

# UNIVERSIDAD PÚBLICA DE EL ALTO

## CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS



### PROYECTO DE GRADO

## SISTEMA DE GEOLOCALIZACION APLICANDO TECNOLOGIAS GPS Y RFID PARA EL CONTROL Y GESTION DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR

### CASO: CENTRO EDUCATIVO MUTUAL LA PAZ

Para Optar al Título de Licenciatura en Ingeniería de Sistemas

**MENCIÓN: INFORMÁTICA Y COMUNICACIONES**

Postulante	:	Edson Javier Paco Limachi
Tutor Metodológico	:	M. Sc. Lic. Ing. Marisol Arguedas Balladares
Tutor Especialista	:	M. Sc. Lic. Elias Ali Alvarez
Tutor Revisor	:	Lic. Gladys Francisca Chuquimia Mamani

EL ALTO – BOLIVIA

2024

**DEDICATORIA:**

El presente proyecto se lo dedico a mi madre Anacleta Limachi Quispe por darme su apoyo y amor incondicional, y a mi padre Ceferino Paco Santos por darme el aliento y ayuda a tomar un buen camino, juntos me enseñaron que debo esforzarme para poder conseguir mis sueños y metas.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecido primeramente ante Dios, por guiarme en el camino correcto, protegerme de toda maldad y recibiendo el conforto espiritual, junto a la bendición de rodearme de excelentes profesionales que me brindaron conocimiento para mi formación académica.

Agradecer en especial a mi madre Anacleta Limachi Quispe y a mi padre Ceferino Paco Santos por el apoyo incondicional, alentándome siempre a seguir adelante e inculcarme los valores, los cuales siempre tendré presente a lo largo de mi vida como persona y profesional.

También agradezco a todos mis docentes que me brindaron sus enseñanzas y conocimientos a lo largo de mi formación académica.

De igual manera, agradezco a mis tutores Metodológico, Especialista y Revisor quienes me dieron el voto de confianza en mi proyecto y gracias a sus consejos, exigencias y correcciones hoy puedo culminar este trabajo de una manera adecuada.

Agradecer también a mis diferentes compañeros/as por la gran amistad y momentos especiales que me brindaron durante todos estos años de formación académica.

## RESUMEN

La tecnología hoy en día es imprescindible para mejorar los procesos administrativos y un mejor manejo de la información, ayudando a gestionar recursos de manera más eficiente. El presente proyecto, desarrollado en el Centro Educativo Mutual La Paz, se denomina “Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnologías GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar” el cual utiliza servicios web y circuitos electrónicos. La metodología UWE asegura un proceso ordenado y estructurado en el análisis de requerimientos, diseño, pruebas y funcionamiento. Empleando PHP con el framework CodeIgniter 4, este sistema beneficiará al Centro Educativo Mutual La Paz mejorando la administración del transporte escolar, facilitando el acceso a datos y proporcionando a los padres mayor seguridad mediante el seguimiento GPS de las movilidades. El dispositivo RFID controlará el ingreso y salida de los estudiantes en los vehículos, optimizando el control y gestión del transporte escolar y permitiendo una administración eficiente y acceso rápido a los datos, aumentando la seguridad de los estudiantes y mejorando la organización del servicio.

**Palabra clave:** Geolocalización, GPS, RFID, framework, CodeIgniter.

## INDICE

1. Marco Preliminar.....	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.....	2
1.2.1. Antecedentes Institucionales .....	2
1.2.2. Antecedentes Internacionales.....	3
1.2.3. Antecedentes Nacionales .....	4
1.3. Planteamiento del Problema.....	5
1.3.1. Problema Principal.....	5
1.3.2. Problemas Secundarios.....	6
1.3.3. Formulación del problema .....	6
1.4. Objetivos .....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos .....	7
1.5. Justificación.....	7
1.5.1. Justificación Técnica.....	7
1.5.2. Justificación Económica .....	8
1.5.3. Justificación Social .....	8
1.6. Metodología.....	9
1.6.1. Metodología de Desarrollo de Sistema Electrónico.....	9
1.6.2. Metodología de Desarrollo Web.....	10
1.7. Herramientas .....	14
1.7.1. Tecnología de Sistema Web.....	14
1.7.2. Tecnología y Componentes Electrónicos.....	16
1.8. Límites y Alcances.....	18
1.8.1. Límites.....	18
1.8.2. Alcances.....	18
1.9. Aportes.....	20
2. Marco Teórico.....	21
2.1. Introducción.....	21
2.2. Introducción a la Geolocalización y la Aplicación de la Geolocalización al Transporte. ....	21
2.2.1. Tecnología GPS y RFID: Conceptos, Principios y Funcionamiento. ....	22
2.2.2. Integración de tecnologías GPS y RFID para el Control y Gestión Eficiente del Transporte Escolar.....	22
2.2.3. Desarrollo de Sistemas de Geolocalización en Entornos Web con CodeIgniter 4	22

2.2.4.	Base de datos PostgreSQL: Características para Sistemas de Geolocalización	23
2.2.5.	Implementación de la Tecnología RFID en la Gestión de Estudiantes y Rutas de Transporte Escolar	24
2.3.	Método de Desarrollo de Sistema Electrónico	24
2.4.	Metodología para el desarrollo del Software	25
2.4.1.	Metodología UWE	25
2.4.2.	Fases de Desarrollo de la Metodología.	26
2.4.3.	Lenguaje de Modelado Unificado (UML)	28
2.4.4.	Tipo de diagramas UML	29
2.5.	Conceptos básicos	30
2.5.1.	Sistema	30
2.5.2.	Sistema de geolocalización.	30
2.5.3.	Información.	30
2.5.4.	Sistema de información.	30
2.5.5.	Seguridad de sistemas.	31
2.6.	Ingeniería Web	31
2.7.	Ingeniería de Software	31
2.7.1.	Ciclo de vida del desarrollo de software.	31
2.7.2.	Requerimientos de software.	32
2.7.3.	Requerimientos funcionales.	32
2.7.4.	Requerimientos no funcionales.	32
2.7.5.	Diseño	33
2.7.6.	Métodos de Pruebas.	33
2.7.7.	Métodos de caja blanca	33
2.7.8.	Tipos de Pruebas de Caja Blanca	34
2.7.9.	Métodos de caja negra	35
2.7.10.	Mantenimiento	36
2.8.	Arquitectura de Software	37
2.8.1.	MVC (Modelo-Vista-Controlador)	37
2.8.2.	Características del patrón MVC	38
2.8.3.	Ventajas del patrón MVC	39
2.8.4.	Desventajas del patrón MVC:	40
2.9.	Herramientas de Desarrollo	40
2.9.1.	Gestor de base de datos PostgreSQL	40
2.9.2.	Lenguaje de programación	41
2.9.3.	Programación PHP	41

2.9.4.	Framework CodeIgniter 4 .....	42
2.9.5.	Apache .....	42
2.9.6.	Arduino .....	42
2.9.7.	Módulo RFID .....	42
2.9.8.	IDE Arduino .....	43
2.9.9.	Módulo Bluetooth.....	43
2.9.10.	LEDs (Light Emitting Diodes) .....	43
2.10.	Calidad del Software ISO 25000 .....	44
2.10.1.	Funcionalidad.....	44
2.10.2.	Confiabilidad .....	44
2.10.3.	Usabilidad .....	46
2.10.4.	Eficiencia .....	47
2.10.5.	Mantenibilidad.....	48
2.10.6.	Portabilidad.....	50
2.11.	Seguridad de Software.....	52
2.11.1.	Proceso de Gestión de Incidentes de Seguridad de la Información Según ISO27001(A.16) .....	52
2.11.2.	Autenticación .....	52
2.11.3.	Autorización .....	52
2.11.4.	Cifrado .....	52
2.11.5.	Encriptación .....	53
2.11.6.	Seguridad de Base de Datos .....	53
2.12.	Estimación de Costos del Sistema Web.....	53
2.12.1.	Punto de Función.....	53
2.12.2.	Característica.....	54
2.12.3.	Proceso para Realizar la Medición.....	54
2.12.4.	Estimación del Esfuerzo (HH) .....	55
2.12.5.	Estimar la Duración de un Proyecto de Software (en Meses).....	55
2.12.6.	Estimar el Costo del Proyecto Informático.....	56
2.12.7.	Tabla de Valores Estándar.....	56
2.12.8.	Factor de Ajuste en la Estimación de Puntos de Función.....	57
2.12.9.	Ventajas de Método de Estimación Punto de función.....	59
2.12.10.	Desventajas de Método de Estimación Punto de función .....	60
3.	Marco Aplicativo.....	61
3.1.	Introducción.....	61
3.1.1.	Esquema del Funcionamiento del Sistema .....	61
3.2.	Método de Desarrollo del Sistema Electrónico.....	62

3.2.1.	Definición del Proyecto .....	62
3.2.2.	Investigación y Recopilación de Información .....	62
3.2.3.	Diseño del Circuito.....	69
3.2.4.	Simulación del Circuito en Base al Diseño.....	70
3.2.5.	Implementación .....	73
3.2.6.	Programación. ....	73
3.2.7.	Optimización.....	75
3.2.8.	Validación y Ajustes Finales .....	75
3.3.	Metodología de Desarrollo de Software (Mediante la Metodología UWE).....	75
3.3.1.	Análisis de Flujo de la Información .....	76
3.3.2.	Fase de la Planificación.....	76
3.3.3.	Diagrama de Proceso del Servicio de Transporte.....	77
3.3.4.	Descripción de los Procesos del Servicio de Transporte .....	80
3.3.5.	Análisis de Requerimientos .....	81
3.3.6.	Requerimiento tecnológico .....	81
3.3.7.	Requerimiento de Hardware y Software para el Usuario .....	81
3.3.8.	Descripción de los Requisitos Tecnológicos .....	82
3.3.9.	Requerimiento de Hardware y Software para el Desarrollador del Sistema .....	84
3.3.10.	Descripción de los Requerimientos para Desarrolladores .....	86
3.3.11.	Requerimiento Funcionales para el Sistema .....	87
3.3.12.	Formulario de Requerimientos Funcionales .....	87
3.3.13.	Lista de los Requerimientos Funcionales .....	88
3.3.14.	Lista de los Requerimientos No Funcionales.....	90
3.4.	Fase de Diseño .....	91
3.4.1.	Identificación de Actores.....	91
3.4.2.	Modelo de Caso de Uso .....	92
3.4.3.	Modelo de navegación.....	97
3.4.4.	Estructuración y Diseño de la Base de Datos .....	100
3.5.	Fase de Codificación de Software .....	102
3.5.1.	Diseño de Interfaz .....	102
3.6.	Implementación del Circuito Electrónico .....	106
3.6.1.	Conceptos de Implementación .....	106
3.6.2.	Procesamiento y Verificación.....	106
3.6.3.	Control de Acceso .....	107
3.6.4.	Comunicación y Control Remoto .....	108
4.	CALIDAD, COSTO, SEGURIDAD Y PRUEBAS.....	109
4.1.	Evaluación de Calidad: Norma de Calidad ISO 25000.....	109

4.1.1.	Funcionalidad .....	109
4.1.2.	Confiabilidad.....	114
4.1.3.	Usabilidad.....	115
4.1.4.	Eficiencia .....	116
4.1.5.	Mantenibilidad .....	117
4.2.	Estimacion de costo de software .....	118
4.2.1.	Análisis de costo por el método COCOMO II.....	118
4.2.2.	Costo del sistema .....	120
4.2.3.	Costo de operación.....	124
4.3.	Seguridad de Software .....	125
4.3.1.	Sistema de Gestión de Seguridad de la Información ISO-27001 .....	126
4.3.2.	Políticas de Seguridad para el Sistema .....	126
4.3.3.	Autenticación y Control de Acceso .....	127
4.3.4.	Encriptación de Contraseña.....	127
4.3.5.	Validación de Caracteres en las Entradas .....	128
4.3.6.	Cierre de Sesiones .....	128
4.4.	Pruebas al software .....	128
4.4.1.	Pruebas de Caja Blanca .....	128
4.4.2.	Pruebas de Caja Negra .....	132
4.5.	Beneficios.....	137
5.	Conclusiones y Recomendaciones .....	138
5.1.	Conclusiones .....	138
1.2.	Recomendaciones .....	140

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Organigrama del Centro Educativo Mutual La Paz.....	3
<b>Figura 2</b> Fases de la metodología UWE.....	13
<b>Figura 3</b> Modelos de UWE .....	13
<b>Figura 4</b> Ciclo de Vida del Software .....	37
<b>Figura 5</b> Ciclo de Vida MVC .....	40
<b>Figura 6</b> Sub características de la confiabilidad en métricas de calidad. ....	45
<b>Figura 7</b> Sub características de la confiabilidad de Software ISO/IEC 25000.....	46
<b>Figura 8</b> Sub características de la Eficiencia de Software ISO/IEC 25000 .....	47
<b>Figura 9</b> Sub-características del mantenimiento de Software ISO/IEC 9126 .....	49
<b>Figura 10</b> Sub características de la portabilidad del Software ISO/IEC 9126 .....	50
<b>Figura 11</b> Características de la Calidad Interna y Externa Según la ISO/IEC 9126 .....	51
<b>Figura 12</b> Grafica del Flujo del sistema .....	61
<b>Figura 13</b> Modulo RFID RC-255.....	63
<b>Figura 14</b> <i>NodeMCU ESP 8266</i> .....	64
<b>Figura 15</b> Modulo Bluetooth HC-06.....	65
<b>Figura 16</b> Luces LED .....	66
<b>Figura 17</b> Protoboard. ....	67
<b>Figura 18</b> Diseño de Circuito del Componente Electrónico.....	70
<b>Figura 19</b> Armado del Circuito en el Software Fritzing.....	71
<b>Figura 20</b> Diagrama Esquemático del Circuito .....	72
<b>Figura 21</b> Diagrama PCB del Circuito. ....	72
<b>Figura 22</b> Implementación y Armado del Circuito. ....	73
<b>Figura 23</b> IDE de Arduino Versión 2.3.2.....	73
<b>Figura 24</b> Fragmentó de Código Fuente del Circuito Electrónico .....	74
<b>Figura 25</b> Pruebas Realizadas con el Monitor Serial para RFID.....	75
<b>Figura 26</b> Diagrama de Flujo de Registro de Datos para el Transporte .....	78
<b>Figura 27</b> Diagrama de Flujo en Solicitud de Datos para el Transporte.....	79
<b>Figura 28</b> Diagrama de Flujo en el Proceso de Recojo y Control de Estudiantes.....	79
<b>Figura 29</b> Formulario de Recopilación de Requerimientos Funcionales .....	88
<b>Figura 30</b> Modelo de Caso de Uso: Administración de Usuarios.....	93
<b>Figura 31</b> Modelo de Caso de Uso: Información de datos .....	94
<b>Figura 32</b> Modelo de Caso de Uso: Administración de Estudiantes .....	95

<b>Figura 33</b> Modelo de Caso de Uso: Proceso de Geolocalización y Seguimiento en Tiempo Real.....	96
<b>Figura 34</b> Diagrama de Navegación: Administrador .....	98
<b>Figura 35</b> Diagrama de Navegación: Conductor.....	99
<b>Figura 36</b> Diagrama de Navegación: Padre de Familia .....	100
<b>Figura 37</b> Diagrama de la Base de Datos.....	101
<b>Figura 38</b> Interfaz de Autenticación del Sistema .....	102
<b>Figura 39</b> Interfaz de Usuario Administrador .....	103
<b>Figura 40</b> Interfaz de Usuario Conductor.....	103
<b>Figura 41</b> Interfaz de Usuario Padre de Familia .....	104
<b>Figura 42</b> Interfaz de Usuario para Proceso de Seguimiento Geolocalizado .....	104
<b>Figura 43</b> Vista de Información de Hogar del Estudiante.....	105
<b>Figura 44</b> Vista de formato de reportes del sistema .....	105
<b>Figura 45</b> Creación de Lista de Códigos para el Control de Ingreso Autorizado, Junto con el Proceso de Control. ....	107
<b>Figura 46</b> Alerta Visual del Dispositivo Electrónico para Control De Acceso .....	108
<b>Figura 47</b> Conexión del Dispositivo Mediante Bluetooth.....	108
<b>Figura 48</b> Fragmento de Código y Grafo de Fusión Inicio Sesión.....	129
<b>Figura 49</b> Fragmento de Código y Grafo de Fusión Registro Estudiante.....	131

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Formula de Estimación de Esfuerzo .....	55
<b>Tabla 2</b> Fórmula para Estimar Duración del Proyecto.....	56
<b>Tabla 3</b> Formula de Estimación de Costo .....	56
<b>Tabla 4</b> Valores Estándar (IFPUG) International Function Point Users Group .....	57
<b>Tabla 5</b> Tabla de Factor de Ajuste.....	58
<b>Tabla 6</b> Tabla de Factor de Evaluación .....	59
<b>Tabla 7</b> Herramientas Empleadas para la Ingeniería de Requerimientos .....	68
<b>Tabla 8</b> Requerimientos funcionales del Circuito Electrónico Empleado para el Proceso de Control de Ingreso a las Movilidades. ....	69
<b>Tabla 9</b> Requerimientos de Hardware y Software necesarios del Cliente .....	82
<b>Tabla 10</b> Requerimientos de Hardware y Software necesarios para el Desarrollador.....	85
<b>Tabla 11</b> Requerimientos Funcionales del Sistema Web.....	89
<b>Tabla 12</b> Requerimientos No Funcionales .....	90
<b>Tabla 13</b> Especificación de Caso de Uso: Administrador de Usuarios.....	93
<b>Tabla 14</b> Especificación de Caso de Uso: Información de datos Georreferenciados .....	94
<b>Tabla 15</b> Especificación de Caso de Uso: Administración de Estudiantes .....	95
<b>Tabla 16</b> Especificación de Caso de Uso: Proceso de Geolocalización y Seguimiento en Tiempo Real .....	97
<b>Tabla 17</b> Suma de Entradas Externas .....	110
<b>Tabla 18</b> Suma de Salidas Externas.....	110
<b>Tabla 19</b> Suma de Consultas Externas .....	111
<b>Tabla 20</b> Suma de Archivos Lógicos Internos y Externos .....	111
<b>Tabla 21</b> Tabla de Cálculo de Función sin Ajustar.....	112
<b>Tabla 28</b> Tabla de Evaluación de Factor de Ajuste.....	112
<b>Tabla 22</b> Coeficientes Definidos por COCOMO II.....	120
<b>Tabla 23</b> <i>Conversión de PF a KDLC</i> .....	121
<b>Tabla 24</b> <i>Drivers Multiplicadores de Costo</i> .....	122
<b>Tabla 25</b> Tabla de Costos Totales .....	125
<b>Tabla 26</b> Políticas de Seguridad.....	126
<b>Tabla 27</b> Descripción de Variables del Grafo usada para la Prueba .....	129
<b>Tabla 28</b> Descripción de Variables del Grafo usada para la Prueba .....	131
<b>Tabla 29</b> Prueba de Caja Negra: Administración de Usuarios .....	133
<b>Tabla 30</b> Prueba de Caja Negra: Registros de Estudiantes .....	134

<b>Tabla 31</b> Prueba de Caja Negra: Registro de Ubicación de Hogar del Estudiante.....	135
<b>Tabla 32</b> <i>Prueba de Caja Negra: Registro de Padres de Familia</i> .....	136

## **CAPITULO I**

### **1. MARCO PRELIMINAR**

#### **1.1. INTRODUCCIÓN**

En la actualidad y con el avance de la tecnología en un gran porcentaje de instituciones requieren de los sistemas de información puesto que son herramientas muy necesarias debido a los cambios tecnológicos y de actualización experimentados en el medio administrativo, educación y demás áreas del conocimiento humano. Con la incorporación de tecnologías en la información se busca facilitar la administración de datos, con el fin de ofrecer el acceso rápido y seguro a la información ayudando a la toma de decisiones y control dentro de la actividad en la institución.

Una de las tantas áreas en las que no se realizó la implementación en su totalidad los sistemas de información son los Centros Educativos o Unidades Académicas. Es fundamental evaluar las técnicas actuales y tecnologías disponibles para el desarrollar sistemas que permitan la gestión y control de información relevante.

El desarrollo de un sistema de información para el registro y seguimiento del transporte escolar, junto con un sistema de control de ingreso de los estudiantes a las movilidades en el Centro Educativo Mutual La Paz, mejora significativamente la seguridad y el manejo de la información. Este sistema proporciona mayor eficiencia y eficacia en el procesamiento de datos de los estudiantes beneficiados por el transporte escolar. Utilizando la metodología UWE para un desarrollo ordenado y estructurado, el sistema emplea PHP como lenguaje de programación, PostgreSQL como gestor de base de datos, y CodeIgniter 4 como framework basado en la estructura Modelo-Vista-Controlador (MVC), satisfaciendo así los requerimientos de la institución.

## 1.2. ANTECEDENTES

A continuación, se indicarán algunos antecedentes locales, nacionales e internacionales que han sido de gran utilidad como guía. Estos antecedentes proporcionarán una visión amplia y valiosa para abordar los temas centrales del trabajo de grado.

### 1.2.1. *Antecedentes Institucionales*

El centro Educativo Mutual La Paz ha sido una institución educativa comprometida con la excelencia académica y el bienestar integral de sus estudiantes. A lo largo de los años y el paso de pandemia (COVID) la escuela vio justo la implementación de un servicio de transporte escolar. La escuela a lo largo de su historia tiene una misión, visión y valores definidos, los cuales son:

***Misión Del Centro Educativo Mutual La Paz.*** Brindar una educación de calidad en el turno de la mañana para estudiantes de primaria, cultivando un ambiente seguro y estimulante que promueva el desarrollo integral de habilidades académicas, sociales y emocionales.

***Visión del Centro Educativo Mutual La Paz.*** Ser reconocidos como una institución que brinda calidad y seguridad en la educación para la formación de niños de primaria, destacándonos por la implementación de metodologías innovadoras que preparen a estudiantes para desafíos en el mundo moderno.

***Valores del Centro Educativo Mutual La Paz.*** Fomentamos la responsabilidad, el respeto y la colaboración como valores fundamentales, guiando a nuestros estudiantes hacia una ciudadanía comprometida y ética.

Haciendo referencia a la anterior se presenta el organigrama que posee el Centro Educativo Mutual La Paz:

## Figura 1

### Organigrama del Centro Educativo Mutual La Paz



Nota. Este grafico representa el organigrama del Centro Educativo Mutual La Paz en su estructura interna.

### 1.2.2. Antecedentes Internacionales

(Bernardo, 2022) “**Sistema De Geolocalización De Mascotas En La Ciudad De Salta**”, El proyecto consiste en el desarrollo de un sistema de geolocalización de animales domésticos, con la intención de buscar una solución a la recurrente problemática del extravió de mascota en la Ciudad de Salta. Universidad Católica de Salta, Argentina.

(Castro Naranjo Daniel José, 2019) “**Diseño de un Prototipo para Geolocalización y Automatización Vehicular a Bajo Costo Usando Herramienta Open Source**”, El proyecto de este proyecto de titulación es desarrollar un prototipo de un sistema que permita el monitoreo de un vehículo, así como la automatización para el control de características básicas del mismo de forma remota, esta idea nace de la falta de seguridad y las noticias de robos de vehículos ocurridos en el sector norte de la ciudad de Guayaquil. Universidad de Guayaquil, Ecuador.

(García Radigales, 2019) “**Geolocalización de Tiempo Real para Dispositivos Móviles**”, Aplicación para dispositivos móviles Android que permita obtener la localización de

un usuario y compartirla con sus contactos sobre un mapa. La aplicación incluye una serie de funcionalidades y características que la diferencian de aplicación existentes. Universidad Carlos III de Madrid, Madrid-España.

### **1.2.3. Antecedentes Nacionales**

(Choque, 2021) “**Sistema Web de Seguimiento y Localización de Personas de Servicio de Delivery**”, Sistema para localizar a las personas que se encuentran en el área urbana, utilizando como medio una herramienta que en la actualidad es muy popular para el servicio a domicilio muy popular e indispensable, este sistema permite capturar datos geoespaciales y coordenadas de la ubicación utilizando el GPS del dispositivo móvil y compartiendo los datos a los usuarios de dicho servicio. Universidad Mayor de San Andres Bolivia-La Paz.

(Quispe Fernández Edwin, 2022) “**Aplicación Web con Información Georreferenciada de las Rutas del Transporte Publico de la Ciudad de la Paz**”, Desarrollar una aplicación web implementando un sistema de información georreferenciada que permita proporcionar información al usuario como: rutas, líneas y tiempo de recorrido del transporte público para la ciudad. Universidad Mayor de San Andrés Bolivia-La Paz.

(Diana Choque Choque, 2020) “**Sistema de Geolocalización con Alarma y Monitoreo Basado en IOT para Personas con Alzheimer**”, El proyecto propone realizar un diseño de un sistema de geolocalización con alarma y monitoreo basado en internet de las cosas para personas con Alzheimer, el sistema está diseñado de tal manera que el rango de proximidad entre la persona cuidadora sea configurable que detecte cuando estos estén a menos de 10 metros de distancia, al sobre pasar este rango se alerta mediante alarmas. Universidad del Valle, Bolivia.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Según antecedentes, se tiene información de reportes de estudiantes desaparecidos por la falta de un control adecuado en el traslado de la unidad educativa al domicilio del estudiante, en actividades como ser excursiones escolares. Las escuelas que ofrecen el transporte escolar actualmente no cuentan con un sistema eficiente para el seguimiento geográfico y vista de ubicación actual de la movilidad desde la comodidad de web.

En Bolivia, el servicio de transporte escolar no está ampliamente extendido entre las unidades educativas. Según información del Ministerio de Educación, solo un pequeño porcentaje de las unidades educativas ofrece este servicio a sus estudiantes. De acuerdo con datos recientes, menos del 10% de las unidades educativas en el país cuentan con un sistema de transporte escolar organizado (Ministerio de Educación, 2021; UNICEF, 2021). Para más detalles sobre la situación y estadísticas educativas en Bolivia, puedes consultar los reportes del Ministerio de Educación disponibles en su portal oficial SEIE y otros documentos relevantes presentados en colaboración con organismos internacionales como la UNICEF y la UNESCO (Ministerio de Educación, 2021; UNICEF, 2021).

#### **1.3.1. Problema Principal**

En la actualidad el Centro Educativo Mutual La Paz cuenta con el servicio de transporte escolar que se le proporciona a los estudiantes con el fin de brindar seguridad en el trayecto del Centro Educativo y los hogares de los estudiantes, dicho servicio está controlado de forma ocular por los conductores de los buses, por la cantidad y la inquietud de los niños es difícil el control efectivo, mientras unos suben otros bajan a las movilidades que brindan el servicio, lo cual provoca confusión en los registros manuales teniendo esto como consecuencia la pérdida de información y fallas en los registros, hasta el posible olvido o pérdida de algún niño.

### **1.3.2. Problemas Secundarios**

Se menciona los problemas más destacados que se pudo apreciar en el servicio de transporte que brinda el Centro Educativo a los estudiantes:

- Inexistencia de una forma de control, limitando la vigilancia por parte de los padres de familia.
- Registro de datos para el servicio de manera manual provocando inseguridad, desorganización y dificultades de manejo de la información para el servicio.
- No existe seguridad por parte del transporte para el control de ingreso y salida de los estudiantes a las movilidades.
- Falencias logísticas de coordinación y comunicación entre el transportista y la unidad administrativa
- Dificultad de poder ver y tener ubicaciones de los hogares de los estudiantes limitándose a tener solo datos escritos por indicación y no visuales por geolocalización exacta.

### **1.3.3. Formulación del problema**

Con la observación y análisis de los problemas observados, se realiza el siguiente planteamiento de la siguiente pregunta.

¿De qué manera un **Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnología GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar** coadyuvara en tener un control eficiente de la localización del servicio de transporte, control de datos y confiabilidad en el Centro Educativo?

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo General**

Desarrollar un Sistema Web de Administración y Control del Servicio de Transporte

Escolar con el fin de coadyuvar al proceso administrativo y manejo de la información, mediante tecnología GPS y RFID para el seguimiento de las movilidades y los estudiantes con el fin de mejorar la seguridad y confiabilidad en el Centro Educativo Mutual La Paz.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Analizar el flujo de la información requerida por el servicio de transporte para tener el registro y almacenamiento de datos.
- Identificar requerimientos necesarios y solicitados por la entidad educadora con el fin de elegir la tecnología más adecuada, que satisfaga las necesidades de esta.
- Centralización de la información en una base de datos con el fin de tener una información organizada, respaldada y segura.
- Diseño del dispositivo electrónico para el control de ingreso y salida de estudiantes a las movilidades asignadas junto al sistema web para la difusión y seguimiento geolocalizado de la información.
- Implementación de los sistemas tanto en el control de ingreso y salida de los estudiantes a las movilidades y el sistema de seguimiento geolocalizado.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN**

La introducción de tecnología en el ámbito educativo, especialmente a través de la implementación de un sistema de localización, control y gestión del servicio de transporte escolar, se presenta como una medida de mejora en la seguridad y tranquilidad de los padres de familia. Este enfoque innovador propone fusionar la educación y la tecnología, elevando los niveles de seguridad en el transporte para los estudiantes.

#### **1.5.1. Justificación Técnica**

El desarrollo e implementación del sistema permite al Centro Educativo Mutual La Paz, que proporciona y brinda el servicio de transporte escolar mejora el grado de seguridad a los

estudiantes, brindando este tranquilidad y confiabilidad en el servicio a los padres de familia.

El proyecto se justifica técnicamente porque el software será modificable, parametrizado y adaptable a futuras mejoras. En el proceso del desarrollo de los circuitos electrónicos se implementará el uso de hardware y software libre. El sistema web controlador y difusor de la información será alojado en un hosting que permitirá el uso las 24 horas del día, con el fin de proporcionar un sistema con buena disponibilidad.

### **1.5.2. Justificación Económica**

Este proyecto ofrece a los padres un servicio de seguimiento en tiempo real del transporte escolar accesible aprovechando software y hardware libre, lo que reduce significativamente los costos en comparación con alternativas comerciales. Al contar con un sistema web para el proceso de seguimiento y control este brindara servicios de manera gratuita con una mínima inversión sin la necesidad de comprar licencias que generan un costo extra.

### **1.5.3. Justificación Social**

El sistema de geolocalización con el empleo de la tecnología RFID y GPS impacta positivamente en diversos actores de la comunidad educativa. Los padres experimentarán una mayor seguridad y tranquilidad al tener acceso a información en tiempo real sobre la ubicación del transporte, cabe destacar que de igual manera podrán apreciar como el uso de la tecnología e implementación colabora en gran magnitud a las personas. Los transportistas también se beneficiarán al mejorar la logística y tener acceso a información georreferenciada de la ubicación de los hogares de estudiantes. Los administradores podrán realizar la gestión y manejo de la información logrando así facilidad y rapidez en acceso de la información. Sin embargo, los mayores beneficiados con la implementación del sistema serán los estudiantes ya que gozarán de un servicio seguro y de calidad para ellos.

## 1.6. METODOLOGÍA

El desarrollo del sistema es una tarea compleja que requiere una planificación y organización estructurada. Para lograrlo, se utiliza metodologías que facilitan la creación, implementación y depuración del sistema. La elección adecuada de estas metodologías proporciona una estructura y enfoque sistemático, mejorando el proceso y facilitando la interacción con los padres de familia y demás involucrados. En este caso se emplean las siguientes metodologías:

### 1.6.1. Metodología de Desarrollo de Sistema Electrónico

En la creación de sistema electrónicos, como en este caso con módulo ESP8266 y el módulo RFID-RC522 para el proceso de control de ingreso y salida de los estudiantes a las movilidades. Es crucial seguir un conjunto de fases para tener la organización, eficacia, seguridad y cumplimiento de requisitos del proyecto.

Las siguientes fases que seguir para el proceso de creación de los circuitos son:

**Definición del Proyecto.** Proceso y definición del proyecto de electrónica, evaluando la viabilidad junto a los requerimientos y análisis de costos del circuito.

**Investigación y Recopilación de Información.** Recabar información técnica y documentación de componentes, como módulos y herramientas junto con librerías necesarias para el proyecto.

**Diseño del Circuito.** Proceso de creación del diseño y esquema del circuito, junto a la simulación con el empleo de herramientas como ser Proteus, Fritzing o TinkerCad.

**Selección de Componentes.** Selección de componentes electrónicos considerando voltajes y demás características necesarias.

**Implementación.** Ensamblar el circuito en un protoboard, conectando componentes siguiendo el diseño y esquema del circuito.

**Programación.** Desarrollar la lógica del circuito en el entorno de desarrollo, realizando simulación y verificación de que no exista errores de sintaxis en el código.

**Pruebas y Depuración.** Realizando pruebas de paso a paso controlando el funcionamiento tanto del circuito y como el código de programación lógica.

**Optimización.** Analizar el código y diseño para aplicar optimizaciones que mejoren el rendimiento del circuito sin alterar la funcionalidad del circuito.

**Validación y Ajustes Final.** Proceso de realizar pruebas finales y ajustes para asegurar el cumplimiento de los requisitos del circuito.

### **1.6.2. Metodología de Desarrollo Web**

El desarrollo web es el proceso de crear y mantener sitios web y aplicaciones web. Involucra una variedad de disciplinas y habilidades, incluyendo la programación, el diseño, la gestión de bases de datos y la implementación de interfaces de usuario. Utilizando metodologías como UWE (UML-based Web Engineering), se pueden diseñar aplicaciones web de manera sistemática y estructurada, enfocándose en la planificación, análisis y modelado con UML para garantizar la calidad y funcionalidad del producto final.

Esta metodología tiene un enfoque sistemático para el diseño y desarrollo de aplicaciones web utilizando el Lenguaje de Modelado Unificado (UML). Esta metodología proporciona un marco estructurado que facilita la planificación, análisis, diseño e implementación de aplicaciones web complejas. UWE se centra en la modelación de los aspectos específicos de las aplicaciones web, como la navegación, la presentación y la lógica de negocios, a través del uso de diagramas UML adaptados a las particularidades del entorno

web. Además, UWE incluye directrices para la transformación de estos modelos en código ejecutable, lo que contribuye a reducir el tiempo de desarrollo y a mejorar la calidad del producto final.

UWE se distingue por su enfoque modular, permitiendo a los desarrolladores abordar diferentes aspectos del desarrollo web de manera independiente pero coherente. Los modelos generados mediante UWE ayudan a garantizar que todos los componentes de la aplicación estén bien integrados y alineados con los requisitos del usuario y los objetivos del negocio. Esta metodología también promueve la reutilización de componentes y patrones de diseño, lo que facilita la mantención y evolución de las aplicaciones web a lo largo del tiempo. (Koch, N., Knapp, A., Zhang, G., & Baumeister, H. (2008). UML-based Web Engineering p.189-191).

Para la implementación de esta metodología se debe realizar el cumplimiento de sus etapas y fases pertenecientes a la UWE:

**Análisis de Requisitos.** Esta fase implica la recopilación y especificación detallada de las necesidades y expectativas de los usuarios. Se documentan los objetivos del sistema, las funcionalidades requeridas y las restricciones, proporcionando una base sólida para las siguientes etapas del desarrollo.

El autor Vilariño afirma que es donde se describen los requisitos funcionales de la aplicación a desarrollar. UWE propone el modelo de casos de uso de UML para el levantamiento de los requerimientos, ya que a través de esta herramienta se puede describir una parte del comportamiento de la aplicación sin revelar la estructura interna, así como la identificación de los distintos usuarios que interactuarán con la aplicación. (Vilariño, 2010 p.42).

**Modelado de Contenidos.** Se define la estructura de la información que se manejará

en la aplicación web. Se identifican y describen los tipos de datos, sus atributos y las relaciones entre ellos. Esto ayuda a asegurar que todos los datos necesarios estén representados de manera adecuada y accesible. En esta fase se realiza el uso de diagramas de clase para mejorar y que sea más entendible la información.

**Modelado de Navegación.** Se diseña cómo los usuarios interactuarán y navegarán a través de la aplicación. Se crean diagramas de navegación que muestran las posibles rutas y flujos de interacción, creando de igual manera los índices, menús y consultas facilitando una experiencia de usuario intuitiva y eficiente. Esta fase se enfoca en la usabilidad y accesibilidad del sistema.

