

Para la creación de nuevos periodos de recorrido se requiere ingresar información en la base de datos como es: periodo, número, nombre, fecha de inicio, fecha de fin, adicionalmente se dispone de la fecha de creación y modificación que son datos que se registran automáticamente.

En la pestaña recorrido se realiza la creación de rutas y horarios a establecerse para sus respectivos periodos, esto se hace de manera manual y rigiéndonos a un cronograma ya programado, como se muestra en la Figura 4.23:

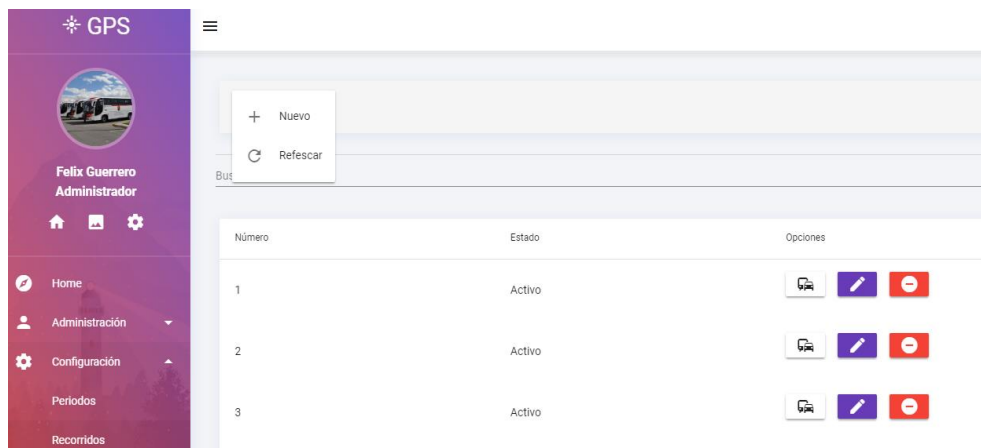


Figura 4.23. Agregar o modificar paradas
Elaborado por: Félix Guerrero

En la opción de jornada se realiza la creación o en registro de un nuevo bus y su respectivo chofer, a continuación se muestra en la Figura 4.24, La interface para la creación del registro de un bus.

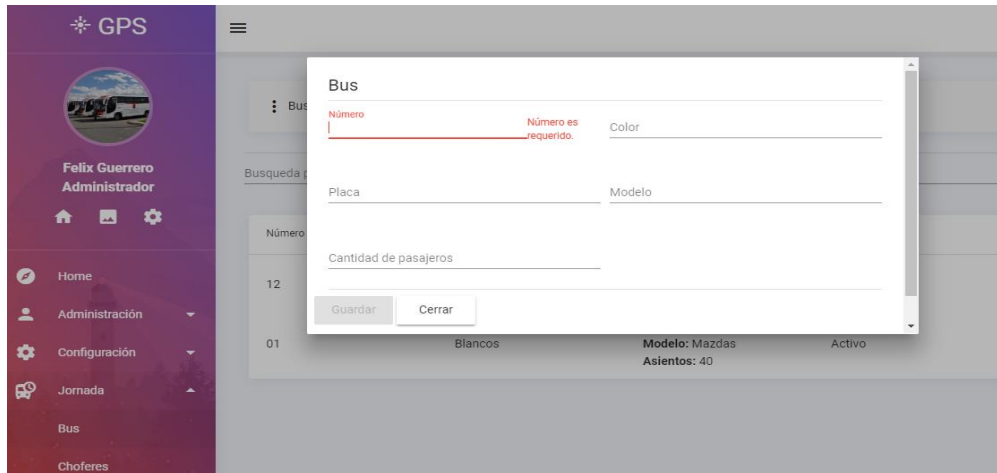


Figura 4.24. Agregar una nueva unidad
Elaborado por: Félix Guerrero

Los campos requeridos para el registro de los buses son parámetros como: el identificador el cual se asigna automáticamente, número, color, placa, modelo, capacidad de la unidad y además fechas como el registro de modificación y creación que son adquiridos automáticamente desde el servidor.

En la pestaña de choferes se registra la creación de choferes para su respectivo bus. Como se observa en la Figura 4.25.

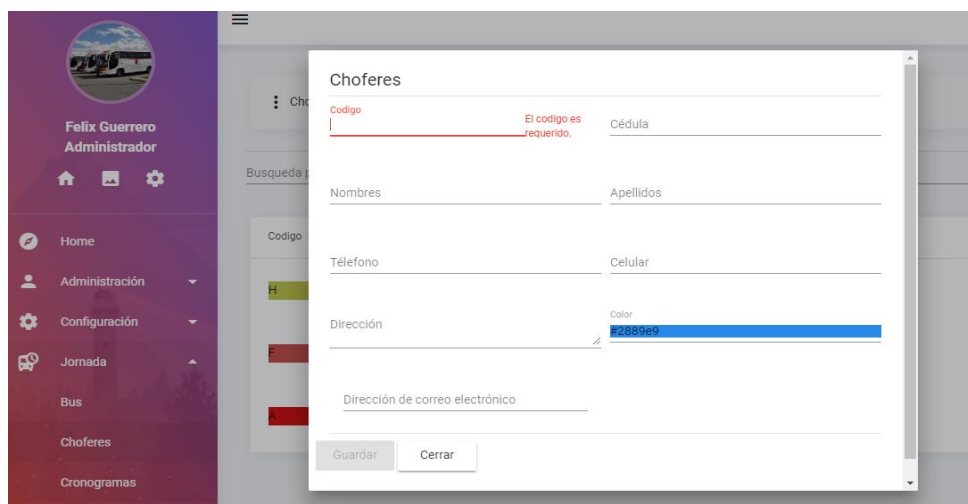


Figura 4.25. Agregar el registro del conductor
Elaborado por: Félix Guerrero

Para el registro de un conductor se requirieren algunos datos como son: numero el cual es asignado automáticamente conjuntamente con la fecha de modificación y creación, pero datos importantes como: código, numero de cedula, nombre y apellidos, teléfonos, correo electrónico, email, dirección

- **Área de contenido**

Descripción del área del contenido

En el área del contenido se visualiza la ubicación de los vehículos. La opción **MONITOREO** de la plataforma es la interface para visualizar el dispositivo de posicionamiento en tiempo real, como se observa en la Figura 4.25:

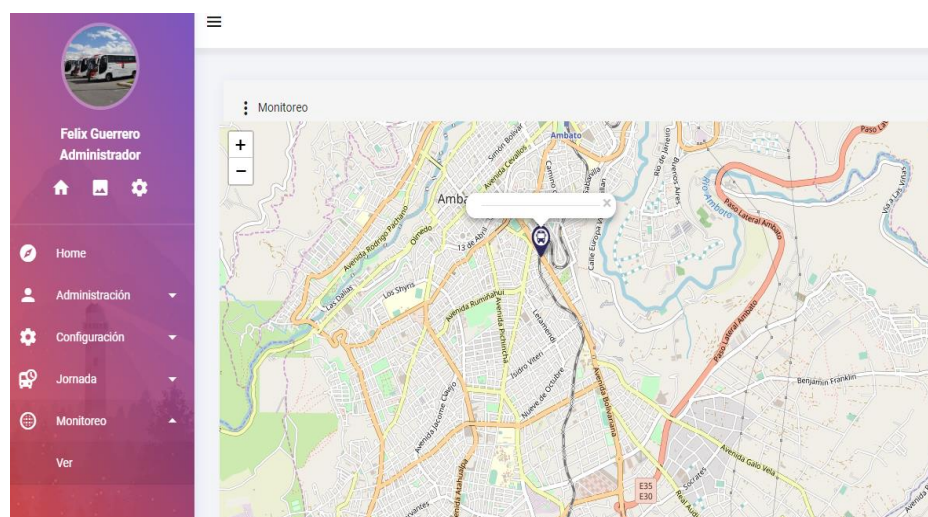


Figura 4.26. Ubicación del vehículo en tiempo real.

Elaborado por: Félix Guerrero

4.5.11 Establecimiento de los campos en las tablas en la base de datos.

La base de datos dispone de tablas en las cuales se tiene una serie de campos las cuales se encuentran relacionadas entre sí de la siguiente manera:

La tabla choferes:

Dispone de doce campos, en los cuales se deben ingresar datos importantes como son: identificación del conductor, código, cedula, nombres, apellido, teléfono,

celular, email, dirección y datos adicionales que permitirán relacionar con campos de otras tablas.

Tabla periodos:

La tabla dispone de 6 campos que son: la Identificación de la tabla, Nombre, fecha de inicio, fecha de finalización, estado (estado del periodo), crear y modificar fechas.

Tabla Choferesbuses:

Esta tabla permite disponer de los listados de choferes activos para los turnos activos del cronograma, dispone de campos como: Identificación de la tabla, identificación de los choferes, la identificación de bus, el estado, y los campos crear y modificar.

Tabla buses:

La tabla buses consta de 12 campos en los cuales se puede disponer del registro de parámetros como son, el número de la unidad, el color, la placa, el modelo, la capacidad en esta sección es donde se insertan los datos enviados desde el transmisor GPRS como son la longitud y la latitud, la velocidad la temperatura, el estado del equipo, además las opciones para crear y modificar los registros, que no son llenados automáticamente.

Tabla monitoreo:

La tabla de monitoreos, dispone de diferentes campos los cuales se guardaran los registros de los datos enviados desde Módulo GPS automáticamente, por lo cual debe tener registrarte toda la cadena de datos recibidos.

Tabla Punto:

Esta tabla dispone de campos en los cuales se han registrado las diferentes paradas en función de su ubicación, se requiere ingresar directamente los datos para la ubicación georeferenciada por latitud y longitud, horas de recorrido, salida y llegada, tiempo, orden, estado.

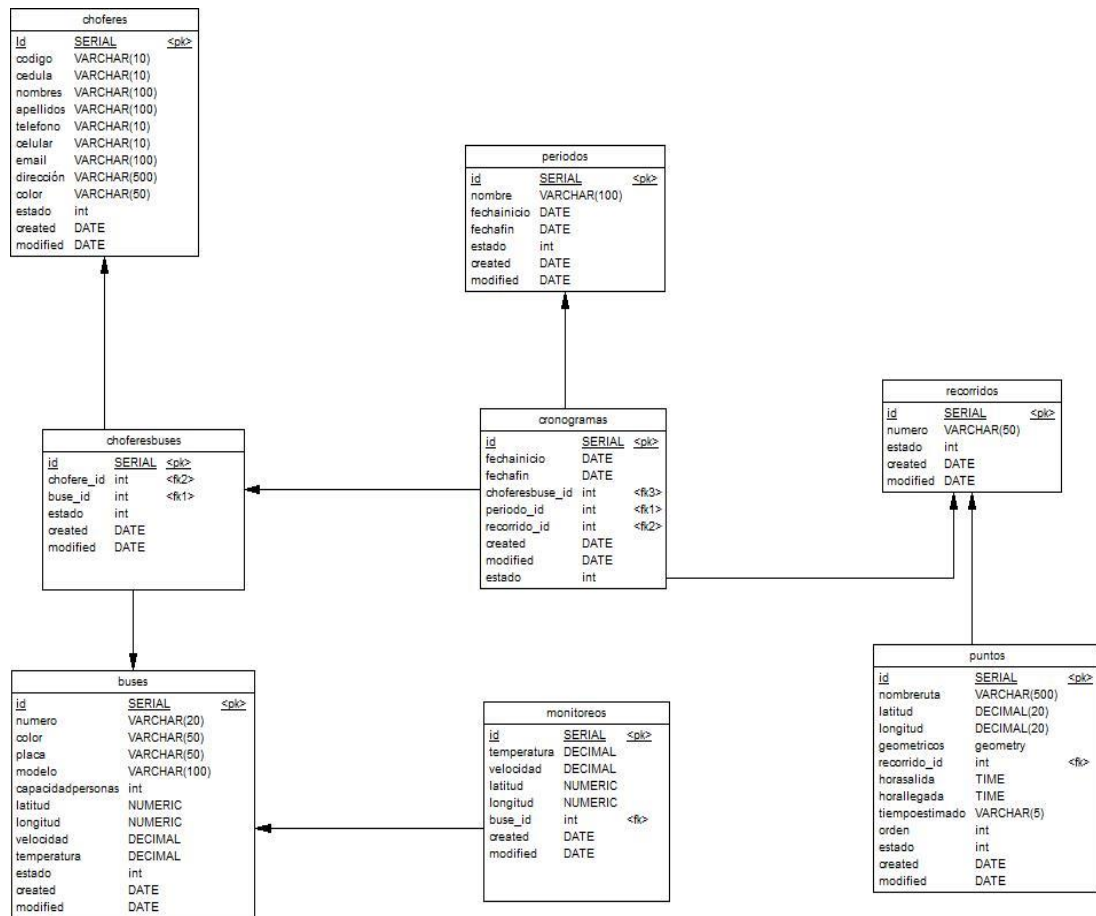


Figura 4.27. Estructura de la base de datos

Elaborado por: Félix Guerrero

4.6 Construcción del sistema de monitoreo de vehículos.

A continuación se describe las conexiones del dispositivo de adquisición de datos, y las conexiones de los sensores.

4.6.1 Dispositivo de adquisición de datos

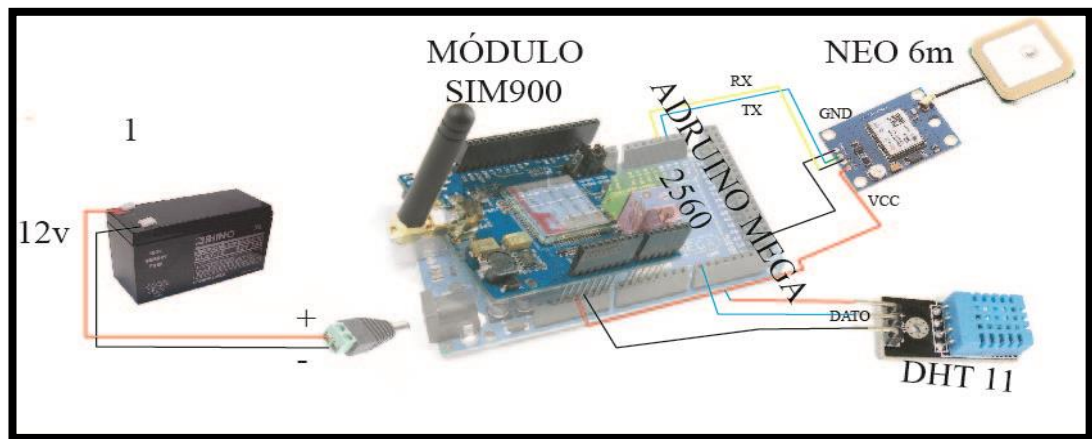


Figura 4.28. Esquema de conexión de los dispositivos

Elaborado por: Félix Guerrero

Dispositivos de la Figura 4.28 se detallan a continuación:

- Batería 12V de 7 amperios
- Arduino mega 2560
- Módulo Sim900
- Módulo Neo 6m
- Sensor de temperatura DHT11

La conexión de los sensores en el dispositivo de adquisición se lo realizó de la siguiente manera:

- Conexión de GPS Neo 6m se conectó a los pines 18 y 19 para hacer uso de la comunicación SERIAL 1 que posee el arduino mega 2560
- Conexión de sensor DHT11, se encuentra conectado a los pines de alimentación ya 5V y al puerto 32 del arduino para la lectura de los datos.

La conexión lógica de la tarjeta de adquisición de datos con sus respectivos sensores se lo realizo en el software Arduino 1.8.4, el código de ejecución se muestra en el anexo 4.

4.7 Ensamblaje del prototipo de comunicación de datos

A continuación se muestra la forma de conexión de los dispositivos electrónicos:

Conexión del módulo GPS Neo 6M



Figura 4.29. Conexión GPS NEO 6M

Elaborado por: Félix Guerrero

Conexión del arduino mega 2560 con el módulo GPRS Sim 900, como es una placa plug & play, los pines de conexión de los dos dispositivos se interconectan con gran facilidad.

Primero se debe colocar la sim card para acceder a la red GPRS

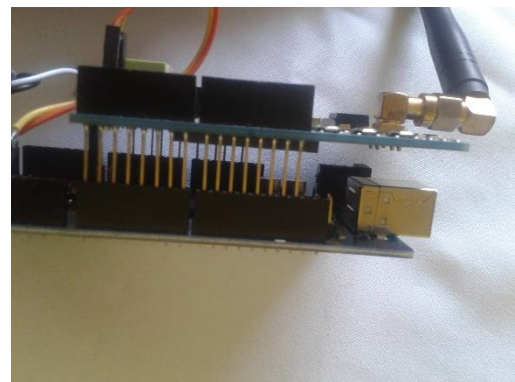


Figura 4.30. Conexión SIM 900

Elaborado por: Félix Guerrero

Posteriormente se realizó la conexión del sensor de temperatura DHT11

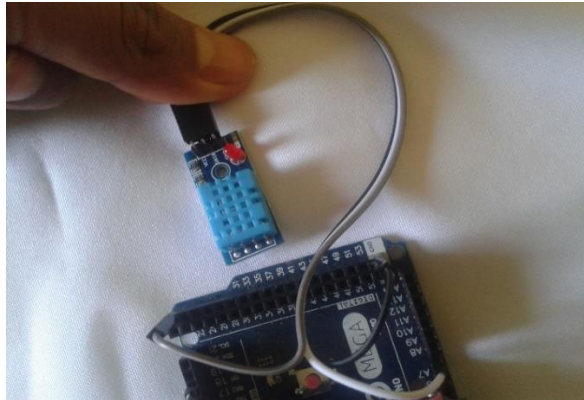


Figura 4.31. Conexión sensor de temperatura
Elaborado por: Félix Guerrero

Se ha verificado las pruebas de funcionamiento del dispositivo ensamblado para comprobación de su operación y funcionamiento.

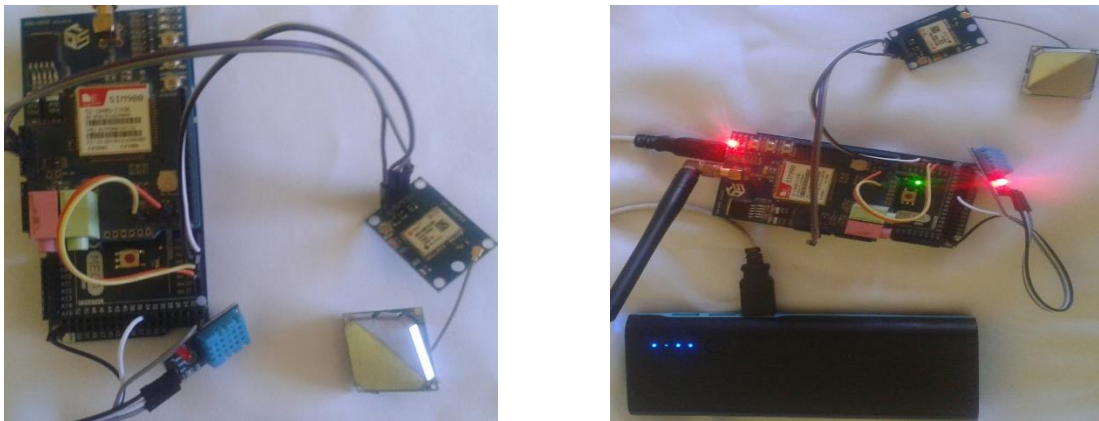


Figura 4.32. Pruebas de funcionamiento
Elaborado por: Félix Guerrero

4.8 Pruebas de funcionamiento y resultados

Se verifica que las conexiones de los cables deben estar bien fijadas ya que el movimiento del vehículo puede desconectar los sensores y ocasionar algún corto circuito en los demás componentes.

4.8.1 Resultados

Se realizó las gestiones con el encargado del departamento Administrativo, el mismo que nos dio la autorización para realizar las pruebas de funcionamiento en los vehículos de la Universidad Técnica de Ambato, en dichas pruebas se obtuvo los resultados que a continuación se procederá a describir:

Como punto de partida se llevó a cabo una instrucción a la persona encargada de administrar los vehículos, se le brindó la información necesaria acerca del manejo de la plataforma web, abordando todos los servicios que esta le facilita, el manejo que la persona debe realizar, la forma en que genera información y sobretodo la manera correcta en la que debe administrar la misma. Todo esto se realizó de acuerdo al procedimiento y explicación que se describió en la sección 4.6.10 diseño de la página web.

Para las pruebas de funcionamiento del prototipo el administrador nos facilitó la utilización de un bus de la institución en el cual se procedió a instalar el dispositivo como se puede observar en la figura 4.33:



Figura 4.33 Vehículo para realización de la pruebas

Elaborado por: Félix Guerrero

El prototipo se lo ubico en la parte frontal del bus institucional, esto debido a que el prototipo necesita estar en un lugar visible para el chofer y además el dispositivo recibe datos satelitales para la localización por lo cual la posición óptima para el mismo debe ser en una parte despejada del vehículo como se puede ver en la figura 4.34:



Figura 4.34 Ubicación del dispositivo de posicimient vehicular.
Elaborado por: Félix Guerrero

Con la autorización del administrador se procedió a la toma de los datos con el vehículo en movimiento tomando la ruta:

Campus Ingahurco – Redondel de Cumanda – Av. 12 de noviembre – Av. 13 de abril – Av. Atahualpa – Municipio de Ambato.

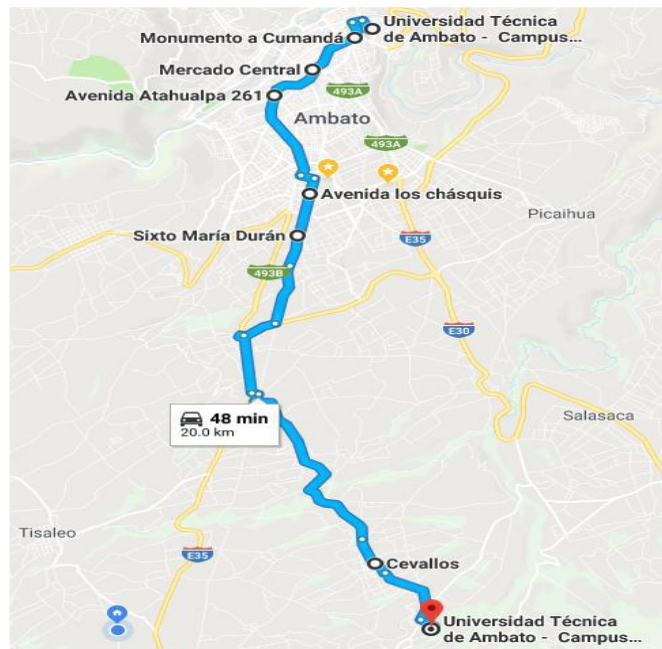


Figura 4.35 Ruta para realizar las pruebas de funcionamiento.
Elaborado por: Félix Guerrero

Se realizó la captura de los datos enviados del prototipo hacia la plataforma web, cabe mencionar que el envío de la información se está haciendo cada 30 segundos, los datos capturados se muestran en la figura 4.36:

```
Server Inict on 8999
data:{"id":"1","numero":"01","temperatura":"19","velocidad":"35","latitud":"-1.2465184","longitud":"-78.62056"}
data:{"id":"1","numero":"01","temperatura":"19","velocidad":"35","latitud":"-1.2565184","longitud":"-78.69056"}
data:{"id":"1","numero":"01","temperatura":"19","velocidad":"35","latitud":"-1.2665184","longitud":"-78.76056"}
```

Figura 4.36 Datos recibidos en el servidor de la plataforma web.