**Modelado de Presentación.** Se diseña la interfaz de usuario, los elementos interactivos y el estilo general de la aplicación. Se crean prototipos y maquetas que representan cómo se verá y funcionará la interfaz, asegurando que sea atractiva y fácil de usar.

**Modelado de Procesos.** Aquí se define la lógica de la institución y los procesos que se llevarán a cabo en la aplicación. Se detallan las operaciones, reglas y flujo de trabajo que soportan las funcionalidades del sistema, garantizando que todas las acciones y decisiones se implementen correctamente.

**Implementación.** Esta fase consiste en transformar los modelos en código ejecutable. Los desarrolladores traducen los diseños y especificaciones en un software funcional, utilizando lenguajes de programación y herramientas adecuadas. La implementación también incluye la integración de componentes y sistemas externos.

**Pruebas.** La fase de pruebas implica la verificación y validación del sistema para asegurar que funcione según lo esperado. Se realizan pruebas funcionales, de rendimiento,

de seguridad y de usabilidad para identificar y corregir errores. Esta fase es crucial para asegurar la calidad y confiabilidad de la aplicación web.

**Figura 2**

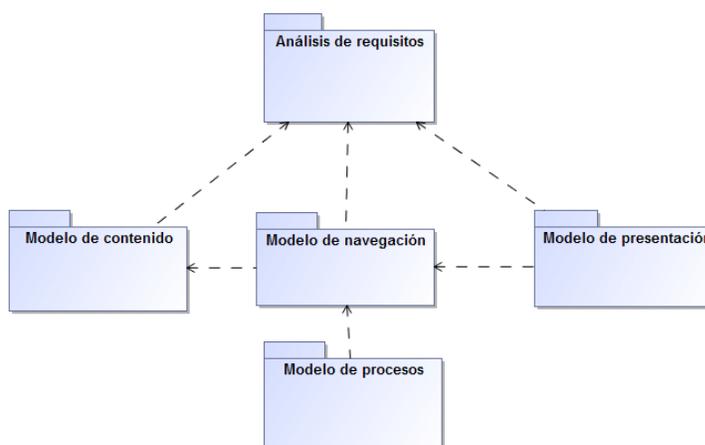
*Fases de la metodología UWE*



*Nota.* En la gráfica podemos apreciar las fases que sigue la metodología UWE. Tomado del autor Alejandro Varón Guzmán, 2022

**Figura 3**

*Modelos de UWE*



*Nota.* En la gráfica se aprecia los modelos que emplea la metodología UWE. Tomado de los autores Nieves Guerrero, Ucan Pech, & Menendez Dominguez, 2014.

## 1.7. HERRAMIENTAS

El proceso de desarrollo del sistema tanto web, como los módulos electrónicos GPS se aplica diferentes tecnologías de desarrollo, asimismo herramientas de software libre que son fundamentales para una buena producción y eficiencia en el desarrollo de los sistemas.

### 1.7.1. *Tecnología de Sistema Web*

**Servidor Apache.** El servidor Apache, también conocido como Apache HTTP Server, es un servidor web de código abierto y gratuito que se utiliza para entregar contenido web a través de la red. Desarrollado y mantenido por la Apache Software Foundation, es uno de los servidores web más populares del mundo, soportando una gran cantidad de sitios web debido a su robustez, flexibilidad y extensibilidad. Apache Software Foundation. (s. f.). Bienvenido al Proyecto del Servidor HTTP Apache. Recuperado el 26 de marzo de 2024, de <https://httpd.apache.org/>.

**Lenguaje de Programación PHP.** Es un lenguaje de programación de código abierto ampliamente utilizado, especialmente adecuado para el desarrollo web y puede ser incrustado en HTML. PHP se ejecuta en el servidor y genera contenido dinámico para páginas web. Es conocido por su facilidad de uso, flexibilidad y amplio soporte en la comunidad de desarrolladores. The PHP Group. (s. f.). PHP: Preprocesador de Hipertexto. Recuperado de página oficial <https://www.php.net/>.

**Lenguaje de Programación JavaScript.** Es un lenguaje de programación interpretado y de alto nivel que se utiliza principalmente para desarrollar aplicaciones web interactivas. Originalmente diseñado para correr en el lado del cliente, hoy en día también se utiliza en el lado del servidor con tecnologías como Node.js. JavaScript permite la creación de interfaces dinámicas y mejora la experiencia del usuario en sitios web.

**Bootstrap.** Framework de front-end de código abierto que permite el diseño de sitios

web y aplicaciones web responsive y móviles. Desarrollado originalmente por Twitter, Bootstrap incluye una colección de herramientas HTML, CSS y JavaScript que facilitan la creación de diseños coherentes y modernos.

**Jquery.** Biblioteca de JavaScript rápida, pequeña y rica en funciones. Simplifica la manipulación del DOM, el manejo de eventos, las animaciones y las interacciones con Ajax. jQuery proporciona una sintaxis fácil de usar para realizar tareas complejas, lo que reduce la cantidad de código necesario y mejora la compatibilidad entre navegadores. jQuery Foundation. (s. f.). Documentación de jQuery. Recuperado de sitio web oficial <https://jquery.com/>.

**Ajax (Asynchronous JavaScript and XML).** Es una técnica de desarrollo web que permite la actualización de partes de una página web sin necesidad de recargar la página completa. Utiliza una combinación de HTML, CSS, JavaScript y XML para mejorar la interactividad y la velocidad de las aplicaciones web.

**Leafert.** Biblioteca de JavaScript de código abierto que se utiliza para construir mapas interactivos. Es ligero, flexible y está diseñado para ser fácil de usar, ofreciendo una API simple pero potente para trabajar con diferentes tipos de mapas y capas geográficas. Leaflet. (s. f.). Documentación de Leaflet. Recuperado el 15 febrero de 2024, de <https://leafletjs.com/>.

**Lenguaje de Estilos CSS (Cascading Style Sheets).** Es un lenguaje utilizado para describir la presentación de un documento escrito en HTML o XML. CSS controla el diseño y el aspecto visual de las páginas web, permitiendo separar el contenido de la presentación y facilitando la creación de sitios web estéticamente agradables y consistentes.

**Sistema Gestor de Base de Datos PostgreSQL.** Es un sistema de gestión de bases de datos relacional y de código abierto, conocido por su robustez, flexibilidad y conformidad

con los estándares SQL. Ofrece una amplia gama de funcionalidades avanzadas, incluyendo soporte para datos estructurados y no estructurados, extensibilidad y una fuerte orientación hacia la integridad de los datos.

**Framework Codeigniter.** Es un framework de desarrollo web en PHP, conocido por su simplicidad, rendimiento y facilidad de uso. Proporciona un conjunto de herramientas y una arquitectura para desarrollar aplicaciones web de manera rápida y eficiente, siguiendo el patrón de diseño MVC (Modelo-Vista-Controlador). CodeIgniter Foundation. (s. f.). Documentación de CodeIgniter. Recuperado el 05 de mayo de 2024, de <https://codeigniter.com/docs>

**Sistema de Control de Versiones.** Un sistema de control de versiones es una herramienta que permite a los desarrolladores gestionar los cambios en el código fuente a lo largo del tiempo. Facilita el seguimiento de versiones, la colaboración entre múltiples desarrolladores y la reversión a estados anteriores del código en caso de errores. Git es uno de los sistemas de control de versiones más populares. Git. (s. f.). Documentación de Git. Recuperado de página oficial <https://git-scm.com/doc>.

### **1.7.2. Tecnología y Componentes Electrónicos**

**Modulo ESP8266.** Es un módulo Wi-Fi altamente integrado diseñado para proporcionar conectividad de red a aplicaciones de IoT. Este módulo incluye un microcontrolador de 32 bits y una interfaz Wi-Fi, lo que permite la conexión a redes inalámbricas y la ejecución de aplicaciones sencillas sin necesidad de un microcontrolador externo. Herrero, M. (2018). Programación en ESP8266: Wi-Fi para arquitectos y desarrolladores. Alfaomega Grupo Editor.

**IDE de Arduino.** El Entorno de Desarrollo Integrado (IDE) de Arduino es una plataforma de software utilizada para escribir, compilar y cargar programas en placas Arduino.

Es compatible con Windows, macOS y Linux, y ofrece una interfaz sencilla que facilita la programación de microcontroladores.

**Módulo De Lectura RFID.** El módulo de lectura RFID, como el MFRC522, es un dispositivo utilizado para leer etiquetas RFID. Estas etiquetas almacenan información que puede ser leída sin contacto físico mediante ondas de radio. Los módulos RFID se utilizan comúnmente en sistemas de control de acceso y seguimiento de inventarios.

**Tarjetas De Accesos RFID.** Dispositivos que almacenan información en un chip RFID integrado. Estas tarjetas se utilizan en sistemas de control de acceso para autenticar la identidad de los usuarios. Las tarjetas MIFARE, por ejemplo, son ampliamente utilizadas debido a su seguridad y capacidad de almacenamiento. Sweeney, P. J. (2010). RFID for Dummies. John Wiley & Sons.

**Módulo Bluetooth de Arduino (HC-06).** El módulo Bluetooth HC-06 permite la comunicación inalámbrica entre un Arduino y otros dispositivos Bluetooth a través de la comunicación serial (UART). Este módulo cuenta con pines TX y RX para transmitir y recibir datos, funcionando generalmente con una alimentación de 5V y regulando internamente a 3.3V. El emparejamiento se realiza con un PIN predeterminado, como 1234, y es comúnmente utilizado para aplicaciones como control de robots, transmisión de datos y control remoto de dispositivos, facilitando la creación de proyectos de IoT y automatización.

**LED (Diodo Emisor de Luz).** Un LED (Light Emitting Diode, por sus siglas en inglés) es un componente electrónico que emite luz cuando una corriente eléctrica pasa a través de él. A diferencia de las bombillas incandescentes, los LEDs son eficientes energéticamente, tienen una larga vida útil y están disponibles en una variedad de colores y tamaños. Se utilizan ampliamente en indicadores, pantallas, iluminación y una gran variedad de aplicaciones electrónicas y de consumo.

**Protoboard.** También conocido como breadboard, es una herramienta de laboratorio utilizada para la construcción rápida de prototipos electrónicos sin necesidad de soldadura. Facilita la conexión de componentes mediante un sistema de agujeros y pistas conductoras.

**Jumper Wire.** Son cables utilizados para establecer conexiones en protoboards o entre componentes electrónicos. Vienen en diferentes longitudes y colores, y pueden tener extremos macho o hembra, facilitando la interconexión en circuitos temporales y prototipos.

## **1.8. LÍMITES Y ALCANCES**

Durante el planteamiento del problema se consideró hasta donde se pretende llegar con el sistema, específicamente el proyecto está orientado a la administración y gestión del servicio de transporte escolar junto al control de acceso de los estudiantes a las movilidades.

### **1.8.1. Límites**

De manera general el sistema presenta las siguientes limitaciones:

- El sistema no cuenta con procesos de manejo de cobros y pagos por el servicio.
- El sistema solo se dedica a la administración y registro de los datos de los usuarios del servicio de transporte escolar.
- El sistema de control de ingreso y salida no tendrá conectividad con el sistema de administración de datos.
- El sistema de administración se limita a poder emitir reportes requeridos por el usuario.
- El sistema se limita a su uso para estudiantes de primaria.

### **1.8.2. Alcances**

El proyecto se desarrollará para el Servicio de Transporte Escolar para el Centro Educativo Mutual La Paz, con el fin de mejorar la seguridad y satisfacer las necesidades administrativas en el campo del manejo de la información, con los módulos puntualizados en

los siguientes alcances:

**Módulo de Acceso.** Sector del sistema donde debe ingresar las credenciales de su perfil para poder ingresar al sistema.

**Módulo de Administradores.** Son usuarios de sistema con el rol de administradores los cuales podrán tener acceso a todos los campos y privilegios del sistema. Estos usuarios cuentan con:

- Módulo de registro de información de usuarios
- Módulo de manejo de roles y privilegios del sistema
- Módulo de gestión de información del transporte
- Módulo de gestión de la información de dispositivos
- Interacción y configuración con el proceso de rastreo vehicular.
- Módulo de listado de estudiantes.
- Módulo de control y creación de perfiles.

**Módulo de Transporte.** Son usuarios de sistema con rol de transporte designados a las personas que brindan el servicio. Estos usuarios cuentan con:

- Módulo de inicio de seguimiento
- Módulo de manejo de mapas
- Módulo de Estado de Dispositivos
- Módulo de guía Telefónica.

**Módulo de Padre de Familia.** Son usuarios del sistema con el rol de padre de familia designadas a los padres de cada estudiante que cuenta con servicio de transporte escolar. Estos usuarios cuentan con:

- Módulo de rastreo de ubicación

- Módulo de manejo de mapas
- Módulo de Estado de Dispositivos
- Módulo de guía Telefónica.

### **1.9. APORTES**

El Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnología GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar brindado por el Centro Educativo Mutual La Paz, ofrece beneficios que mejoran la eficiencia y seguridad del transporte escolar. Este sistema permite el monitoreo en tiempo real de los vehículos, proporcionando información actualizada sobre su ubicación, lo que mejora la supervisión y respuesta ante incidentes. Además, el uso de RFID garantiza que solo los estudiantes autorizados utilicen el transporte, aumentando la seguridad. Por lo cual la implementación de la tecnología en ese servicio no permite manejar datos e información más precisa y certera para poder realizar un servicio de calidad y confiable para los padres y seguro para los estudiantes.

## **CAPITULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. INTRODUCCIÓN**

El control y gestión eficiente del servicio de transporte escolar son aspectos con los cuales se da un porcentaje mayor en la seguridad y satisfacción de todos los involucrados en este proceso. En este contexto, la aplicación de tecnologías como el Sistema de Posicionamiento Global (GPS) y la Identificación por Radiofrecuencia (RFID) se presenta como una solución innovadora y efectiva para mejorar la calidad y controlar el servicio.

Este proyecto se centra en el diseño e implementación de un sistema de geolocalización que utiliza tecnologías GPS y RFID para el control y gestión del servicio de transporte escolar. Utilizando herramientas de desarrollo web y una base de datos, se busca integrar eficientemente la información geoespacial generada por los dispositivos de seguimiento en los vehículos escolares, permitiendo una supervisión efectiva de las rutas y horarios, así como una gestión precisa de horario y lugar de ingreso y salida al transporte por parte del estudiante.

Por lo cual en este capítulo de este trabajo se darán a conocer conceptos básicos relacionados al proyecto y su desarrollo.

#### **2.2. INTRODUCCIÓN A LA GEOLOCALIZACIÓN Y LA APLICACIÓN DE LA GEOLOCALIZACIÓN AL TRANSPORTE.**

La geolocalización es una tecnología que permite determinar la ubicación geográfica de un objeto o persona utilizando dispositivos como GPS (Global Positioning System). En el contexto del transporte, la geolocalización desempeña un papel fundamental al mejorar la eficiencia operativa y la seguridad. La aplicación de la geolocalización en el transporte incluye el control de rutas, el seguimiento de vehículos en tiempo real, la planificación y la mejora de la experiencia del usuario. Generando un grado de satisfacción, seguridad y conformidad a las

personas que requieren el servicio del transporte.

### **2.2.1. Tecnología GPS y RFID: Conceptos, Principios y Funcionamiento.**

**GPS (Global Positioning System).** Sistema de navegación por satélite que permite determinar la posición precisa en la Tierra de un receptor GPS en cualquier condición climática y en cualquier lugar del planeta. El sistema consta de una constelación de satélites que transmiten señales de radio a receptores terrestres. Estos receptores utilizan las señales recibidas para calcular la posición, velocidad y tiempo con alta precisión.

**RFID (Radio Frequency Identification).** Es una tecnología de identificación automática que utiliza ondas de radio para transmitir datos entre una etiqueta electrónica y un lector. Las etiquetas RFID contienen información electrónica que puede ser leída de forma remota por un lector RFID. Esta tecnología se utiliza en una variedad de aplicaciones, como control de inventario, acceso a edificios y seguimiento de activos. En el contexto del transporte escolar, las etiquetas RFID pueden ser utilizadas para identificar y rastrear a los estudiantes de manera segura y eficiente.

### **2.2.2. Integración de tecnologías GPS y RFID para el Control y Gestión Eficiente del Transporte Escolar.**

La aplicación de la tecnología (GPS) y de identificación por radiofrecuencia (RFID) en el ámbito del transporte escolar con el fin de mejorar la seguridad, eficiencia y gestión de este servicio. Mediante la integración de estas tecnologías, se busca obtener información en tiempo real sobre la ubicación de los vehículos, el acceso de los estudiantes al transporte y otros datos relevantes que permitan una gestión más eficiente y segura del transporte escolar.

### **2.2.3. Desarrollo de Sistemas de Geolocalización en Entornos Web con CodeIgniter 4**

El desarrollo del sistema es el proceso de creación de una aplicación web que utilice tecnología de geolocalización para determinar la ubicación geográfica de un dispositivo u

objeto. Para el desarrollo del sistema en un framework de desarrollo web en PHP como es el caso de CodeIgniter 4 proporciona las herramientas y la estructura basada en MVC, necesaria para integrar funcionalidades de la aplicación web como puede ser visualización de mapas, la búsqueda de ubicación, seguimiento de rutas en tiempo real y la gestión de datos espaciales. Este enfoque permite a los desarrolladores crear aplicaciones web más interactivas y personalizadas, adaptadas a las necesidades específicas de geolocalización de sus usuarios.

#### **2.2.4. Base de datos PostgreSQL: Características para Sistemas de Geolocalización**

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto y extensible que se destaca por su robustez, confiabilidad, capacidades avanzadas y manejo de datos geográficos como puntos, rectas y polígonos.

Algunas características PostgreSQL son:

**Soporte de Datos Geoespaciales.** PostgreSQL cuenta con extensiones como PostGIS que permite el almacén, consultar y analizar datos geoespaciales de forma eficiente.

**Transacción ACID.** Proporciona soporte para transacciones ACID (Atomicidad, Consistencia, Aislamiento, Durabilidad), lo que garantiza la integridad de los datos.

**Estabilidad.** Es altamente escalable, lo que significa que puede manejar grandes volúmenes de datos y un alto número de usuarios concurrentes.

**Extensibilidad.** Permite la creación de extensiones y funciones personalizadas para satisfacer necesidades específicas de la aplicación.

**Compatibilidad con Estándares.** Cumple con los estándares SQL y ofrece compatibilidad con varias plataformas y lenguajes de programación.

### **2.2.5. Implementación de la Tecnología RFID en la Gestión de Estudiantes y Rutas de Transporte Escolar**

La implementación de la tecnología RFID en la gestión de rutas de transporte escolar tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia, seguridad y control en este servicio. Esta tecnología proporciona a los padres la tranquilidad de que sus hijos están en el lugar correcto y, al mismo tiempo, permite monitorear el ingreso y salida de los estudiantes de los vehículos, mejorando así la seguridad.

## **2.3. MÉTODO DE DESARROLLO DE SISTEMA ELECTRÓNICO**

El método de desarrollo del sistema electrónico enfoca a la metodología o la secuencia de pasos que se utilizara para diseñar, implementar y probar sistemas electrónicos, como circuitos, dispositivos y demás.

Los métodos considerados para el desarrollo de sistema electrónicos son:

**Definición del Proyecto.** Definir claramente el proyecto de electrónica, evaluando la viabilidad junto a los requerimientos.

**Investigación y Recopilación de Información.** Recabar información, técnica y documentación de componentes, como modulo y herramientas a emplear en el proyecto.

**Diseño del Circuito.** Proceso de creación del diseño y esquema del circuito simulado en herramientas como Proteus, Fritzing o TinkerCAD.

**Selección de Componentes.** Selección componentes electrónicos considerando voltajes, corrientes y costos.

**Implementación.** Ensamblar el circuito en un protoboard, conectando componentes según el diseño y simulación.

**Programación del Arduino.** Desarrollar la lógica del circuito en el entorno desarrollo, realizando simulación para depurar errores.

**Pruebas y Depuración.** Realizar pruebas paso a paso, controlando corriente, voltaje y errores lógicos o de sintaxis en el código.

**Optimización.** Analizar el código y diseño para aplicar optimización que mejoren el rendimiento sin alterar la funcionalidad.

**Validación y Ajuste Final.** Proceso de pruebas finales y ajustes al circuito creado asegurando la funcionabilidad y cumplimiento los requerimientos.

## **2.4. METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL SOFTWARE**

### **2.4.1. Metodología UWE**

La metodología UWE (Usability Web Engineering) es un enfoque para el diseño y desarrollo de sitios web centrado en la usabilidad y la experiencia del usuario. Se basa en principios de ingeniería web y enfoques de diseño centrado en el usuario para crear sitios web efectivos y fáciles de usar. Esta metodología busca integrar la usabilidad en todas las etapas del ciclo de vida del desarrollo web, desde la concepción y el diseño hasta la implementación y la evaluación. Fernández-Medina, E., Trujillo, J., & Piattini, M. (2008). Metodologías de desarrollo web centradas en la usabilidad: una revisión sistemática. *ACM SIGPLAN Notices*, 43(1), 12-17.

En la metodología UWE, se utiliza UML en varias etapas del ciclo de vida del desarrollo web. En la fase de análisis, se pueden utilizar diagramas de casos de uso para identificar los diferentes actores y sus interacciones con el sistema, así como para definir los requisitos funcionales del sitio web.

Durante la fase de diseño, se pueden utilizar diagramas de clases y diagramas de

secuencia para modelar la estructura y el comportamiento del sitio web. Los diagramas de clases ayudan a definir las entidades y sus relaciones en el sistema, mientras que los diagramas de secuencia muestran cómo interactúan los diferentes componentes del sistema en un escenario específico.

Además, UWE se basa en varios aspectos fundamentales que guían su aplicación. En primer lugar, se utiliza una notación estándar para los modelos UML, lo que facilita la comunicación y comprensión entre los miembros del equipo de desarrollo. También, se define una serie de métodos y pasos para construir los diferentes modelos, lo que asegura un enfoque sistemático y ordenado en el proceso de desarrollo.

Otro aspecto importante de UWE es la especificación de restricciones, donde se recomienda el uso de restricciones escritas en OCL2 (Object Constraint Language) para aumentar la exactitud de los modelos. Esto garantiza que los modelos UML reflejen de manera precisa los requisitos y especificaciones del sitio web, reduciendo la posibilidad de errores y mejorando la calidad del producto final.

#### ***2.4.2. Fases de Desarrollo de la Metodología.***

La metodología UWE se compone de varias fases de desarrollo, las cuales se llevan a cabo de manera ordenada y estructurada para garantizar la usabilidad y la experiencia del usuario en el sitio web.

Estas fases se describen a continuación:

**Análisis de Requerimientos.** En esta fase se identifican y analizan los requisitos del sitio web, incluyendo las necesidades de los usuarios y los objetivos del sitio. Se realiza una investigación detallada para comprender las expectativas de los usuarios y definir los requisitos funcionales y no funcionales del sistema.

Según Fernández-Medina, Trujillo y Piattini (2008), en esta fase se debe "realizar un análisis

exhaustivo de los requisitos del sistema, incluyendo tanto los aspectos funcionales como los no funcionales" (p. 10).

**Diseño del Sistema.** En esta fase se crea un diseño de la aplicación web, que incluye la estructura general del sitio, la navegación y la organización de la información. Se utilizan técnicas de diseño centrado en el usuario para asegurar que el diseño sea intuitivo y fácil de usar.

**Diseño de Interfaz.** En esta fase se diseña la interfaz de usuario de la aplicación web, teniendo en cuenta los principios de usabilidad y accesibilidad. Se crean prototipos y wireframes para visualizar y probar la interfaz antes de su implementación.

**Codificación.** En esta fase se desarrolla y se implementa la aplicación web, utilizando las tecnologías y estándares web adecuados. Este es el proceso donde se realiza las tareas de programación los cuales consisten en la creación del código fuente realizado en el lenguaje de programación adecuado, siguiendo de la mano el diseño del sistema e interfaces de usuarios requeridos que manejaran el sistema.

**Pruebas.** Proceso por el cual se realiza diferentes pruebas de funcionamientos tanto en la estructura del sistema como en la lógica de este para asegurar que la aplicación funcione correctamente y cumpla con los requisitos especificados.

Fernández-Medina, Trujillo y Piattini (2008) enfatizan que en esta fase se debe "desarrollar el sitio web utilizando tecnologías web estándar y realizar pruebas exhaustivas para garantizar su correcto funcionamiento" (p. 11).

**Instalación o Fase de Implementación.** Proceso por el cual los programas desarrollados ya con la tecnología adecuada son transferidos apropiadamente al computador destino o al servidor en que se alojara, previamente configurado y con las medidas de seguridad que corresponde al mismo. Todo ello con el propósito de que el usuario final ya

pueda manipular y beneficiarse de la aplicación.

**Mantenimiento.** Es el proceso del control, mejora y optimización del software ya desarrollado e instalado, que también incluye depuración de errores y defectos que puedan haberse filtrado de la fase de pruebas de control, este proceso se coadyuba con la experiencia y fácil usabilidad del usuario cumpliendo así los requerimientos exigidos. Según Fernández-Medina, Trujillo y Piattini (2008), en esta fase se debe "realizar pruebas de usabilidad y evaluar el sitio web para identificar y corregir posibles problemas" (p. 11).

Una de las ventajas clave de utilizar la metodología UWE (Usability Web Engineering) es su capacidad para integrar extensiones de UML en el desarrollo de sistemas de software, lo que facilita la representación de conceptos específicos de diseño web. Esta metodología también ofrece flexibilidad al permitir la definición de un lenguaje de modelado de dominio web específico, lo que facilita la adaptación a las necesidades y demandas de cada proyecto en particular. Además, UWE permite un modelado de aplicaciones web que se centra en las demandas individuales de cada usuario, lo que resulta en un diseño más personalizado y orientado a la experiencia del usuario. Este enfoque también ayuda a separar claramente los diferentes requerimientos del sistema, lo que facilita su gestión y desarrollo.

#### ***2.4.3. Lenguaje de Modelado Unificado (UML)***

Es un conjunto de diagramas y notaciones gráficas que se utiliza para visualizar, especificar, construir y documentar los elementos de un sistema de software. En pocas palabras, UML es una forma estandarizada de representar gráficamente la estructura y el comportamiento de un sistema, lo que facilita la comunicación entre los miembros del equipo de desarrollo y ayuda a comprender y diseñar sistemas complejos de manera más clara y efectiva.

#### **2.4.4. Tipo de diagramas UML**

Los diagramas UML son herramientas visuales que se utilizan en el desarrollo de software para representar diferentes aspectos de un sistema. Algunos de los tipos de diagramas UML más comunes incluyen:

**Diagrama de Clases.** Representa las clases del sistema, mostrando sus atributos, métodos y las relaciones entre ellas. Es útil para visualizar la estructura estática del sistema y cómo están relacionadas las diferentes partes.

**Diagrama de Casos de Uso.** Describe las interacciones entre el sistema y sus usuarios, mostrando los diferentes casos de uso y cómo se relacionan. Ayuda a identificar los requisitos funcionales del sistema y a comprender cómo los usuarios interactúan con él.

**Diagrama de Secuencia.** Muestra cómo interactúan los objetos en una secuencia temporal, mostrando los mensajes intercambiados entre ellos. Es útil para visualizar el flujo de control en un escenario específico y entender cómo se llevan a cabo ciertas acciones en el sistema.

**Diagrama de Actividad.** Representa el flujo de control de un proceso o algoritmo, mostrando las acciones y decisiones que se toman en cada paso. Es útil para modelar el comportamiento de un sistema en términos de actividades y acciones que realiza.

**Diagrama de Estado.** Describe los diferentes estados que puede tener un objeto y cómo cambia de un estado a otro en respuesta a eventos. Es útil para modelar el comportamiento de un sistema en función de su estado interno.

**Diagrama de Componentes.** Muestra los componentes físicos del sistema y sus interacciones, como bibliotecas, archivos ejecutables, etc. Es útil para visualizar la estructura física del sistema y cómo los diferentes componentes se relacionan entre sí.

**Diagrama de Despliegue.** Representa la configuración física del sistema, mostrando

cómo los componentes de software se distribuyen en hardware. Es útil para visualizar cómo se implementa el sistema en un entorno físico.

## **2.5. CONCEPTOS BÁSICOS**

### **2.5.1. Sistema**

Un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados que interactúan entre sí para lograr un objetivo común. Puede ser físico o abstracto e involucra componentes como hardware, software, personas, procesos y datos. Los sistemas pueden ser simples o complejos, y se utilizan en diversos ámbitos para realizar tareas específicas de manera eficiente.

### **2.5.2. Sistema de geolocalización.**

Un sistema de geolocalización es una tecnología que permite determinar la ubicación geográfica de un objeto, persona o lugar utilizando diferentes métodos como GPS, redes celulares o WiFi. Se utiliza ampliamente en aplicaciones como navegación, seguimiento de activos, logística y seguridad.

### **2.5.3. Información.**

La información es un conjunto de datos organizados y procesados que tienen un significado y pueden utilizarse para tomar decisiones o realizar acciones. La información es un recurso valioso en cualquier organización, ya que permite la comunicación, la toma de decisiones y el análisis de situaciones.

### **2.5.4. Sistema de información.**

Un sistema de información es un conjunto de elementos interrelacionados que recopilan, procesan, almacenan y distribuyen información para apoyar las operaciones y la toma de decisiones en una organización. Incluye hardware, software, datos, procedimientos y personas.

### **2.5.5. Seguridad de sistemas.**

La seguridad de sistemas se refiere a las medidas y prácticas utilizadas para proteger los sistemas de información contra amenazas como accesos no autorizados, ataques cibernéticos, pérdida de datos o interrupciones en el servicio. Involucra la implementación de controles de seguridad, políticas y procedimientos para garantizar la integridad, confidencialidad y disponibilidad de la información.

## **2.6. INGENIERÍA WEB**

La ingeniería web es una disciplina que se enfoca en la aplicación de principios de la ingeniería al desarrollo de aplicaciones y sitios web. Se centra en la creación, mantenimiento y optimización de sitios y aplicaciones web, teniendo en cuenta aspectos como la usabilidad, la accesibilidad, el rendimiento y la seguridad.

Los ingenieros web utilizan diversas tecnologías y herramientas para diseñar interfaces de usuario atractivas y funcionales, desarrollar aplicaciones web dinámicas y colaborar con otros profesionales para integrar diferentes sistemas y servicios web.

## **2.7. INGENIERÍA DE SOFTWARE.**

La ingeniería de software es una disciplina que aplica principios de la ingeniería al desarrollo, mantenimiento y gestión de software. Su objetivo es producir software de alta calidad que cumpla con los requerimientos del cliente, sea confiable, eficiente y fácil de mantener. Involucra el uso de métodos y herramientas sistemáticas para desarrollar software de manera eficaz y eficiente, teniendo en cuenta aspectos como la planificación, el diseño, la implementación, las pruebas y el mantenimiento del software a lo largo de todo su ciclo de vida.

### **2.7.1. Ciclo de vida del desarrollo de software.**

El ciclo de vida del desarrollo de software es el proceso que describe las etapas por

las que pasa un proyecto de software, desde la concepción de la idea hasta su retirada o actualización. Las etapas comunes incluyen la planificación, análisis, diseño, implementación, pruebas, despliegue y mantenimiento. Cada etapa tiene sus propios objetivos y actividades, y el ciclo de vida del desarrollo de software ayuda a garantizar que el software se desarrolle de manera ordenada y eficiente, cumpliendo con los requerimientos del cliente y las especificaciones técnicas.

### **2.7.2. *Requerimientos de software.***

Los requerimientos de software son las especificaciones de lo que debe hacer el software, expresadas en términos de funciones, comportamientos y restricciones. Los requerimientos son la base sobre la cual se diseña, implementa y prueba el software. Involucran la identificación y documentación de las necesidades y expectativas de los usuarios, así como la definición de los criterios de éxito para el proyecto de software.

### **2.7.3. *Requerimientos funcionales.***

Los requerimientos funcionales describen las funciones y comportamientos específicos que debe tener el software, como las operaciones que debe realizar, las entradas que debe aceptar y las salidas que debe producir en respuesta a las entradas. Estos requerimientos se centran en lo que el software debe hacer desde el punto de vista del usuario, y sirven como base para el diseño y desarrollo del software.

### **2.7.4. *Requerimientos no funcionales.***

Los requerimientos no funcionales son los criterios que describen la calidad y las restricciones que debe tener el software, como la seguridad, el rendimiento, la usabilidad, la escalabilidad y la fiabilidad. Estos requerimientos suelen ser tan importantes como los funcionales para determinar la calidad general del software, ya que afectan la experiencia del usuario y la capacidad del software para cumplir con sus objetivos.

### **2.7.5. Diseño**

En ingeniería de software, el diseño se refiere al proceso de definir la arquitectura, componentes, estructuras y comportamientos del software que se va a desarrollar. Se basa en los requerimientos del sistema y tiene como objetivo crear un plan detallado y estructurado para la implementación del software. El diseño puede incluir diagramas de clases, diagramas de secuencia, diagramas de flujo de datos y otros artefactos que describen cómo funcionará el sistema.

### **2.7.6. Métodos de Pruebas**

Al finalizar las fases de ciclo de vida para la entrega de un sistema se utiliza las fases de pruebas los cuales se dividen en varios tipos, como pruebas unitarias, pruebas de integración, pruebas de sistema y pruebas de aceptación, cada una con su enfoque y objetivo específico dentro del proceso de desarrollo de software.

**Tipos De Métodos De Prueba.** Es el diseño de pruebas que tiene la mayor probabilidad de encontrar el mayor número de errores con la mínima cantidad de esfuerzo y de tiempo. Los productos de ingeniería de software se pueden probar de dos formas:

- Métodos de caja blanca
- Métodos de caja negra

### **2.7.7. Métodos de caja blanca**

Los métodos de caja blanca, también conocidos como pruebas estructurales, se centran en probar la estructura interna del software, incluyendo la lógica del código y los caminos de ejecución.

La realización de pruebas para verificar que líneas específicas de código funcionan tal como está definido, se le conoce como prueba de caja-transparente (Pressman, 2005).

La prueba de caja blanca es un método de diseño de casos de prueba que usa la estructura de control del diseño procedimental para derivar los casos de prueba.

Las pruebas de caja blanca intentan garantizar que:

- Se ejecutan al menos una vez todos los caminos independientes de cada modulo
- Se utilizan las decisiones en su parte verdadera y en su parte falsa
- Se ejecutan todos los bucles en sus limites
- Se utilizan todas las estructuras de datos internas.
- Para esta prueba se consideran tres importantes puntos.
- Conocer el desarrollo interno del programa, determinante en el análisis de coherencia y consistencia del código.
- Considerar las reglas predefinidas por cada algoritmo.
- Comparar el desarrollo del programa en su código con la documentación pertinente

#### **2.7.8. Tipos de Pruebas de Caja Blanca**

Las pruebas de caja blanca son un tipo de pruebas que se enfocan en verificar la estructura interna y el comportamiento del código de un programa. Dentro de las pruebas de caja blanca, existen varios tipos que buscan garantizar diferentes aspectos de la calidad del software:

**De Cobertura de Sentencias.** Verifica que todas las sentencias del código sean ejecutadas al menos una vez durante las pruebas, asegurando así una cobertura completa del código.

**De Cobertura de Decisión.** Este tipo de prueba se encarga de ejecutar casos de prueba de modo que cada decisión en el código sea evaluada al menos una vez como

Verdadero y otra como Falso

**De Cobertura de Condición.** Similar a la prueba de cobertura de decisión, pero se enfoca en cada condición individualmente, asegurándose de que cada condición sea evaluada tanto como Verdadero como Falso.

**De Cobertura de Condición/Decisión.** Combina las pruebas de cobertura de condición y de decisión, asegurando una cobertura completa de todas las condiciones y decisiones en el código.

**De Condición Múltiple.** En este tipo de prueba, cada decisión multicondición se descompone en condiciones simples, y luego se aplica la cobertura de decisión a cada una de estas condiciones simples.

**De Cobertura de Caminos.** Estas pruebas buscan escribir casos de prueba suficientes para que se ejecuten todos los caminos posibles a través del programa, desde la entrada hasta la salida. Esto garantiza que se haya ejecutado cada instrucción y cada posible combinación de condiciones en el código.