Elaborado por: Félix Guerrero

En la figura 4.36, se observa datos de velocidad, temperatura del dispositivo y lo más importante las coordenadas geográficas para la localización en tiempo real del vehículo.

Finalmente se verifico la posición en tiempo real en el mapa de la plataforma web, se observa la figura 4.37:

En la plataforma web se fue monitoreando la ubicación del automotor, en esta sección es importante mencionar que la exactitud con la que se reciben los datos depende en gran parte a la velocidad del internet al que se tenga acceso, para las pruebas solamente se monitoreo con el internet de la red movistar desde un teléfono móvil, para el correcto monitoreo se lo debe realizar desde un lugar adecuado con internet fijo.

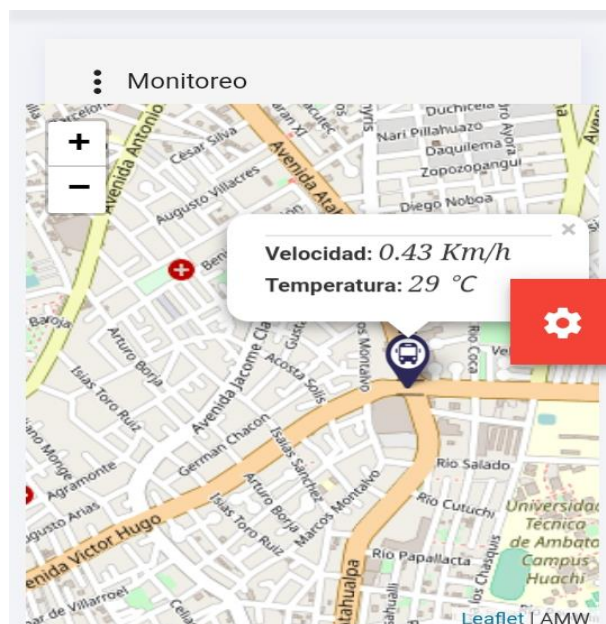


Figura 4.37 Ubicación en tiempo real del bus institucional.

Elaborado por: Félix Guerrero

4.8.2 El análisis de la transmisión de datos:

Se monitoreo el sistema en un periodo de tiempo específico con el fin de evaluar la cantidad de conexiones fallidas que se producen en la transmisión de la información. Análisis durante media hora, se enviaron datos cada 30 segundos desde el dispositivo transmisor hasta el servidor, lugar donde se va a almacenar los datos, en este tiempo de pruebas se detectó que de los 60 datos enviados llegan 40 ya que al iniciar el sistema se pierden veinte datos hasta establecer una conexión segura, cabe recalcar que esto se produce solamente al momento de encender el dispositivo, se detalla en la Tabla 4.1.1:

Tabla 4.11. Número de datos enviados

Tiempo	Datos enviados	Datos recibidos	Porcentaje
30 minutos	60	40	66.6%
1 hora	120	100	83%
2 horas	240	200	83%
3 horas	360	300	83%

Elaborado por: Félix Guerrero

Se pudo evidenciar que durante periodos de conexión de dos horas el sistema pierde menos datos y tiene un 83% de datos recibidos, con lo que se manifiesta que el sistema es confiable al momento de realizar la comunicación y envío de parámetros monitoreados.

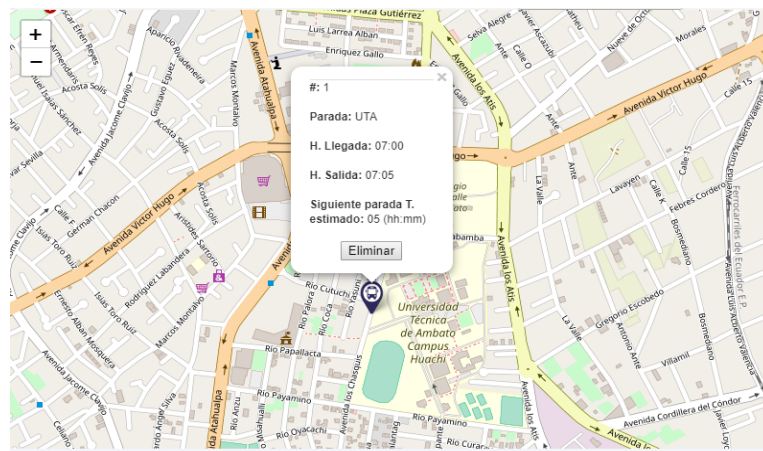


Figura 4.38. Localización del vehículo

Elaborado por: Félix Guerrero

4.8.3 Corrección de los errores detectados en las pruebas de funcionamiento.

Se detectó errores al momento del encendido del dispositivo, por tal razón se decidió realizar la lectura de 100 valores iniciales hasta que los sensores arrojen datos correctos para posteriormente enviar hasta el servidor con esta modificación se obtuvo 10 datos recibidos de cada 12 enviados.

El consumo de la energía del dispositivo es importante porque se limita el funcionamiento del sensor GPS cuando no recibe variaciones de la ubicación, por tal razón se envían datos el momento en que exista variación de sus coordenadas. Cuando se encuentra en funcionamiento el dispositivo tiene mayor consumo de energía eléctrica.

Análisis de consumo de energía:

Para la elaboración del prototipo del sistema de monitoreo de los vehículos de la Universidad Técnica de Ambato se realizó una sumatoria de los dispositivos utilizados para verificar el tiempo de autonomía del dispositivo transmisor.

Tabla 4.12. Consumo de energía de los dispositivos electrónicos del sistema

Dispositivo	Consumo Especifico (mA)
Arduino Mega	46 mAh
Módulo GPS Ublox NEO-6M	20 mAh
Sensor DHT11	10 mAh
Módulo Sim900	140 mAh
Total Consumo (mAh)	216 mAh
Batería seca 12V 7000 mA	7000 mAh
Tiempo de autonomía del dispositivo transmisor del Sistema	32,4 h

Elaborado por: Félix Guerrero

Análisis financiero:

El presente Trabajo de titulación está dirigido a generar beneficios a la institución para la cual se ha desarrollado el prototipo con la finalidad de dar un mejor servicio a los usuarios y al personal de la institución que requiere monitorear constantemente a las unidades.

Tabla 4.13. Resumen de costos del sistema

Elemento	Cantidad	Valor Unitario	Valor Total
Arduino Mega	1	\$17,00	\$35,90
Módulo GPS Ublox NEO-6M	1	\$20,00	\$20,00
Sensor DHT11	1	\$8,00	\$8,00
Módulo Sim900	1	\$38,00	\$38,00
Batería seca 12V 7000 mA	1	\$22,00	\$22,00
Plan de datos	1	\$10,00	\$20,00
Chip Claro	1	\$4,00	\$4,00
Hosting	1	\$100,00	\$100,00
Computador (servidor)	1	\$1000	\$1000
Cableado	1	\$5,00	\$5,00
Estructura(Acrílico)	1	\$40,00	\$40,00
Memory flash	1	\$10,00	\$10,00
Impresiones	200	\$0,07	\$14,00
Internet	1	\$28,00	\$28,00
Transporte	20	\$2,00	\$40,00
TOTAL			\$1348,90

Elaborado por: Félix Guerrero

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se analizó los parámetros necesarios para la implementación de un sistema de posicionamiento para los vehículos de la universidad Técnica de Ambato, determinando que se requiere la localización de la unidad, además parámetros como la velocidad del vehículo y la temperatura del dispositivo.

Se estableció que para la ubicación del vehículo es necesario adquirir datos geográficos mediante un sensor GPS, posterior a un análisis entre diferentes módulos comerciales se seleccionó el dispositivo Neo 6m por sus amplias prestaciones de sensibilidad y costo de adquisición.

En el diseño y puesta en marcha del dispositivo se pudo determinar, que para aumentar la efectividad del dispositivo, se debe disminuir los tiempos en la programación del envío de los datos. Además se concluyó que para futuros trabajos bajo el uso de la misma plataforma, sería adecuado trabajar con una red móvil más avanzada acorde a las existentes actualmente.

Recomendaciones

Se recomienda al administrador encargado del sistema, dar mantenimiento una vez al mes al dispositivo con el fin de verificar conexiones eléctricas y al momento de la instalación ubicar el equipo transmisor cerca del conductor para que se mantenga alejado de los pasajeros con el fin de precautelar su funcionamiento e integridad.

Se recomienda al departamento administrativo de la Universidad Técnica de Ambato, evaluar el sistema en un periodo de tiempo más extenso con la finalidad de detectar posibles falencias y corregir los errores para la gestión y presentación de resultados exactos y confiables.

Se recomienda al vicerrectorado administrativo, tomar en consideración el presente estudio para futura implementación en el parque automotor que posee la institución, con el fin de reducir gastos de operación de las unidades y hacer uso de un sistema de localización propio de la institución.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] PRODUS, «Universidad de Costa Rica,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.ucr.ac.cr/noticias/2016/06/03/mas-del-60-de-los-universitarios-utiliza-transporte-publico.html>.
- [2] Asamblea Nacional del Ecuador, Ley organica de educación superior, Quito: Tribunal constitucional de la republica del Ecuador, 2010.
- [3] Universidad Técnica de Ambato, Departamento Administrativo, Ambato: Vicerrectorado Administrativo, 2016.
- [4] K. Rakesh, Vehicle tracking and accident alert system, Rourkela: National Institute Of Technology Rourkela, 2014.
- [5] P. Mistary y R. H. Chile, Real time Vehicle tracking system based on ARM7 GPS and GSM technology, New Delhi: IEEE, 2015.
- [6] S. Almishari, N. Ababtein y P. Dash, An energy efficient real-time vehicle tracking system, Victoria: IEEE, 2017.
- [7] J. R. Balbin, R. G. Garcia, M. A. E. Latina, M. A. S. Allanigue, J. K. D. Ammen, A. V. B. Bague y J. M. Jimenez, Vehicle door latch with tracking and alert system using global positioning system technology and IoT based hardware control for visibility and security of assets, Manila: IEEE, 2018.
- [8] A. D. H. Astudillo, Sistema de monitoreo y ubicación de buses basado en la tecnologia GPS en la Cooperativa de transporte Urbano 7 de octubre en la ciudad de Quevedo., Ambato: Univerddidad Técnica de Ambato, 2018.
- [9] G. Meaden y J. Kapetsky, Los sistemas de información geográfica y la telepercepción en la pesca continental y la acuicultura, Roma: FAO, 1992.
- [10] S. Martínez y R. Sisto, Posicionamiento y Sensor Data Fusion, Montevideo: Universidad de la República, 2009.
- [11] R. Prasad, Reseña de las Comunicaciones Personales Inalámbricas, IEEE , 2013.
- [12] Software de Seguimiento de Vehículo por GPS, «Position Logic,» 2016. [En línea]. Available: <https://www.positionlogic.com/es/software-de-seguimiento-del-vehiculo-por-gps>.