Estos tipos de pruebas de caja blanca son fundamentales para garantizar la calidad y la fiabilidad del software, ya que permiten identificar y corregir posibles errores en la lógica del programa y en la manipulación de datos.

### **2.7.9. Métodos de caja negra**

En contraste con la caja blanca, los métodos de caja negra se centran en probar el software desde el punto de vista del usuario, sin tener en cuenta la estructura interna del código. Estas pruebas se basan en los requerimientos y especificaciones del sistema, y se centran en validar la funcionalidad y el comportamiento esperado del software. Se refiere a que las entradas apropiadas producen resultados esperados. Los datos de prueba son escogidos en función a las especificaciones del problema, sin importar los detalles internos del

programa a fin de verificar que el programa tenga la funcionalidad correcta.

Las pruebas de caja negra se refieren por algunos de los siguientes métodos:

**Prueba del Camino Básico.** le permite al diseñador de casos de prueba obtener una medida de la complejidad lógica de un diseño procedimental y usar esa medida como guía para la definición de un conjunto básico de caminos de ejecución. Los casos de prueba obtenidos del conjunto básico garantizaran que durante la prueba se ejecuta por lo menos una vez cada sentencia del programa.

**Prueba de la Estructura del Control.** En este tipo de prueba se contempla el método del proceso básico mencionado que permiten ampliar la cobertura de la prueba y mejorar su calidad.

Con este equipo de pruebas de intenta encontrar:

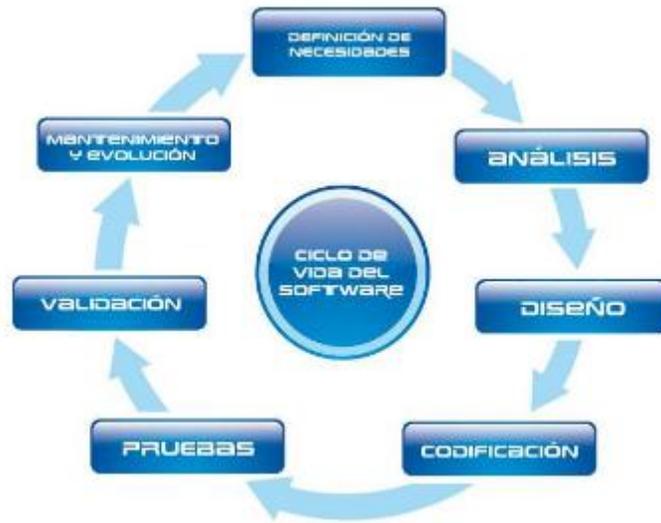
- Funciones incorrectas o ausentes.
- Errores de interfaz.
- Errores en estructuras de datos o en accesos a las bases de datos externas.
- Errores de rendimiento.
- Errores de inicialización y terminación.

#### **2.7.10. Mantenimiento**

El mantenimiento de software es el proceso de modificación y mejora continua de un sistema de software después de su entrega inicial. Involucra la corrección de errores, la adaptación a nuevos requisitos, la optimización del rendimiento y la mejora de la usabilidad. El mantenimiento es una parte crucial del ciclo de vida del software y puede representar una parte significativa del costo total de propiedad de un sistema de software.

**Figura 4**

*Ciclo de Vida del Software*



*Nota.* Grafica del ciclo de vida del software donde se puede apreciar las diferentes facetas. Adaptado de “Ciclo de Desarrollo de Software”, Ittgweb, 2016.

## 2.8. ARQUITECTURA DE SOFTWARE

La arquitectura de software se refiere a la estructura fundamental de un sistema de software, que incluye los componentes del sistema, sus relaciones, y cómo se organizan para cumplir con los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema. La arquitectura de software proporciona una visión de alto nivel del sistema y sirve como base para el diseño, implementación y mantenimiento del software.

### 2.8.1. MVC (*Modelo-Vista-Controlador*)

MVC es un patrón de diseño de software que divide una aplicación en tres componentes principales: el Modelo, la Vista y el Controlador. Cada uno de estos componentes tiene una responsabilidad específica en la aplicación:

**El modelo.** Representa la estructura de datos y la lógica de negocio de la aplicación. Es responsable de gestionar el acceso a los datos, realizar operaciones de lectura y escritura en la base de datos, aplicar reglas de negocio y realizar validaciones de datos. En resumen,

el modelo se encarga de todo lo relacionado con la manipulación y gestión de los datos subyacentes de la aplicación.

**La vista.** Es la interfaz de usuario de la aplicación. Su función principal es presentar los datos al usuario de una manera comprensible y atractiva. La vista no realiza ningún procesamiento de datos o lógica de negocio; simplemente muestra la información de acuerdo con un diseño y una estructura predefinidos. La vista también puede interactuar con el usuario para recibir datos de entrada o mostrar mensajes de retroalimentación.

**El controlador.** Actúa como intermediario entre el modelo y la vista. Recibe las solicitudes del usuario a través de la interfaz de usuario, procesa estas solicitudes utilizando la lógica de negocio definida en el modelo y actualiza la vista para reflejar los cambios resultantes. El controlador también puede manejar eventos del sistema, como clics en botones o envíos de formularios, y tomar decisiones basadas en la lógica de negocio de la aplicación

El patrón MVC se utiliza comúnmente en el desarrollo de aplicaciones web y de escritorio para mejorar la modularidad, la reutilización del código y la separación de preocupaciones.

### **2.8.2. Características del patrón MVC**

**Separación de Responsabilidades.** MVC separa claramente las responsabilidades de la aplicación en tres componentes principales: Modelo, Vista y Controlador. Esto facilita la organización del código y la modificación de una parte de la aplicación sin afectar a las demás.

**Reutilización de Código.** Al separar la lógica de presentación, la lógica de negocio y la interacción con el usuario, MVC facilita la reutilización de código. Por ejemplo, un mismo Modelo puede ser utilizado por diferentes Vistas para mostrar la misma información de distintas formas.

**Facilidad de Mantenimiento.** La separación de responsabilidades en MVC facilita el mantenimiento de la aplicación a lo largo del tiempo. Los cambios en la lógica de negocio pueden realizarse en el Modelo sin afectar a la Vista o al Controlador, y viceversa.

**Flexibilidad y Escalabilidad.** MVC permite escalar y adaptar la aplicación de forma más sencilla. Se pueden añadir nuevas funcionalidades o modificar las existentes sin afectar a otras partes de la aplicación, lo que la hace más flexible y adaptable a los cambios.

**Facilidad de Pruebas.** Al separar la lógica de presentación, la lógica de negocio y la interacción con el usuario, MVC facilita la realización de pruebas unitarias y funcionales, ya que cada componente puede ser probado de forma independiente.

**Claridad en la Estructura del Código.** MVC proporciona una estructura organizada para el código de la aplicación, lo que facilita su comprensión y mantenimiento tanto para los desarrolladores actuales como para futuros desarrolladores que puedan trabajar en el proyecto.

### ***2.8.3. Ventajas del patrón MVC***

**Separación de responsabilidades.** Permite separar claramente la lógica de presentación, la lógica de negocio y la interacción con el usuario, lo que facilita el mantenimiento y la modificación del código.

**Facilidad de mantenimiento.** Al separar las diferentes partes de la aplicación, es más fácil realizar cambios en una parte sin afectar a las demás, lo que facilita la evolución y el mantenimiento de la aplicación a lo largo del tiempo.

**Escalabilidad.** Permite escalar la aplicación añadiendo nuevas funcionalidades o modificando las existentes sin afectar a otras partes de la aplicación, lo que la hace más flexible y adaptable a los cambios.

#### 2.8.4. Desventajas del patrón MVC:

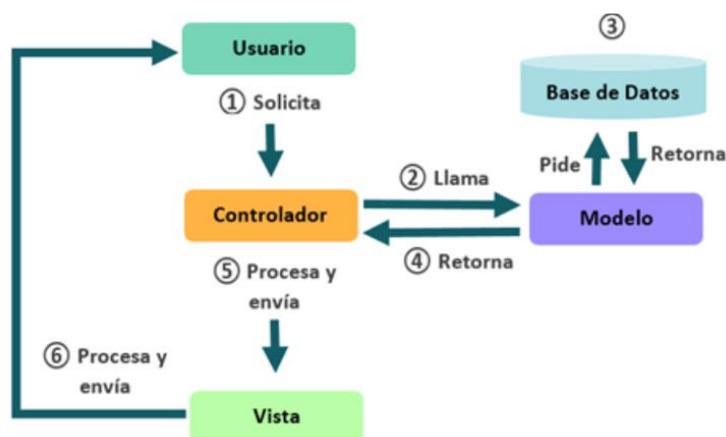
**Complejidad Inicial.** Puede resultar en una mayor complejidad inicial debido a la necesidad de gestionar y coordinar los tres componentes (Modelo, Vista y Controlador), lo que puede aumentar la curva de aprendizaje para los desarrolladores.

**Mayor Cantidad de Archivos.** Al separar las diferentes partes de la aplicación, se pueden generar más archivos y directorios, lo que puede complicar la estructura del proyecto y dificultar su gestión.

**Posible Aumento de la Complejidad.** Si no se gestiona adecuadamente, la separación de responsabilidades puede llevar a una mayor complejidad en la interacción entre los componentes, lo que puede dificultar la comprensión y el mantenimiento del código.

**Figura 5**

*Ciclo de Vida MVC*



*Nota.* Grafica que indica el ciclo de vida Modelo Vista Controlador, el cual es método empleado para la creación de Software. Adaptado de MVC, de *Rodrigo Gómez, 2015*.

## 2.9. HERRAMIENTAS DE DESARROLLO

### 2.9.1. Gestor de base de datos PostgreSQL

PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto y altamente extensible. Ofrece características avanzadas como soporte para SQL estándar,

integridad de datos, transacciones ACID, replicación y extensibilidad a través de funciones y tipos de datos personalizados.

### **2.9.2. Lenguaje de programación**

Un lenguaje de programación es un conjunto de reglas y estructuras que permiten a un programador crear programas informáticos. Ejemplos de lenguajes de programación populares incluyen Java, Python, C++, JavaScript y PHP.

### **2.9.3. Programación PHP**

PHP es un lenguaje de programación de uso general de código abierto ampliamente utilizado para el desarrollo web. Originalmente creado en 1994 por Rasmus Lerdorf, PHP ahora es mantenido por The PHP Group. Su nombre es un acrónimo recursivo que significa "PHP: Hypertext Preprocessor".

Las características del lenguaje de programación PHP son:

**Lenguaje del Lado del Servidor.** PHP se ejecuta en el servidor web, generando contenido dinámico que se envía al navegador del usuario.

**Sintaxis Similar a C.** PHP comparte una sintaxis similar a la de otros lenguajes de programación como C, Java y Perl, lo que facilita su aprendizaje para quienes están familiarizados con estos lenguajes.

**Integración con HTML.** PHP puede mezclarse con código HTML, lo que facilita la creación de páginas web dinámicas.

**Amplio Soporte de Bases de Datos.** PHP tiene soporte integrado para una amplia gama de bases de datos, incluyendo MySQL, PostgreSQL, SQLite y otros.

**Gran Cantidad de Funciones Integradas.** PHP cuenta con una gran biblioteca de

funciones integradas que facilitan tareas comunes como el manejo de cadenas, fechas, archivos, etc.

**Facilidad de Integración con otros Sistemas.** PHP puede integrarse fácilmente con otros sistemas y tecnologías, como servidores web, sistemas operativos y servicios web.

**Amplia Comunidad de Desarrolladores.** PHP cuenta con una gran comunidad de desarrolladores y usuarios que ofrecen soporte, tutoriales y bibliotecas adicionales para facilitar el desarrollo en PHP.

#### **2.9.4. Framework CodeIgniter 4**

CodeIgniter 4 es un framework de desarrollo web de código abierto para PHP que facilita la creación de aplicaciones web de manera rápida y sencilla. Ofrece una arquitectura ligera, pero potente, y cuenta con una amplia gama de características y herramientas para facilitar el desarrollo web.

#### **2.9.5. Apache**

Apache es un servidor web de código abierto que es ampliamente utilizado en Internet para servir sitios web estáticos y dinámicos. Es conocido por su estabilidad, rendimiento y capacidad de configuración, y es compatible con una variedad de tecnologías web como PHP, Python y Perl.

#### **2.9.6. Arduino**

Arduino es una plataforma de hardware de código abierto y software que se utiliza para crear prototipos de dispositivos electrónicos interactivos. Es popular entre los aficionados y profesionales debido a su facilidad de uso y versatilidad en una amplia gama de proyectos.

#### **2.9.7. Módulo RFID**

Es una tecnología que permite la identificación y el seguimiento de objetos utilizando

etiquetas RFID y lectores RFID. Las etiquetas RFID, también conocidas como tarjetas RFID, contienen información que puede ser leída por un dispositivo lector RFID a través de ondas de radio. Esto permite la identificación automática y sin contacto de objetos, lo que hace que RFID sea una tecnología ampliamente utilizada en aplicaciones como control de acceso, seguimiento de inventario y pago sin contacto

#### **2.9.8. IDE Arduino**

El entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino es un software que facilita la programación de placas Arduino. Proporciona un editor de código, herramientas de compilación y carga, y funciones de depuración para facilitar el desarrollo de proyectos basados en Arduino.

#### **2.9.9. Módulo Bluetooth**

El módulo Bluetooth permite la comunicación inalámbrica entre un Arduino y otros dispositivos, como smartphones o computadoras, utilizando la tecnología Bluetooth. Este módulo se conecta a los pines seriales del Arduino (TX y RX) y facilita el envío y recepción de datos, lo que es ideal para proyectos de control remoto y transmisión de datos sin cables. Es comúnmente utilizado en aplicaciones de domótica, robótica y otros sistemas interactivos que requieren control a distancia.

#### **2.9.10. LEDs (Light Emitting Diodes)**

Son diodos que emiten luz cuando una corriente eléctrica pasa a través de ellos. Son conocidos por su eficiencia energética, larga vida útil y disponibilidad en diversos colores y tamaños. Los LEDs se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, desde indicadores simples en dispositivos electrónicos hasta sistemas de iluminación complejos. En proyectos con Arduino, los LEDs son frecuentemente utilizados para señales visuales y retroalimentación.

## **2.10. CALIDAD DEL SOFTWARE ISO 25000**

La norma ISO/IEC 25000 es un estándar internacional que define un modelo de calidad del software, estableciendo un conjunto de características y sub características que pueden ser utilizadas para evaluar y medir la calidad del software. Fue creada como una actualización de la norma ISO/IEC 9126 y publicada en varias partes, incluyendo la ISO/IEC 25010 y la ISO/IEC 25020, entre otras.

Este estándar establece que la calidad del software puede ser descrita en términos de ocho características principales: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad, portabilidad, seguridad y compatibilidad. Cada una de estas características se desglosa en sub características que permiten una evaluación más detallada de la calidad del producto de software. La norma ISO/IEC 25000 proporciona un marco sólido para la evaluación y mejora continua de la calidad del software, lo que contribuye a la entrega de productos de software más fiables y eficientes.

### **2.10.1. Funcionalidad**

Se refiere a la capacidad del software para cumplir con los requisitos funcionales especificados. Incluye sub características como la idoneidad funcional, que evalúa si el software realiza las funciones requeridas; la exactitud, que mide la precisión de los resultados producidos; y la interoperabilidad, que evalúa la capacidad del software para interactuar con otros sistemas.

### **2.10.2. Confiabilidad**

Se refiere a la capacidad del software para mantener un nivel de rendimiento adecuado bajo condiciones específicas durante un período de tiempo determinado. Incluye sub características como la madurez, que evalúa la frecuencia de fallos; la tolerancia a fallos, que mide la capacidad del software para recuperarse de fallos sin perder la integridad de los datos;

y la disponibilidad, que evalúa la proporción de tiempo en que el software está disponible para su uso

### Figura 6

*Sub características de la confiabilidad en métricas de calidad.*



Nota. Adaptado de Sub características de la confiabilidad de Software ISO/IEC 25000, de Autor Normas de Evaluación ISO 9126, 2017.

**Madurez.** Un software maduro ha sido probado y refinado, por lo que tiene menos errores y es más estable.

**Tolerancia a Fallos.** La tolerancia a fallos es la capacidad de un sistema de software para continuar funcionando de manera adecuada incluso cuando ocurren errores o fallas en algún componente. Esto implica que el software pueda identificar y gestionar los errores de manera efectiva, evitando que una falla en un componente afecte negativamente a todo el sistema. Un software con alta tolerancia a fallos es capaz de recuperarse de errores de manera transparente para el usuario, minimizando el impacto de las fallas en la experiencia de uso

**Recuperabilidad.** El software debería ser capaz de volver a su estado normal rápidamente después de un fallo.

**Conformidad de Confiabilidad.** Un software conforme cumple con todas las normas y regulaciones necesarias.

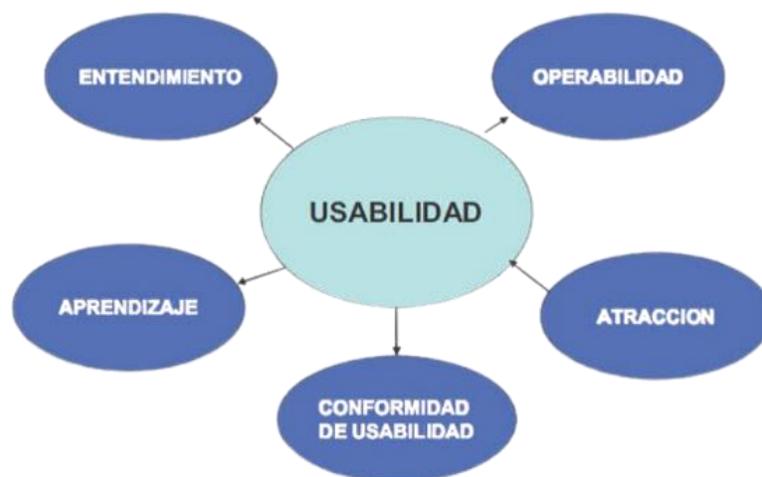
Cada una de estas sub características contribuye a que el software sea confiable, es decir, que puedas contar con él para hacer lo que necesita hacer de manera consistente y sin problemas.

### 2.10.3. Usabilidad

La usabilidad, según la norma ISO 25000, se refiere a la facilidad con la que los usuarios pueden utilizar un software para alcanzar sus objetivos de manera efectiva, eficiente y satisfactoria. Esto implica que el software sea fácil de entender (comprensibilidad), que los usuarios puedan aprender a utilizarlo rápidamente (aprendizaje) y que sea fácil de operar (operabilidad). Una buena usabilidad asegura que el software sea intuitivo y agradable de usar, lo que mejora la experiencia del usuario y aumenta su productividad.

#### Figura 7

*Sub características de la confiabilidad de Software ISO/IEC 25000*



*Nota.* Esquema donde se muestra las sub características de la usabilidad. Adaptado de las Normas de Evaluación ISO 9126, 2017.

**Entendimiento.** Es con la facilidad con la que alguien puede entender cómo usar el software. Cuando se utiliza el software, se debería poder entender rápidamente qué hace y cómo usarlo sin necesidad de un manual complicado.

**Aprendizaje.** Esto es la facilidad con la que alguien puede aprender a usar el software.

**Operabilidad.** Es la facilidad con la que puedes manejarlo y hacer que haga lo que uno desea. Los controles deben estar donde esperas, y el software debe responder de manera predecible y eficiente a tus acciones.

**Atracción.** Esta es la apariencia y el atractivo del software. Un software atractivo tiene un diseño visual agradable y es placentero de usar, lo que hace que los usuarios quieran volver a él.

**Conformidad de Usabilidad.** La conformidad en usabilidad significa que el software sigue los estándares y guías de usabilidad establecidos.

#### 2.10.4. Eficiencia

La eficiencia se refiere al rendimiento del software en relación con los recursos utilizados, como la cantidad de memoria, el tiempo de respuesta y el uso del procesador. Se relaciona con la capacidad del software para realizar sus funciones de manera rápida y con un consumo mínimo de recursos.

#### Figura 8

*Sub características de la Eficiencia de Software ISO/IEC 25000*



**Nota.** Grafica de sub características de la eficiencia del software ISO/IEC 25000 . Extraído de Normas de Evaluación ISO 9126, 2017.

**Comportamiento en Tiempo.** El software debe ser capaz de realizar sus funciones rápidamente, sin hacerte esperar demasiado. Esto incluye tiempos de respuesta rápidos y la capacidad de manejar múltiples tareas sin demoras.

**Utilización de Recursos.** Un software eficiente usa la menor cantidad posible de recursos del sistema, como memoria, CPU y batería, para hacer su trabajo. Esto significa que puede funcionar bien incluso en dispositivos con recursos limitados, sin ralentizarse ni causar problemas.

**Conformidad de Eficiencia.** Capacidad del sistema que tiene el software para poder cumplir a cabalidad los estándares o convenciones relacionados a la eficiencia.

Estas sub características aseguran que el software no solo funcione bien, sino que también lo haga de manera rápida y eficiente, utilizando los recursos disponibles de la mejor manera posible. Esto es crucial para ofrecer una buena experiencia al usuario y asegurar que el software sea práctico y accesible en una variedad de entornos.

#### ***2.10.5. Mantenibilidad***

Se refiere a la facilidad con la que el software puede ser modificado para corregir errores, mejorar el rendimiento o adaptarse a cambios en el entorno. Como el proceso de análisis, que evalúa la facilidad con la que se pueden identificar los componentes a modificar; la modificabilidad, que mide la facilidad con la que se pueden realizar cambios en el software; y la estabilidad, que evalúa la capacidad del software para evitar efectos no deseados como resultado de cambios.

**Figura 9**

*Sub-características del mantenimiento de Software ISO/IEC 9126*



**Nota.** Grafica que indica las sub características de la capacidad de mantenimiento del software los cuales son seguidos por la norma ISO/IEC 9126. Extraído de Normas de Evaluación ISO 9126, 2017.

**Capacidad de Ser Analizado.** Es la facilidad con la que se puede entender, identificar y analizar problemas en el software. Un software con alta analizabilidad permite a los desarrolladores encontrar rápidamente la causa de los errores o fallos.

**Cambialidad.** La cambialidad en el software se refiere a la facilidad con la que el sistema puede ser modificado para corregir errores, mejorar su rendimiento o adaptarlo a nuevos requisitos. Un software altamente cambiable es aquel que ha sido diseñado de manera modular y con un bajo acoplamiento, lo que facilita la incorporación de cambios sin afectar otras partes del sistema. La cambialidad es importante para mantener la relevancia y la eficacia del software a lo largo del tiempo, ya que permite que se adapte a las necesidades cambiantes de los usuarios y del entorno

**Estabilidad.** Es la capacidad del software para evitar errores cuando se realizan modificaciones. Un software estable no se rompe fácilmente cuando se hacen cambios.

**Facilidad de Prueba.** La facilidad de prueba en el software se refiere a la facilidad con la que se pueden realizar pruebas para asegurar que el sistema funciona correctamente después de realizar cambios. Un software con alta facilidad de prueba es aquel que se ha diseñado con la capacidad de ser probado de manera eficiente y efectiva, utilizando herramientas y técnicas adecuadas para validar su funcionalidad y detectar posibles errores.

**Conformidad de Facilidad de Mantenimiento.** La capacidad que tiene el software para cumplir con los estándares de facilidad de mantenimiento.

### 2.10.6. Portabilidad

La portabilidad se refiere a la capacidad del software para ser transferido de un entorno de ejecución a otro. Incluye aspectos como la facilidad de instalar el software en diferentes sistemas operativos, la facilidad de adaptar el software a diferentes configuraciones de hardware y la facilidad de migrar el software a nuevas plataformas.

#### Figura 10

*Sub características de la portabilidad del Software ISO/IEC 9126*



**Nota.** Grafica que indica las sub características de la portabilidad del software los cuales son seguidos por la norma ISO/IEC 9126. Extraído de Normas de Evaluación ISO 9126, 2017.

**Adaptabilidad.** Es como el software se adapta a diferentes entornos especificados (hardware o sistemas operativos) sin que implique reacciones negativas ante el cambio. Incluye la escalabilidad de capacidad interna (Ejemplo: Campos en pantalla, tablas, volúmenes de transacciones, formatos de reporte, etc.).

**Facilidad de Instalación.** La facilidad del software para ser instalado en un entorno específico o por el usuario final.

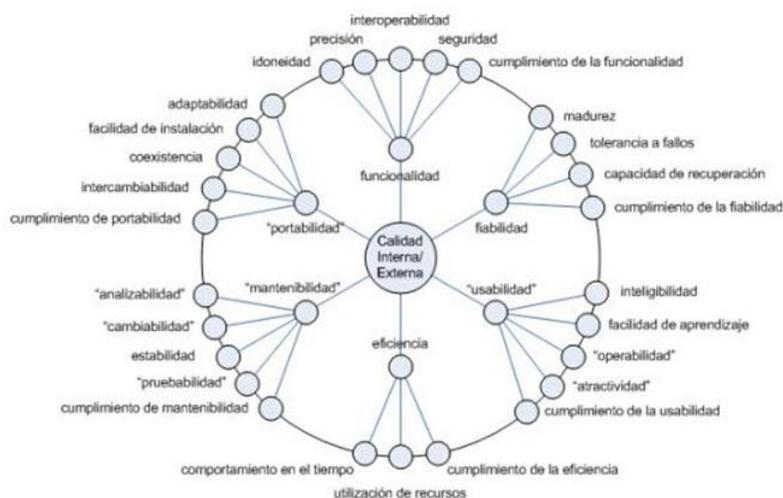
**Coexistencia.** La capacidad que tiene el software para coexistir con otro o varios softwares, la forma de compartir recursos comunes con otro software o dispositivo.

**Reemplazabilidad.** La capacidad que tiene el software para ser reemplazado por otro software del mismo tipo, y para el mismo objetivo.

**Conformidad de Portabilidad.** La capacidad que tiene el software para cumplir con los estándares relacionados a la portabilidad.

**Figura 11**

*Características de la Calidad Interna y Externa Según la ISO/IEC 9126*



**Nota.** Grafica que indica las características y las sub características que se deben considerar para poder saber la calidad interna y externa del software las cuales son exigidas por la ISO/\*IEC 9126. Adaptador del autor *Juan Marcelo Rocha*, del artículo *Calidad de Producto de Software*, 2014)

## **2.11. SEGURIDAD DE SOFTWARE**

La seguridad de software se refiere a las medidas y prácticas utilizadas para proteger el software contra amenazas y vulnerabilidades que puedan comprometer su integridad, confidencialidad y disponibilidad. Incluye la implementación de controles de seguridad, la identificación y gestión de riesgos, y la aplicación de políticas y procedimientos de seguridad.

### ***2.11.1. Proceso de Gestión de Incidentes de Seguridad de la Información Según ISO27001(A.16)***

El proceso de gestión de incidentes de seguridad de la información según ISO 27001 (A.16) se refiere a las actividades y procedimientos establecidos para detectar, notificar, investigar y responder a los incidentes de seguridad de la información. Este proceso incluye la identificación de los incidentes, la evaluación de su impacto, la implementación de medidas correctivas y preventivas, y la notificación a las partes interesadas según sea necesario.

### ***2.11.2. Autenticación***

La autenticación es el proceso de verificar la identidad de un usuario o entidad para garantizar que tengan acceso autorizado a un sistema o recurso. Puede incluir la verificación de credenciales como contraseñas, tokens de seguridad o biométricos.

### ***2.11.3. Autorización***

La autorización es el proceso de determinar qué acciones o recursos específicos están permitidos para un usuario o entidad autenticada. Se basa en los permisos y privilegios asignados a cada usuario o grupo de usuarios.

### ***2.11.4. Cifrado***

El cifrado es el proceso de convertir datos en un formato ilegible para proteger su confidencialidad. Se utiliza para garantizar que los datos sensibles transmitidos o almacenados no puedan ser leídos por personas no autorizadas.

### **2.11.5. Encriptación**

La encriptación es un tipo específico de cifrado que utiliza algoritmos matemáticos para convertir datos en un formato ilegible. Solo las personas con la clave de encriptación adecuada pueden descifrar los datos y leerlos en su forma original.

### **2.11.6. Seguridad de Base de Datos**

La seguridad de base de datos se refiere a las medidas y controles utilizados para proteger la información almacenada en una base de datos contra accesos no autorizados, modificaciones o eliminaciones. Incluye la implementación de políticas de acceso, la encriptación de datos sensibles y la gestión de vulnerabilidades de seguridad.

## **2.12. ESTIMACIÓN DE COSTOS DEL SISTEMA WEB**

### **2.12.1. Punto de Función**

El método de estimación de costos usado es el Puntos de Función técnica utilizada en la gestión de proyectos de software para calcular el tamaño y el costo de un proyecto basado en los requisitos funcionales del sistema.

Este método de estimación de costo fue desarrollado por Allan Albrecht en la IBM en la década de 1970 como una forma de medir la productividad de los desarrolladores de software. Desde entonces, ha sido adoptado ampliamente por la industria del software como una técnica estándar de estimación de costos.

Técnica con el cual se obtiene medir el tamaño y la complejidad de un proyecto de software, se basa en la identificación y cuantificación de las funcionalidades que el software proporcionará a los usuarios. Los puntos de función (PF) son unidades de medida que reflejan la cantidad de funcionalidad en términos de entradas, salidas, consultas, archivos lógicos internos y archivos de interfaz externa.

El punto de función es la técnica de medición del tamaño funcional del software, es decir desde la vista del cliente. Análisis que se encarga de medir el software y dar un puntaje llamado punto por función ajustado o sin ajustar.

Esta técnica emplea método estándar ISO/IEC 20926 de medición de software que cuantifica los requisitos funcionales del usuario.

### **2.12.2. Característica**

La característica principal se centra en identificar y medir las funciones proporcionadas por un sistema de software, independientemente de la tecnología utilizada para implementarlo. Se basa en la funcionalidad del software es lo que realmente agrega valor a la institución.

### **2.12.3. Proceso para Realizar la Medición**

El análisis que se realiza para poder realizar la medición empleando el método punto de función se debe dividir las especificaciones funcionales del proyecto ya puede ser interacción con el usuario o de almacenamiento con la base de datos.

- Componentes funcionales básicos
  - Interacción Función de Transacción (Interacción con el usuario y el sistema)
  - Entrada externa (EI - External input)
    - (Pantallas donde el usuario ingresa datos)
  - Salida externa (EO - External output)
    - (Informes, gráficos, Listados de datos)
  - Consulta externa (EQ - External query)
    - (Recuperar y mostrar datos al usuario (Buscar))
  - Almacenamiento Función de Datos (Proceso que se realiza con el almacén de información a la base de datos)
  - Archivo lógico interno (ILF - Internal Lógico File)

- Archivo del punto de vista lógico, no como en un sistema operativo
- Puede considerarse el número de tablas de la base de datos
- Archivo de interfaz externo (EIF – External Interface File)
  - Datos referenciales a otros sistemas
  - Datos mantenidos por otros sistemas, pero usados por el sistema actual
  - Puede ser considerado el uso de APIS.

#### **2.12.4. Estimación del Esfuerzo (HH)**

El esfuerzo en un proyecto informático, medido en horas-hombre (HH), se estima utilizando los puntos de función.

#### **Tabla 1**

*Formula de Estimación de Esfuerzo*

**Formula de Estimación de Esfuerzo (Horas-Hombre HH)**

**Esfuerzo (HH) = Puntos de Función x Productividad**

**Nota.** Esta tabla muestra la fórmula empleada para calcular el esfuerzo realizado en el desarrollo de un software.

La productividad varía según la experiencia del equipo, la tecnología utilizada y otros factores. Un valor típico podría ser de 10 a 20 horas-hombre por punto de función.

#### **2.12.5. Estimar la Duración de un Proyecto de Software (en Meses)**

Para estimar la duración de un proyecto de software, se utiliza la estimación del esfuerzo (HH) y se tiene en cuenta la cantidad de recursos disponibles para la creación del software.

**Tabla 2***Fórmula para Estimar Duración del Proyecto*

Fórmula para Estimar Duración del Proyecto	
<b>Duración (meses)</b>	$= \frac{\text{Esfuerzo(HH)}}{\text{Horas por Mes por Recurso}}$

**Nota.** Esta tabla muestra la fórmula empleada para calcular el esfuerzo realizado en el desarrollo de un software.

**Ejemplo.**

Si cada recurso trabaja 180 horas al mes, y el esfuerzo estimado es de 1,800 HH, la duración sería de:

$$\frac{1800}{180} = 10 \text{ Meses.}$$

**2.12.6. Estimar el Costo del Proyecto Informático**

El costo del proyecto se estima multiplicando el esfuerzo (HH) por el costo por hora de los recursos.

**Tabla 3***Formula de Estimación de Costo*

Fórmula para Estimar Costo del Proyecto	
<b>Costo Proyecto = Esfuerzo (HH) x Costo por Hora</b>	

**Nota.** Esta tabla muestra la fórmula de estimación de costo de un software.

**2.12.7. Tabla de Valores Estándar**

Esta tabla es usada comúnmente para la estimación de costo de software. Con esta tabla podemos obtener el punto de función sin ajustar, tomando en cuenta la dificultad del sistema que se encuentra separada en la dificultad baja, dificultad media y dificultad alta teniendo esto sus valores definidos por el método.

**Tabla 4**

*Valores Estándar (IFPUG) International Function Point Users Group*

Tipo / Complejidad	Baja	Media	Alta
<b>(EI)</b> Entrada externa	3 PF	4 PF	6 PF
<b>(EO)</b> Salida externa	4 PF	5 PF	7 PF
<b>(EQ)</b> Consulta externa	3 PF	4 PF	6 PF
<b>(ILF)</b> Archivo lógico interno	7 PF	10 PF	15 PF
<b>(EIF)</b> Archivo de interfaz externo	5 PF	7 PF	10 PF

**Nota.** Esta tabla muestra y da a conocer los valores estándares para la estimación de costos usando el método punto de fusión. Extraído del autor Ricardo Nieva Soria, 2022

#### **2.12.8. Factor de Ajuste en la Estimación de Puntos de Función**

El Factor de Ajuste (FA) se utiliza para ajustar la estimación de puntos de función basada en características específicas del proyecto y del entorno en el que se desarrolla. Este ajuste toma en cuenta diversos factores técnicos y ambientales que pueden influir en la cantidad de esfuerzo necesario para completar el proyecto.

**Tabla de Factores de Ajuste.** Esta tabla fue creada por la IFPUG, o International Function Point Users Group, la cual es una organización sin fines de lucro dedicada a la promoción y desarrollo de estándares de medición de software, en particular el método de Puntos de Función (Function Points, FP). Fundada en 1986.

**Tabla 5***Tabla de Factor de Ajuste*

FACTOR DE AJUSTE	DESCRIPCIÓN
1. Comunicaciones de datos	Grado en que el sistema debe comunicarse con otros sistemas o dispositivos.
2. Funciones de procesamiento distribuido	Uso de funciones distribuidas en varios nodos o dispositivos.
3. Rendimiento	Requisitos de rendimiento del sistema, tales como tiempos de respuesta y volúmenes de transacción.
4. Configuración del equipo	Influencia de restricciones de hardware en el sistema.
5. Volumen de transacciones	Cantidad de transacciones que el sistema debe procesar.
6. Entrada de datos en línea	Nivel de entrada de datos en tiempo real.
7. Diseño para eficiencia del usuario	Grado de diseño orientado a mejorar la eficiencia del usuario final.
8. Actualización de datos en línea	Cantidad y complejidad de la actualización de datos en tiempo real.
9. Complejidad del procesamiento lógico	Complejidad del procesamiento de datos y lógica del sistema.
10. Reusabilidad del código	Grado de reusabilidad del código en otros proyectos o módulos.
11. Facilidad de instalación	Facilidad con la que el sistema puede ser instalado y configurado.
12. Facilidad de operación	Facilidad con la que el sistema puede ser operado por los usuarios.

13. Localizaciones múltiples      Grado en que el sistema debe ser distribuido o soportado en múltiples ubicaciones.

14. Facilidad de cambios      Facilidad con la que el sistema puede ser modificado para adaptarse a nuevos requisitos o condiciones.

**Nota.** Esta tabla representa las preguntas estandarizadas para ser posible el cálculo del valor del punto de función ajustado. Extraído de “*IFPUG*” *International Function Point Users Group*.