- [13] Negocios Globales logística y distribución , «Gestion y monitoréo de flotas,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=2496>. [Último acceso: 1 9 2018].
- [14] R. Pallás, Sensores y acondicionadores de señal, Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña, 2008.
- [15] R. P. Areny, Sensores y acondicionadores de señales, Barcelona : Marcombo, 2003.
- [16] IFM Electronics, «Sensores de posición,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.ifm.com/mx/es/category/010>. [Último acceso: 12 9 2018].
- [17] Keyence, «Fundamentos del sensor,» 2018. [En línea]. Available: https://www.keyence.com.mx/ss/products/sensor/sensorbasics/laser_light/info/. [Último acceso: 11 9 2018].
- [18] M. P. L. a. Mandado Enrique, Instrumentación Electrónica, Barcelona: Grafiques 92 S.A., 1995.
- [19] I. E. G. Milanés, Introducción a los Microprocesadores, Dpto. de Fisica Universidad de Matanzas, 2003.
- [20] S. Ian, Ingeniería del Software, Madrid: Pearson Education S.A., 2006.
- [21] E. Delgado, «Qué es y para que sirve un PLC,» 2017. [En línea]. Available: <https://intrave.com/que-es-y-para-que-sirve-un-plc/>. [Último acceso: 13 9 2018].
- [22] Logicbus, «Tarjetas para Adquisición de datos,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.logicbus.com.mx/adquisicion-de-datos.php>. [Último acceso: 14 9 2018].
- [23] S. K. Ingle Marcus, Aplicaciones de las microcomputadoras en la conducción de instituciones y programas del sector público agropecuario, San José : Subdirección General Adjunta de operaciones, 1984.
- [24] W.Tomasi, Sistemas de comunicaciones electrónicas, Cuarta ed., G. Trujano, Ed., Prentice Hall, 2003.
- [25] P. J. F. Gil Pablo, Redes y Transmisión de Datos, Alicante: COMPOBELL. S.L, 2010.

- [26] D. G. L. Antonio Fernández López, Transmisión y redes de datos, U.H.U, 2002.
- [27] W. Harke, Domótica para viviendas y edificios, Barcelona : Editorial MARCOMBO S.A., 2010.
- [28] AULACLIC S.L, Curso de Internet, aulaClic S.L., 2012.
- [29] T. Samperio, «Sistemas operativos digitales,» Pachuca de Soto, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2014.
- [30] Free Software Foundation, 2016. [En línea]. Available: <https://www.gnu.org/philosophy/free-sw.es.html>.
- [31] J. Hernández, «Análisis u desarrollo web,» Mexico, Universidad Autona de Chihuahua, 2014.
- [32] E. B. Díaz, «automatas Programables,» 1993.
- [33] J.C DATE, «Introducción a los sistemas de bases de datos,» de *Introducción a los sistemas de bases de datos*, México, Pearson Prentince Hall, p. 921.
- [34] L. T. Luque Welling, de *MySQL Tutorial*, Sams Publishing, 2014, p. 288.
- [35] Instituto Internacional Español de Marketing Digital, «Que es la geolocalización,» IEMD, 2017. [En línea]. Available: <https://iiemd.com/geolocalizacion/que-es-geolocalizacion>. [Último acceso: 2 11 2018].
- [36] J. Peñafiel y J. Zayas, Fundamentos del Sistema GPS y Aplicaciones en la Topografía, Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos en Topografía, 2014.
- [37] U-blox 6, Data sheet GPS NEO-6M, Ginebra: UBLOX, 2010.
- [38] OSEPP Electronics, 2013. [En línea]. Available: <https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>. [Último acceso: 14 11 2018].
- [39] Tinchorton, «Arduino Mega 2560,» 2013. [En línea]. Available: 256KB de memoria flash. [Último acceso: 13 11 2018].
- [40] TINYSHINE, «Datasheet,» [En línea]. Available: <https://www.tinyosshop.com/datasheet/GSM%20Shield%20Datasheet.pdf>. [Último acceso: 13 11 2018].

- [41] GITBOOK, 2018. [En línea]. Available: <https://mastermoviles.gitbook.io/tecnologias2/>. [Último acceso: 13 11 2018].
- [42] RED HAT, «Características del Servidor APACHE HTTP,» 2018. [En línea]. Available: <http://web.mit.edu/rhel-doc/4/RH-DOCS/rhel-rg-es-4/ch-httpd.html>. [Último acceso: 16 11 2018].
- [43] J. S. Q. J García Villanueva, «Modelos de pronóstico de temperaturas mínimas en el valle del Mantaro,» *Anales científicos de la Universidad Nacional Agraria La Molina*, vol. 68, n° 2, p. 16, 2007.
- [44] O. d. L. N. U. p. l. A. y. l. Alimentación, «Nueva luz sobre un tesoro enterrado,» *Año internacional de la papa 2008*, p. 148, 2009.
- [45] D. Horton, «La Papa: producción, comercialización y programas,» de *La Papa: producción, comercialización y programas*, Lima Peru, International Potato Center, 1992, p. 260.
- [46] L. Mancero, «Estudio de la Cadena de la Papa en Ecuador,» FAO-ESA / CIP, 2008.
- [47] H. M. Lucero Pinto, «Manual de Cultivo de Papa la Sierra Sur,» INIAP, Estación Experimental Austro, Cuenca, 2011.
- [48] M. P. y. S. Sherwood, «El Cultivo de la Papa en Ecuador,» de *El Cultivo de la Papa en Ecuador*, Lima peru, Iniap, 2002, p. 232.
- [49] J. L. S. A. Mario Leonidas Erazo Rodas, «Control y Supervisión de Variables en un Sistema de Anthieladas, Regadío y Ventilación para Optimizar los Cultivos Bajo Invernadero,» de *Control y Supervisión de Variables en un Sistema de Anthieladas, Regadío y Ventilación para Optimizar los Cultivos Bajo Invernadero*, Latacunga Ecuador, Escuela Politécnica del Ejercito Extención Latacunga, 2001.
- [50] E. X. C. Hernández, «Estudio de las Redes Sensoriales como una Nueva Alternativa de Comunicación Inalambrica,» de *Estudio de las Redes Sensoriales como una Nueva Alternativa de Comunicación Inalambrica*, Quito, Escuela Politécnica del Ejercito, 2007.
- [51] G. C. N. Ortiz, «Automatización de un Sistema de Riego Dedicado a La Producción Florícola Basado en las Tecnologías de Agricultura de Precisión y

Telemetría Utilizando la Plataforma de Comunicaciones de Telefonía Móvil GPRS,» de *Automatización de un Sistema de Riego Dedicado a La Producción Florícola Basado en las Tecnologías de Agricultura de Precisión y Telemetría Utilizando la Plataforma de Comunicaciones de Telefonía Móvil GPRS*, Quito, Escuela Politécnica Nacional, 2008.

- [52] C. Coronel, S. Morris y P. Rob, «Bases de datos, diseño, implementación y administración,» Mexico, Cengage Learning, 2011.
- [53] R. Romero, «Sensores y dispositivos electrónicos en los vehículos,» Planeta Formación y Universidades, 2017. [En línea]. Available: <https://www.ceac.es/blog/sensores-y-dispositivos-electronicos-en-los-vehiculos>. [Último acceso: 12 11 2018].
- [54] L. Ramirez, «Protocolos de comunicación,» 2014. [En línea]. Available: www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/.../A6.pdf. [Último acceso: 11 11 2018].
- [55] J. Prieto, Introducción a los sistemas de comunicación inalámbricos, Calatunya: UOC, 2015.
- [56] B. Briceño, «Sistemas de comunicaciones móviles,» 2017. [En línea]. Available: <http://sistemasdcomunicacionesmovil.blogspot.com/2017/02/sistemas-de-comunicacion-moviles.html>. [Último acceso: 12 11 2018].

ANEXOS

Anexo 1: Parque automotor Universidad Técnica de Ambato

Tabla de Registro de vehículos livianos

No.	MARCA Y MODELO	NUMERO DE PLACA	NUMERO DE MOTOR	NUMERO DE CHASIS	MODELO	CLASE	AÑO	VALOR ACTUAL
1	HONDA ACCORD CM5676JNX-KK	TEA0567	K24A81040333	1HGCM56706A500304		AUTOMOVIL	2006	19000
2	MAZDA BT-50 2.6 CD ACTION 4X2	TEA0617	G6364286	8LFUNY06B8M000204		CAMIONETA	2008	15800
3	CHEVROLET LUV TFR 16 F	TEA0392	4ZD1418278	TFR16F9510780		CAMIONETA	1996	9000
4	CHEVROLET LUV 4X2	TEA0376	4ZD1257640	TFR16F947104073		CAMIONETA	1994	7000
5	SUPER CLUB WAGON XLT350	TEA0441	1FBSS31L22HA43728	1FBSS31L22HA43728		FURGONETA	2002	18000
6	HYUNDAI GRAND SALOON 12P	TEA385	G4CSS600102	KMJFD37GPSU156284		FURGONETA	1995	9000
7	HYUNDAI TQ 12PASAJEROS	TEI1055	D4BHA006184	KMJWA37HAAU231682		FURGONETA	2010	22300
8	HYUNDAI H1(AMBULANCIA)	TEI1223	D4BHD031198	KMJWA37HAEU595724	RADIO JVC , BALIZA	FURGONETA	2014	32550
9	TOYOTA LAND CRUISES PRADO 5P VX TM	TEA0508	1608308	9FH11VJ9539007778		JEEP	2003	22000

10	FORD EXPLORER OMEB TA 4X4	TEA0740	8A28815	8XDEU748X88A28815		JEEP	2008	28500
11	SUZUKI GRAND VITARA SZ V6 TM 4X4	TEA0720	H27A-290429	8LDCK339390013252		JEEP	2009	18500
12	CHEVROLET RODEO V6 T/M A/C	TEA0509	6VD1161468	8LDUCS25G30109117		JEEP	2003	12500
13	SUZUKI GRAND VITARA SZ V6 TM 4X4	TEA0739	H27A-290417	8LDCK339590013253		JEEP	2009	18500
14	SUZUKI GRAN VIATARA SZ 5P	TEI1115	J24B1123717	8LDCK8375B0103021		JEEP	2011	20000
15	SUZUKI GRAN VIATARA SZ 5P	TEI1116	J24B1107888	8LDCK8374B0078189		JEEP	2011	20000
16	SUZUKI GRAND VITARA SZ V6 TM 4X4	TEI1225	J24B1258332	8LDCK7377F0265880		JEEP	2015	30000
17	SUZUKI GRAND VITARA SZ V6 TM 4X4	TEI1227	J24B1258322	8LDCK7376F0265885		JEEP	2015	30000
18	SUZUKI GRAND VITARA SZ V6 TM 4X4	TEI1228	J24B1258395	8LDCK7373F0265889		JEEP	2015	30000
19	SUZUKI GRAND VITARA SZ V6 TM 4X4	TEI1229	J24B1255910	8LDCK7375F0265036		JEEP	2015	30000
20	NISSAN SENTRA SEDAN 4 PUERTAS	TEA0563	QG18725181S	3N1CB51S06L474758		SEDAN	2006	8000
21	CHEVROLET D-MAX	TEI1269	4JJ1MN6819	8LBETF4N7F0298285		CAMIONETA	2015	30000

430650

Fuente: Departamento Administrativo de la UTA.

Elaborado por: Félix Guerrero

Tabla de Registro de camiones

No.	MARCA Y MODELO	NUMERO DE PLACA	NUMERO DE MOTOR	NUMERO DE CHASIS		CLASE	AÑO	VALOR ACTUAL
1	MITSUBISHI CANTER FE639E6SLNRA	TEA0516	4D34J30445	JJ6AAE6H63L006675		CAMION	2003	12000
2	HINO CHASIS CABINADO	TEA0719	N04CTT15554	JHFUT11H292002360	XZU413L- HKMQD3	CAMION	2009	23500
3	MITSUBISHI CANTER FE 211	TEA0236	4D30470156	FE211E559797		CAMION	1985	6000
4	HINO XZU423L-HKMRD3	TEI1067	N04CTT21647	9F3YT20H7B6000457		TANQUERO	2011	30476,19
	CHEVROLET	TEI1126				CAMION	2017	71976,19

Fuente: Departamento Administrativo de la UTA.