**Factores de Evaluación.** Estos son los parámetros por los cuales se realiza la evaluación con la tabla de Factores de Ajuste.

**Tabla 6**

*Tabla de Factor de Evaluación*

PARÁMETROS DE EVALUACIÓN					
<b>No tiene influencia</b>	Influencia insignificante	Influencia moderada	Influencia media	Influencia significativa	Influencia muy significativa
<b>0</b>	1	2	3	4	5

**Nota.** Esta tabla *representa los valores estandarizado-evaluativos para cada respuesta de las preguntas que se encuentran en la tabla 5.* Extraído de “*IFPUG*” *International Function Point Users Group*.

### **2.12.9. Ventajas de Método de Estimación Punto de función**

**Objetividad.** Al centrarse en la funcionalidad del software, el método de Puntos de Función proporciona una medida objetiva del tamaño y el costo del proyecto.

**Estimaciones Precisas.** Cuando se aplica correctamente, el método de Puntos de Función puede proporcionar estimaciones de costos precisas y confiables.

**Comparabilidad.** Permite comparar proyectos de software diferentes, ya que se basa en una medida estándar de la funcionalidad del software.

### **2.12.10. Desventajas de Método de Estimación Punto de función**

**Complejidad.** Requiere un conocimiento profundo de la metodología y de los procesos de la institución para aplicarlo correctamente.

**Dependencia de la Calidad de los Requisitos.** La precisión de las estimaciones de costos depende en gran medida de la calidad de los requisitos definidos al principio del proyecto.

**Costo de Implementación.** Puede requerir una inversión inicial en capacitación y herramientas para implementar correctamente el método de Puntos de Función.

## CAPITULO III

### 3. MARCO APLICATIVO

#### 3.1. INTRODUCCIÓN.

En este capítulo del proyecto se presenta el elemento central para la solución al problema expuesto en primer capítulo, considerando lo expuesto en el marco teórico, ya que se desarrolla las fases de los métodos para el desarrollo del circuito electrónico y las fases que tiene la metodología UWE junto a otras herramientas con el fin de describir el desarrollo del Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnología GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar lo cual se pretende obtener una comprensión más precisa de la creación del proyecto.

##### 3.1.1. Esquema del Funcionamiento del Sistema

El siguiente esquema demuestra el funcionamiento del sistema y proceso de control en los vehículos.

**Figura 12**

*Grafica del Flujo del sistema*



**Nota.** Esta grafica demuestra de manera visual y didáctica el flujo de proceso en el control y gestión del servicio del transporte escolar.

### **3.2. MÉTODO DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELECTRÓNICO**

El método para el desarrollo del sistema electrónico es el seguimiento de las fases establecidas en el capítulo uno, para lo cual se realiza el cumplimiento a las mismas.

#### **3.2.1. Definición del Proyecto**

El objetivo principal del proyecto es diseñar y desarrollar un sistema de control de ingreso y salida de estudiantes en un transporte escolar utilizando tecnología RFID, BLUETOOTH y un ESP8266. El sistema se encarga del control en entrada y salida de los estudiantes mediante el uso de tarjetas RFID y un lector RFID, realizando una comunicación de mensajes mediante BLUETOOTH a los dispositivos móviles con el fin de proporcionar una solución eficiente y automatizada para el control y gestión del transporte escolar.

#### **3.2.2. Investigación y Recopilación de Información**

Se realiza una investigación sobre tecnologías RFID y microcontroladores, específicamente el ESP8266, para comprender sus capacidades y limitaciones. También se investigaron casos de uso similares y se recopilaron datos sobre los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, así como las necesidades específicas del entorno escolar en el que se implementará el sistema.

**Tecnologías RFID.** Se estudió el funcionamiento y las aplicaciones de la tecnología RFID, que utiliza campos electromagnéticos para identificar y rastrear automáticamente etiquetas adheridas a objetos. Se investigaron las frecuencias de operación, la distancia de lectura y las capacidades de los diferentes lectores y etiquetas RFID.

Capacidades:

- ✓ Permite la identificación y seguimiento automáticos de objetos y personas mediante etiquetas RFID.
- ✓ Ofrece diferentes rangos de lectura según la frecuencia de operación (LF, HF,

UHF).

- ✓ Puede almacenar información en las etiquetas, lo que permite la personalización y almacenamiento de datos adicionales.

Limitaciones:

- ✓ La distancia de lectura puede ser limitada, especialmente en sistemas de baja frecuencia.
- ✓ La interferencia electromagnética puede afectar la precisión de la lectura.
- ✓ La seguridad puede ser un problema si no se implementan medidas adecuadas para proteger la información en las etiquetas.

### Figura 13

*Modulo RFID RC-255*



**Nota.** Modulo lector RC-255 de tarjetas RFID que permite la identificación remota mediante radiofrecuencia.

**Microcontrolador ESP8266.** Se analizó el microcontrolador ESP8266, conocido por su conectividad Wi-Fi y su capacidad para ejecutar scripts complejos. Se evaluaron sus características técnicas, como la capacidad de memoria, los pines de entrada/salida, el consumo de energía y la facilidad de programación.

**Capacidades:**

- ✓ Integra conectividad Wi-Fi, permitiendo la comunicación inalámbrica con servidores y bases de datos.
- ✓ Ofrece múltiples pines GPIO para la conexión de sensores y actuadores.
- ✓ Soporta programación en lenguajes como C++ y Lua, con un entorno de desarrollo accesible (Arduino IDE).

**Limitaciones:**

- ✓ Tiene limitaciones en términos de memoria RAM y almacenamiento, lo que puede restringir la complejidad de los programas.
- ✓ El consumo de energía puede ser elevado en modos de operación continua, lo que requiere consideraciones de alimentación.
- ✓ La cantidad de pines GPIO es limitada comparada con otros microcontroladores, lo que puede restringir la expansión del sistema.

**Figura 14***NodeMCU ESP 8266*

**Nota.** Módulo para conectividad y comunicación inalámbrica.

**Modulo Bluetooth HC-06.** Es un módulo Bluetooth económico y fácil de usar que permite la comunicación inalámbrica de corto alcance entre dispositivos. Aunque tiene un alcance limitado y una velocidad de transferencia moderada, es ideal para proyectos sencillos que requieren conectividad Bluetooth.

Capacidades:

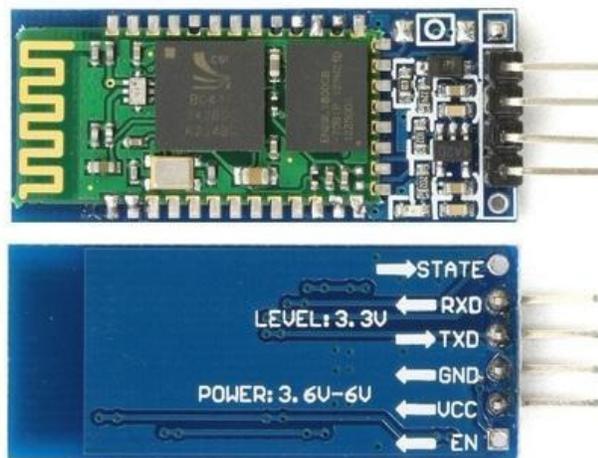
- ✓ Conexión inalámbrica de corto alcance.
- ✓ Bajo consumo de energía.
- ✓ Fácil integración y uso en proyectos.

Limitaciones:

- ✓ Alcance limitado (aproximadamente 10 metros).
- ✓ Velocidad de transferencia de datos moderada.
- ✓ Capacidad de conexión limitada a un solo dispositivo a la vez.

### Figura 15

*Modulo Bluetooth HC-06*



**Nota.** Módulo Bluetooth para comunicación inalámbrica en proyectos electrónicos y robóticos a 10 metros de distancia.

**LEDs (diodos Emisores de Luz).** Son componentes electrónicos que emiten luz cuando una corriente eléctrica pasa a través de ellos. Son utilizados para iluminación, señalización y pantallas, entre otros usos. Su capacidad para emitir luz de forma eficiente y controlada los hace populares en una variedad de aplicaciones.

Capacidad:

- ✓ Proporcionar iluminación en una variedad de aplicaciones.
- ✓ Consumir menos energía y tener una vida útil más larga que las bombillas

tradicionales.

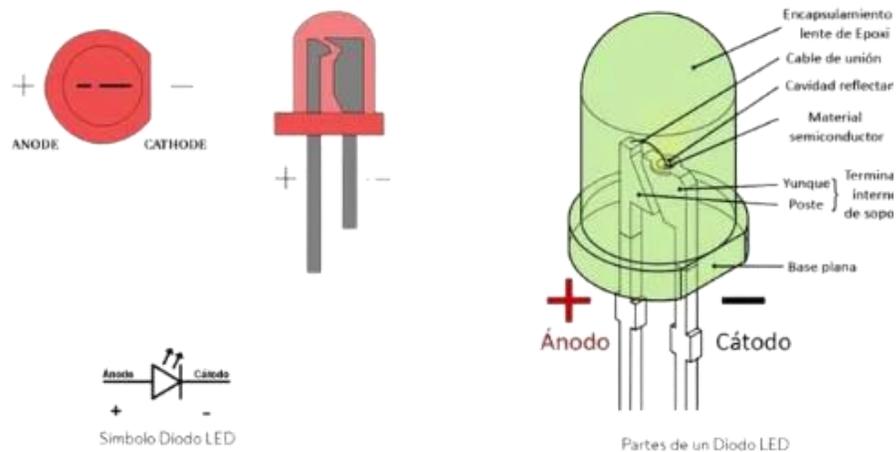
- ✓ Ser controlados de forma individual o en grupo para crear efectos de iluminación dinámicos.

Limitación:

- ✓ Emitir luz en una dirección específica, lo que puede requerir ópticas adicionales para dirigir la luz según sea necesario.
- ✓ Tener limitaciones en la reproducción de ciertos colores en comparación con las fuentes de luz tradicionales.
- ✓ Poder ser más costosos inicialmente que las bombillas tradicionales, aunque su menor consumo de energía puede compensar este costo con el tiempo.

## Figura 16

### Luces LED



*Nota.* Diodos emisores de luz para iluminación y señalización electrónica.

**Protoboard.** También conocida como placa de pruebas o breadboard, es una placa con agujeros conectados eléctricamente entre sí, utilizada para realizar prototipos de circuitos electrónicos sin necesidad de soldadura. Permite conectar fácilmente componentes electrónicos como resistencias, LEDs y cables para probar y diseñar circuitos antes de su implementación definitiva.

**Capacidad:**

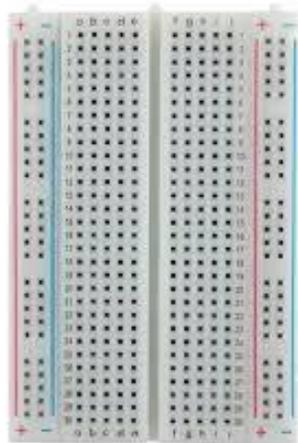
- ✓ Facilita la creación rápida de prototipos de circuitos electrónicos sin soldadura.
- ✓ Permite realizar conexiones y pruebas de componentes de forma temporal y reutilizable.
- ✓ Permite la reconfiguración rápida y sencilla del diseño del circuito.

**Limitaciones:**

- ✓ Puede tener una menor fiabilidad en comparación con los circuitos soldados permanentemente.
- ✓ Las conexiones pueden volverse menos confiables con el tiempo debido al desgaste de los contactos.
- ✓ Tiene una capacidad limitada de corriente y voltaje en comparación con las placas de circuito impreso (PCB) diseñadas específicamente.

**Figura 17**

*Protoboard.*



**Nota.** Placa de pruebas para prototipado de circuitos electrónicos temporales.

**Análisis de Requerimientos.** Los siguientes requerimientos fueron elaborados de acuerdo con las necesidades que demanda el Centro Educativo Mutual La Paz para el servicio de transporte escolar.

Para poder realizar una buena recolección de la información de los requerimientos que debe tener el circuito electrónico para el proceso de control, se realiza el empleo de las herramientas descritas en la tabla 7.

**Tabla 7**

Herramientas Empleadas para la Ingeniería de Requerimientos

HERRAMIENTA	CARACTERISTICAS
<b>Observación</b>	Se realiza la observación del servicio de transporte, tomando énfasis en el proceso de ingreso y salida de los estudiantes de los respectivos vehículos.
<b>Información</b>	Se observa y realiza la recopilación de la información necesaria de cómo es la toma de información y la difusión de esta que es importante para el servicio de transporte escolar.
<b>Entrevistas</b>	Se realiza entrevistas con el personal involucrado en el proceso del transporte escolar, los cuales son: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Personal administrador</li> <li>✓ Personal de transporte</li> <li>✓ Padres de familia</li> </ul>
<b>Formularios</b>	Son las herramientas necesarias para poder recabar la información con los usuarios del servicio y diferentes actores que tiene el mismo, estas herramientas que se emplearon son: <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Formularios.</li> <li>✓ Encuestas.</li> <li>✓ Cuestionarios.</li> </ul>

**Nota.** En la tabla de puede apreciar datos sobre las herramientas y características sobre ellas que se emplearon para la toma y recolección de los requerimientos.

Para el proceso del diseño y creación del circuito es necesario tener en cuenta los requerimientos. Los cuales se explican a continuación.

**Tabla 8**

*Requerimientos funcionales del Circuito Electrónico Empleado para el Proceso de Control de Ingreso a las Movilidades.*

DESCRIPCION	ACTIVIDAD
<b>Circuito de control</b>	Circuito electrónico realizado con software libre destinado al control de ingreso y salida de las movilidades que prestan el servicio de transporte a los escolares.
<b>Sistema de Control</b>	El proceso se debe realizar mediante un sistema de control cómodo y sencillo para el estudiante cabe destacar que se debe realizar de manera única para cada estudiante.
<b>Sistema de Información</b>	La información del control realizado al estudiante de su autenticidad se debe realizar de una manera visual y rápida.
<b>Componentes empleados</b>	Estos componentes deben ser de un uso rápido y sencillo para el personal que se encarga del transporte escolar

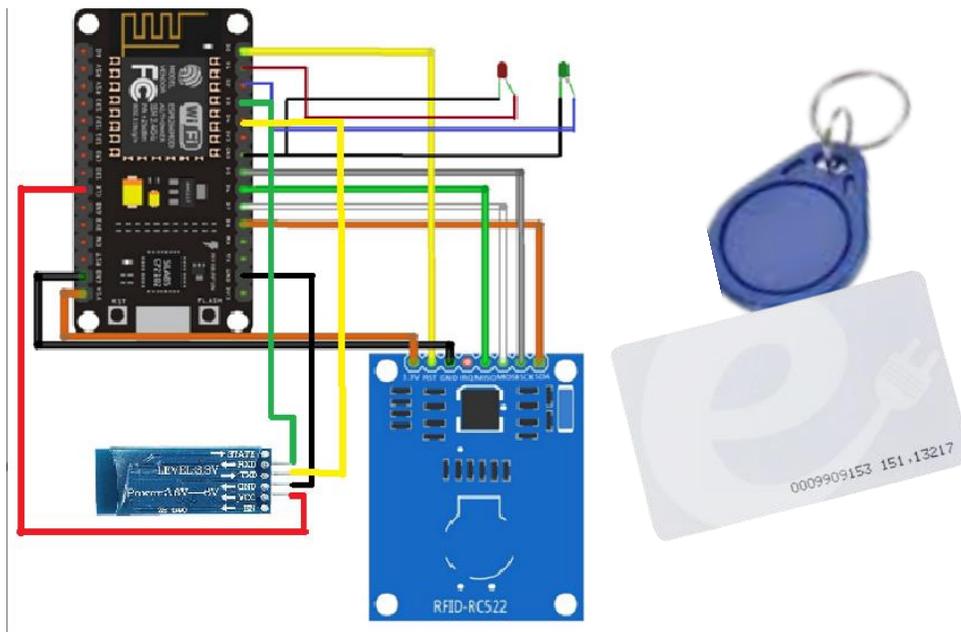
**Nota.** En la tabla de puede apreciar datos sobre las herramientas y características sobre ellas que se emplearon para la toma y recolección de los requerimientos que será empleadas para la creación del circuito electrónico destinado para el control de ingreso de los estudiantes a las movilidades que prestan el servicio de transporte.

### **3.2.3. Diseño del Circuito**

Se diseñó un circuito que integra un lector RFID MFRC522 y el microcontrolador ESP8266. El diseño incluyó la selección de pines adecuados para la comunicación entre el ESP8266 y el lector RFID, así como la inclusión de LEDs indicadores (rojo y verde) para proporcionar retroalimentación visual sobre el estado de acceso.

**Figura 18**

*Diseño de Circuito del Componente Electrónico*



**Nota.** Grafica del circuito electrónico que se aplicara en las movilidades para el proceso de control de salida de los estudiantes.

**Selección de Componentes.** Se seleccionaron componentes electrónicos basados en criterios de fiabilidad, disponibilidad y costo. Los componentes clave incluyen:

- ✓ Lector RFID MFRC522
- ✓ Tarjetas RFID compatibles
- ✓ Bluetooth HC-06
- ✓ Microcontrolador ESP8266
- ✓ LEDs rojo y verde

#### **3.2.4. Simulación del Circuito en Base al Diseño**

La simulación del circuito electrónico es la representación computacional del comportamiento de un circuito real. Para lo cual se utilizará software especializado, se pueden modelar los componentes individuales del circuito y las conexiones entre ellos. La simulación nos permite prever cómo funcionará el circuito en diversas condiciones sin tener que

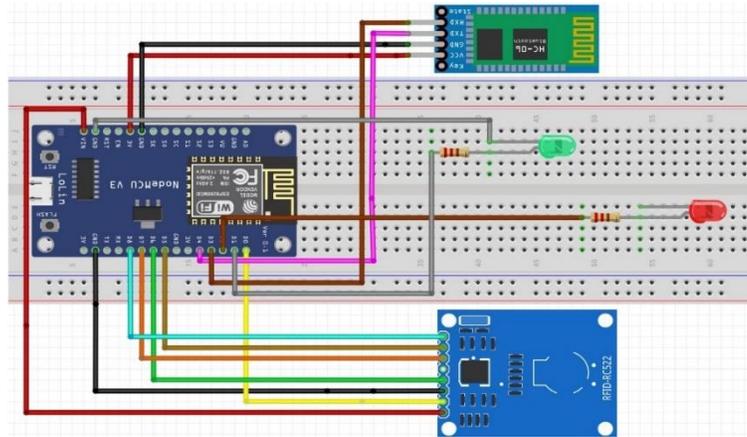
construirlo físicamente, lo que ahorra tiempo y costos. Es una herramienta invaluable en el diseño y la optimización de circuitos antes de su implementación física.

**Software Fritzing.** Es una herramienta de diseño electrónico que permite crear esquemas, diseñar circuitos en protoboard y crear layouts de PCB de forma intuitiva. Es ideal para diseñadores, educadores y aficionados que deseen visualizar y compartir sus proyectos electrónicos.

**Armado del Circuito en Fritzing.** Para poder realizar la simulación de circuito es necesario armar el mismo en software, el cual es de un mejor manejo porque se realiza de manera visual y didáctica.

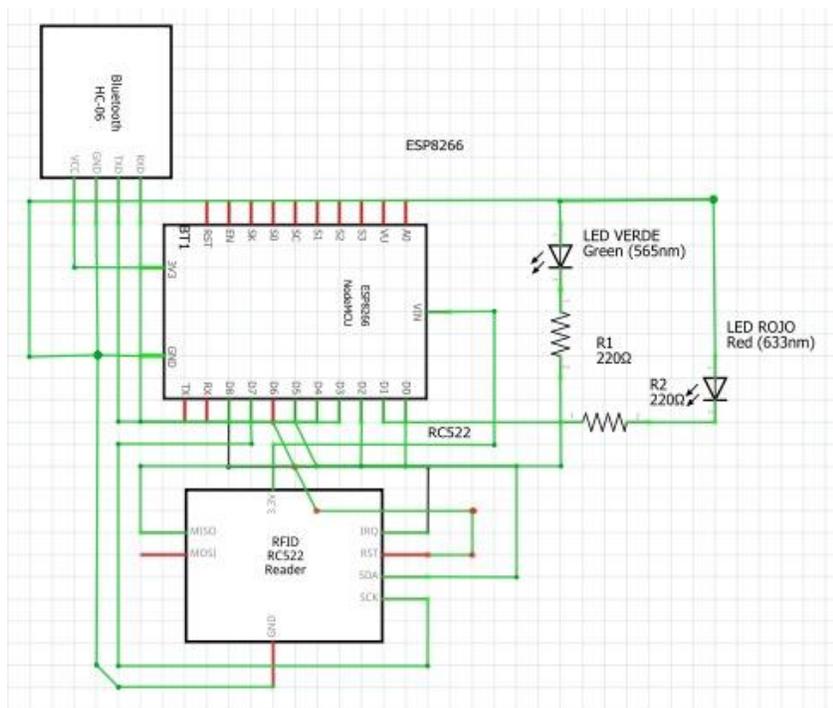
### Figura 19

*Armado del Circuito en el Software Fritzing.*

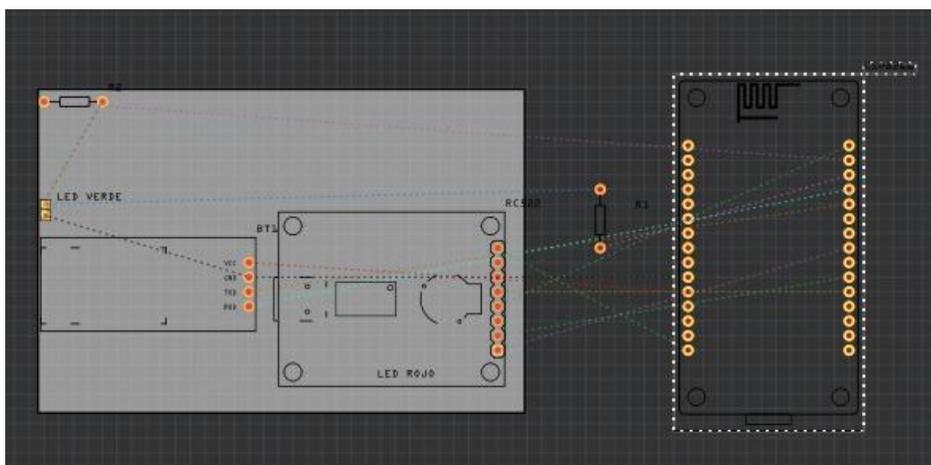


**Nota.** Grafica de la simulación en protoboard en el Software con los componentes seleccionados en fases anteriores del método de creación.

**Diagrama Esquemático del Circuito.** El diseño esquemático creado con Fritzing para un circuito electrónico representa de forma gráfica la interconexión de los componentes como el lector RFID, Módulo Bluetooth, Leds y ESP8266, facilitando la comprensión y la implementación del circuito.

**Figura 20***Diagrama Esquemático del Circuito*

**Diagrama PCB del Circuito.** Este diagrama PCB (Printed Circuit Board) del circuito simulado con Fritzing, muestra la disposición física de los componentes en la placa de circuito impreso, con la finalidad de facilitar la fabricación y montaje del circuito electrónico.

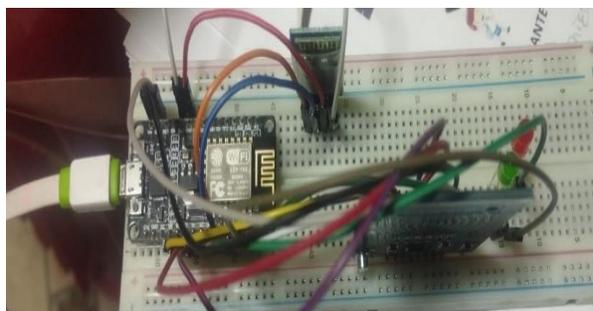
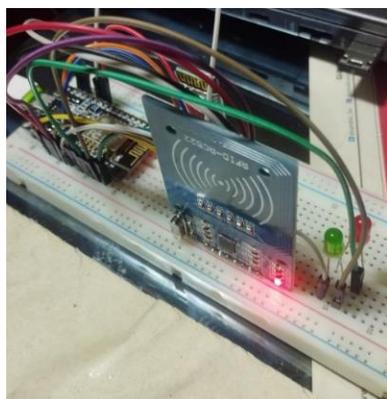
**Figura 21***Diagrama PCB del Circuito.*

### 3.2.5. Implementación

Se llevó a cabo la implementación física del circuito según el diseño planificado. Esto implicó el empleo de un protoboard para la conexión de los circuitos y poder apreciar su funcionalidad. El montaje se realizó con cuidado para minimizar el riesgo de errores y garantizar la funcionalidad del sistema.

**Figura 22**

*Implementación y Armado del Circuito.*

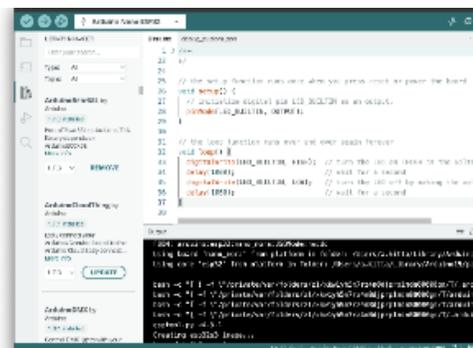


### 3.2.6. Programación.

Se desarrolló el software necesario para el ESP8266 utilizando el entorno de desarrollo Arduino IDE.

**Figura 23**

*IDE de Arduino Versión 2.3.2*



**Nota.** Gráfica y logotipo del software de programación en C++ empleado por el IDE de ARDUINO en las últimas versiones. Adaptado de Arduino,2020.

Figura 24

*Fragmento de Código Fuente del Circuito Electrónico*

```

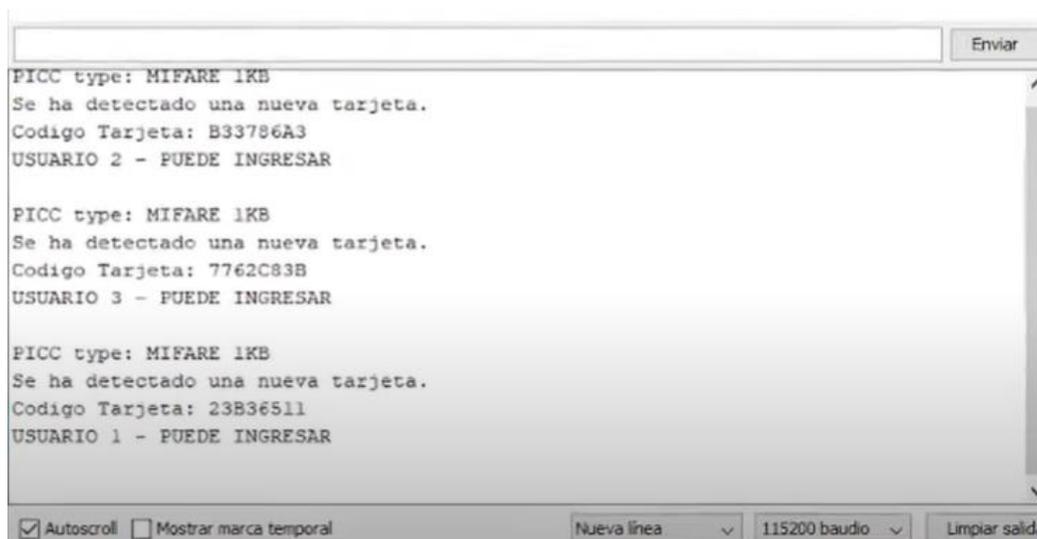
2  #include <Arduino.h>
3  #include <SPI.h>
4  #include <MFRC522.h>
5  #include <SoftwareSerial.h>
6
7  #define SS_PIN D8
8  #define RST_PIN D0
9  #define GREEN_LED_PIN D1
10 #define RED_LED_PIN D2
11
12 MFRC522 rfid(SS_PIN, RST_PIN); // Instancia de la clase
13 MFRC522::MIFARE_Key key;
14 byte nuidPICC[4]; // Array para almacenar el nuevo NUID
15 SoftwareSerial bluetooth(D3, D4); // RX, TX
16
17 String datoHex;
18 String message;
19 String cardList = "";
20 String enteredCards = ""; // Lista de tarjetas ya ingresadas
21
22 int totalCodes = 0; // Total de códigos registrados
23 int codesEntered = 0; // Contador de códigos ingresados
24 int codesMissing ;
25 void setup() {
26     Serial.begin(115200);
27     SPI.begin(); // Inicia el bus SPI
28     rfid.PCD_Init(); // Inicia el MFRC522
29     bluetooth.begin(9600); // Inicia la comunicación con el módulo Bluetooth
30     Serial.println();
31     Serial.print(F("Reader :"));
32     rfid.PCD_DumpVersionToSerial();
33     for (byte i = 0; i < 6; i++) {
34         key.keyByte[i] = 0xFF;
35     }

```

**Pruebas y Depuración.** Se realizaron pruebas exhaustivas del sistema para verificar su funcionamiento correcto. Esto incluyó pruebas unitarias de cada componente individual (lector RFID, LEDs, ESP8266 y Bluetooth) y pruebas integradas del sistema completo. Se depuraron errores y se realizaron ajustes necesarios para asegurar que el sistema cumpliera con los requisitos definidos.

**Figura 25**

*Pruebas Realizadas con el Monitor Serial para RFID*



**Nota.** Grafica donde se aprecia las pruebas realizadas para el proceso de control de ingreso con el módulo lector RFID y aproximando las tarjetas de tipo MIFARE.

### **3.2.7. Optimización**

Se llevó a cabo una optimización del código y del diseño del circuito para mejorar la eficiencia y la fiabilidad del sistema. Esto incluyó la optimización del consumo de energía del ESP8266, la mejora de la velocidad de lectura del lector RFID y la minimización de posibles interferencias electromagnéticas.

### **3.2.8. Validación y Ajustes Finales**

Finalmente, se realizó una validación completa del sistema en condiciones reales de operación en un entorno de transporte escolar. Se recopilaron datos de uso y se realizaron ajustes finales para mejorar el rendimiento y la usabilidad del sistema. Esto aseguró que el sistema fuera fiable y fácil de usar para los estudiantes y el personal escolar.

## **3.3. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE SOFTWARE (MEDIANTE LA METODOLOGÍA UWE)**

En esta etapa, se implementará la metodología web UWE para analizar los requisitos

y diseñar la arquitectura del sistema. Posteriormente, se desarrollará un prototipo ejecutable del sistema.

### **3.3.1. Análisis de Flujo de la Información**

En cumplimiento de un punto de los objetivos específicos se realiza el análisis con el empleo de diagramas UML y análisis de los procesos que se realiza, el análisis de flujo de la información requerida para poder prestar el servicio de transporte escolar por parte del centro educativos.

### **3.3.2. Fase de la Planificación**

Para el proceso de creación del sistema se debe realizar la planificación necesaria, para lo cual se debe revisar la situación actual del Servicio de Transporte Escolar, brinda por el Centro Educativo Mutual La Paz. Este proceso se realiza con el fin de poder evaluar y recabar información de las actividades concernientes al servicio y el flujo de la información.

**Descripción de Funciones.** Realizado el previo análisis del servicio es realiza la descripción de las funciones que desempeñan los actores específicamente centrándose en el servicio de transporte escolar.

**Director.** Autoridad de la institución que tiene a su cargo la administración, coordinación, planificación y contratación de los servicios necesarios para poder realizar el transporte de los estudiantes

**Secretaria.** Persona que coadyuva en el desarrollo de las funciones administrativas, la cual se encarga de recabar, almacenar y manejar la información necesaria para el servicio como ser: direcciones, datos personales, datos de los padres, datos de las movilidades y etc.

**Conductor.** Personal que conduce el vehículo destinado para el servicio. El cual es encargado de la conducción prudente y seguro en el proceso de llevar a los estudiantes del

hogar al centro educativo y viceversa, realiza un control de acceso de manera visual y manual el ingreso de los estudiantes.

**Padre o Tutor.** Realiza el despacho del estudiante de la puerta de su casa en el momento de que la movilidad se encuentre en su hogar, teniendo fe de que se dirige por rutas establecidas al centro educativo, sin poder realizar una supervisión geolocalizada ni seguimiento en tiempo real.

**Estudiantes.** Son los usuarios del servicio de transporte que se desplaza diariamente con la responsabilidad de seguir las indicaciones del conductor en el viaje siempre guardando el orden y la buena educación en el vehículo. El control del proceso de abordar el vehículo se realiza por el conductor de manera visual.

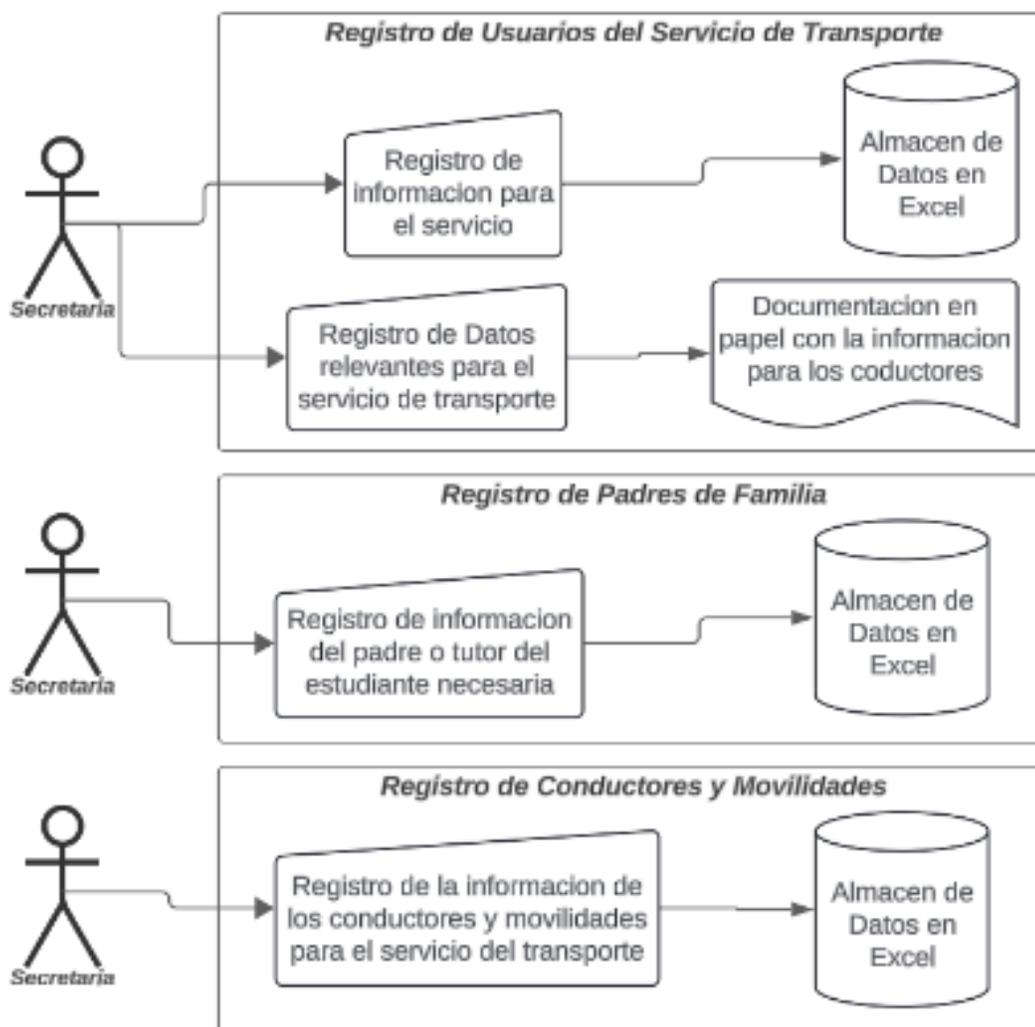
Mediante el análisis y el proceso de recabar a la información del servicio, se puede verificar las necesidades fundamentales que se presenta en el sistema actual de registro de la información necesaria para el servicio, seguimiento de rutas por parte de los padres de familia y la ausencia de un control personalizado de ingreso y salida del vehículo.

### **3.3.3. Diagrama de Proceso del Servicio de Transporte**

El diagrama de procesos para el servicio de transporte que se presenta en la Figura 26 es un gráfico con el cual se permitirá comprender gráficamente los procesos de la organización para el proceso de recabar la información que interviene en el servicio en donde se identifican los problemas en el sentido de la seguridad y el orden de almacenamiento de los datos.