Elaborado por: Félix Guerrero

Tabla de Registro de buses

No.	MARCA Y MODELO	NUMERO DE PLACA	NUMERO DE MOTOR	NUMERO DE CHASIS	MODELO	N° DE PASAJEROS	AÑO	VALOR ACTUAL
1	OMNIBUS B.B. CHASIS CABINADO	TEA0001	H06CTB18243	OBBTS000422	CHASIS CABINADO	40	1977	7000
2	OMNIBUS B.B. CHASIS CABINADO	TEA0002	H06CTE19758	OBBTSA000432	CHASIS CABINADO	40	1977	8000
3	CHEVROLET FTR 32 M CABINADO	TEA0618	6HE1410592	JALFTR32M87000083	FTR 32M	40	2008	50000
4	CHEVROLET FTR 32 M CABINADO	TEA0619	6HE1410593	JALFTR32M87000084	FTR 32M	40	2008	50000
5	HINO BUS CARROZADO	TEA0762	J08CTT38048	JHDFG1JPUAXX15111	FG1JPUZ	40	2010	65000
6	MERCEDES BENZ BUS OF1721-59	TEA0777	377989U0810431	9BM3840759B636847	OF1721-59	44	2009	60000
7	INTERNACIONAL (GARANTIA VIGENTE)	TEI1263	470HM2U1605680	3HBAVAAR4EL775573	4700 FEB 225HP 2SP	40	2014	180000
8	INTERNACIONAL (GARANTIA VIGENTE)	TEI1265	470HM2U1606649	3HBAVAARXEL775593	4700 FEB 225HP 2SP	40	2014	170000
9	INTERNACIONAL (GARANTIA VIGENTE)	TEI1264	470HM2U1606726	3HBAVAAR5EL775596	4700 FEB 225HP 2SP	38	2014	170000
10	INTERNACIONAL (GARANTIA VIGENTE)	TEI1262	470HM2U1605160	3HBAVAAR7EL776247	4700 FEB 225HP 2SP	40	2014	180000
11	VOLKSWAGEN 9150OD	TEI1076	E1T164209	9532D52R6BR100751	9150 OD	22	2011	50500
12	VOLKSWAGEN 17210	TEI1077	G1T125290	9532F82W8BR100199	17.210 OD	40	2011	80000
13	VOLKSWAGEN 17210OE	TEI1075	G1T125406	9532F82W0BR100231	17.210 OD	40	2011	80000
14	INTERNACIONAL (GARANTIA VIGENTE)	TEI1282	470HM2U1607345	3HBAVAAR4EL776349	4700 FEB 250HP 2SP	44	2014	158000
15	INTERNACIONAL 3900 FC	TEA0377	000674605	1HVBCNWR8PH516115	3900 FC	40	1993	18000

1326500

Fuente: Departamento Administrativo de la UTA.

Tabla de Registro de motos

No.	MARCA Y MODELO	NUMERO DE PLACA	NUMERO DE MOTOR	NUMERO DE CHASIS	CLASE	AÑO	VALOR ACTUAL
1	SUZUKI DR200	EA465A	H402170954	9FSSH42A08C006179	MOTO	2008	2500
2	SUZUKI DR200	EA466A	H402181895	JS1SH42A892101703	MOTO	2009	2800
3	HONDA XL200	EA455A	MD28E9A202546	9C2MD2896AR202546	MOTO	2010	3200
4	HONDA XL200	EA454A	MD28E9A202551	9C2MD289XAR202551	MOTO	2010	3200
5	HONDA.- MOTO CGR125 1SH STORM 2012	EA650G	SDH157FMICB3006156	LALPCJF88C3002450	MOTO	2012	1500
6	SUZUKI GN125	EA603G	157FMI3B2X07478	9FSNF41B2CC226493	MOTO	2012	1350

14550

No.	TIPO	MARCA	NUMERO DE MOTOR	IMPLEMENTOS	CLASE	AÑO	VALOR ACTUAL
1	TRACTOR AGRICOLA	JOHN DEERE	J04045T420339	RASTA NACIONAL 20X22		2007	\$ 35.000,00
2	JARDINERA 120	JOHN DEERE		TAT-ARADO FIJO		2007	\$ 6.000,00

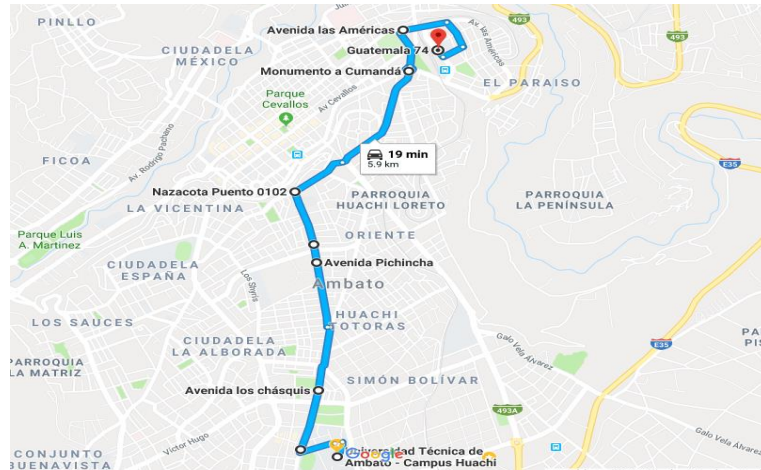
\$ 41.000,00

Fuente: Departamento Administrativo de la UTA.

Anexo 2: Rutas establecidas por la Universidad Técnica de Ambato para sus recorridos diarios.

Ruta 1: Comprende las avenidas:

Campus Huachi - Av. Los Chasquis – Av. Pichincha – Quiz Quiz – Av. El Rey – Campus Ingahurco.

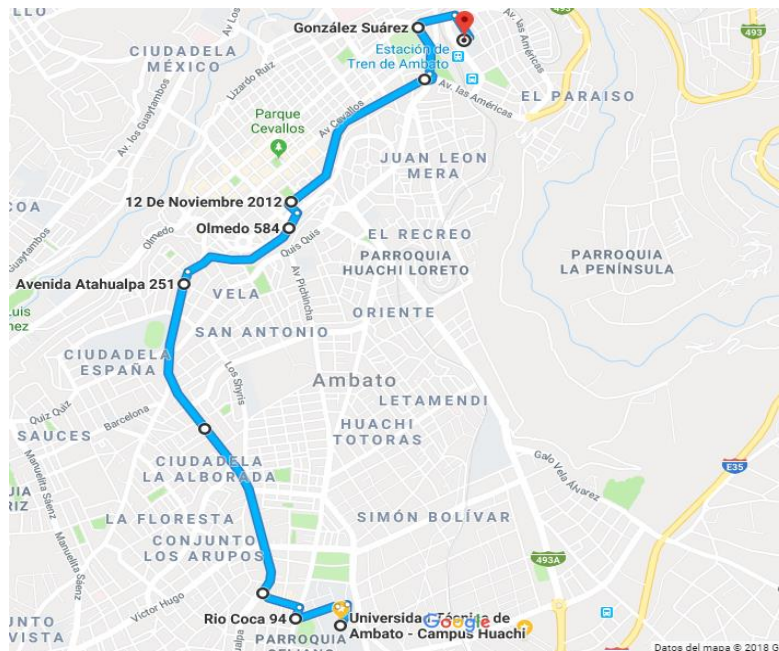


Fuente: Google Maps

Elaborado por: Félix Guerrero

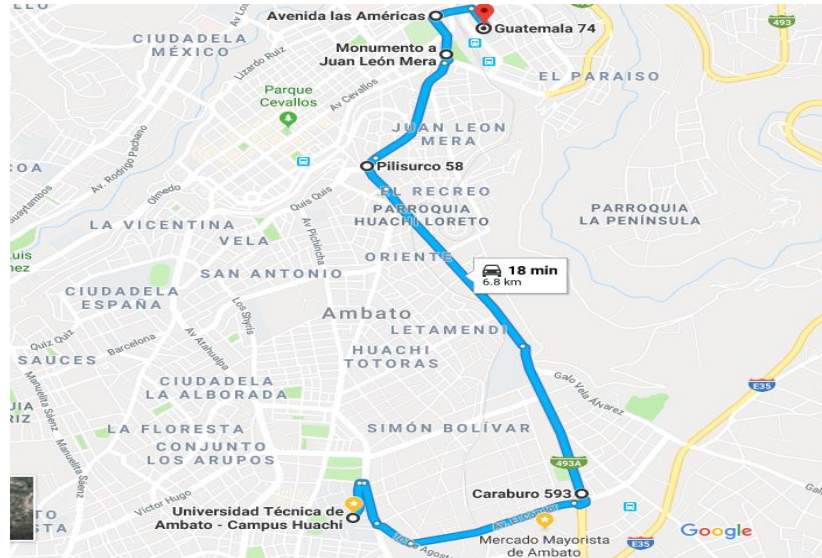
Ruta 2:

Campus Huachi – Av. Atahualpa – Av. 13 de Abril – Parque 12 de noviembre – Av. 12 de Noviembre – Av. Gonzales Suarez – Campus Ingahurco.



Ruta 3

Campus Huachi – Mercado Mayorista – Av. Bolivariana – Av. El Rey – Redondel de Cumanda – Campus Ingahurco.

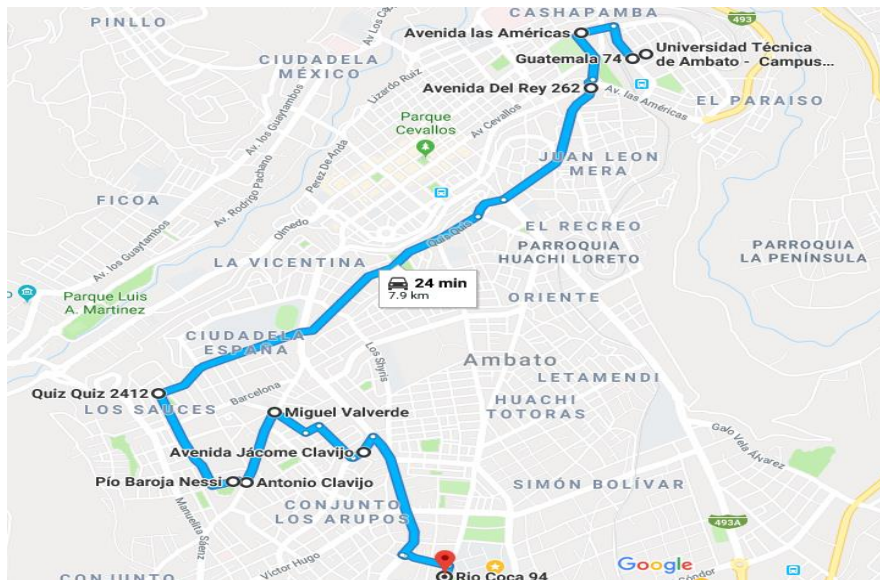


Fuente: Google Maps

Elaborado por: Félix Guerrero

Ruta 4

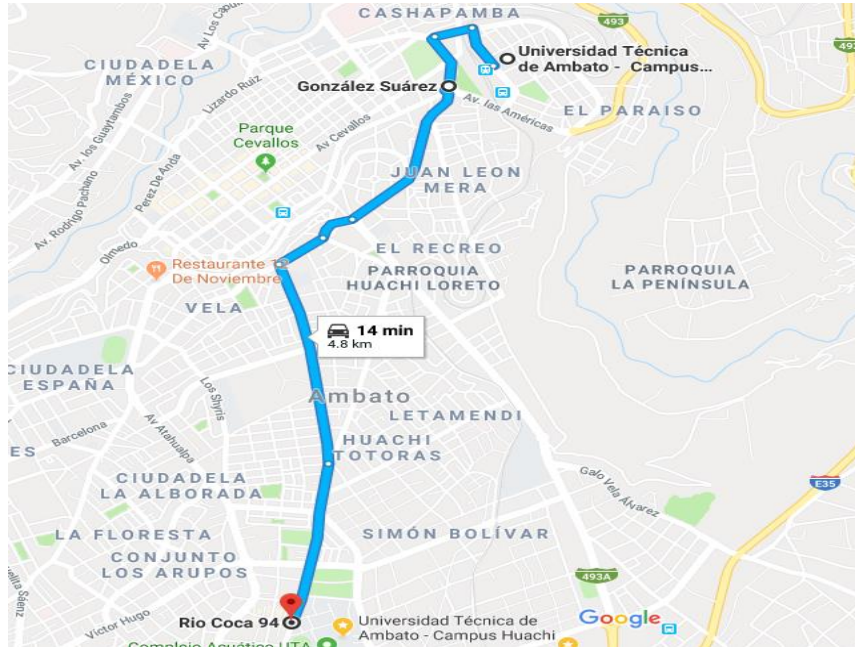
Campus Huachi – Av. Atahualpa – Jorge Clavijo – Rodrigo Vela – Antonio Clavijo – Pio Baroja – Garcia Lorca – Quiz Quiz – Parque Sucre – Av. El Rey – Campus Ingahurco.



RUTA INGAHURCO – HUACHI

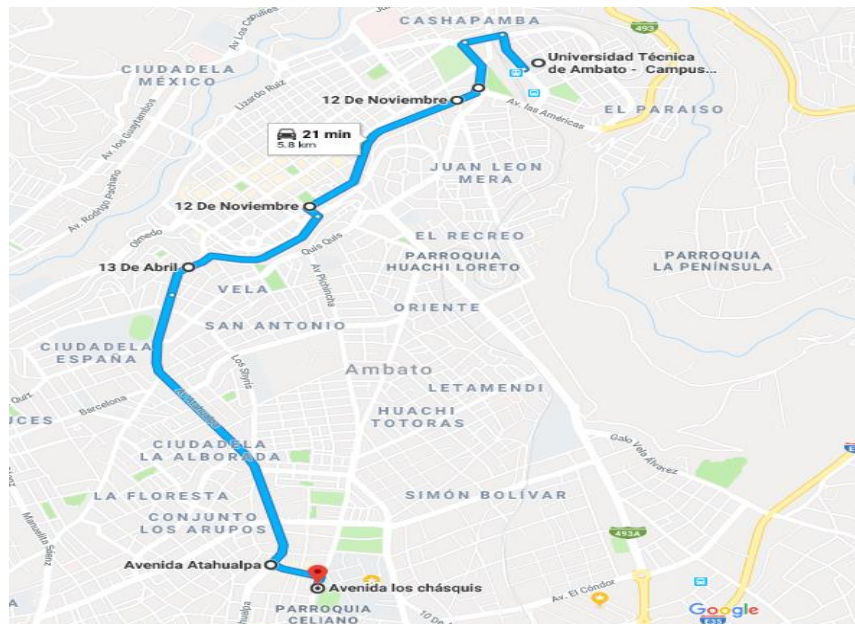
RUTA 1

CAMPUS INGAHURCO – AV. EL REY – PADRES JOSEFINOS – PICHINCHA –
CAMPUS HUACHI



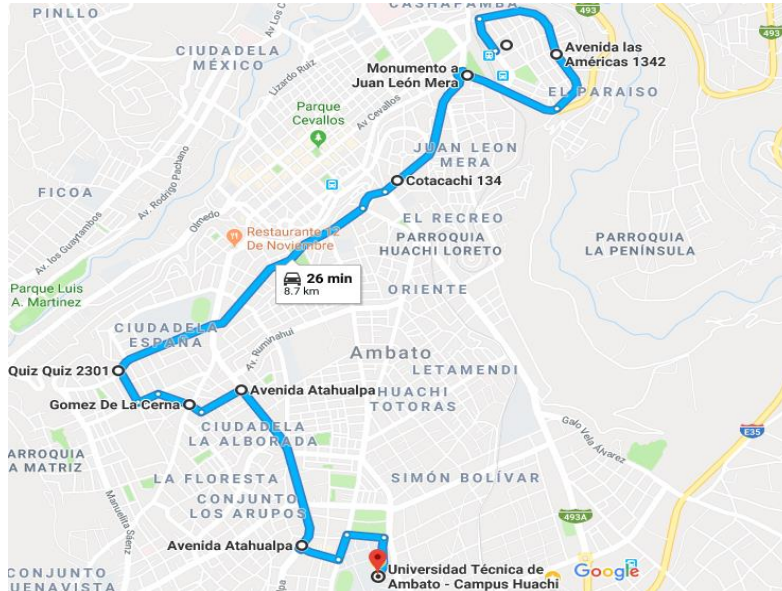
RUTA 2

CAMPUS INGAHURCO – 12 DE NOVIEMBRE – 13 DE ABRIL – AV.
ATAHUALPA – CAMPUS HUACHI



RUTA 3

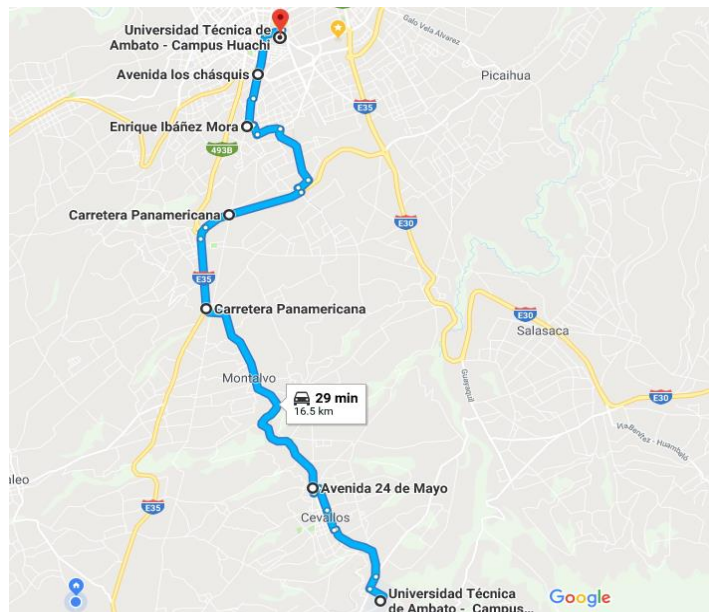
CAMPUS INGAHURCO – AV. LAS AMERICAS – AV. EL REY – PARQUE SUCRE – QUIZ QUIZ – PLAZA DE TOROS – ANTONIO CLAVIJO – AV. ATAHUALPA – RIO CUTUCHI – CAMPUS HUACHI



CAMPUS HUACHI – CAMPUS QUEROCHACA

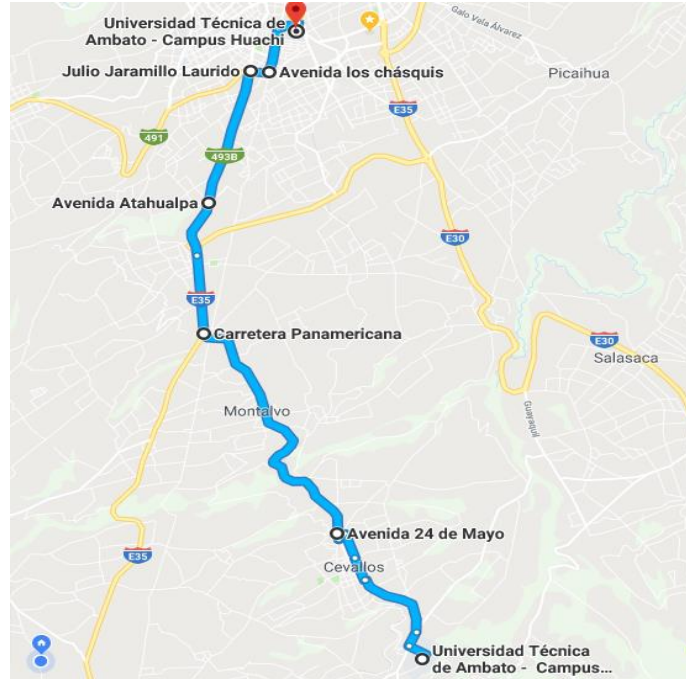
RUTA 1

CAMPUS HUACHI – AV. LOS CHASQUIS – PASO LATERAL – CEVALLOS – QUEROCHACA



RUTA 2

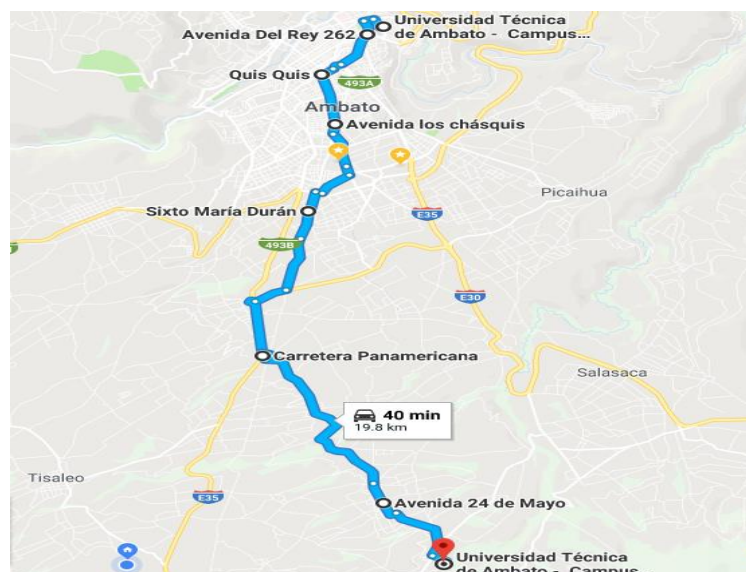
CAMPUS HUACHI – AV. LOS CAHASQUIS – JULIO JARAMILLO – REDONDEL DE HUACHI – CEVALLOS – CAMPUS QUEROCHACA.



CAMPUS INGAHURCO – CAMPUS QUEROCHACA

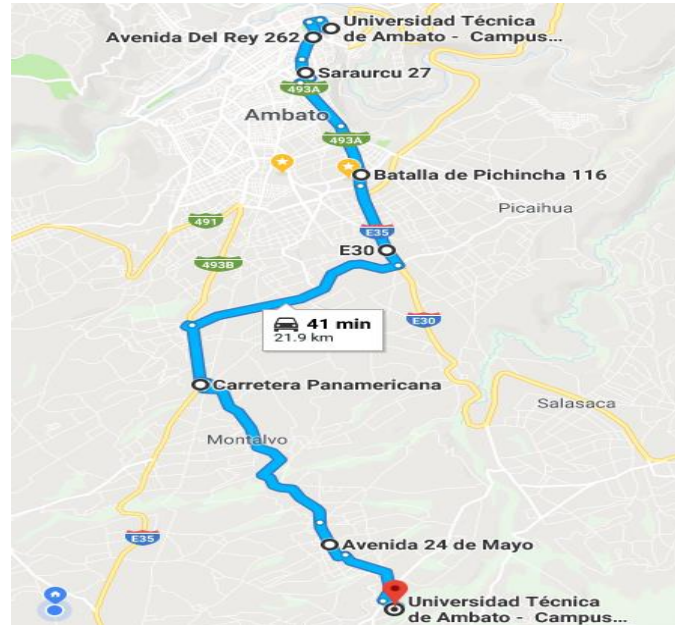
RUTA 1

CAMPUS INGAHURCO – REDONDEL DE CUMANDA – AV. EL REY – PADRES JOSEFINOS – AV. PICHINCHA – LOS CAHSQUIS – DURAN CARDENAS – PASO LATERAL – CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA.