Figura 26

*Diagrama de Flujo de Registro de Datos para el Transporte*

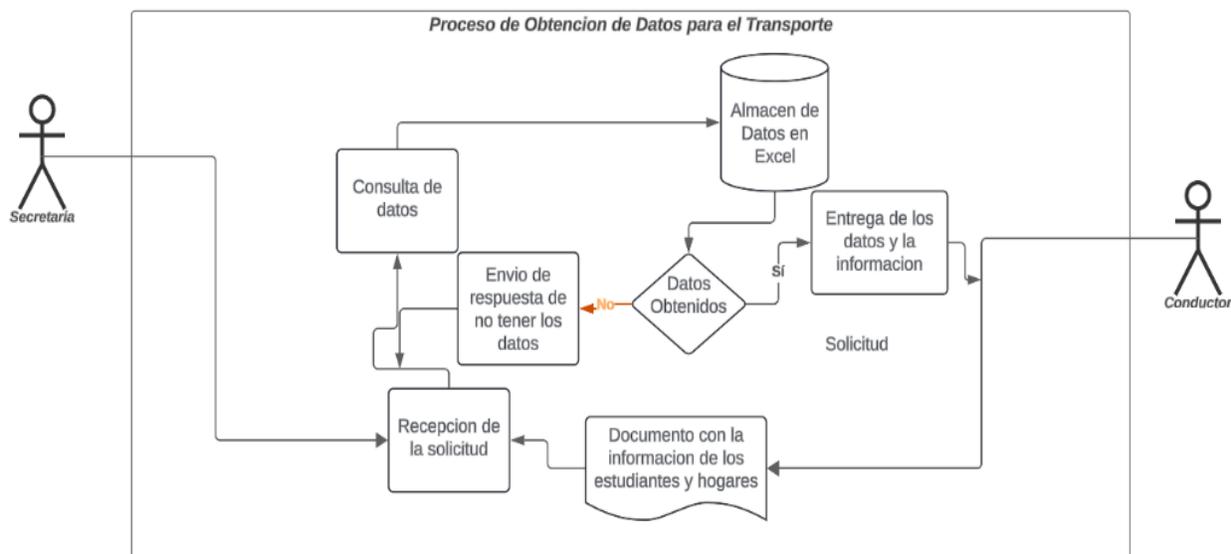


**Nota.** En la gráfica se puede apreciar el flujo que se debe pasar para el proceso de registro de datos importantes para el servicio de transporte escolar teniendo como actor principal al usuario de función secretaria.

En la siguiente figura 27 se apreciará como es proceso que los conductores recaban la información de necesaria para realizar el proceso de recojo en los hogares a los estudiantes y comenzar el traslado al Centro Educativo Mutual La Paz.

Figura 27

## Diagrama de Flujo en Solicitud de Datos para el Transporte

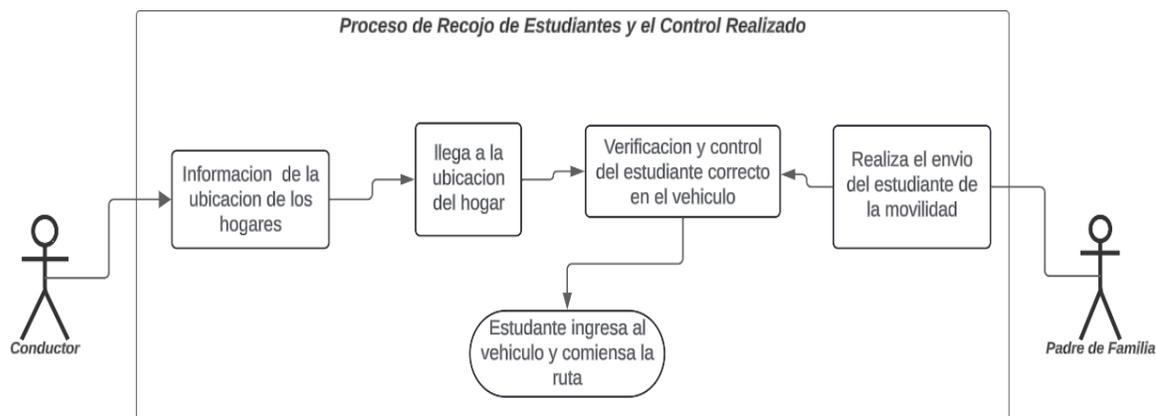


**Nota.** Diagrama de flujo donde se aprecia el proceso de solicitud y obtención de datos necesarios para el transporte escolar.

En la siguiente figura 28, se observa el proceso y flujo en el proceso de recojo y abordaje de los estudiantes a las movilidades teniendo como actores a los conductores del transporte y a los padres de familia quienes se encargan de despachar al estudiante.

Figura 28

## Diagrama de Flujo en el Proceso de Recojo y Control de Estudiantes



**Nota.** En la gráfica podemos apreciar el proceso que se realiza para el recojo y el control que se realiza en el servicio de transporte escolar.

### **3.3.4. Descripción de los Procesos del Servicio de Transporte**

**Registro de Usuarios del Transporte.** En este proceso de registro de usuarios realiza la recepción y registros para el servicio de transporte, teniendo información como ser la ubicación de los hogares del estudiante que se beneficiara con el servicio y demás información importante para el servicio estos datos son almacenados en un documento Excel. Seguido la secretaria realiza un documento nuevo de registro con la información reducida y necesaria para poder tener un control de datos e información rápida realizada manual mente con el empleo de herramientas de escritorio.

**Registro de Padres de Familia.** Para este proceso se tiene como actor a la secretaria quien realiza el registro del padre de familia responsable que está solicitando el servicio y almacenándola en un documento Excel.

**Registro de Conductores y Movilidades.** Para este proceso se tiene a la secretaria encargada de recabar información importante para el servicio de transporte. Esta información es recopilada de los conductores y movilidades como ser información de la licencia del conductor, fotos de la movilidad y demás información importante siendo almacenados en archivos de la computadora y datos en Excel.

**Proceso de Obtención de Datos para el Transporte.** En el proceso de obtención de datos por parte del personal de transporte es realizado con una solicitud del transportista de que estudiantes son asignados a su movilidad para el transporte a la secretaria, la cual se encarga de consultar a la información almacenada y se tiene la información necesaria se le da una respuesta positiva al conductor, en caso de que la información no se encuentra almacenada se le da una respuesta de negatividad y comienza el proceso de búsqueda nuevamente.

**Proceso de Recojo de Estudiantes y el Control Realizado.** En este proceso del

servicio tiene como actores a los conductores de las movilidades y los padres de familia quienes son los encargados de enviar y despachar a los estudiantes en el transporte, en este proceso la única medida de control de ingreso al vehículo se realiza de manera visual y sin un dispositivo de identificación única de los estudiantes, teniendo en cuenta la falta de autenticidad del estudiante.

Con el proceso de análisis, observación y estudio de los procesos que interviene en el servicio de transporte se logra tener claro las actividades del flujo de la información y el proceso que se realiza para este servicio, bajo el análisis de dicha información se debe definir los requerimientos de la institución para el sistema.

### **3.3.5. *Análisis de Requerimientos***

En este punto se identifica los tipos de requerimientos necesarios para el sistema tanto funcionales y no funcionales.

### **3.3.6. *Requerimiento tecnológico***

Para un correcto funcionamiento del Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnología GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar, es necesario tener presentes cierto criterios y requisitos mínimos tanto de Hardware como de Software con el fin de que el sistema funcione de manera correcta y el usuario tenga una buena experiencia con el mismo.

### **3.3.7. *Requerimiento de Hardware y Software para el Usuario***

El cumplimiento de estos requerimientos por parte del usuario permitirá el correcto funcionamiento del sistema y mejora su experiencia del usuario.

**Tabla 9***Requerimientos de Hardware y Software necesarios del Cliente*

Categoría	Requisitos Mínimos
<b>Hardware</b>	
<b>Dispositivo</b>	Smartphone, o computadora con GPS integrado o compatible.
<b>Procesador</b>	Procesador de al menos 1 GHz.
<b>Memoria RAM</b>	2 GB de RAM.
<b>Almacenamiento</b>	50 MB de espacio libre para la aplicación y caché del navegador.
<b>Conexión a Internet</b>	Conexión 3G/4G para móviles, o Wi-Fi para tablets y computadoras.
<b>Software</b>	
<b>Sistema Operativo</b>	Android 6.0+, iOS 10.0+, Windows 7+, macOS 10.12+, o Linux.
<b>Navegador Web</b>	Última versión de Google Chrome, Mozilla Firefox, Safari, o Microsoft Edge.
Permisos del Navegador	
<b>Acceso a GPS</b>	Permitir acceso a la ubicación del dispositivo.
<b>Acceso a Internet</b>	Permitir acceso a Internet y red de datos.
Configuración del Navegador	
<b>JavaScript</b>	Activado.
<b>Cookies</b>	Activadas (para mantener sesiones y preferencias).
Requisitos Adicionales	
<b>Cuenta de Usuario</b>	Registro e inicio de sesión en la aplicación web.

**Nota.** Tabla donde se reflejan los requerimientos tecnológicos que es recomendable cumplir para el buen funcionamiento y buena experiencia por parte del usuario en el sistema.

### **3.3.8. Descripción de los Requisitos Tecnológicos**

**Hardware.** El hardware es el conjunto de componentes físicos que conforman un sistema informático. Incluye todos los dispositivos y equipos tangibles como el procesador, la memoria RAM, el disco duro, la placa base, y periféricos como el teclado, el ratón y la

impresora.

**Dispositivo.** Necesitas un dispositivo que tenga capacidad GPS para obtener datos de ubicación precisos.

**Procesador.** Un procesador básico de 1 GHz debería ser suficiente para ejecutar la aplicación sin problemas.

**Memoria RAM.** Al menos 2 GB de RAM para asegurar que la aplicación funcione sin problemas, especialmente cuando maneja datos de ubicación.

**Almacenamiento.** Un espacio mínimo de 50 MB es necesario para los archivos temporales y caché del navegador.

**Conexión a Internet.** Una conexión estable a Internet es crucial para cargar y actualizar los datos de geolocalización en tiempo real.

**Software.** El software es el conjunto de programas, aplicaciones y sistemas operativos que permiten la ejecución de tareas específicas en una computadora. Incluye tanto el software de sistema, que gestiona los recursos del hardware, como el software de aplicación, que realiza funciones concretas para el usuario.

**Sistema Operativo.** La aplicación debe ser compatible con sistemas operativos modernos que soporten las últimas versiones de los navegadores web.

**Navegador Web.** Usar navegadores actualizados garantiza la compatibilidad con las tecnologías web necesarias, como la API de Geolocalización.

**Permisos del Navegador.** Los permisos del navegador son configuraciones que controlan el acceso de los sitios web a datos y funcionalidades del dispositivo, como ubicación,

cámara, micrófono, notificaciones y archivos. Los usuarios pueden gestionarlos para proteger su privacidad y seguridad.

**Acceso a GPS.** El navegador debe tener permiso para acceder a la ubicación del dispositivo.

**Acceso a Internet.** Necesario para que la aplicación se comunice con el servidor y obtenga datos de mapas y geolocalización.

Configuración del Navegador.

**JavaScript.** Debe estar activado, ya que muchas funciones de la aplicación web dependen de scripts para funcionar.

**Cookies.** Activadas para manejar sesiones y guardar preferencias del usuario.

**Cuenta de Usuario.** Puede ser necesario registrarse e iniciar sesión para acceder a todas las funcionalidades de la aplicación.

El cumplimiento de estos requerimientos por parte del usuario permitirá tener una experiencia buena por parte del usuario y sin problemas del sistema.

### **3.3.9. *Requerimiento de Hardware y Software para el Desarrollador del Sistema***

El cumplimiento de estos requerimientos por parte del desarrollador permitirá el correcto funcionamiento en el proceso de desarrollo del sistema como también agilizará el desarrollo ayudando en el tiempo de procesamiento y pruebas.

**Tabla 10**

Requerimientos de Hardware y Software necesarios para el Desarrollador

CATEGORÍA	REQUISITOS MÍNIMOS	REQUISITOS RECOMENDADOS
Hardware		
<b>Procesador</b>	Procesador de al menos 2 núcleos a 2 GHz	Procesador de 4 núcleos o más a 3 GHz o más
<b>Memoria RAM</b>	8 GB de RAM	16 GB de RAM o más
<b>Almacenamiento</b>	256 GB de espacio en disco (preferiblemente SSD)	512 GB o más de almacenamiento SSD
<b>Pantalla</b>	Resolución mínima de 1366x768	Resolución Full HD (1920x1080) o superior
<b>Conexión a Internet</b>	Conexión de banda ancha	Conexión de banda ancha de alta velocidad
Software		
<b>Sistema Operativo</b>	Windows 10, macOS 10.13+, Linux (Ubuntu 18.04+)	Última versión de Windows, macOS, o distribución Linux
<b>Editor de Código</b>	Visual Studio Code, Sublime Text, Atom	Visual Studio Code, PHPStorm, Sublime Text
<b>Servidor Local</b>	XAMPP, MAMP, WAMP	Docker, Vagrant, Homestead
Framework y Librerías		
<b>CodeIgniter</b>	CodeIgniter 4	CodeIgniter 4 con Composer
<b>Composer</b>	Última versión instalada	Última versión instalada
<b>JavaScript</b>	ES6 compatible	Última versión de Node.js y npm
<b>Librerías JavaScript</b>	Leaflet, jQuery	Leaflet, jQuery, React o Vue.js
Bases de Datos		
<b>MySQL/PostgreSQL</b>	Versión estable de MySQL 5.7+ o PostgreSQL 9.6+	MySQL 8.0+ o PostgreSQL 12+
<b>PostGIS</b>	Versión estable 2.0	
<b>Git</b>	Git 2.20+	Última versión de Git, GitHub/GitLab/Bitbucket

**Nota.** Tabla donde se reflejan los requerimientos tecnológicos que es recomendable cumplir para el buen funcionamiento y un proceso de mejora o desarrollo en el sistema recomendado para los desarrolladores futuros.

### **3.3.10. Descripción de los Requerimientos para Desarrolladores**

**Procesador.** Necesitarás un procesador potente para manejar múltiples tareas y ejecutar entornos de desarrollo local eficientemente. Un procesador de alto rendimiento con varios núcleos y alta velocidad de reloj puede mejorar significativamente la capacidad de tu equipo para compilar código, ejecutar servidores locales y manejar herramientas de desarrollo simultáneamente sin retrasos.

**Memoria RAM.** Para un desarrollo fluido y la ejecución de múltiples aplicaciones y servicios simultáneamente, es crucial contar con suficiente memoria RAM. Al tener más RAM, puedes abrir varios proyectos, bases de datos, navegadores y herramientas de desarrollo sin experimentar ralentizaciones, lo que facilita una experiencia de trabajo más productiva.

**Almacenamiento.** El uso de discos SSD mejora significativamente los tiempos de carga y la velocidad de acceso a archivos, lo que es esencial para un desarrollo ágil. Un SSD reduce los tiempos de arranque del sistema operativo, abre aplicaciones rápidamente y maneja grandes volúmenes de datos de manera eficiente, lo que es vital para el desarrollo y la prueba de aplicaciones.

**Pantalla.** Una mayor resolución facilita el trabajo con múltiples ventanas y herramientas de desarrollo.

**Conexión a Internet.** Fundamental para descargar dependencias, interactuar con servicios web y colaborar con equipos remotos.

**Sistema Operativo.** Es importante trabajar en un entorno estable y actualizado para asegurar la compatibilidad con las herramientas de desarrollo.

**Editor de Código.** Herramientas como Visual Studio Code o PHPStorm proporcionan una mejor experiencia de desarrollo con soporte para depuración, integración con Git, y más.

**Servidor Local.** Herramientas como XAMPP o Docker facilitan la configuración de entornos de desarrollo locales similares al entorno de producción.

**CodeIgniter.** Asegúrate de tener la última versión para aprovechar las mejoras de seguridad y funcionalidad.

**Composer.** Facilita la gestión de dependencias en PHP.

**JavaScript y Librerías.** Usar las últimas versiones garantiza mejor rendimiento y nuevas funcionalidades.

**PostgreSQL.** Utilizar las versiones más recientes te proporciona acceso a las últimas características y mejoras de seguridad.

**PostGIS.** Esencial si se trabaja con datos geoespaciales en PostgreSQL. Se requiere un buen entendimiento de las funciones y capacidades de PostGIS.

**Git.** Fundamental para el control de versiones y la colaboración en proyectos de desarrollo.

### ***3.3.11. Requerimiento Funcionales para el Sistema***

Un requerimiento funcional es una descripción detallada de una función o característica específica que debe ser implementada en un sistema de software. Estos requerimientos describen lo que el sistema debe hacer en términos de entradas, salidas y comportamiento esperado en diferentes situaciones. Los requerimientos funcionales son utilizados para definir el alcance del sistema y guiar el desarrollo de software, proporcionando una base para el diseño, implementación y prueba del sistema.

### ***3.3.12. Formulario de Requerimientos Funcionales***

Un Formulario de Requerimientos Funcionales es un documento estructurado que

detalla las necesidades y expectativas del usuario para un sistema o proyecto. Recabar requerimientos a través de un formulario asegura que se capturen de manera precisa y completa, facilita la comunicación clara entre las partes interesadas, y proporciona una referencia formal para guiar el desarrollo y la validación del proyecto.

**Figura 29**

*Formulario de Recopilación de Requerimientos Funcionales*

REQUERIMIENTO FUNCIONAL			
IDENTIFICADOR		NOMBRE	
<b>TIPO</b>	FECHA	¿CRITICO?	PRIORIDAD DE DESARROLLO
<input type="checkbox"/> Necesario <input type="checkbox"/> Deseable		<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> Alta <input type="checkbox"/> Media <input type="checkbox"/> Baja
<b>ENTRADAS</b>		<b>SALIDAS</b>	
DESCRIPCION			
<b>Precondición</b>			
<b>Descripción</b>			
<b>Postcondición</b>			
MANEJO DE SITUACION NORMAL			

**Nota.** La figura es de un formulario empleado para realizar la recolección de los requerimientos funcionales exigidos por el centro educativo para el sistema.

### **3.3.13. Lista de los Requerimientos Funcionales**

En la tabla 11, podemos apreciar un resumen de los requerimientos fundamentales recabados durante esta etapa del desarrollo.

**Tabla 11***Requerimientos Funcionales del Sistema Web.*

IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD	CRITICO
RF1	El sistema debe realizar la gestión de usuarios junto con el manejo de rol y privilegios.	Alta	Si
RF2	El sistema debe permitir el ingreso a personal con perfil.	Alta	Si
RF3	El sistema debe cuidar que los usuarios solo puedan ver lo permitido.	Alta	Si
RF4	Forma de acceso al sistema mediante roles (Administrador, Conductor y Padre de Familia)	Alta	Si
RF5	Registro de usuarios	Alta	Si
RF6	Registro de conductores	Alta	Si
RF7	Registro de movilidades	Alta	Si
RF8	Registro de dispositivos	Alta	Si
RF9	Manejo de mapas para ubicar los hogares de los estudiantes	Alta	Si
RF10	Dashbord informativos para el usuario común y para el administrativo	Alta	Si
RF11	Registro de guía telefónica	Alta	Si
RF12	Búsqueda dinámica de la información registrada en cada tabla	Alta	Si
RF13	Generador de reportes en formato CSV, Excel de información geográfica de la ubicación de los hogares de los estudiantes	Alta	Si
RF14	Solo debe permitir la visualización de mapas, guía telefónica, estado de dispositivos y solo debe permitir acceder a la visualización de la ubicación real de la movilidad el usuario con el rol Padre de Familia	Alta	Si

<b>RF15</b>	Solo debe permitir la visualización de mapas, guía telefónica, estado de dispositivos y debe permitir establecer el tiempo de seguimiento por GPS de la movilidad al usuario con el rol Conductor	Alta	Si
-------------	---	------	----

**Nota.** Tabla de información donde se exponen los requerimientos funcionales del sistema.

### 3.3.14. Lista de los Requerimientos No Funcionales

Los requisitos no funcionales especifican cómo debe comportarse un sistema, en lugar de qué debe hacer. Estos requisitos describen atributos del sistema, como la usabilidad, el rendimiento, la seguridad y la escalabilidad. Son fundamentales para garantizar que el sistema cumpla con las expectativas de los usuarios y las necesidades del negocio, además de establecer criterios para evaluar su calidad y eficacia.

**Tabla 12**

*Requerimientos No Funcionales*

IDENTIFICADOR	DESCRIPCIÓN	PRIORIDAD	CRITICO
<b>RNF1</b>	El software debe presentar un entorno amigable al usuario, para que el usuario pueda tener una mejor experiencia y fácil manejo	Alta	Si
<b>RNF2</b>	Si hay algún mal proceso y error en el ingreso de datos, el sistema debe mostrar alertas visuales.	Alta	Si
<b>RNF3</b>	El sistema debe poder desplegarse y manejarse desde cualquier navegador que tenga acceso a internet y cumpla los mismos requerimientos ya mencionados	Alta	Si
<b>RNF4</b>	El sistema debe poder ser mejorado más adelante	Alta	Si
<b>RNF5</b>	Soporte y mantenimiento en el sistema para un correcto funcionamiento	Alta	Si

<b>RNF6</b>	El sistema debe ser seguro	Alta	Si
-------------	----------------------------	------	----

**Nota.** Tabla de información donde se exponen los requerimientos no funcionales del sistema.

Los requerimientos del Centro Educativo enfocan características que tendrá el sistema y se procede a realizar el modelado de los diferentes prototipos para la maquetación, diseño y creación del sistema, tomando como base y prioridad los requerimientos analizados.

### **3.4. FASE DE DISEÑO**

En cumplimiento a la metodología empleada para el proceso de desarrollo utilizada para la elaboración del trabajo y una vez finalizado la fase de análisis, recolección y observación de requerimientos, se procede a elaborar los distintos diagramas en notación UWE para tener un mejor modelado y diseño de los diferentes diagramas del sistema.

#### **3.4.1. Identificación de Actores**

**Personal Administrativos.** Persona encargada de realizar las siguientes funciones y tareas en el sistema:

- ✓ Designación y manejo de usuarios.
- ✓ Creación de perfiles y manejo de estos.
- ✓ Generación de reportes y datos.
- ✓ Visualización de todos los datos registrados en el sistema.
- ✓ Todos los privilegios de agregación de información en el sistema.

**Conductor.** Persona que tendrá acceso al sistema y contará con las siguientes funciones en este.

- ✓ Visualización a estado de dispositivos y sector mapas
- ✓ Poder dar valores en hora del tiempo que se le realizara el seguimiento por GPS
- ✓ Acceso y manejo de la información de guía telefónica
- ✓ Acceso a su perfil en el sistema

**Padre de Familia.** Persona que estará permitido a realizar las siguientes acciones

- ✓ Visualización a estado de dispositivos y sector mapas.
- ✓ Solo podrá visualizar la ubicación en tiempo real del automóvil una vez iniciado en seguimiento por el usuario conductor.
- ✓ Acceso y manejo de la información de guía telefónica.
- ✓ Acceso a su perfil en el sistema.

### **3.4.2. Modelo de Caso de Uso**

Un caso de uso es una técnica utilizada en el análisis y diseño de sistemas para describir cómo los usuarios interactúan con un sistema para lograr un objetivo específico. Los casos de uso detallan las interacciones entre los actores (usuarios u otros sistemas) y el sistema, proporcionando una visión clara de los requisitos funcionales y ayudando a guiar el desarrollo y las pruebas del sistema.

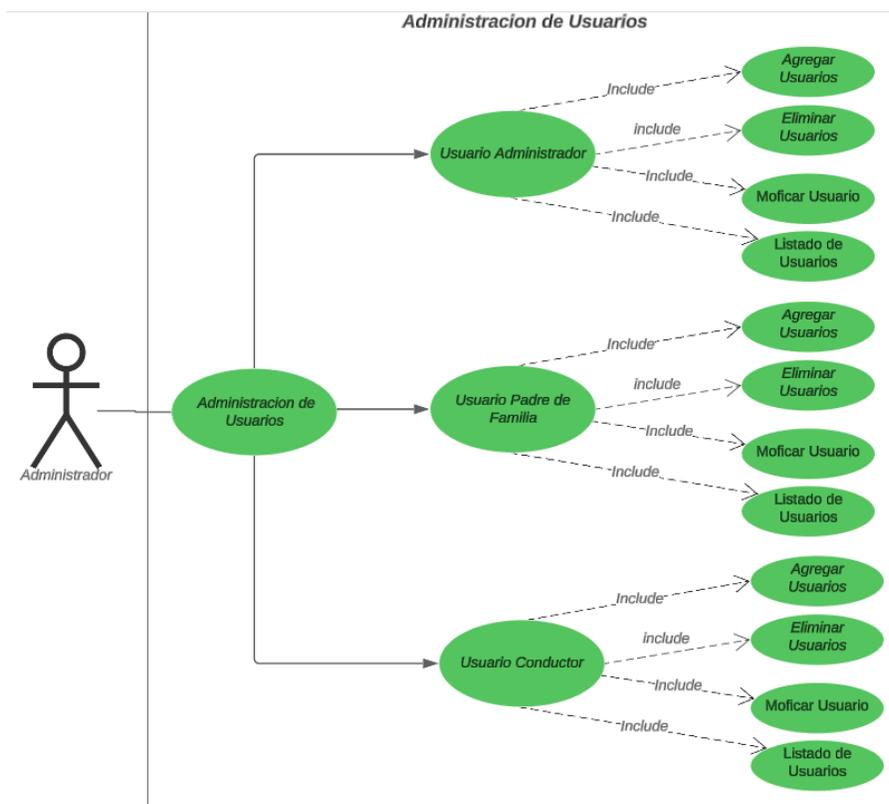
Un caso de uso es una descripción detallada de cómo un usuario interactúa con un sistema para lograr un objetivo específico. Representa una secuencia de acciones o eventos que proporcionan un resultado observable y valioso para el usuario. Los casos de uso son fundamentales para capturar y comunicar los requisitos funcionales del sistema desde la perspectiva del usuario. Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2015). *Ingeniería de software: Un enfoque práctico* (8ª ed.). McGraw-Hill.

#### ➤ **Caso de Uso:** Administración de Usuarios

En la figura 30, se visualiza el modelo de caso de uso del proceso de administración de usuarios que realiza el usuario con el rol administrador

Figura 30

Modelo de Caso de Uso: Administración de Usuarios.



**Nota.** Representación gráfica del caso de uso en la administración de usuario que son participantes en el servicio del transporte escolar.

En la Tabla 13, se presenta la especificación y descripción para el caso de uso administración de usuarios

Tabla 13

Especificación de Caso de Uso: Administrador de Usuarios

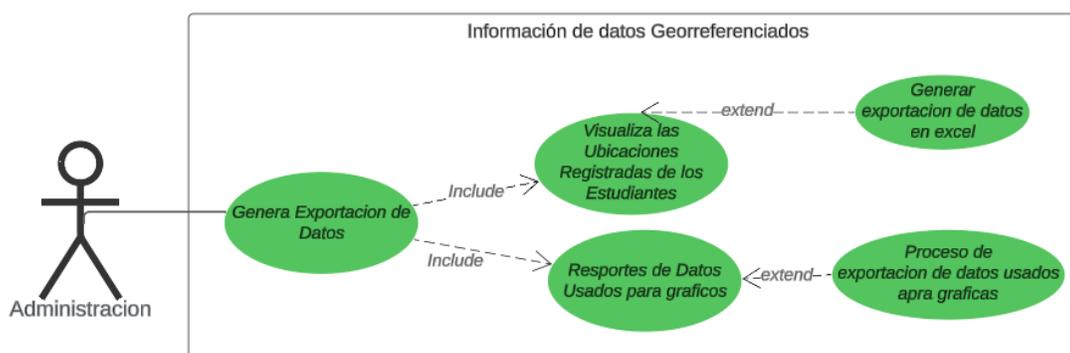
Caso de Uso: Administración de Usuarios	
<b>Actores:</b>	Administrativos
<b>Tipo</b>	Primario Esencial
<b>Descripción</b>	El usuario con el rol administrador registra los usuarios completando y llenando la información correspondiente con la asignación de los privilegios correspondientes para cada usuario creado
<b>Precondiciones</b>	El usuario creador debe tener un perfil ya creado de acceso con un rol administrador

➤ **Caso de Uso:** Información de datos Georreferenciados

En la figura 31, se visualiza el modelo de caso de uso en el proceso de exportación de datos georreferenciado de la ubicación de los hogares de los estudiantes.

**Figura 31**

*Modelo de Caso de Uso: Información de datos*



**Nota.** Representación gráfica del caso de uso en la administración de usuario que son participes en el servicio del transporte escolar.

En la Tabla 14, se presenta las especificación y descripción para el caso de uso: Información de datos Georreferenciados.

**Tabla 14**

*Especificación de Caso de Uso: Información de datos Georreferenciados*

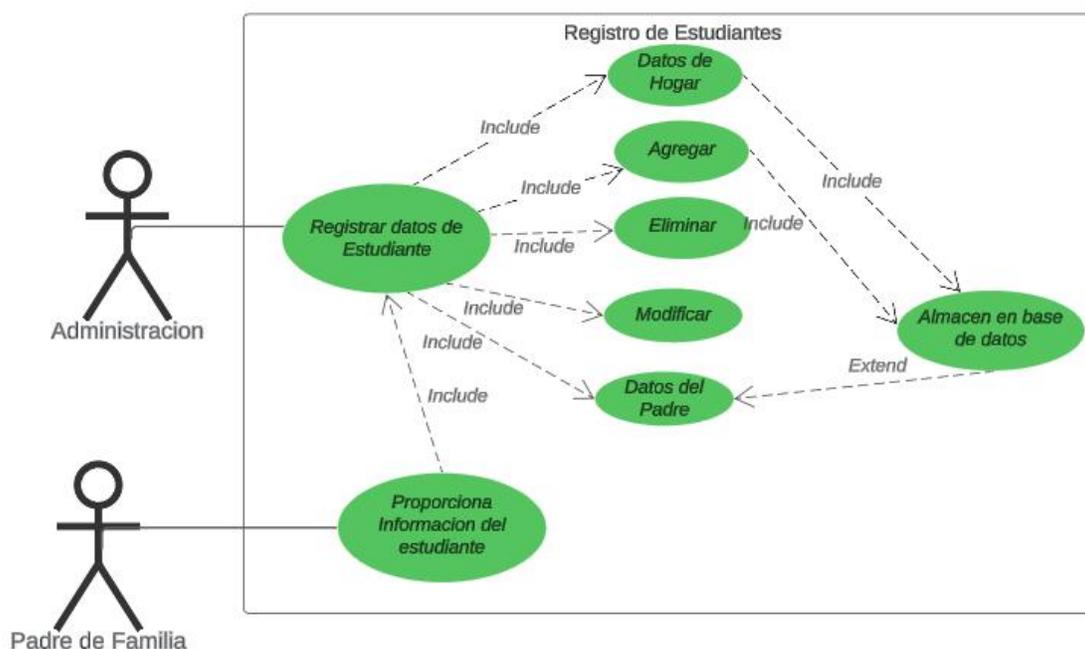
Caso de Uso: Exportación de Datos	
<b>Actores:</b>	Administrativos
<b>Tipo</b>	Primario Esencial
<b>Descripción</b>	El usuario con el rol administrador quien tiene acceso a información importante podrá realizar exportación de datos de manera sencilla. Ya que la información que se muestra en la gráfica podrá exportar en diferentes archivos
<b>Precondiciones</b>	El usuario creador debe tener un perfil ya creado de acceso con un rol administrador

➤ **Caso de Uso:** Administración de Estudiantes

En la figura 32, se visualiza el modelo de caso de uso en el proceso registro y recopilación de la información del estudiante, dicha información que será importante para el proceso de transporte

**Figura 32**

*Modelo de Caso de Uso: Administración de Estudiantes*



**Nota.** Representación gráfica del caso de uso en la administración de estudiantes que son beneficiarios en el servicio del transporte escolar.

En la Tabla 15, se presenta las especificación y descripción para el caso de uso: Administración de Estudiantes.

**Tabla 15**

*Especificación de Caso de Uso: Administración de Estudiantes*

Caso de Uso: Administración de Estudiantes	
<b>Actores:</b>	Administrativos
<b>Tipo</b>	Primario Esencial
<b>Descripción</b>	El usuario que podrá recabar esta información es el que posee el rol

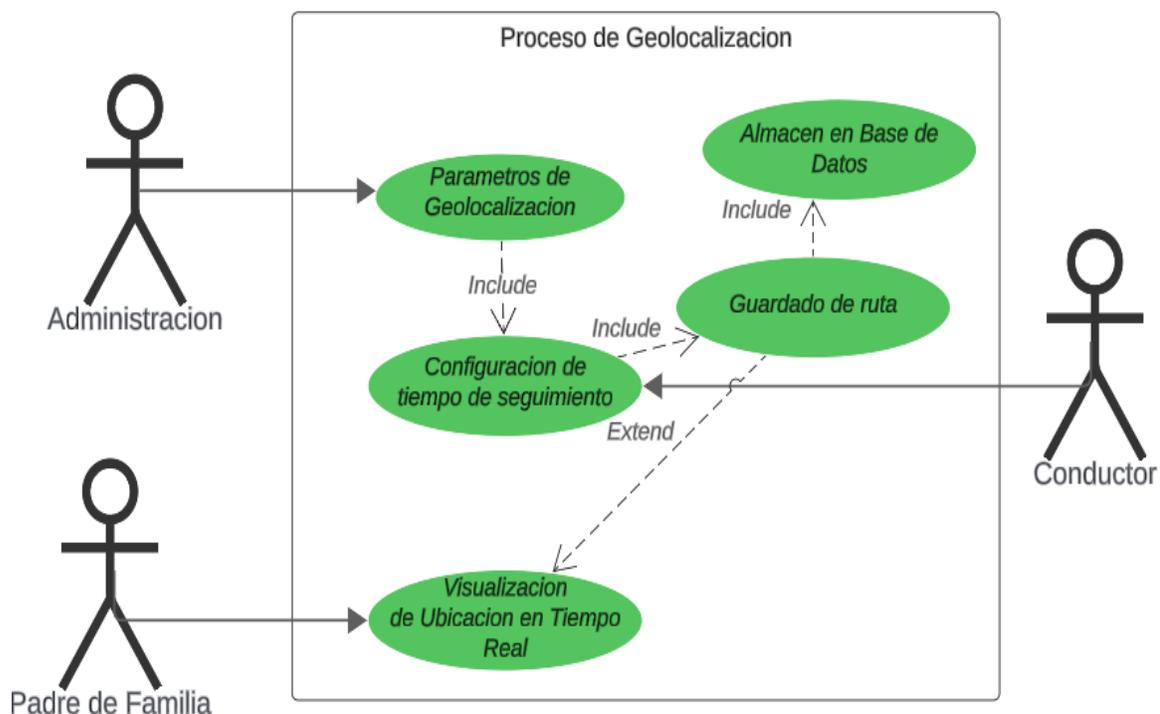
	de administrador, datos necesarios que serán de vital importancia para el servicio de transporte que serán proporcionados por el padre de familia, y dicha información del estudiante tendrá una conexión con los datos del padre los cuales posteriormente se guardan en la base de datos
<b>Precondiciones</b>	El usuario creador debe tener un perfil ya creado de acceso con un rol administrador, debe contar con la presencia del padre de familia para poder recabar la información necesaria

➤ **Caso de Uso:** Proceso de Geolocalización y Seguimiento en Tiempo Real

En la figura 33, se visualiza el modelo de caso de uso en la funcionalidad del sistema de realizar el seguimiento y geolocalización por parte de los padres de familia a los automóviles.

**Figura 33**

*Modelo de Caso de Uso: Proceso de Geolocalización y Seguimiento en Tiempo Real*



**Nota.** Representación gráfica del caso de uso para la función de la geolocalización de las

movilidades que realizan el servicio de transporte escolar.

En la Tabla 16, se presenta las especificación y descripción para el caso de uso: Proceso de Geolocalización y Seguimiento en Tiempo Real.

**Tabla 16**

*Especificación de Caso de Uso: Proceso de Geolocalización y Seguimiento en Tiempo Real*

<b>CASO DE USO: ADMINISTRACIÓN DE USUARIOS</b>	
<b>Actores:</b>	Administrativos Conductor Padre de familia
<b>Tipo</b>	Primario Esencial
<b>Descripción</b>	El encargado de la configuración de parámetros para el proceso de geolocalización es el administrador, seguidamente el conductor podrá comenzar el seguimiento configurando el tiempo que desea compartir su ubicación, y el padre de familia podrá realizar la visualización de la ubicación en tiempo real del automóvil
<b>Precondiciones</b>	Todos los actores deben tener perfiles con los roles correspondientes para poder tener acceso a este uso del sistema

### **3.4.3. Modelo de navegación**

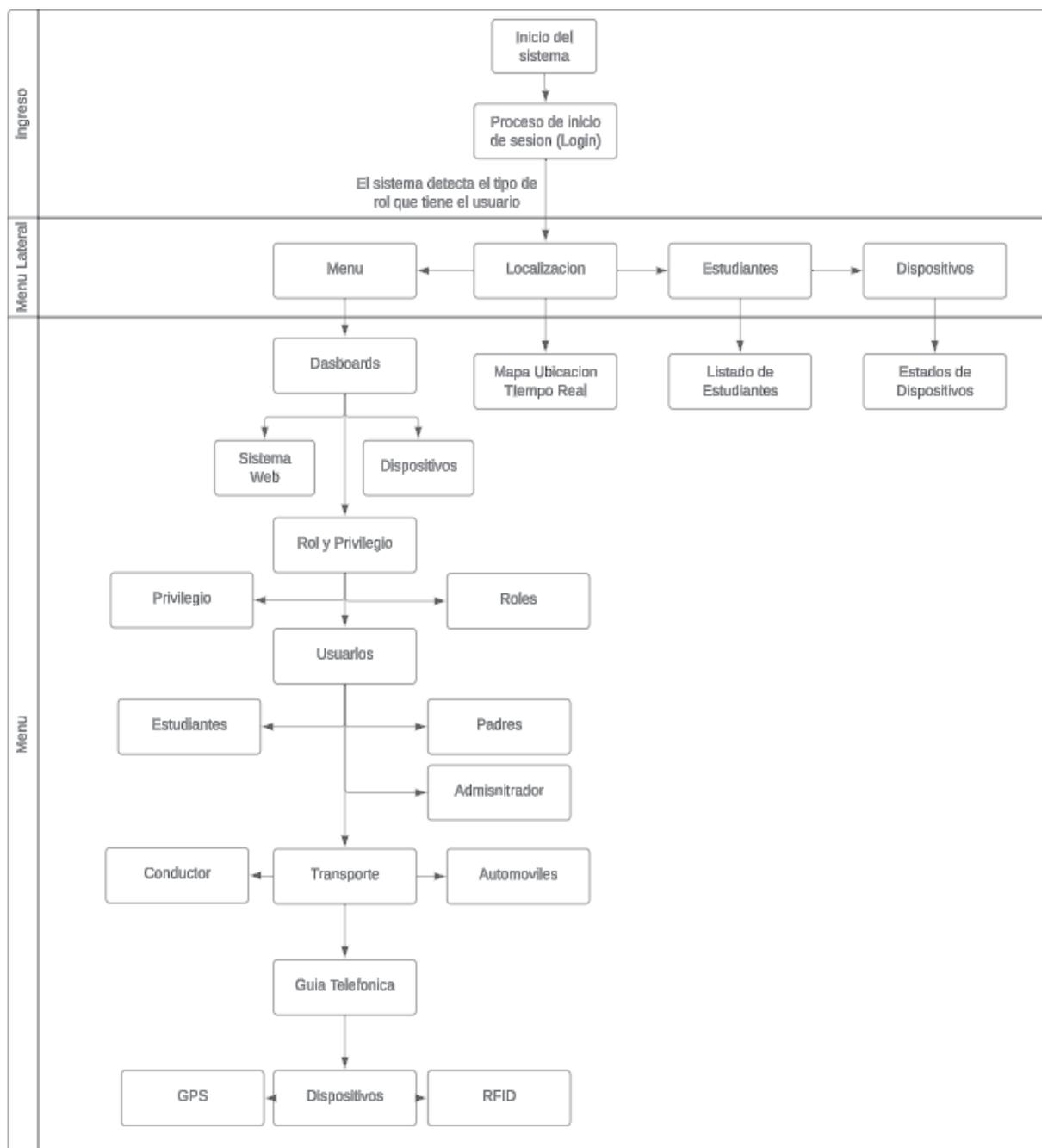
- **Modelo de navegación: Administrador**

En el modelo de navegación, el administrador podrá tener acceso al sistema con todos los privilegios que se tiene, por lo cual este usuario podrá navegar en las diferentes instancias de la administración y gestión de datos para el servicio de transporte escolar. Esta navegación total al sistema permitirá que el usuario pueda gestionar, adicionar, editar, eliminar, listar usuarios, búsqueda, vista de los dashbord y demás privilegios.

En la figura 34 se puede visualizar el diagrama de navegación del administrador en el sistema con todos los privilegios.

Figura 34

Diagrama de Navegación: Administrador



**Nota.** Diagrama de navegación del usuario con el rol administrador en el sistema web.

- **Modelo de navegación: Conductor**

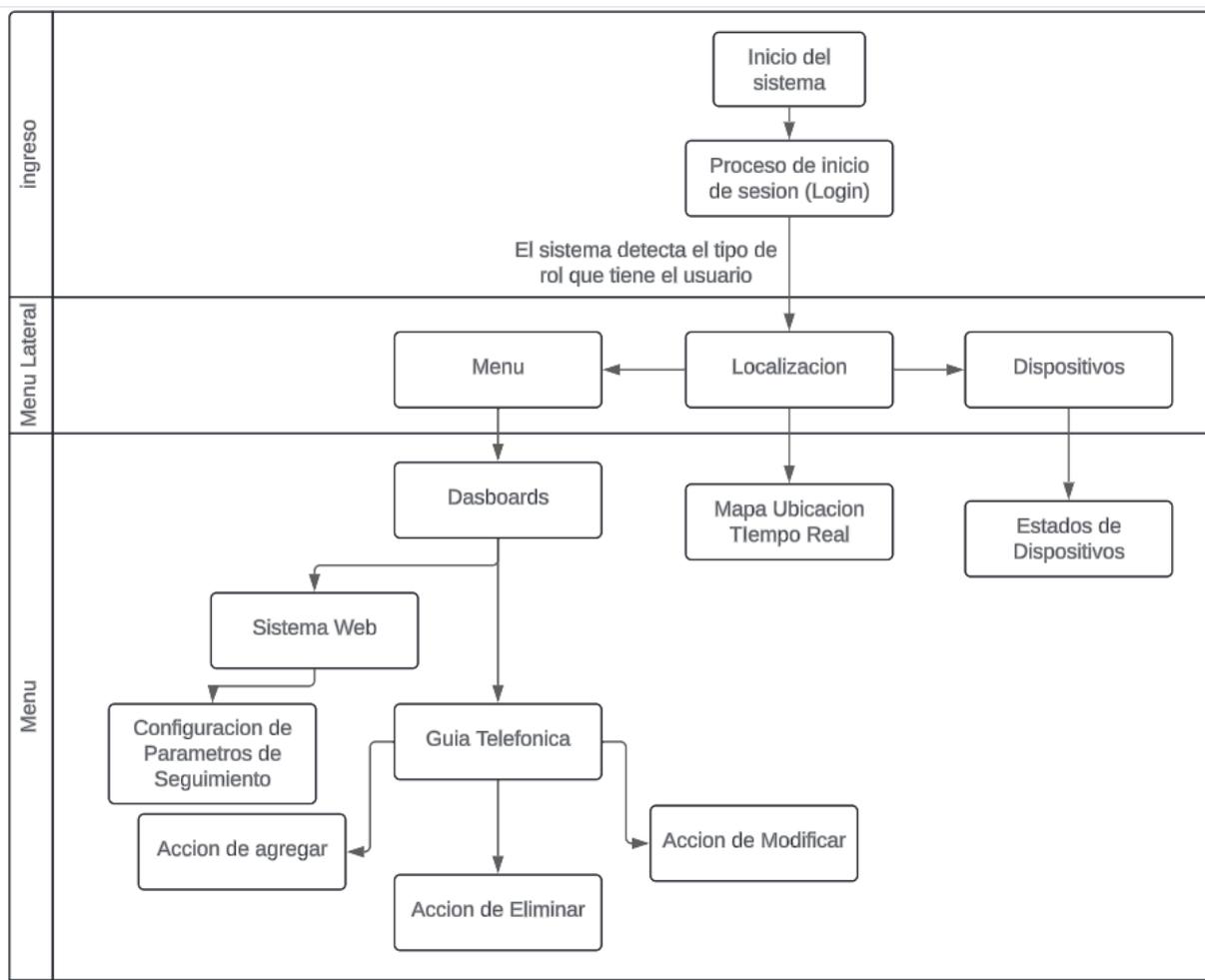
En el modelo de navegación, el usuario con el rol de conductor podrá tener acceso al sistema con privilegios y acciones limitadas por lo cual este usuario podrá navegar solo en

algunos campos del sistema

En la figura 35, se puede visualizar el diagrama de navegación del rol conductor en el sistema con acciones limitadas.

**Figura 35**

*Diagrama de Navegación: Conductor*



**Nota.** Representación gráfica de la navegación en el sistema a usuarios con el rol conductor.

- **Modelo de navegación: Padre de Familia**

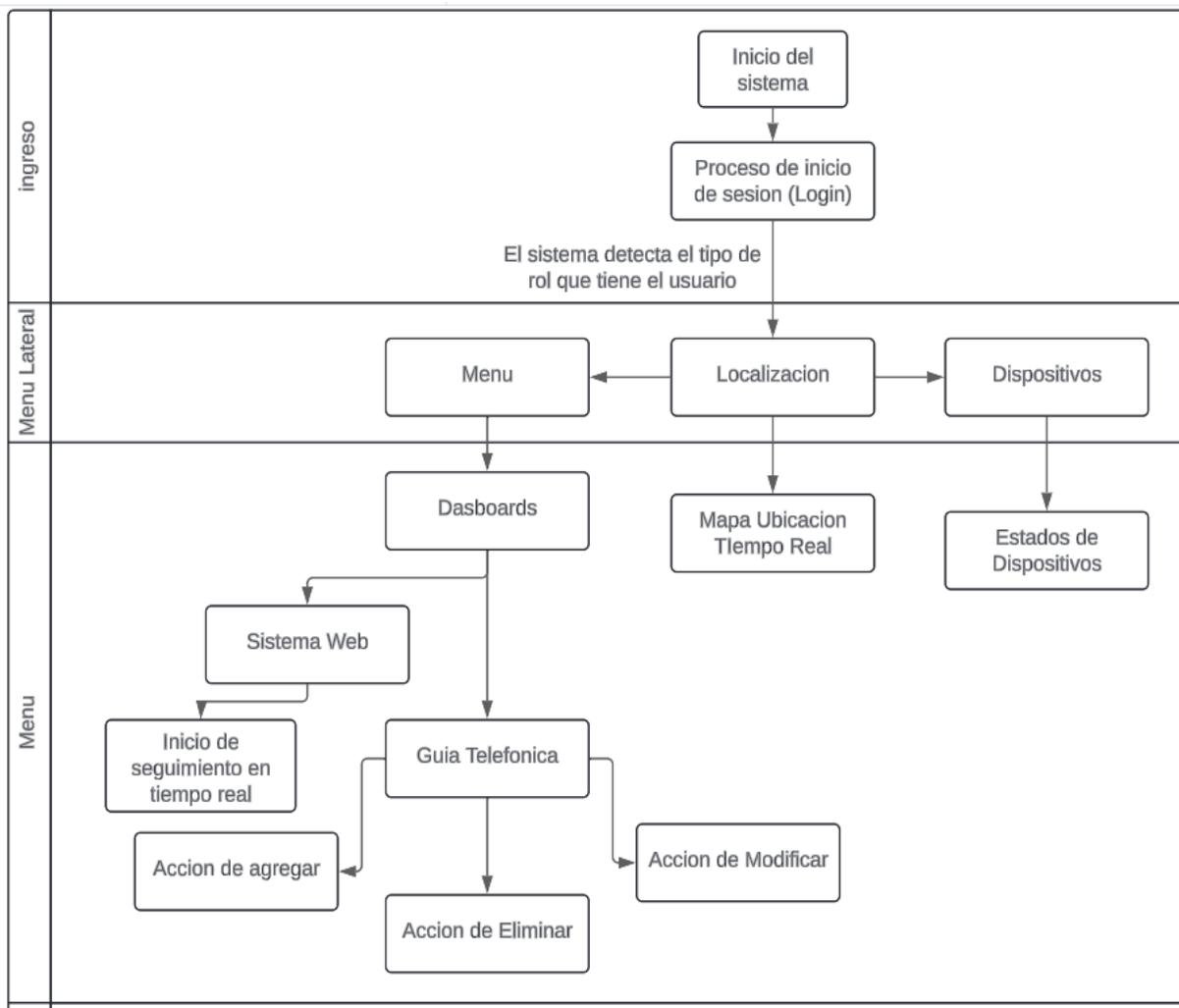
En el modelo de navegación, el usuario con el rol de padre de familia podrá tener acceso al sistema con privilegios y acciones limitadas por lo cual este usuario podrá navegar solo en algunos campos del sistema

En la figura 36, e puede visualizar el diagrama de navegación del rol padre de familia

en el sistema con acciones limitadas.

**Figura 36**

*Diagrama de Navegación: Padre de Familia*



**Nota.** Representación gráfica de la navegación en el sistema a usuarios con el rol padre de familia.

Si bien el modelo de la navegación se conoce las diferentes instancias a las cuales tendrán acceso los diferentes tipos de usuarios, es preciso conocer dar a conocer que todos los usuarios podrán realizar acciones de acuerdo con los permisos que tiene su perfil asignado.

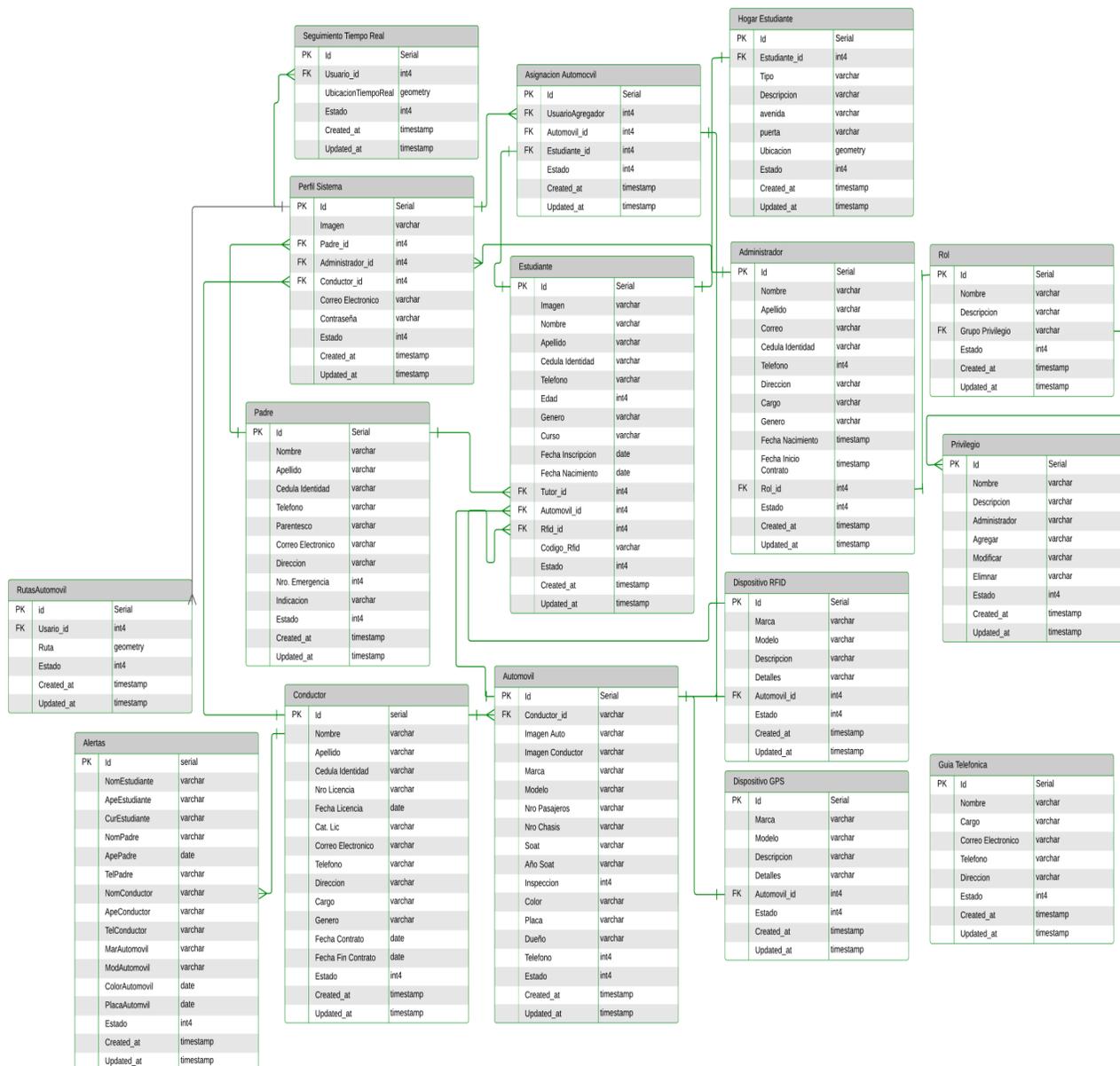
#### **3.4.4. Estructuración y Diseño de la Base de Datos**

Para llevar a cabo el armado de una base de datos implica el diseño y estructuración

de datos para que puedan ser almacenados y consultados de manera eficiente. Para lo cual se realiza la creación de un modelo relacional (R), que visualiza las entidades (como tablas) y sus relaciones.

**Figura 37**

*Diagrama de la Base de Datos*



**Nota.** Diagrama relacional de la base de datos considerando el uso de las llaves primarias y foráneas.

### 3.5. FASE DE CODIFICACIÓN DE SOFTWARE

Conforme a las fases de la metodología se procede a la realización del código fuente del software siguiendo el proceso de diseño ya realizado anteriormente y tomando en cuenta tanto los diagramas de caso y los diagramas de navegación

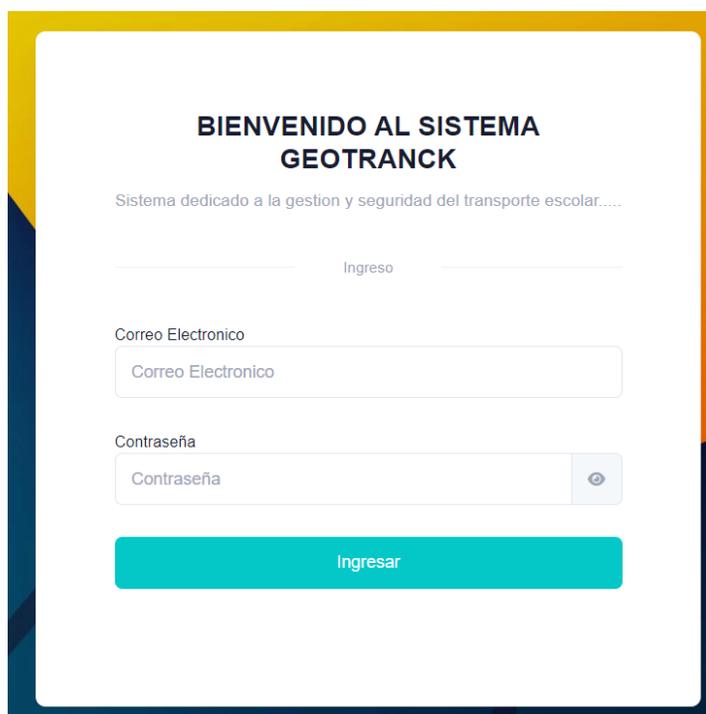
#### 3.5.1. *Diseño de Interfaz*

- **Interfaz de Inicio de Sesión**

En la figura 38 se puede apreciar la interfaz de autenticación de usuarios. Esta es la primera interfaz gráfica que el usuario se encontrará con el sistema, en el cual deberá ingresar las credenciales de su perfil y realizar la autenticación.

#### **Figura 38**

*Interfaz de Autenticación del Sistema*



**BIENVENIDO AL SISTEMA  
GEOTRANCK**

Sistema dedicado a la gestion y seguridad del transporte escolar....

Ingreso

Correo Electronico

Correo Electronico

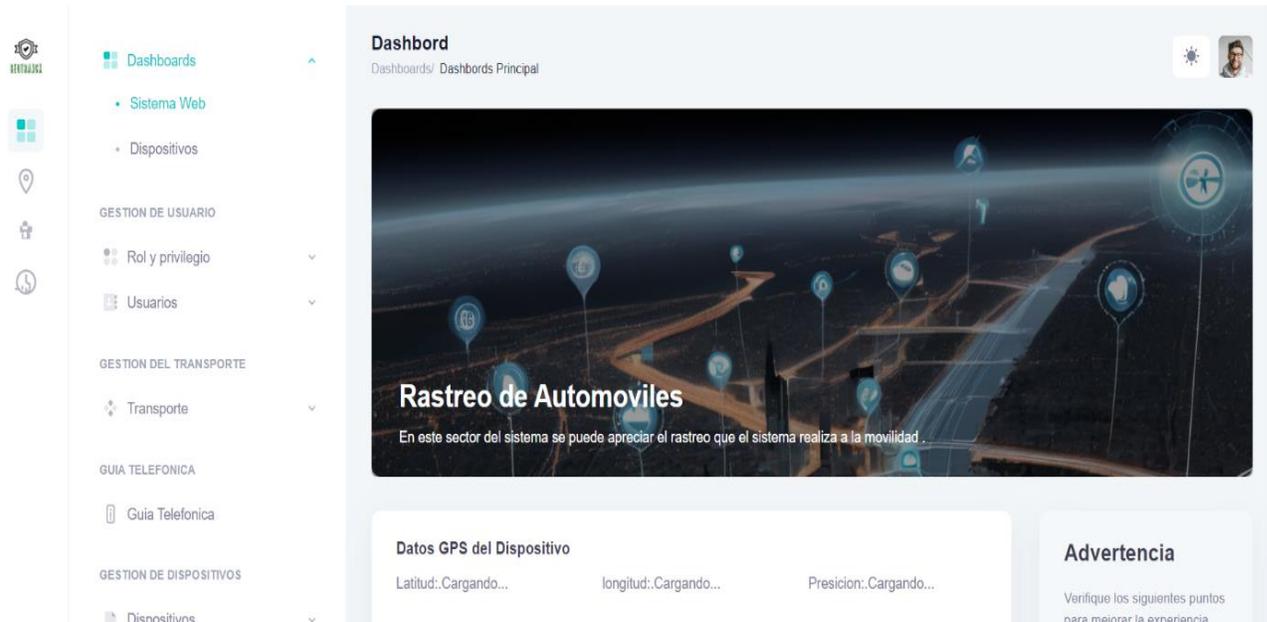
Contraseña

Contraseña

Ingresar

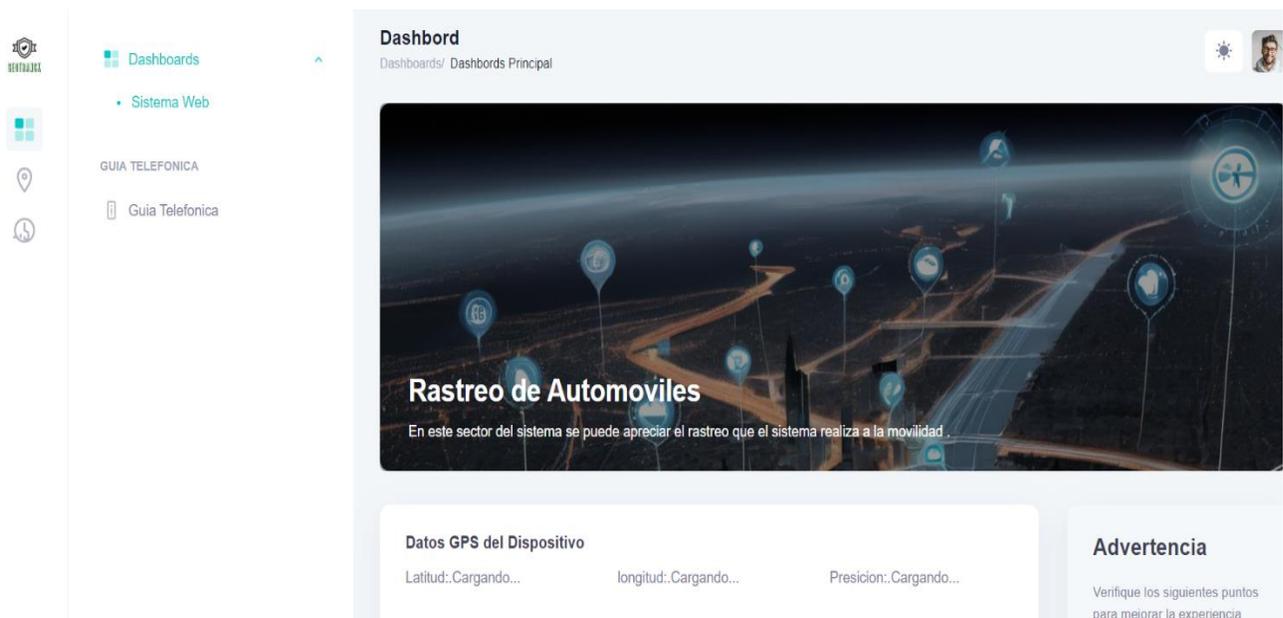
- **Interfaz de Usuario: Administrador**

En la figura 39 se muestra la interfaz del usuario administrador

**Figura 39***Interfaz de Usuario Administrador*

- **Interfaz de Usuario: Conductor**

En la figura 40 se muestra la interfaz del usuario administrador

**Figura 40***Interfaz de Usuario Conductor*

- **Interfaz de Usuario: Padre de Familia**

En la figura 41 se muestra la interfaz del usuario padre de familia

Figura 41

## Interfaz de Usuario Padre de Familia

**Dashboard**  
Dashboards/ Dashboards Principal

**Rastreo de Automoviles**  
En este sector del sistema se puede apreciar el rastreo que el sistema realiza a la movilidad.

**Seguimiento Tiempo Real**

**INFORMACION Y DATOS IMPORTANTES**

**Estudiante:**  
Nombre: Adela Mamani  
CI: 1896566

**Padre/Madre:**  
Nombre: Adriana Castillo  
Teléfono: 70923456

**Conductor:**  
Nombre: Pedro Alvarez  
Teléfono: 75684384

**Automovil:**  
Vehículo: King Long, Modelo: 2019

- **Interfaz de Usuario: parámetros de Seguimiento**

En la figura 42 se muestra la interfaz donde el usuario con rol administrador podrá realizar la configuración de los parámetros de seguimiento

Figura 42

## Interfaz de Usuario para Proceso de Seguimiento Geolocalizado

**Dashboard**  
Dashboards/ Dashboards Principal

Latitud: Cargando...    longitud: Cargando...    Presicion: Cargando...

Horas:     Minutos:

**Iniciar Seguimiento**    **Iniciar Viaje**    **Finalizar Viaje**    **Guardar Ruta**

Verifique los siguientes puntos para mejorar la experiencia

**Requerimientos:**

- Dar permisos al navegador para acceder a la ubicacion
- Activar el dispositivo GPS del equipo
- Por favor siga las indicaciones o mensajes del sistema con cuidado.

**Porceso de rastreo**

- **Interfaz de Usuario: Vista de Información de Hogar del Estudiante**

En la figura 43 se muestra la interfaz donde el usuario con rol administrador podrá ver la información de los estudiantes poniendo como lugar la ubicación del hogar del estudiante

**Figura 43**

*Vista de Información de Hogar del Estudiante*

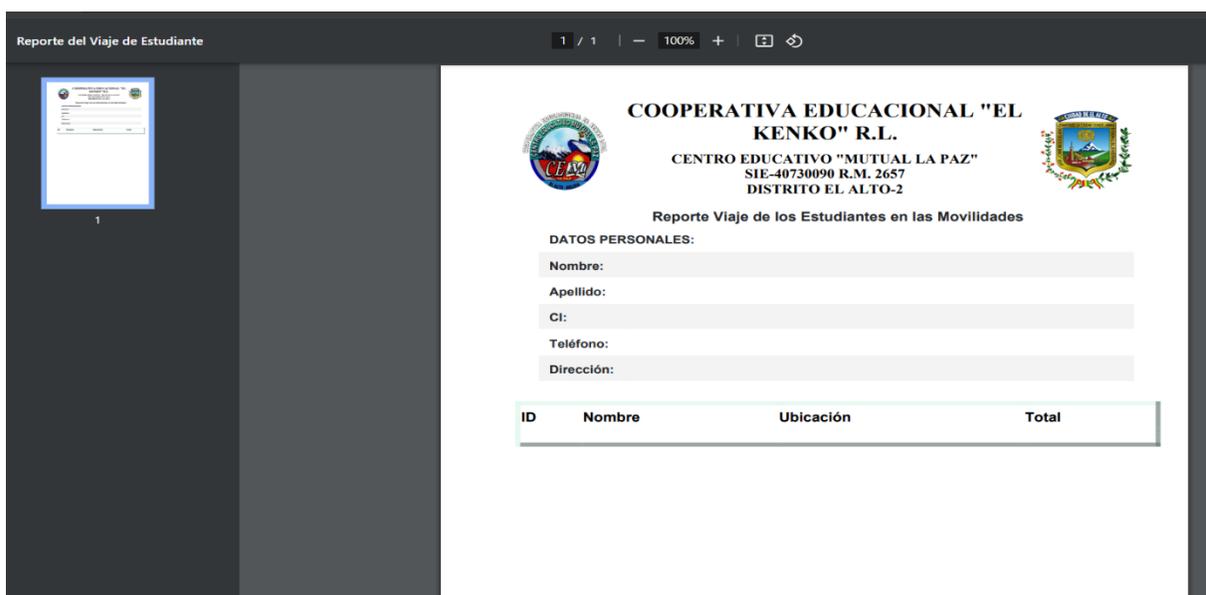


- **Interfaz de Usuario: Vista del Formato de Impresión de Reportes del Sistema**

En la figura 44 se muestra el formato de reportes del sistema con el formato del centro educativo.

**Figura 44**

*Vista de formato de reportes del sistema*



### **3.6. IMPLEMENTACIÓN DEL CIRCUITO ELECTRÓNICO**

La implementación del circuito nos permitirá realizar el control de ingreso y salida de los estudiantes a las movilidades mediante el uso de las tarjetas RFID y la comunicación e intercambio de información mediante el Bluetooth.

#### **3.6.1. Conceptos de Implementación**

**Lectura de Tarjetas RFID.** Este dispositivo se encarga de leer las tarjetas RFID. Cuando una tarjeta RFID se acerca al lector, este lee su código único.

**Tarjetas RFID.** Las tarjetas RFID (Identificación por Radio Frecuencia, por sus siglas en inglés) son dispositivos de identificación que contienen un chip electrónico y una antena que les permite comunicarse con un lector RFID. Cada tarjeta tiene un código único que identifica de forma única a la tarjeta en particular. Cuando la tarjeta se acerca al lector RFID, este emite una señal de radiofrecuencia que activa el chip en la tarjeta y permite que el lector lea el código único almacenado en ella.

Las tarjetas RFID se utilizan en una variedad de aplicaciones, como control de acceso, seguimiento de inventario, pago sin contacto y transporte público. Su principal ventaja es la capacidad de leer y escribir información de forma inalámbrica y sin contacto físico directo, lo que las hace rápidas y convenientes de usar en una variedad de entornos.

**LEDs.** Son indicadores visuales para el proceso de control de ingreso permitido o negado del usuario con la tarjeta RFID.

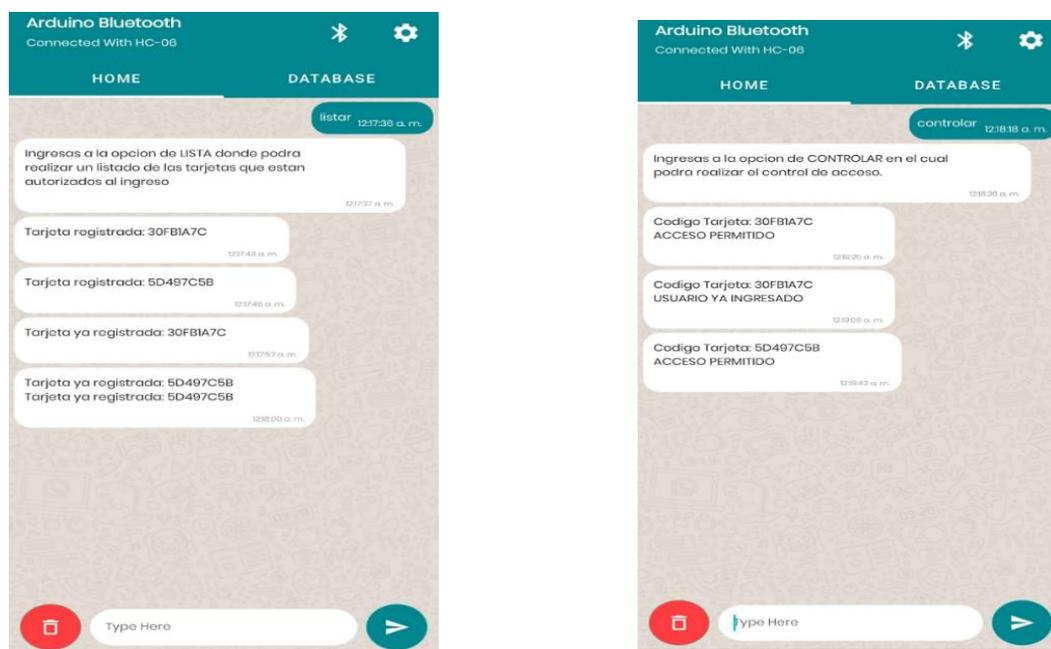
#### **3.6.2. Procesamiento y Verificación**

**Microcontrolador (ESP8266).** El microcontrolador recibe el código de la tarjeta leído por el lector RFID. Luego, este código se verifica contra una lista de códigos autorizados almacenada en la memoria del microcontrolador.

**Lista de Códigos Autorizados.** Una lista que contiene los códigos RFID permitidos. Esta lista puede ser dinámica y ser actualizada a través de la función listar que se encuentra especificado en el menú del sistema. Esta lista se emplea para poder realizar el control de ingreso autorizado a los estudiantes a las movilidades permitiendo ver a conductor un alerta visual si el estudiante con la tarjeta pertenece o no a la movilidad.

**Figura 45**

*Creación de Lista de Códigos para el Control de Ingreso Autorizado, Junto con el Proceso de Control.*



**Nota.** La grafica muestra como es el proceso de envío y recepción de comandos del dispositivo electrónico con el teléfono móvil para poder realizar el proceso de control de ingreso a las movilidades.

### 3.6.3. Control de Acceso

Basado en la verificación del código de la tarjeta RFID, el microcontrolador controla las señales visuales para indicar la autorización o negación del ingreso.

**Figura 46**

*Alerta Visual del Dispositivo Electrónico para Control De Acceso*



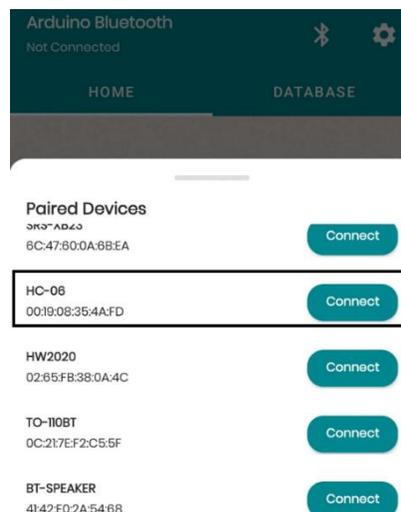
**Nota.** Grafica donde se muestra la alerta visual que se realiza, cuando el código de la tarjeta está en la lista será el acceso correcto (Luz Verde), si la tarjeta no está en la lista el acceso es incorrecto y negado (Luz Roja).