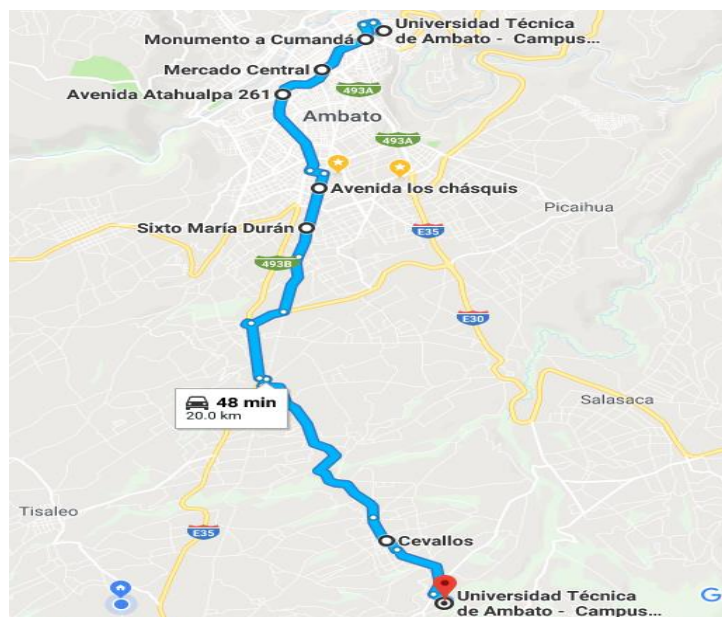
RUTA 2

CAMPUS INGAHURCO – REDONDEL DE CUMANDA – AV. EL REY – CORAZÓN – AV. BOLIVARIANA – REDONDEL DEL MAYORISTA – PASO LATERAL – HUACHI GRANDE – CEVALLOS – QUEROCHACA



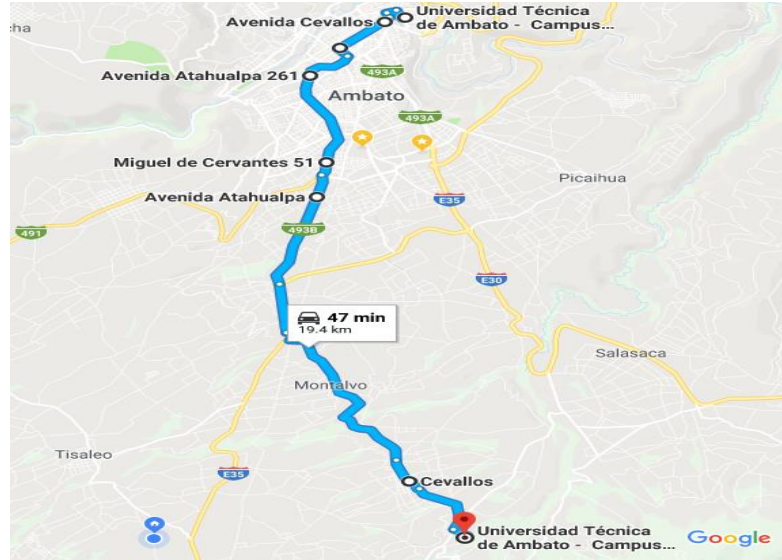
RUTA 3

CAMPUS INGAHURCO – REDONDEL DE CUMANDA – AV. 12 DE NOVIEMBRE – AV. 13 DE ABRIL – AV. ATAHUALPA – MUNICIPIO DE AMBATO – AV. LOS CHASQUIS – DURÁN CÁRDENAS - PASO LATERAL – HUACHI GRANDE – CEVALLOS – QUEROCHACA



RUTA 4

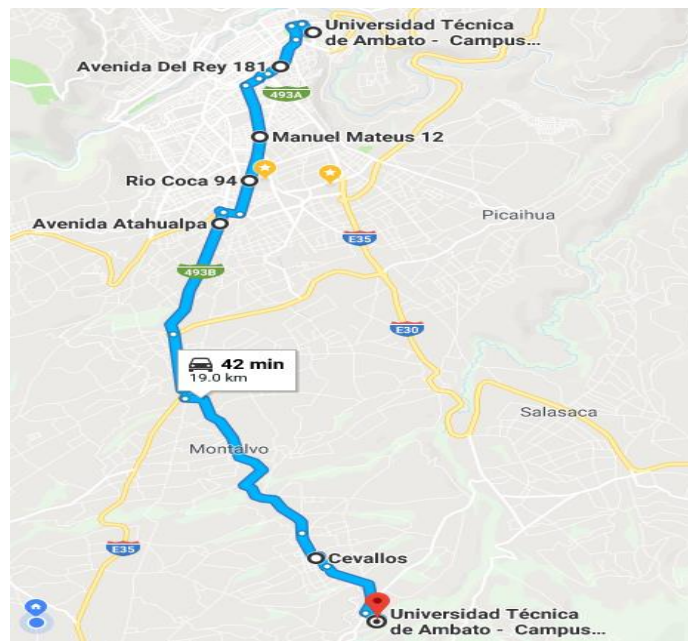
CAMPUS INGAHURCO – AV. GONZALES SUAREZ – AV. CEVALLOS – MERA
- AV. 13 DE ABRIL – AV. ATAHUALPA – MUNICIPIO DE AMBATO – AV. LOS
CHASQUIS – DURÁN CÁRDENAS - PASO LATERAL – HUACHI GRANDE –
CEVALLOS – QUEROCHACA



CAMPUS QUEROCHACA – CAMPUS INGAHURCO

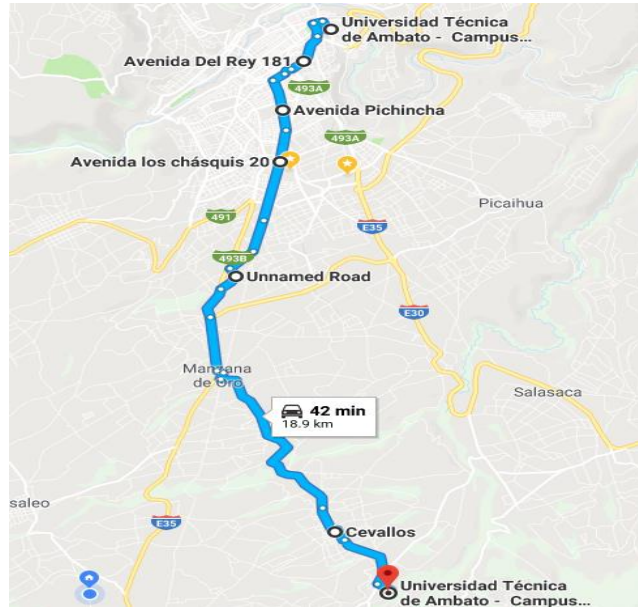
RUTA 1

CAMPUS QUEROCHACA – CEVALLOS – CAMPUS HUACHI – AV. LOS
CHASQUIS – AV. PICHINCHA – AV. QUIZ QUIZ – AV. EL REY - CAMPUS
INGAHURCO



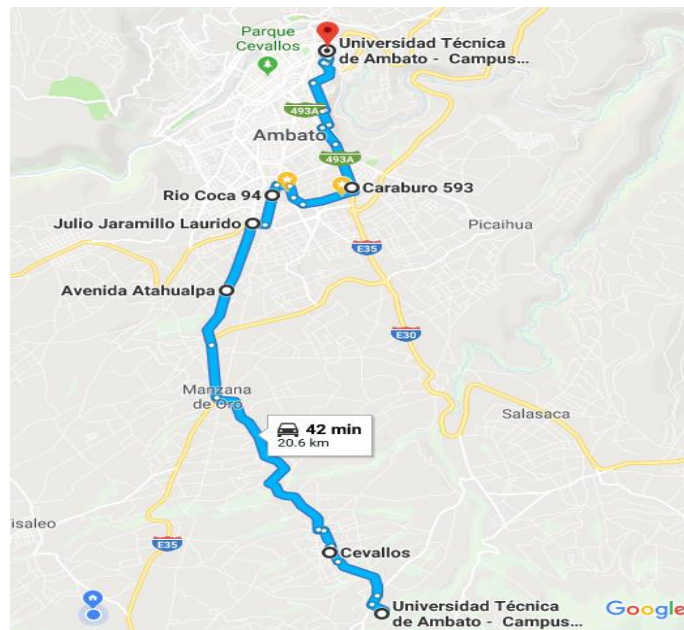
RUTA 2

CAMPUS QUEROCHACA – CEVALLOS – HUACHI BELEN – DURÁN CÁRDENAS - AV. LOS CHASQUIS – AV. PICHINCHA – AV. QUIZ QUIZ – AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO



RUTA 3

CAMPUS QUEROCHACA – CEVALLOS – REDONDEL DE HUCHI CHICO – AV. JULIO JARAMILLO – AV. LOS CHASQUIS – MERCADO MAYORISTA – AV. EL REY - CAMPUS INGAHURCO.

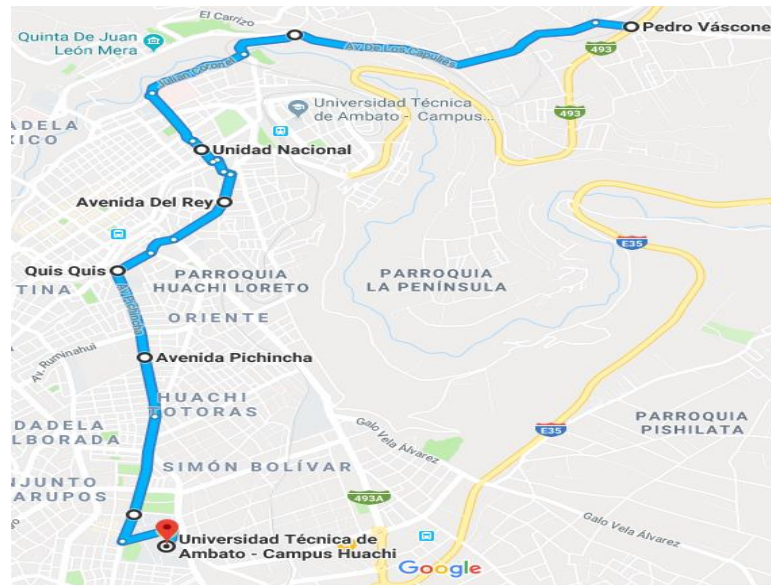


RUTAS ADICIONALES

IZAMBA – CAMPUS HUACHI

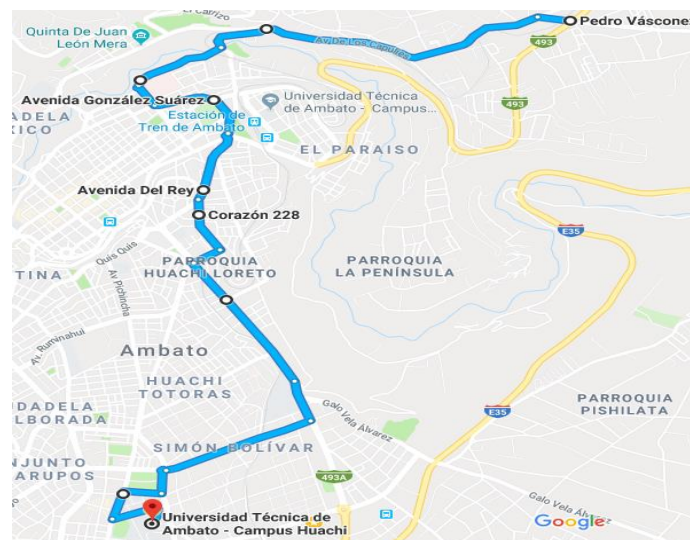
RUTA 1

EXREDONDEL DE LAS FOCAS IZAMBA – AV. PEDRO VAZCONEZ – SOCAVÓN – UNIDAD NACIONAL – REDONDEL DE CUMANDA – AV. EL REY – AV. QUIZ QUIZ – AV. PICHINCHA – CAMPUS HUACHI.