### **3.6.4. Comunicación y Control Remoto**

**Módulo Bluetooth (HC-06).** Permite la comunicación entre el microcontrolador y un dispositivo remoto (como un smartphone o una computadora). A través de comandos Bluetooth, se pueden gestionar las operaciones del sistema, como actualizar la lista de códigos autorizados, iniciar procesos de control, verificación y conteo.

**Figura 47**

*Conexión del Dispositivo Mediante Bluetooth*



## CAPITULO IV

### 4. CALIDAD, COSTO, SEGURIDAD Y PRUEBAS

En este capítulo se evaluará el sistema bajo los parámetros de calidad, costos, seguridad y pruebas adecuados y mencionados en los capítulos anteriores.

#### 4.1. EVALUACIÓN DE CALIDAD: NORMA DE CALIDAD ISO 25000

La norma ISO 9126, ahora reemplazada por la norma ISO/IEC 25000, establece un marco para evaluar la calidad del software en términos de características de calidad como funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

##### 4.1.1. *Funcionalidad*

La funcionalidad en el contexto de la calidad del software se refiere a la capacidad del software para satisfacer los requerimientos del usuario mediante sus funciones. Por lo cual es conveniente el empleo de método de estimación llamado punto de función que es una técnica de estimación que se basa en la cantidad y complejidad de las funciones que ofrece el sistema al usuario.

Para poder realizar el empleo de método de estimación se realiza el conteo de las características funcionales del sistema seleccionándolos en los componentes funcionales básicos y almacenamiento de datos.

**Entradas Externas.** Son consideradas entradas externas a las pantallas donde el usuario ingresa información al sistema para este caso solo se tomará en cuenta a usuarios con el rol administrador quienes tiene más privilegios y proceso que realizar.

**Tabla 17***Suma de Entradas Externas*

<b>ENTRADAS PARA ADMINISTRADOR</b>	
<b>Modulo Gestión de Usuario</b>	<b>6</b>
<b>Modulo Gestión de Transporte</b>	<b>2</b>
<b>Modulo Gestión de Dispositivos</b>	<b>2</b>
<b>Modulo Gestión de Guía Telefónica</b>	<b>1</b>
<b>Modulo Rastreo de Vehículo</b>	<b>1</b>
<b>Total, de Suma</b>	<b>12</b>

**Salidas Externas.** Son consideradas salidas externas a los informes, gráficos, listas de datos guardados en el sistema para este caso solo se tomará en cuenta a usuarios con el rol administrador quienes tiene más privilegios y proceso que realizar.

**Tabla 18***Suma de Salidas Externas*

<b>SALIDAS PARA ADMINISTRADOR</b>	
<b>Modulo Gestión de Usuario</b>	<b>8</b>
<b>Modulo Gestión de Transporte</b>	<b>4</b>
<b>Modulo Gestión de Dispositivos</b>	<b>4</b>
<b>Modulo Gestión de Guía Telefónica</b>	<b>2</b>
<b>Modulo Rastreo de Vehículo</b>	<b>1</b>
<b>Modulo Graficas de Información</b>	<b>5</b>
<b>Total, de Suma</b>	<b>24</b>

**Consultas Externas.** Son consideradas consultas externas a las pantallas donde el usuario realiza búsquedas de datos en el sistema para este caso solo se tomará en cuenta a usuarios con el rol administrador quienes tiene más privilegios y proceso que realizar.

**Tabla 19***Suma de Consultas Externas*

<b>CONSULTAS EXTERNAS DE ADMINISTRADOR</b>	
<b>Modulo Gestión de Usuario</b>	3
<b>Modulo Gestión de Transporte</b>	2
<b>Modulo Gestión de Dispositivos</b>	2
<b>Modulo Gestión de Guía Telefónica</b>	1
<b>Modulo Rastreo de Vehículo</b>	0
<b>Modulo Graficas de Información</b>	3
<b>Total, de Suma</b>	11

**Archivo Lógico Interno.** Son consideradas archivos lógicos internos a la cantidad de tablas que se encuentra en la base de datos para el almacén y organización de datos.

**Archivo Lógico Externos.** Son consideradas archivos lógicos Externos a la cantidad de API o consultas de consumo de datos de sistemas externos.

**Tabla 20***Suma de Archivos Lógicos Internos y Externos*

<b>ALMACENAMIENTO DE DATOS</b>	
<b>Nro. Tablas Base de Datos</b>	15
<b>Datos Consumidos de otro Sistema</b>	
<b>Consumo de Api's</b>	0
<b>Total, de Suma</b>	15

Una vez realizado la suma de las funcionalidades del sistema, utilizamos esos datos en la tabla de valores estándar (IFPUG) seguidamente medir en calidad media.

### Cálculo de Punto de Función sin Ajustar

**Tabla 21**

*Tabla de Cálculo de Función sin Ajustar*

TABLA DE VALORES ESTANDAR					
TIPO/COMPLEJIDAD	VALORES	BAJA	MEDIA	ALTA	TOTAL
(EI)	12	3	4	6	48
(EO)	24	4	5	7	120
(EQ)	11	3	4	6	44
(ILF)	15	7	10	15	150
(EIF)	0	5	7	10	0
<b>PFSA</b>					<b>362</b>

### INTERPRETACION

Con los cálculos realizados y el empleo de la tabla de valores considerando el nivel medio de software tenemos como resultado el valor de 362 puntos de función sin ajustar.

**Cálculo de Punto de Función Ajustado.** Este cálculo se realiza con el empleo de la tabla factor de ajuste con los valores correspondientes.

**Tabla 22**

*Tabla de Evaluación de Factor de Ajuste*

FACTOR DE AJUSTE	
Consulta	<b>Total</b>
1. Comunicaciones de datos	<b>4</b>
2. Funciones de procesamiento distribuido	<b>4</b>
3. Rendimiento	<b>2</b>
4. Configuración del equipo	<b>1</b>
5. Volumen de transacciones	<b>3</b>
6. Entrada de datos en línea	<b>5</b>
7. Diseño para eficiencia del usuario	<b>2</b>
8. Actualización de datos en línea	<b>3</b>
9. Complejidad del procesamiento lógico	<b>1</b>
10. Reusabilidad del código	<b>1</b>

11. Facilidad de instalación	3
12. Facilidad de operación	5
13. Localizaciones múltiples	2
14. Facilidad de cambios	3
Suma	39

## INTERPRETACION

Una vez realizado el factor de ajuste tenemos como resultado el valor de 39 PTS como valor de ajuste.

Procedemos con el cálculo de punto de función (PFA), utilizando la siguiente relación:

$$PFA = \text{conteo total PF} * (\text{Grado de confiabilidad} + \text{Tasa de error} * \Sigma(Fi))$$

Donde:

- ✓ **Conteo Total:** Suma total del producto de factor de ponderación y valores de los parámetros.
- ✓ **Grado de Confiabilidad:** Es la confiabilidad estimada del sistema 0.65(constante).
- ✓ **Tasa de Error:** Es la probabilidad subjetiva estimada del dominio de la información 0.01(constante).
- ✓  $\Sigma(Fi)$ : Valores de ajuste de la complejidad.

**Remplazando:**

$$PFA = 362 * [0.65 + (0.01 * 39)]$$

$$PFA = 362 * [0.65 + 0.39]$$

$$PFA = 362 * 1.04$$

$$PFA = 376.48$$

Procedemos a realizar la comparación del software con el valor máximo de ajuste de complejidad que se puede alcanzar, es decir  $\Sigma(Fi)$ : **70**

$$PFA = 362 * [0.65 + (0.01 * 70)]$$

$$PFA = 362 * [0.65 + 0.7]$$

$$PFA = 362 * 1.35$$

$$PFA = 488.7$$

Por lo tanto, la funcionalidad del software esta dado por:

$$Funcionalidad = \frac{PFA}{PFA'} * 100$$

$$Funcionalidad = \frac{376.48}{488.7} * 100$$

$$Funcionalidad = 0.78 * 100$$

$$Funcionalidad = 78$$

## INTERPRETACION

Una vez realizado todas las operaciones matemáticas podemos concluir que se tiene un 78% de funcionalidad el sistema.

### 4.1.2. Confiabilidad

Para poder realizar la determinación de la confiabilidad del sistema se implementará la teoría estadística en el cual nos será permitido calcular el porcentaje, con las siguientes consideraciones.

1. Tiempo de consideración inicial,  $t_0 = 0$  y se observa hasta que falle.
2. Tiempo en que ocurre la falla,  $t$ .
3. Variable aleatoria  $T$ , quien nos indicara el tiempo de trabajo sin fallas.

Entonces la probabilidad de que el software falle en un tiempo,  $t$  será:

$$P(T \leq t) = F(t)$$

La probabilidad de funcionamiento del software sin fallas será:

$$P(T \leq t) = 1 - F(t)$$

Para calcular la confiabilidad del sistema se toma en cuenta la siguiente función:

$$F(t) = f * e^{-\mu * t}$$

Donde:

$f = \text{funcionalidad del sistema}$

$\mu = \text{Probabilidad de error del sistema}$

$t = \text{tiempo de prueba del sistema}$

Para el caso de prueba consideramos 30 días como el periodo de prueba, por lo cual se realiza el siguiente calculo:

Para el cálculo de  $\lambda$  se considera que es 1/15 es decir se realiza 15 ejecuciones en un mes en el tiempo de 20 días.

Probabilidad de fallas

$$F(t) = 0.78 * e^{-\frac{1}{15} * 20}$$

$$F(t) = 0.2056 * 100$$

$$F(t) = 21\%$$

### **INTERPRETACION**

Con la ecuación resuelta nos da como resultado un 21% de que el sistema falle realizando un estimado de 15 ejecuciones en un mes en el lapso de 20 días.

### **Probabilidad de trabajo sin fallas**

$$P(T \leq t) = 1 - F(t)$$

$$P(T \leq t) = 1 - 0.2056 \rightarrow P(T \leq t) = 0.7944 * 100\% = 79.44 \%$$

Por lo tanto, la confiabilidad del sistema desarrollado es del 79.44%

### **4.1.3. Usabilidad**

Para calcular la usabilidad de un sistema se toma en cuenta el factor humano quienes serán los usuarios del sistema, esto con el fin de conocer si el sistema cumple con los requisitos establecidos. Para llegar al porcentaje de usabilidad se realiza una evaluación al usuario mediante enuestas de la experiencia que tuvo con el sistema. Para determinar la usabilidad del sistema, se utiliza la siguiente formular:

$$FU = [(\sum xi n) * 100]$$

Donde:

$x_i$  = Valores de evaluación de cada pregunta

$n$  = Numero de preguntas

En el caso de la encuesta se realizó un numero de 10 preguntas.

$$FU = \left[ \left( \frac{8.265}{10} \right) * 100 \right]$$

$$FU = 0.826 * 100$$

$$FU = 82.65\%$$

## INTERPRETACION

Una vez realizado este proceso tenemos como resultado que el sistema tiene un 82.65% de usabilidad.

### 4.1.4. Eficiencia

Este punto será medido para el sistema observando y tomando en cuenta si se emplea óptimamente los recursos que tiene el dispositivo en que se lo utiliza. Para el cálculo del grado de eficiencia del sistema se realiza una escala de valores y una serie de preguntas al usuario. Posteriormente se realiza el empleo de la siguiente fórmula.

En nuestro caso se realiza la encuesta con 5 preguntas y la suma de los valores de la encuesta es de 18 respondiendo cada pregunta con una estabilidad de 0 a 5

$$E = \frac{\sum x_i}{n} \times \frac{100}{n}$$

Donde:

$\sum x_i$  = Sumatoria de los valores de eficiencia

$n$  = Numero de preguntas

Reemplazando se tiene lo siguiente:

$$E = \frac{18}{5} \times \frac{100}{5}$$

$$E = 3.6 \times 20$$

$$E = 72\%$$

## INTERPRETACION

Como conclusión tenemos que el sistema tiene un 72% de eficiencia.

### 4.1.5. *Mantenibilidad*

La mantenibilidad del software es la facilidad con la que el software puede ser modificado para corregir errores, mejorar su rendimiento o adaptarlo a nuevos requisitos. Para el proceso de cálculo de mantenibilidad índice de madures, se establece los cambios que ocurrieron con cada versión del software.

$$IMS = \frac{[Mt - (Fc + Fa + Fe)]}{Mt}$$

Donde los valores serán:

Mt= Números de módulos en la versión actual.

Fa=Números de módulos en la versión actual que añadió.

Fc=Numero de módulos en la versión actual que se han cambiado.

Fe=Numero de módulos en la versión anterior que se han eliminado en la versión.

$$IMS = \frac{[7 - (0 + 0 + 1)]}{7}$$

$$IMS = 0.85 * 100$$

$$IMS = 85\%$$

## INTERPRETACION

Con el análisis de estos resultados podemos decir que el sistema tiene un 85% de estabilidad a cambios y mantenimiento realizado y el 15% es el margen de error a las modificaciones que se puede producir al momento de realizar alguna cambio o actualización si así fuera necesario en un futuro.

## 4.2. ESTIMACION DE COSTO DE SOFTWARE

La estimación de costos y beneficios de un sistema es el proceso de evaluar y cuantificar los costos necesarios para desarrollar, implementar y mantener el sistema, así como los beneficios que se obtendrán de su uso. Este análisis es fundamental para determinar la viabilidad y rentabilidad del proyecto, permitiendo a las organizaciones tomar decisiones informadas sobre la inversión en el sistema.

Por lo cual en el presente capítulo se aplicarán parámetros del modelo COCOMO II para la determinar el valor económico del software.

### 4.2.1. *Análisis de costo por el método COCOMO II.*

COCOMO II (Constructive Cost Model II) es un modelo de estimación de costos de software que ayuda a predecir el esfuerzo, tiempo y recursos necesarios para desarrollar un proyecto de software.

Este método es la evolución del modelo original COCOMO, desarrollado por Barry Boehm en 1981. El modelo original fue ampliamente utilizado, pero con el tiempo, la industria del software cambió y surgieron nuevas metodologías y tecnologías. Por ello, en la década de 1990, Boehm y su equipo desarrollaron COCOMO II para abordar estas nuevas realidades del desarrollo de software.

Este método se enfoca y toma en cuenta estos tres puntos en un proyecto:

**Estimación de Esfuerzo.** Calcular el esfuerzo en persona-meses necesario para completar un proyecto.

**Estimación de Tiempo.** Determinar el calendario temporal necesario para el desarrollo.

**Planificación de Recursos.** Ayudar a los gestores de proyectos a asignar y planificar recursos de manera efectiva.

Este método utiliza tres ecuaciones que figuran en la siguiente forma:

$$E=a(KLDC)^b \text{ (Persona – Mes)}$$

$$D= c(E)^d \text{ (Meses)}$$

$$P=E/D \text{ (Personas)}$$

Dónde:

E: Esfuerzo requerido por el proyecto expresado en persona-mes.

D: Tiempo requerido por el proyecto expresado en meses.

P: Número de personas requeridas para el proyecto. a, b, c y d: Constantes con valores definidos según cada submodelo.

KLDC: Cantidad de líneas de código distribuidas en miles.

Este método de estimación de costo tiene establecidos tres divisiones de nodos que ya están establecidos por defectos los cuales son:

**Orgánico (Organic).** Este modo se aplica a proyectos pequeños y simples con equipos de desarrollo pequeños y altamente experimentados que trabajan en un entorno familiar y con requisitos y objetivos bien definidos.

**Características.** Proyectos menos complejos, menos restricciones, mayor flexibilidad.

**Semi-libre (Semi-detached).** Este modo se aplica a proyectos de tamaño y complejidad intermedios, donde el equipo de desarrollo puede tener una mezcla de niveles de experiencia y donde los requisitos pueden no estar completamente claros desde el inicio.

**Características.** Proyectos de complejidad y tamaño medios, equipo con experiencia variada.

**Rígido (Empotrado).** Este modo se aplica a proyectos grandes y complejos con muchas restricciones, incluyendo restricciones de hardware y software, y con equipos grandes que pueden estar distribuidos geográficamente.

**Características.** Proyectos altamente complejos, muchas restricciones, gran tamaño, alta integración con otros sistemas.

El método establece los coeficientes de los nodos como en la siguiente tabla

**Tabla 23**

*Coeficientes Definidos por COCOMO II*

<b>Proyecto de Software</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>d</b>
<b>Orgánico</b>	2.4	1.05	2.5	0.38
<b>Semi – acoplado</b>	3.0	1.12	2.5	0.35
<b>Empotrado</b>	3.6	1.20	2.5	0.32

Nota. Tabla de coeficientes definidos para el método de estimación COCOMO II, de Álvarez, 2018.

#### **4.2.2. Costo del sistema**

Para la estimación del costo del sistema se dividirá en tres partes que son principales para la implementación del sistema.

- Software.
- Implementación.
- Elaboración del proyecto.

**Costo del Software.** Para empezar el proceso estimación de costo del software es necesario realizar la conversión de Puntos de Función a miles de líneas de código tomando en cuenta la tabla referencial.

**Tabla 243**

Conversión de PF a KDLC

LENGUAJE	NIVEL	FACTOR LDC / PF
C	2.5	128
ANSI BASIC	5	64
JAVA	6	53
PL / I	4	80
ANSI COBOL 74	3	107
VISUAL BASIC	7.00	46
ASP	9.00	36
PHP	<b>11.00</b>	<b>29</b>
VISUAL C++	9.50	34

**Nota.** Tabla de conversiones entre puntos de función (PF) y miles de líneas de código (KDLC) de *Interational Function Point Users Group*, 2018.

Como el proceso de desarrollo y la herramienta empleada en lenguaje de programación fue PHP se tomará su factor LCD igual a 29, coeficiente que ya está especificado en la tabla 26.

$$\text{LDC} = \text{PF} * \text{Factor LDC/PF}$$

$$\text{LDC} = 376.48 * 29$$

$$\text{LDC} = 9509.39$$

$$\text{KLDC} = \text{LDC}/1000 = 10.92$$

$$\text{KLDC} = 10.92$$

### INTERPRETACION

Realizado la ecuación y la operación matemática logramos tener como resultado 10.92 miles líneas de código (10.92 KLDC).

**Determinar Factor de Ajuste del Esfuerzo (FAE).** Para poder determinar el factor de ajuste del esfuerzo (FAE) se realiza la evaluación del sistema en base de la siguiente tabla

Tabla 25

## Drivers Multiplicadores de Costo

Conductores de coste	Valoración					
	Muy bajo	Bajo	Nominal	Alto	Muy alto	Extra alto
<b>Atributos del producto de Software</b>						
<b>RELY</b> (Confiabilidad Requerida)	0,75	0,88	1,00	1,15	1,40	-
<b>DATA</b> (Tamaño de la Base de Datos)	-	0,94	1,00	1,08	1,16	-
<b>CPLX</b> (Complejidad del Producto)	0,70	0,85	1,00	1,15	1,30	1,65
<b>Atributos de Hardware</b>						
<b>TIME</b> (Restricciones del Tiempo de Ejecución)	-	-	1,00	1,11	1,30	1,66
<b>STOR</b> (Restricciones del almacenamiento principal)	-	-	1,00	1,06	1,21	1,56
<b>VIRT</b> (Volatilidad de la Máquina Virtual*)	-	0,87	1,00	1,15	1,30	-
<b>TURN</b> (Tiempo de respuesta del ordenador)	-	0,87	1,00	1,07	1,15	-
<b>Atributos del personal involucrado en el proyecto</b>						
<b>ACAP</b> (Capacidad del Analista)	1,46	1,19	1,00	0,86	0,71	-
<b>AEXP</b> (Experiencia de la aplicación)	1,29	1,13	1,00	0,91	0,82	-
<b>PCAP</b> (Capacidad de los programadores )	1,42	1,17	1,00	0,86	0,70	-
<b>VEXP</b> (Experiencia en Máquina Virtual)	1,21	1,10	1,00	0,90	-	-
<b>LEXP</b> (Experiencia en el Lenguaje de Programación)	1,14	1,07	1,00	0,95	-	-
<b>Atributos propios del Proyecto</b>						
<b>MODP</b> (Practicas de Programación Modernas)	1,24	1,10	1,00	0,91	0,82	-
<b>TOOL</b> (Uso de Herramientas de Software)	1,24	1,10	1,00	0,91	0,83	-
<b>SCED</b> (Cronograma de Desarrollo Requerido)	1,22	1,08	1,00	1,04	1,10	-

Nota. Tabla de conductores de costo y sus respectivos valores del autor *Boehm, 2000*.

$$FAE = RELY * DATA * CPLX * TIME * STOR * PVOL * TURN * ACAP * AEXP * PCAP * VEXP * LEXP * MODP * TOOL * SCE$$

$$FAE = 1,15 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 1,00 * 1,07 * 0,86 * 0,91 * 0,70 * 1,00 * 0,95 * 1,00 * 0,91 * 1,00$$

$$FAE = 0.58$$

**Cálculo de Esfuerzo Requerido.** Acudiendo a la formula y tomando el software actual como ORGANICO procedemos a reemplazar datos a la siguiente formula que determina el esfuerzo requerido para el proyecto

$$E = a * (KLDC)^b * FAE$$

$$E = 2.4 * (10.92)^{1.05} * 0.58$$

$$E = 17.13 = 17(\text{Personas /mes})$$

### INTERPRETACION

El resultado obtenido es de 17 personas que desarrollaran el sistema por mes.

**Tiempo de Duración del Desarrollo.** Es la estimación del tiempo que los desarrolladores desarrollaran el software

$$T = c * \text{Esfuerzo}^d \text{ (meses)}$$

Donde:

C, D: Coeficientes de COCOMO nivel orgánico

E: Esfuerzo

$$T = 2.5 * 17.13^{0.38} \text{ (meses)}$$

$$T = 7.35 = 7 \text{ meses.}$$

### INTERPRETACION

Con la formula y la solución de la ecuación realizada nos indica que el tiempo de duración de desarrollo del software es de 7 meses con 17 personas encargadas del desarrollo.

### Cálculo del Personal Requerido

$$NP = E/T \text{ (Personas)}$$

Donde:

NP: número de personas.

E: Esfuerzo.

T: Tiempo.

$$NP=17.13/7 \text{ (Personas)}$$

$$NP=2.44=2 \text{ personas}$$

## INTERPRETACION

La anterior respuesta a la ecuación realizada nos indica que son 2 personas necesarias para el trabajo en el proyecto en un periodo de 7 meses.

**Costo del Software.** Por indicación de las autoridades pertinentes el sueldo mínimo a considerar sería de 2500 Bs por mes.

Calculando el costo del software con el dato anterior.

$$CS = \textit{sueldo mes} * NP * T$$

**Donde**

CS= Costo total.

NP=Número de personas.

T=Tiempo.

Reemplazamos

$$CS = \textit{sueldo mes} * NP * T$$

$$CS = 2500 * 2 * 7$$

$$CS = \textit{sueldo mes} * NP * T$$

$$CS= 35000 \text{ Bs}$$

## INTERPRETACION

El costo del sistema considerando un salario mínimo la cantidad de personas necesarias y el tiempo de desarrollo es de 35000Bs.

### 4.2.3. Costo de operación

El costo de operaciones abarca a los costos que serán necesarios para la implementación del sistema los cual son costos adicionales y no incluidos en costo del software.

**Tabla 26***Tabla de Costos Totales*

Concepto	Descripción	Costo Aproximado (BoI)
<b>Servidor Web</b>	Alojamiento en un servidor VPS o dedicado	208
<b>Dominio</b>	Registro del dominio	125 (anual)
<b>SSL</b>	Certificado SSL para seguridad en la transmisión de datos	34
<b>Base de Datos</b>	Servicio gestionado de PostgreSQL	139.2
<b>Backup y Almacenamiento</b>	Servicios de backup y almacenamiento adicional	35.5
<b>Total, Aproximado</b>		541.7
<b>Desarrollo del Software</b>		
Costo de software		35000
<b>Circuito Electrónico</b>		
Microcontrolador ESP 8266		60
Modulo Bluetooth HC-06		40
RFID-RC522		60
Cajón del Circuito		30
LED's		2
<b>Precio Total</b>		<b>35733.7</b>

**INTERPRETACION**

El costo del proyecto hasta el momento de su implementación y de manera funcional, bajo el seguimiento de los estándares y la estimación de costos se llega a la conclusión de que el proyecto costaría 35733.7.

**4.3. SEGURIDAD DE SOFTWARE**

La seguridad del software consiste en asegurarse de que el software sea resistente a ataques y que los datos que maneja estén protegidos contra accesos no autorizados. Esto incluye desde el diseño hasta la implementación y el mantenimiento del software, garantizando que solo las personas autorizadas puedan acceder y modificar la información.

"El objetivo de la seguridad informática es proteger los recursos informáticos, tanto hardware como software, contra cualquier tipo de amenaza que comprometa la confidencialidad, integridad y disponibilidad de la información." (Ramió Aguirre & Muñoz Muñoz, 2009).

#### 4.3.1. Sistema de Gestión de Seguridad de la Información ISO-27001

La ISO/IEC 27001 establece los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar continuamente un SGSI. La norma cubre todos los aspectos de la seguridad de la información, incluyendo la evaluación de riesgos, el control de accesos, la gestión de incidentes y la formación en seguridad

#### 4.3.2. Políticas de Seguridad para el Sistema

Establecer políticas de seguridad que defina los objetivos y el compromiso de la organización con la seguridad de la información. Por lo cual se realiza 6 políticas de seguridad que se siguen el proceso de creación del sistema las cuales son.

**Tabla 27**

*Políticas de Seguridad*

N.º	POLÍTICA DE SEGURIDAD	DESCRIPCIÓN
1	Control de Acceso	Implementar autenticación y autorización robustas para garantizar que solo usuarios autorizados accedan al sistema.
2	Encriptación de Datos	Usar encriptación para proteger los datos de geolocalización tanto en tránsito como en reposo.
3	Gestión de Vulnerabilidades	Realizar evaluaciones periódicas de vulnerabilidades y aplicar parches y actualizaciones de seguridad oportunamente.
4	Políticas de Contraseñas	Establecer requisitos de complejidad y periodicidad de cambio de contraseñas para los usuarios del sistema.
5	Capacitación y Concienciación de Seguridad	Proporcionar formación continua en seguridad a todos los empleados y usuarios del sistema de geolocalización.

- 6      Protección contra Malware      Implementar y mantener software antivirus y antimalware actualizado en todos los dispositivos que acceden al sistema.

Estas políticas de seguridad ayudan a proteger la integridad, confidencialidad y disponibilidad del sistema.

#### **4.3.3. Autenticación y Control de Acceso**

La autenticación y el control de acceso son fundamentales para asegurar que solo usuarios autorizados puedan acceder al sistema de geolocalización y control del servicio de transporte escolar. Es por ese motivo que se implementan mecanismos robustos para verificar la identidad del usuario y definir qué acciones puede realizar dentro del sistema.

**Autenticación.** Utilizar bibliotecas de autenticación de CodeIgniter 4 para gestionar el inicio de sesión de los usuarios. Al validar las credenciales, se utilizan funciones de hash seguras como ser `password_hash` y `password_verify` en PHP para proteger las contraseñas almacenadas.

**Control de Acceso.** Se implementa filtros (Filters) en CodeIgniter 4 para restringir el acceso a ciertas partes del sistema según el rol del usuario.

#### **4.3.4. Encriptación de Contraseña**

La encriptación de contraseñas implica transformar las contraseñas en un formato cifrado que no pueda ser fácilmente revertido, protegiendo así la información sensible incluso si la base de datos se ve comprometida.

**Hash de Contraseñas.** Como se está utilizando PHP, las contraseñas se almacena utilizando `password_hash` para generar un hash seguro y `password_verify` para verificar las contraseñas durante el inicio de sesión.

#### **4.3.5. Validación de Caracteres en las Entradas**

La validación de caracteres en las entradas es para garantizar que solo datos válidos y esperados sean procesados por el sistema, minimizando el riesgo de inyección de código y otros ataques maliciosos.

#### **4.3.6. Cierre de Sesiones**

El cierre de sesiones nos asegura que las sesiones de usuario se terminen adecuadamente para prevenir accesos no autorizados y proteger la integridad del sistema.

**Gestión de Sesiones en CodeIgniter 4.** Se utiliza las funciones de gestión de sesiones de CodeIgniter 4 para iniciar, mantener y destruir sesiones de manera segura. Implementar un tiempo de expiración de sesión adecuado y asegurar que las sesiones se destruyan completamente al cerrar sesión (`session_destroy`).

Estas medidas fueron tomadas para construir un sistema robusto y seguro, protegiendo tanto la infraestructura como los datos sensibles de los usuarios.

### **4.4. PRUEBAS AL SOFTWARE**

Las pruebas de software son un proceso crucial en el desarrollo de aplicaciones que tiene como objetivo evaluar y verificar que el software desarrollado cumpla con los requisitos especificados y funcione según lo esperado. Este proceso implica la ejecución de un sistema o aplicación con el fin de identificar y corregir errores, fallos y otros problemas.

#### **4.4.1. Pruebas de Caja Blanca**

Las pruebas de caja blanca, también conocidas como pruebas estructurales o de caja de cristal, son un tipo de pruebas de software en las que se evalúa la estructura interna del código. A diferencia de las pruebas de caja negra, que se centran en la funcionalidad del software sin considerar su implementación interna, las pruebas de caja blanca analizan el flujo

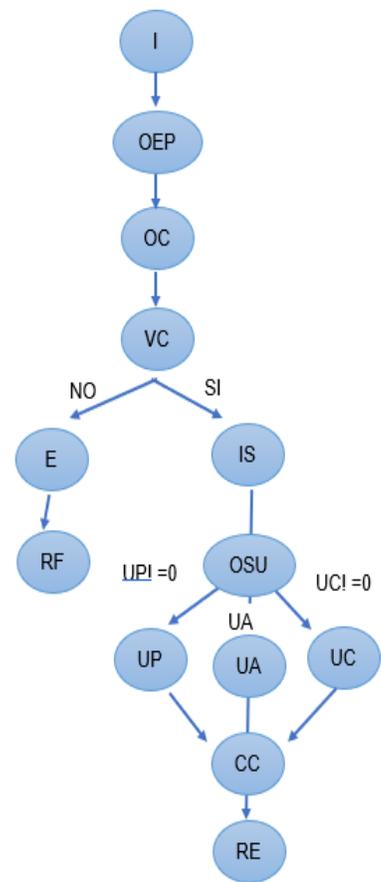
de datos, los caminos lógicos y las condiciones dentro del código. A continuación, se ilustra algunas pruebas realizadas al sistema

Figura 48

Fragmento de Código y Grafo de Fusión Inicio Sesión

```

1 public function acceso()
2 {
3     $request = service('request');
4     $email = $request->getPost('email');
5     $password = $request->getPost('password');
6     $usuarioModel = new GestionInginModel();
7     $usuario = $usuarioModel->obtenerUsuarioPorCorreo($email);
8     if ($usuario && password_verify($password, $usuario['password'])) {
9         // Iniciar sesión
10        $session = new Session();
11        $session->set(['loggedin' => true]);
12
13        //datos usuario totales
14        $datosusuario = $usuarioModel->datos_totales_usuario($usuario['id']);
15
16        if ($usuario['usuarioopadre_id']!=0) {
17            $usuarioopadre = $usuarioModel->obtener_datos_opadre01($datosusuario['usuarioopadre_id']);
18            $session->set('id_perfil', $datosusuario['id']);
19            $session->set('foto_perfil', $datosusuario['fotosusuario']);
20            $session->set('correo_perfil', $usuarioopadre['correoelectronico']);
21            $session->set('nombre', $usuarioopadre['nombretutor']);
22            $session->set('apellido', $usuarioopadre['apellidotutor']);
23            $session->set('ci', $usuarioopadre['ci_tutor']);
24            $session->set('telefono', $usuarioopadre['telefonotutor']);
25            $session->set('direccion', $usuarioopadre['direccion']);
26            $session->set('rolnombre', $datosusuario['rol']);
27            $session->set('eliminar', $datosusuario['eliminar']);
28            $session->set('modificar', $datosusuario['modificar']);
29            $session->set('agregar', $datosusuario['agregar']);
30            $session->set('administrador', $datosusuario['administrador']);
31        }
32        if ($usuario['usuarioadministrador_id']!=0) {
33            $usuarioadministrador = $usuarioModel->obtener_datos_administrador01($usuario['usuarioadministrador_id']);
34            $session->set('id_perfil', $datosusuario['id']);
35            $session->set('foto_perfil', $datosusuario['fotosusuario']);
36            $session->set('correo_perfil', $usuarioadministrador['correo']);
37            $session->set('nombre', $usuarioadministrador['nombre']);
38            $session->set('apellido', $usuarioadministrador['apellido']);
39            $session->set('ci', $usuarioadministrador['ci']);
40            $session->set('telefono', $usuarioadministrador['telefono']);
41            $session->set('direccion', $usuarioadministrador['direccion']);
42            $session->set('rolnombre', $datosusuario['rol']);
43            $session->set('eliminar', $datosusuario['eliminar']);
44            $session->set('modificar', $datosusuario['modificar']);
45            $session->set('agregar', $datosusuario['agregar']);
46            $session->set('administrador', $datosusuario['administrador']);
47        }
48        if ($usuario['usuarioconductor_id']!=0) {
49            $usuarioconductor = $usuarioModel->obtener_datos_conductor01($usuario['usuarioconductor_id']);
50            $session->set('id_perfil', $datosusuario['id']);
51            $session->set('foto_perfil', $datosusuario['fotosusuario']);
52            $session->set('correo_perfil', $usuarioconductor['correoelectronico']);
53            $session->set('nombre', $usuarioconductor['nombre']);
54            $session->set('apellido', $usuarioconductor['apellido']);
55            $session->set('ci', $usuarioconductor['ci']);
56            $session->set('telefono', $usuarioconductor['telefono']);
57            $session->set('direccion', $usuarioconductor['direccion']);
58            $session->set('rolnombre', $datosusuario['rol']);
59            $session->set('eliminar', $datosusuario['eliminar']);
60            $session->set('modificar', $datosusuario['modificar']);
61            $session->set('agregar', $datosusuario['agregar']);
62            $session->set('administrador', $datosusuario['administrador']);
63        }
64        $response = array('success' => true, 'message' => 'Inicio de sesión exitoso.');
```



Nota. Fragmento de código de único de sesión y asignación de rol que se empleo para poder realizar la prueba de la caja blanca.