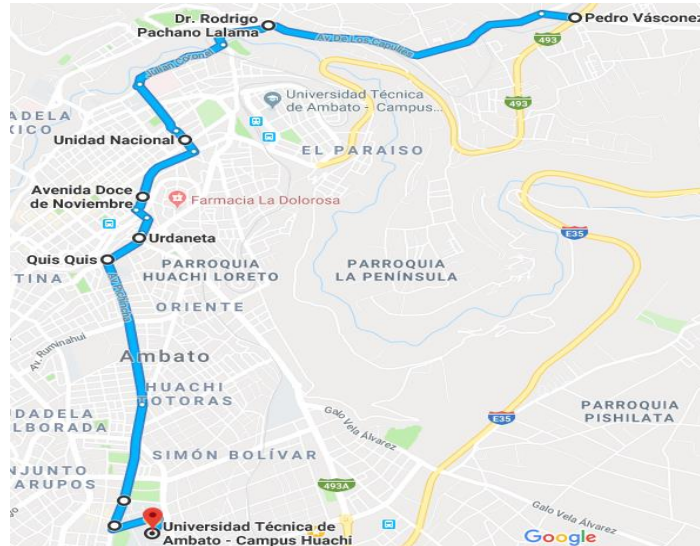
RUTA 2

EXREDONDEL DE LAS FOCAS IZAMBA – AV. PEDRO VAZCONEZ – SOCAVÓN – GONNZALES SUAREZ – REDONDEL DE CUMANDA – AV. EL REY – AV. CORAZÓN – AV. BOLIVARIANA – AV. VICTOR HUGO - CAMPUS HUACHI.



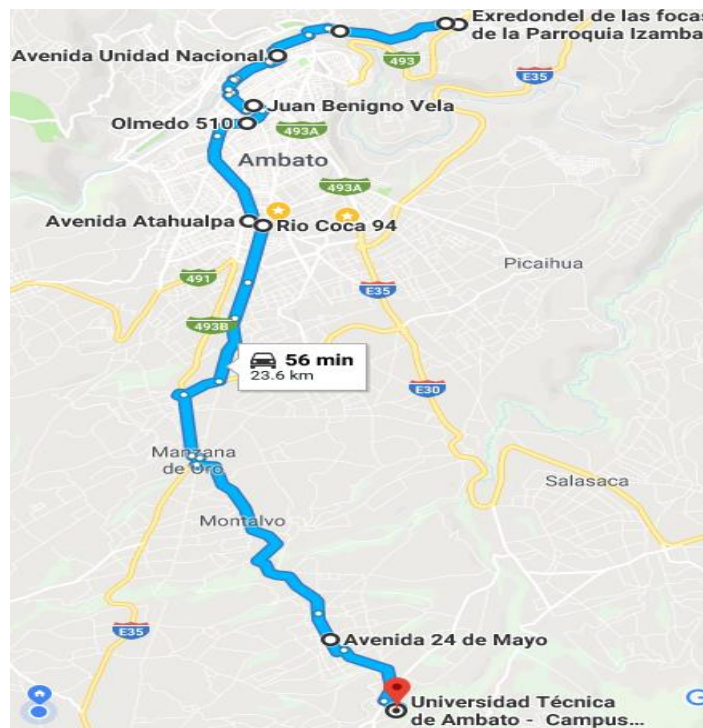
RUTA 3

EXREDONDEL DE LAS FOCAS IZAMBA – AV. PEDRO VAZCONEZ – SOCAVÓN – UNIDAD NACIONAL – REDONDEL DE CUMANDA – AV. 12 DE NOVIEMBRE – PARQUE SUCRE – AV. PICHINCHA – CAMPUS HUACHI.



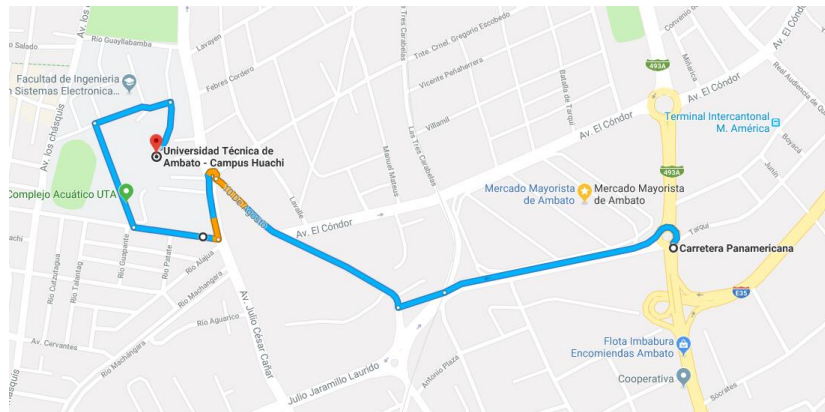
IZAMBA – QUEROCHACA

EXREDONDEL DE LAS FOCAS IZAMBA – AV. RODRIGO PACHANO – UNIDAD NACIONAL – AV. BOLIVAR – AV. JUAN B. VELA – MERA - AV. 13 DE ABRIL – AV. ATAHUALPA – MUNICIPIO – LOS CHASQUIS – DURÁN CÁRDENAS – PASO LATERAL –CEVALLOS - CAMPUS QUEROCHACA.



MAYORISTA – CAMPUS HUACHI

DOS TURNOS 6:30 Y 6:50



Anexo 3: Código del web socket

```
import * as express from 'express';
import * as http from 'http';
import * as WebSocket from 'ws';

const app = express();
//initialize a simple http server
const server = http.createServer(app);
//initialize the WebSocket server instance
const wss = new WebSocket.Server({ server });
wss.on('connection', (ws: WebSocket) => {
  ws.on('message', (message: any) => {
    console.log(message);

    const broadcastRegex = /^data\:/;
    if (broadcastRegex.test(message)) {
      message = message.replace(broadcastRegex, '');
      wss.clients
        .forEach(client => {
          if (client !== ws) {
            client.send(message);
          }
        });
    } else {
      //Solo al server
      ws.send(message);
    }
  });
  ws.send('Socket Conect');
});

server.listen(process.env.PORT || 8999, () => {
  console.log("Server Inict on 8999");
});
```

Anexo 4: Código de Arduino 1.8.4 para la lectura de datos del módulo GPS Neo 6 m

Se debe incluir librerías que provee el fabricante del dispositivo las mismas que se detallan a continuación:

***** **Librerías que se deben incluir**

```
#include <TinyGPS++.h>           // Librería de GPS
#include <SoftwareSerial.h>      // Librería para la selección de los
pines
#include <Adafruit_Sensor.h>    // Libreria de conexion del GPS
```

Posteriormente se procedió a la lectura de los datos entregados por el GPS

*******Programa de lectura de datos del GPS**

```
String velo="";                 // Variable velocidad
String lati="";                 // Variable latitud
String longi="";                // Variable longitud
void setup(){                   // Estancia de configuración inicial
  Serial.begin(9600);           // Velocidad de comunicación
  Serial3.begin(9600);
}
void loop(){                     // Secuencia del programa
  while (Serial3.available() > 0){ // Espera hasta que transmita el Módulo
GPS
    gps.encode(Serial3.read());  // Guarda los datos en la variable
gps.encode
    if (gps.location.isUpdated()){ // Descarga de datos del Módulo GPS
      double la= (gps.location.lat(), 6); // Obtiene la latitud en grados
      double lo= (gps.location.lng(),6); // Obtiene la longitud en grados
      double ve= (gps.speed.kmph()); // Obtiene la velocidad en Kmph
```

```

}
***** Programa de lectura del sensor de
temperatura*****
#include <Adafruit_Sensor.h>      // Librería del sensor
#include "DHT.h"                  // librería del sensor DHT 11
#define DHTPIN 32                 // Pin donde está conectado el sensor
#define DHTTYPE DHT11            // Define el tipo de sensor
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);        //se define el tipo de sensor y el pin de
lectura
void setup(){                    // Parámetros de configuración inicial
  Serial.begin(9600);            // Inicio de la comunicación Serial
  dht.begin();                  // activación de la lectura del sensor
}
void loop(){                     // Ciclo continuo del programa
  double tempe1= dht.readTemperature(); //Lee la temperatura en grados Celsius
  Serial.println(tempe1);       //Imprime el valor de la variable
}

```

Anexo 5: Código creación de la página web.

```
import { Injectable } from "@angular/core";
import { Observable } from "rxjs/Observable";

@Injectable()

export class MonitoreoService{
  private socketUrl: any = 'ws://186.46.61.170:8999';
  private websocket: any;

  public GetAllInstanceStatus(objStr): Observable<any> {
    this.websocket = new WebSocket(this.socketUrl);
    this.websocket.onopen = (evt) => {
      this.websocket.send(JSON.stringify(objStr));
    };
    return Observable.create(observer => {
      this.websocket.onmessage = (evt) => {
        observer.next(evt);
      };
    }).map(res => res.data).share();
  }
}
```

```
import { NgModule } from '@angular/core';
import { RouterModule } from '@angular/router';
import { CommonModule } from '@angular/common';
import { FormsModule, ReactiveFormsModule } from '@angular/forms';
import { MatInputModule,
  MatIconModule,
  MatCardModule,
  MatButtonModule,
  MatListModule,
  MatGridListModule,
  MatProgressBarModule,
  MatMenuModule,
  MatSelectModule,
  MatButtonModuleToggleModule,
  MatToolbarModule } from '@angular/material';
import { FlexLayoutModule } from '@angular/flex-layout';

import { BusesRoutes } from './buses.routing';
import { BuseListComponent } from './buse-list/buse-list.component';
import { NgxDatatableModule } from '@swimlane/ngx-datatable';

@NgModule({
```

```

imports: [
  CommonModule,
  FormsModule,
  ReactiveFormsModule,
  RouterModule.forChild(BusesRoutes),
  MatIconModule,
  MatCardModule,
  MatButtonModule,
  ReactiveFormsModule,
  MatListModule,
  MatProgressBarModule,
  MatMenuModule,
  MatToolbarModule,
  FlexLayoutModule,
  MatInputModule,
  MatButtonModuleToggleModule,
  MatGridListModule,
  NgxDatatableModule,
  MatSelectModule
],
declarations: [
  BuseListComponent,
]
})

export class BusesModule {}

```

```

import { Injectable } from '@angular/core';
import { HttpClient } from '@angular/common/http';
import { Observable } from 'rxjs/Observable';
import { Globals } from '../../global/global.model';
import { ChoferBus } from './choferbus.model';
import { Choferes } from '../../admin-choferes/chofere/choferes.model';
import 'rxjs/Rx';
import 'rxjs/add/operator/map';

@Injectable()
export class ChoferBusServices {

  constructor(private http: HttpClient) { }

  getDataBusesChofer():Observable<ChoferBus[]>{
    return
this.http.get<ChoferBus[]>(Globals.BASE_URL_API_REST+'choferesbuses.js
on');

```

```

    }

    saveChoferBus(data:ChoferBus){
        return
this.http.post(Globals.BASE_URL_API_REST+'choferesbuses.json',data);
    }

    deleteChiferBus(id:number){
        return
this.http.delete(Globals.BASE_URL_API_REST+'choferesbuses/'+id+'.json')
;
    }

    updateBus(data:ChoferBus){
        return
this.http.patch(Globals.BASE_URL_API_REST+'choferesbuses/'+data.id+'.js
on',data);
    }

    getBusByChofer(data:Choferes){
        return
this.http.put(Globals.BASE_URL_API_REST+'buschofer.json',data);
    }

    getBusEnableChofer(){
        return
this.http.post(Globals.BASE_URL_API_REST+'buschofer.json',{});
    }
}

```