Tabla 28

Descripción de Variables del Grafo usada para la Prueba

DESCRIPCION DE GRAFO	
VARIABLE	DESCRIPCION
I	INICIO
OEP	OBTENER EMAIL Y PASSWORD

<b>OUC</b>	OBTERNER USUARIO POR CORREO
<b>VC</b>	VERIFICACION DE CONTRASEÑA
<b>SI LA VERIFICACION ES CORRECTA</b>	
<b>IS</b>	INCIAR SESION
<b>ODU</b>	OBTENER DATOS USUARIO
<b>TIPO DE USUARIO</b>	
<b>UP</b>	USUARIO PADRE
<b>UA</b>	USUARIO ADMINSTRADOR
<b>UC</b>	USUARIO CONDUCTOR
<b>CONFIGURACIONES Y GUARDADO</b>	
<b>CC</b>	CONFIGURACION Y GUARDAR
<b>RE</b>	RESPUESTAS EXITOSA
<b>SI LA VERIFICACION ES NEGATIVA</b>	
<b>E</b>	ERROR DE INCIO DE SESION
<b>RF</b>	RESPUESTA FALLIDA

Realizando el análisis correspondiente del grafo de flujo para la función de inicio de sesión en el sistema se determina el valor de complejidad ciclomática con la siguiente formula:

$$V(G) = A - N + 2$$

**Donde:**

**A:** Es el número de aristas del grafo de flujo.

**N:** Es el número de nodos del grafo de flujo.

**Reemplazando**

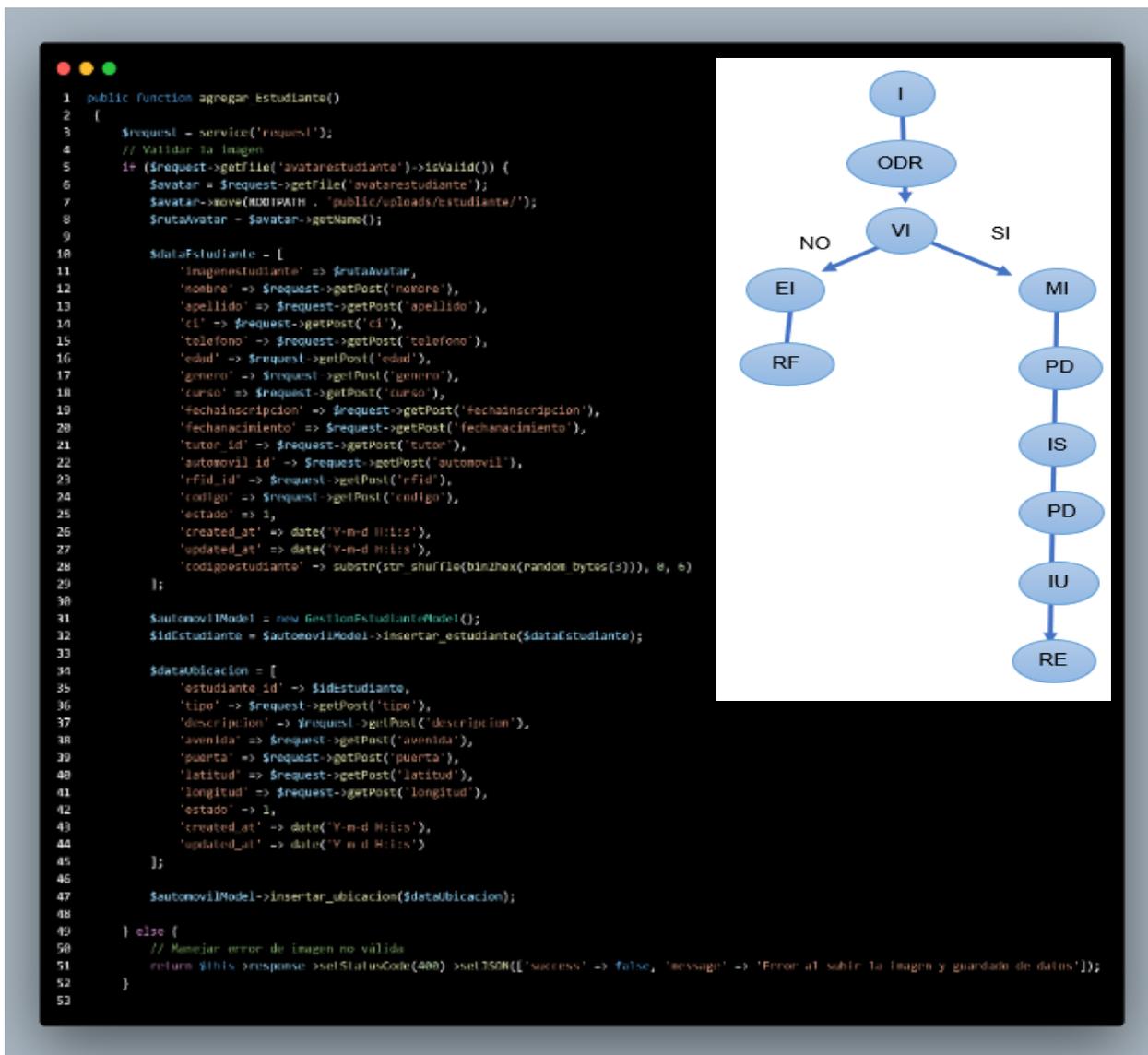
$$V(G) = 14 - 13 + 2$$

$$V(G) = 3$$

**Entonces:** El valor de complejidad ciclomatica es 3 lo cual nos indica en la tabla general empleada para este tipo de pruebas que según la evaluación de riesgo de la función indica que el programa sin muchos riesgos

Figura 49

Fragmento de Código y Grafo de Fusión Registro Estudiante



**Nota.** fragmento de código de registro de estudiantes del servicio de transporte utilizado para realizar el armado del grafo con el número de aristas y nodos con el fin de llevar a cabo la prueba de caja blanca.

Tabla 29

Descripción de Variables del Grafo usada para la Prueba

DESCRIPCION DE GRAFO	
VARIABLE	DESCRIPCION
I	INICIO
ODR	OBTENCION DE DATOS REQUEST

<b>VI</b>	VALIDACION DE IMAGEN
<b>SI LA VERIFICACION ES CORRECTA</b>	
<b>MI</b>	MOVER IMAGEN
<b>PD</b>	PREPARAR DATOS DE ESTUDIANTE
<b>PROCESO</b>	
<b>IS</b>	INSERTAR DATOS
<b>DATOS DE UBICACION</b>	
<b>PU</b>	PREPARAR DATOS DE UBICACIÓN
<b>IU</b>	INSERTAR UBICACIÓN
<b>RE</b>	RESPUESTA EXISTOSA
<b>SI LA VERIFICACION ES NEGATIVA</b>	
<b>EI</b>	ERROR DE IMAGEN
<b>RF</b>	RESPUESTA FALLIDA

Realizando el análisis correspondiente del grafo de flujo para la función de registro de usuario se determina el valor de complejidad ciclomática con la siguiente formula:

$$V(G) = A - N + 2$$

Donde:

A: Es el número de aristas del grafo de flujo.

N: Es el número de nodos del grafo de flujo.

Remplazando

$$V(G) = 10 - 11 + 2$$

$$V(G) = 1$$

**Entonces:** El valor de complejidad ciclomatica es 1 lo cual nos indica en la tabla general empleada para este tipo de pruebas que según la evaluación de riesgo de la función nos indica que el programa no tiene muchos riesgos y es testeable.

#### **4.4.2. Pruebas de Caja Negra**

La prueba de caja negra de software, son testers que prueban la funcionalidad del programa sin necesidad de saber cómo está programado internamente, solo se centran en

probar cómo se comporta con diferentes entradas y si produce los resultados esperados.

En el proceso para realizar las pruebas de caja negra se tomará en cuenta los casos de administración de usuarios, registros de estudiantes, datos de ubicación de hogar, registro de padre en las siguientes tablas.

**Tabla 30**

*Prueba de Caja Negra: Administración de Usuarios*

TITULO	Prueba de Administración de Usuarios
REFERENCIA	CPAU01
CONDICION DE EJECUCION	<p><b>Primero:</b> El usuario debe tener inicio de sesión con rol administrador con todos los privilegios.</p> <p><b>Segundo:</b> El usuario nuevo no debe tener un registro anteriormente, si no el sistema indicara el error</p>
CONDICIONES DE ENTRADAS	<p>El administrador debe ya estar registrado y con su rol de administrador del sistema. El usuario ya debería haber iniciado sesión en el sistema para realizar este proceso.</p> <p>Inicio de sesión correcto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingresar al menú.</li> <li>✓ Ingresar a usuario.</li> <li>✓ Ingresar al tipo de usuario que se creara.</li> <li>✓ Ingresar a la opción de “Registrar”.</li> </ul>
ENTRADAS DE DATOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingresar los datos con la validación exigida por el sistema.</li> <li>✓ Registrar y guardar los datos.</li> <li>✓ Al ser administrador visualizar los demás datos.</li> <li>✓ Debe tener acciones como ser de editar, eliminar y visualización de registros junto a una búsqueda avanzada.</li> </ul>
SALIDA ESPERADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mensaje de Bienvenida al sistema.</li> <li>✓ Validación de caracteres y mensajes guías para el usuario.</li> <li>✓ Registro y mensaje de éxito de los nuevos datos del usuario.</li> </ul>

**PROCESO REALIZADO** Registro y guardado en la base de datos con los datos ingresados por el usuario sin diferencia ni alteraciones

En la tabla 30 que se puede apreciar a continuación se presenta la prueba de caja negra en el proceso de registros de estudiantes con el fin de validar y obtener los resultados esperados, junto con la verificación que se realice el proceso.

**Tabla 31** *Prueba de Caja Negra: Registros de Estudiantes*

TITULO	Prueba de Registro de Estudiantes
REFERENCIA	CPREU02
CONDICION DE EJECUCION	<p><b>Primero:</b> El usuario debe tener inicio de sesión con rol administrador con todos los privilegios.</p> <p><b>Segundo:</b> En el proceso de registro en necesario tener la presencia del padre de familia para que facilite los datos de registro de la información del estudiante.</p>
CONDICIONES DE ENTRADAS	<p>El administrador debe ya estar registrado y con su rol de administrador del sistema.</p> <p>Solo el administrador podrá realizar esta operación de registros de estudiantes o diferentes roles con los privilegios adecuados.</p>
ENTRADAS DE DATOS	<p>Inicio de sesión correcto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingresar al menú.</li> <li>✓ Ingresar a usuario.</li> <li>✓ Ingresar al tipo de usuario en este caso Estudiantes.</li> <li>✓ Ingresar a la opción de “Registrar”.</li> <li>✓ Ingresar los datos con la validación exigida por el sistema.</li> <li>✓ Registrar y guardar los datos.</li> <li>✓ Al ser administrador visualizar los demás datos.</li> <li>✓ Debe tener acciones como ser de editar, eliminar y visualización de registros junto a una búsqueda avanzada.</li> </ul>
SALIDA ESPERADA	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mensaje de Bienvenida al sistema.</li> <li>✓ Mensaje de registro exitoso.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mensaje de visuales si se tiene algún error.</li> <li>✓ Validación de caracteres y mensajes guías para el usuario.</li> <li>✓ Registro y mensaje de éxito de los nuevos datos del usuario.</li> </ul>
<b>PROCESO REALIZADO</b>	Registro y guardado en la base de datos con los datos ingresados por el usuario sin diferencia ni alteraciones

En la tabla 32 que se puede apreciar a continuación se presenta la prueba de caja negra en el proceso de registro de ubicación de hogares del estudiante, con el fin de validar y obtener los resultados esperados, junto con la verificación que se realice el proceso

**Tabla 32**

*Prueba de Caja Negra: Registro de Ubicación de Hogar del Estudiante*

<b>TITULO</b>	<b>Prueba de Registro de Hogar del Estudiante</b>
<b>REFERENCIA</b>	CPRHE03
<b>CONDICION DE EJECUCION</b>	<b>Primero:</b> El usuario debe tener inicio de sesión con rol administrador con todos los privilegios.
<b>CONDICIONES DE ENTRADAS</b>	El administrador debe ya estar registrado y con su rol de administrador del sistema. El usuario ya debería haber iniciado sesión en el sistema para realizar este proceso.
<b>ENTRADAS DE DATOS</b>	<p>Inicio de sesión correcto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingresar al menú.</li> <li>✓ Ingresar a usuario.</li> <li>✓ Ingresar al tipo de usuario en este caso de estudiante.</li> <li>✓ Ingresar a la opción de “Registrar”.</li> <li>✓ Dirigirse a la opción de hogar.</li> <li>✓ Señalar el punto donde está el hogar.</li> <li>✓ Ingresar los datos con la validación exigida por el sistema.</li> <li>✓ Registrar y guardar los datos.</li> <li>✓ Al ser administrador visualizar los demás datos.</li> <li>✓ Debe tener acciones como ser de editar, eliminar y</li> </ul>

visualización de registros junto a una búsqueda avanzada.

<b>SALIDA ESPERADA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mensaje de Bienvenida al sistema.</li> <li>✓ Mensaje de registro exitoso.</li> <li>✓ Mensaje de visuales si se tiene algún error.</li> <li>✓ Validación de caracteres y mensajes guías para el usuario.</li> <li>✓ Registro y mensaje de éxito de los nuevos datos del usuario.</li> </ul>
<b>PROCESO REALIZADO</b>	Registro y guardado en la base de datos con los datos ingresados por el usuario sin diferencia ni alteraciones

En la tabla 33 que se puede apreciar a continuación se presenta la prueba de caja negra en el proceso de registros a los padres de familia con el fin de validar y obtener los resultados esperados, junto con la verificación que se realice el proceso

**Tabla 33**

*Prueba de Caja Negra: Registro de Padres de Familia*

<b>TITULO</b> Prueba de Registro de Padre de Familia	
<b>REFERENCIA</b>	CPPF04
<b>CONDICION DE EJECUCION</b>	<b>Primero:</b> El usuario debe tener inicio de sesión con rol administrador con todos los privilegios.
<b>CONDICIONES DE ENTRADAS</b>	El administrador debe ya estar registrado y con su rol de administrador del sistema. El usuario ya debería haber iniciado sesión en el sistema para realizar este proceso.
<b>ENTRADAS DE DATOS</b>	<p>Inicio de sesión correcto.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ingresar al menú.</li> <li>✓ Ingresar a usuario.</li> <li>✓ Ingresar al tipo de usuario en este caso de padre.</li> <li>✓ Ingresar a la opción de “Registrar”.</li> <li>✓ Se debe visualizar el formulario.</li> <li>✓ Ingresar los datos con la validación exigida por el sistema.</li> <li>✓ Registrar y guardar los datos.</li> <li>✓ Al ser administrador visualizar los demás datos.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Debe tener acciones como ser de editar, eliminar y visualización de registros junto a una búsqueda avanzada.</li> </ul>
<b>SALIDA ESPERADA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mensaje de Bienvenida al sistema.</li> <li>✓ Mensaje de registro exitoso.</li> <li>✓ Mensaje de visuales si se tiene algún error.</li> <li>✓ Validación de caracteres y mensajes guías para el usuario.</li> <li>✓ Registro y mensaje de éxito de los nuevos datos del usuario.</li> </ul>
<b>PROCESO REALIZADO</b>	Registro y guardado en la base de datos con los datos ingresados por el usuario sin diferencia ni alteraciones

#### 4.5. BENEFICIOS

Los beneficios que se obtendrán a partir de la puesta en la operación y uso del sistema son:

- ✓ Mejor manejo de la información y ubicación georreferenciada de la ubicación de los hogares.
- ✓ El uso de la tecnología GPS en los dispositivos podrá compartir la ubicación en tiempo real sobre la ubicación de los vehículos para los padres de familia.
- ✓ Mejor manejo de datos e información del servicio.
- ✓ Fácil y rápido acceso a información real y precisa.
- ✓ Control de ingreso y salida autenticada para los estudiantes a las movilidades.
- ✓ Mejor coordinación entre los administradores y los conductores.
- ✓ Generar mayor confianza y grado de seguridad a los padres de familia.
- ✓ Un servicio de calidad y tecnológico para los estudiantes.
- ✓ Organización y rápido acceso a una guía telefónica.

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Finalmente, en este capítulo se detalla las conclusiones a las cuales se llegaron con la culminación del proyecto junto a las recomendaciones de trabajos a futuro y mejoras en nuevas versiones del sistema.

#### **5.1. CONCLUSIONES**

Una vez concluido el proyecto junto al proceso de implementación y haber realizado el estudio de funcionamiento del Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnología GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar en el Centro Educativo Mutual La Paz se llegó a las siguientes conclusiones.

La implementación de tecnologías GPS y RFID en el sistema web permitió un seguimiento preciso y en tiempo real de los vehículos y estudiantes, mejorando significativamente el monitoreo y gestión del transporte escolar. Esto incrementó la seguridad al proporcionar información inmediata sobre la ubicación y movimientos, permitiendo una respuesta rápida ante incidencias. La creación e implementación de una base de datos bien estructurada garantizó un almacenamiento seguro y accesible a la información, proporcionando una base sólida para futuras mejoras. La interfaz web intuitiva y las notificaciones en tiempo real mejoraron la experiencia del usuario, aumentando la confianza y satisfacción con el servicio. Finalmente, el diseño modular y escalable del sistema, basado en CodeIgniter 4, permitió adaptarse a las necesidades cambiantes y facilitó el mantenimiento y actualizaciones futuras.

La identificación y el análisis detallado del flujo de información requerido para el servicio de transporte escolar permitieron definir claramente los procesos de registro y almacenamiento de datos. Esto aseguró que todos los datos críticos, como las ubicaciones en tiempo real y los

registros de entrada y salida de los estudiantes, se recopilaran de manera eficiente y se almacenaran de forma segura.

El análisis de los requerimientos específicos solicitados por la entidad educadora garantizó que el sistema desarrollado satisfaga completamente las necesidades de la institución. Al entender las demandas particulares de la institución, como la necesidad de notificaciones en tiempo real y el seguimiento detallado de los vehículos, se pudieron diseñar funcionalidades personalizadas que mejoran significativamente la eficiencia y la seguridad del servicio de transporte escolar.

La estructuración y construcción de una base de datos, basada en el flujo de datos y los requerimientos de la institución, resultó en un sistema de información bien organizado, respaldado y seguro. Esto no solo facilitó el acceso rápido a la información relevante, sino que también garantizó la integridad y la protección de los datos, aspectos cruciales para la confiabilidad y la operatividad del sistema.

El diseño y la simulación del dispositivo electrónico para el control de ingreso y salida de los estudiantes, junto con el sistema web de difusión y seguimiento geolocalizado, demostraron la viabilidad técnica y funcional de la solución propuesta. Esta etapa permitió identificar y solucionar posibles problemas antes de la implementación real, asegurando que el sistema funcione correctamente bajo condiciones operativas.

La implementación efectiva tanto del sistema de control de ingreso y salida de los estudiantes como del sistema de seguimiento geolocalizado permitió que los usuarios se beneficien del servicio de manera óptima. La integración de estas tecnologías proporcionó una solución completa que mejora la seguridad y la gestión del transporte escolar, ofreciendo a los padres y administradores una herramienta poderosa para monitorizar y gestionar el transporte en tiempo real, lo que contribuye a la confianza y satisfacción general con el servicio.

## 1.2. RECOMENDACIONES

El sistema cumple con todos los requerimientos actuales que le Centro Educativo Mutual La Paz demanda en el proceso de seguridad y gestión de la información en el servicio de transporte escolar esto con el fin que los diferentes actores de este servicio se beneficien con la implementación de la tecnología.

El sistema puede ser utilizado como base para aplicar funcionalidades más avanzadas ya que el proyecto está diseñado bajo los criterios de escalabilidad.

Se recomienda realizar las siguientes acciones:

- Utilizar conceptos de IOT internet de las cosas para mejorar el proceso de control
- Manejo de un server junto con el componente ESP8266 para el manejo de información y compartir información entre el modulo RFID y el sistema web.
- Generar un módulo de chat interno para los usuarios del servicio de transporte
- Creación de control de pagos y realización de pagos en la WEB.

## Bibliografía

- Herrero, M. (2018). Programación en ESP8266: Wi-Fi para arquitectos y desarrolladores. Alfaomega Grupo Editor.
- Banzi, M., & Shiloh, M. (2020). Getting Started with Arduino: The Open-Source Electronics Prototyping Platform (4th ed.). Maker Media, Inc.
- Hughes, E. (2017). Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications (5th ed.). Newnes.
- Monk, S. (2017). Electronics Cookbook: Practical Electronic Recipes with Arduino and Raspberry Pi. O'Reilly Media.
- Fernández-Medina, E., Trujillo, J., & Piattini, M. (2008). Metodologías de desarrollo web centradas en la usabilidad: una revisión sistemática. ACM SIGPLAN Notices, 43(1), 8-17.
- Martín, J., & Alfonseca, M. (2001). UML y patrones. Editorial Pearson.
- ISO/IEC 9126-1:2001. Software engineering — Product quality — Part 1: Quality model.
- Abranov, M., & Chou, L. (2020). Software cost estimation by points function. Journal of Software Engineering, 25(3), 250-268.
- International Function Point Users Group (IFPUG). (2023). About IFPUG. Retrieved from <https://www.ifpug.org>
- Gutiérrez, F., & Ramírez, J. (2018). Análisis y diseño de sistemas de información. Editorial AlfaOmega.
- Booch, G., Jacobson, I., & Rumbaugh, J. (1999). The UML Modeling Language User Guide. NY: Addison-Wesley.
- Born, G. (2001). Compendium HTML: con XHTML, DHTML, CSS, XML, XSL y WML. Barcelona: Marcombo.S.A
- Estimación de costos de desarrollo de software. (2014). Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/estimacion-de-costos-de-desarrollo-de-software/>
- Guerrero, N. (2014). UWE un Sistema de recomendación de Objetos de Aprendizaje Aplicando

Ingeniería web. Obtenido de <http://sistemas.unla.edu.ar/sistemas/redisla/ReLAIS/relais-v2-n3-137-143.pdf>

Monk, S. (2015). *Programming Arduino: Getting Started with Sketches*. McGraw-Hill Education.

Schwartz, B., Zaitsev, P., & Tkachenko, V. (2012). *High Performance MySQL: Optimization, Backups, Replication, and More*. O'Reilly Media.

Margolis, M. (2011). *Arduino Cookbook*. O'Reilly Media.

McManus, J., & Cook, J. (2016). *Principles of Database Management: The Practical Guide to Storing, Managing and Analyzing Big and Small Data*. Cambridge University Press.

Massimo, B., & Michael, S. (2009). *Bluetooth Essentials for Programmers*. Cambridge University Press.

Kirch, M. (2020). *Mastering Fritzing: From Zero to Hero in Electronics Prototyping*. Independently published.

Connolly, T., & Begg, C. (2015). *Database Systems: A Practical Approach to Design, Implementation, and Management (6th ed.)*. Pearson.

Richardson, L., & Ruby, S. (2008). *RESTful Web Services*. O'Reilly Media.

Pressman, R. S., & Maxim, B. R. (2015). *Ingeniería de software: Un enfoque práctico (8ª ed.)*. McGraw-Hill Education.

Dennis, A., Wixom, B. H., & Tegarden, D. (2015). *Análisis y diseño de sistemas (6ª ed.)*. John Wiley & Sons.

Booch, G., Rumbaugh, J., & Jacobson, I. (2005). *El Lenguaje Unificado de Modelado: Guía de Usuario*. Pearson Educación.

Sommerville, I. (2016). *Ingeniería de software (10ª ed.)*. Pearson Educación.

Bruegge, B., & Dutoit, A. H. (2010). *Ingeniería de Software Orientada a Objetos: Con UML, patrones y Java (3ª ed.)*. Pearson Educación.

**ANEXOS**

# **ANEXOS A**

# **Árbol de Problemas**

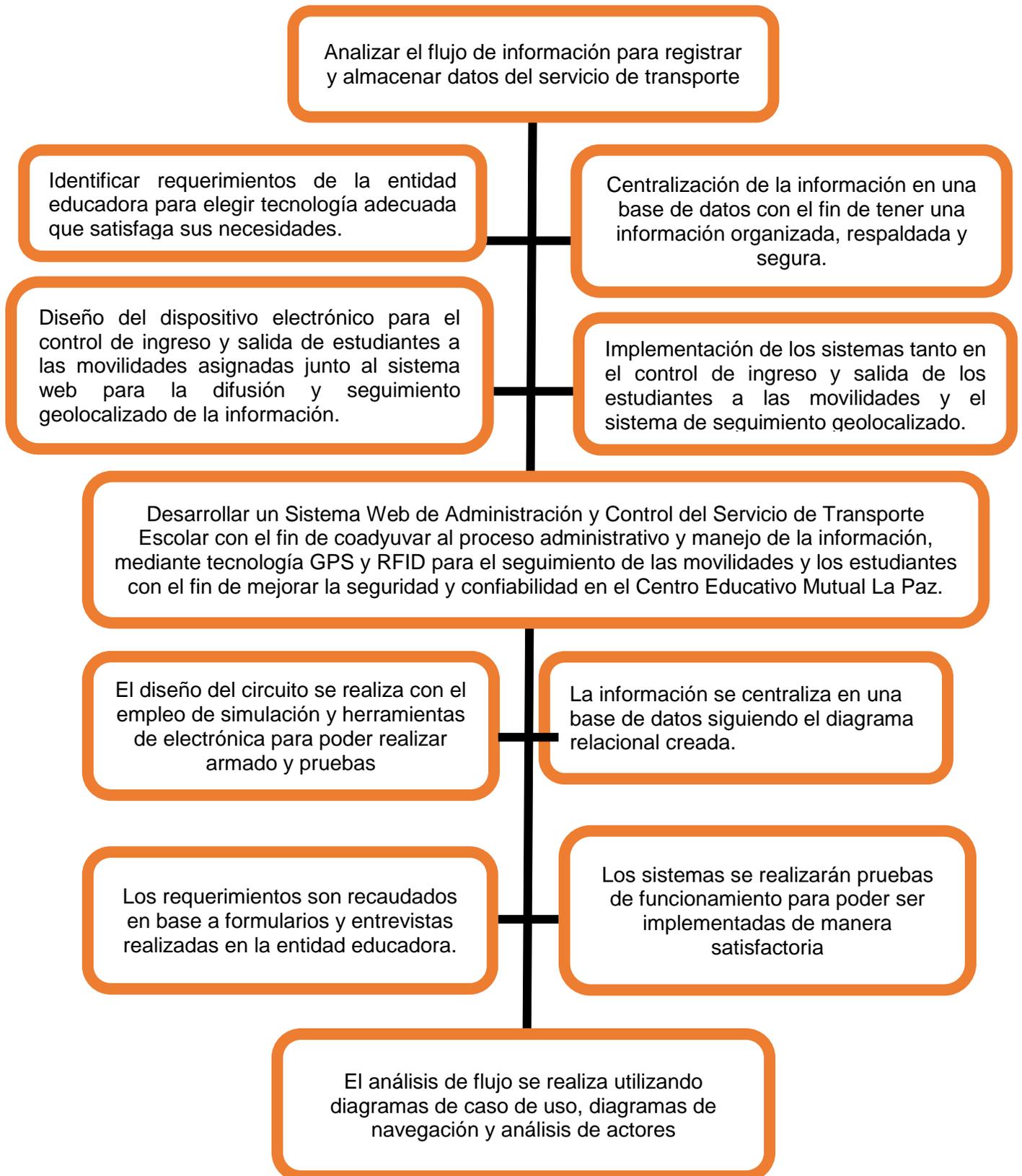
## ARBOL DE PROBLEMAS



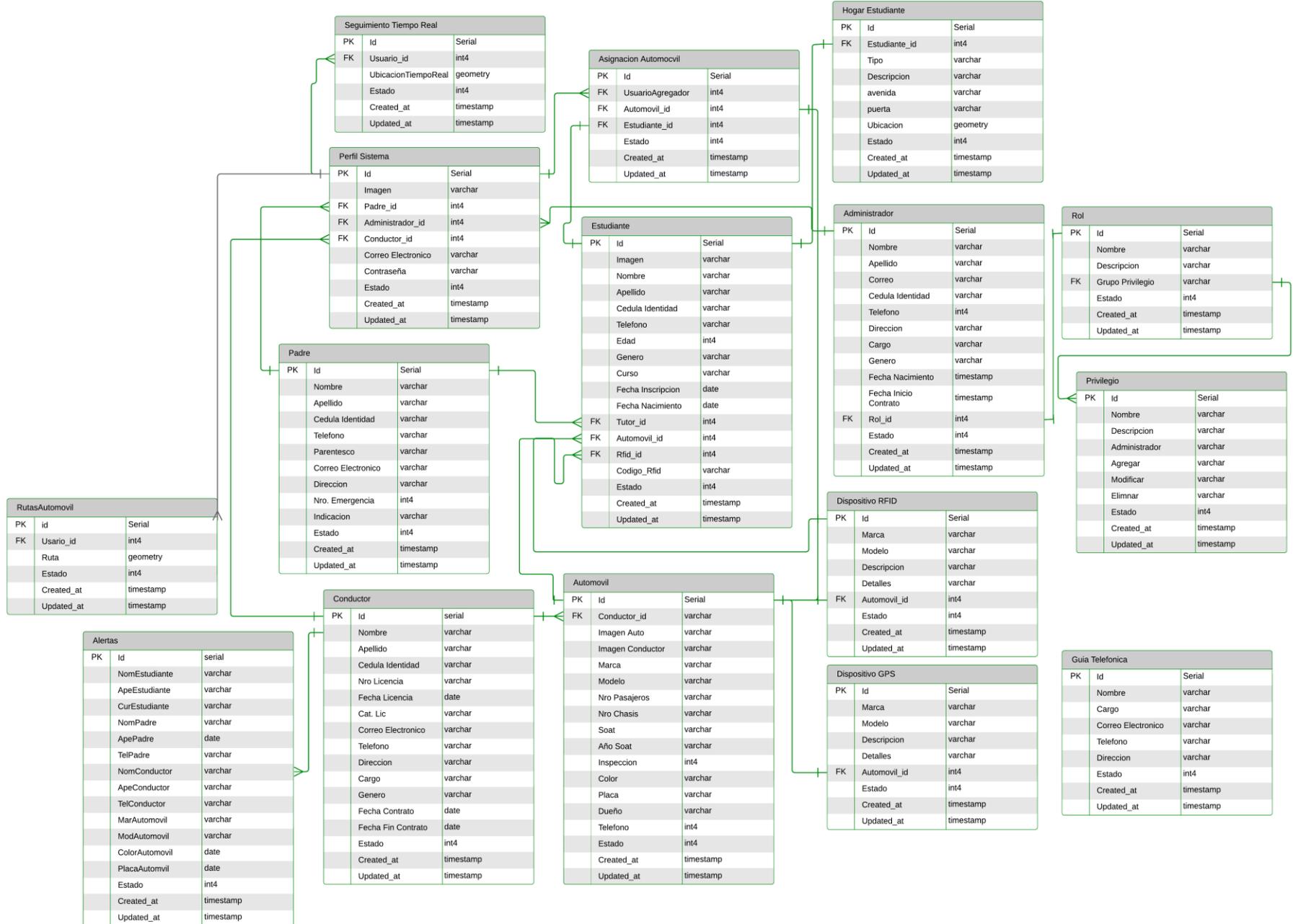
# **ANEXOS B**

## **Árbol de Objetivos**

## ARBOL DE OBJETIVOS



**ANEXOS C**  
**Modelo Relacional**  
**de la Base de**  
**Datos**



# **ANEXOS D**

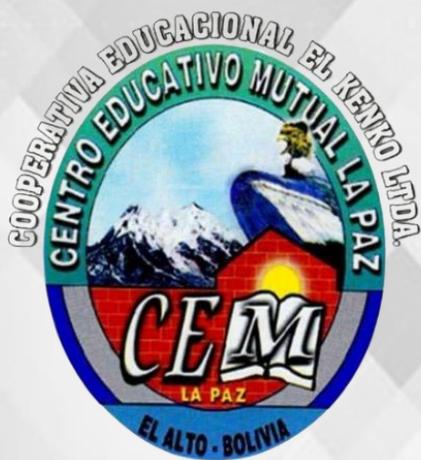
## **Manual del**

### **Sistema**

# MANUAL DEL SISTEMA

SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN APLICANDO  
TECNOLOGÍAS GPS Y RFID PARA EL  
CONTROL Y GESTIÓN DEL SERVICIO DE  
TRANSPORTE ESCOLAR

## GEOTRANCK



## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento muy rato y de todo respeto a la Centro Educativo Mutual La Paz por la oportunidad y permitirme realizar el proyecto de grado de nombre “Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnología GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar”.

## **PRESENTACION**

En el siguiente documento se realiza la presentación del manual de usuario del Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnología GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar GEOTRACK, con el objetivo de proporcionar a los usuarios del sistema una guía práctica para el manejo adecuado del sistema e indicando las funcionalidades del mismo, buscando la buena experiencia y el rápido aprendizaje del sistema para todos los usuarios.

## INDICE

1. Introducción .....	4
2. Alcance .....	4
3. Descripción General del Sistema .....	4
3.1. Funcionalidades Principales .....	4
3.2. Instalación y configuraciones .....	5
3.3. Instalación del Servidor Local (Laragon).....	6
3.4. Instalación de base de datos PostgreSQL.....	9
3.5. Backup en PgAdmin.....	18

## **1. Introducción**

Este manual proporciona instrucciones para la instalación, configuración, uso y mantenimiento del "Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnologías GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar" del Centro Educativo Mutual La Paz. Este sistema mejora la seguridad y eficiencia del transporte escolar, permitiendo un seguimiento en tiempo real de los estudiantes. Está dirigido a administradores del sistema y personal autorizado del centro educativo, cubriendo desde la instalación hasta la solución de problemas.

## **2. Alcance**

Este manual abarca todas las etapas del sistema, desde la instalación y configuración inicial hasta la administración y solución de problemas. Está destinado a administradores del sistema, conductores y personal autorizado del Centro Educativo Mutual La Paz.

## **3. Descripción General del Sistema**

El "Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnologías GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar" del Centro Educativo Mutual La Paz está diseñado para mejorar la seguridad y eficiencia del transporte escolar. Este sistema permite el seguimiento en tiempo real de los estudiantes mediante el uso de tecnologías GPS y RFID y realiza procesos administrativos junto al manejo de datos.

### **3.1. Funcionalidades Principales**

**Geolocalización en Tiempo Real:** Seguimiento de la ubicación de los buses escolares mediante GPS.

**Control de Acceso con RFID:** Control de estudiantes al abordar y descender del bus utilizando tarjetas RFID.

**Administración de datos necesarios para el servicio:** realiza el manejo de datos necesarios para el servicio como ser ubicación de los hogares de los estudiantes.

**Manejo de mapas:** realiza el empleo de mapas para poder tener información visual y real de los datos de ubicación geográfica

**Notificaciones:** Alertas en tiempo real para padres sobre la ubicación del transporte.

#### **Arquitectura del Sistema:**

**Framework:** CodeIgniter 4, un framework PHP que facilita el desarrollo bajo el modelo MVC (Modelo-Vista-Controlador).

**Base de Datos:** PostgreSQL, con extensión PostGIS para manejo de datos geográficos.

#### **Modelo MVC:**

**Modelo (Model):** Gestiona la lógica de datos y la interacción con la base de datos PostgreSQL.

**Vista (View):** Presenta la interfaz de usuario, mostrando mapas y datos relevantes de manera interactiva.

**Controlador (Controller):** Maneja las solicitudes del usuario, procesando la entrada y coordinando las respuestas entre el Modelo y la Vista.

Este diseño modular y escalable asegura que el sistema sea fácil de mantener y expandir, permitiendo la integración de nuevas funcionalidades y mejoras en el futuro.

### **3.2. Instalación y Configuraciones**

Para el proceso de instalación del sistema se requiere ciertas exigencias de hardware para el correcto funcionamiento, los que mencionaran a continuación.

**Hardware:**

- Procesador: Intel i3 o superior
- Memoria RAM: 4 GB o más
- Almacenamiento: 20 GB de espacio libre
- Conexión a Internet

**Software:**

- Sistema Operativo: Windows 10 o superior
- Servidor Local: Laragon (incluye Apache, PHP, y PostgreSQL)
- Navegador Web: Chrome, Firefox, o Edge
- CodeIgniter 4
- PostgreSQL con la extensión PostGIS
- Visual studio
- Php version 8.1 como minimo.

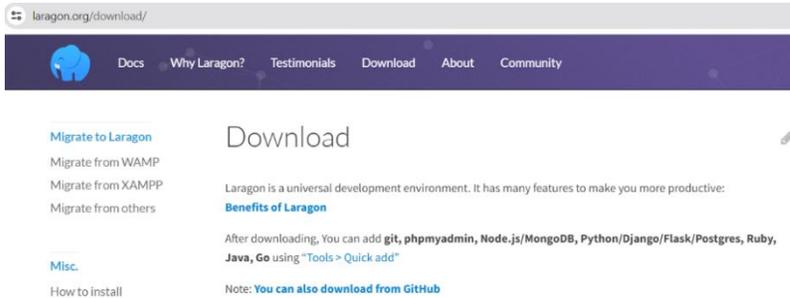
Una vez verificado que se tiene estos requerimientos se debe descargar software de servidor local.

**3.3. Instalación del Servidor Local (Laragon)**

Laragon es un entorno de desarrollo local todo en uno que facilita la configuración de servidores web (como Apache o Nginx), bases de datos (como MySQL o PostgreSQL) y otros servicios relacionados con el desarrollo web en entornos Windows

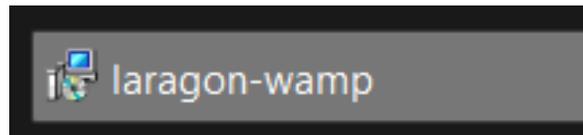
## Descargar Laragon:

Visita el sitio oficial de Laragon: <https://laragon.org/>. Descarga la versión completa de Laragon.



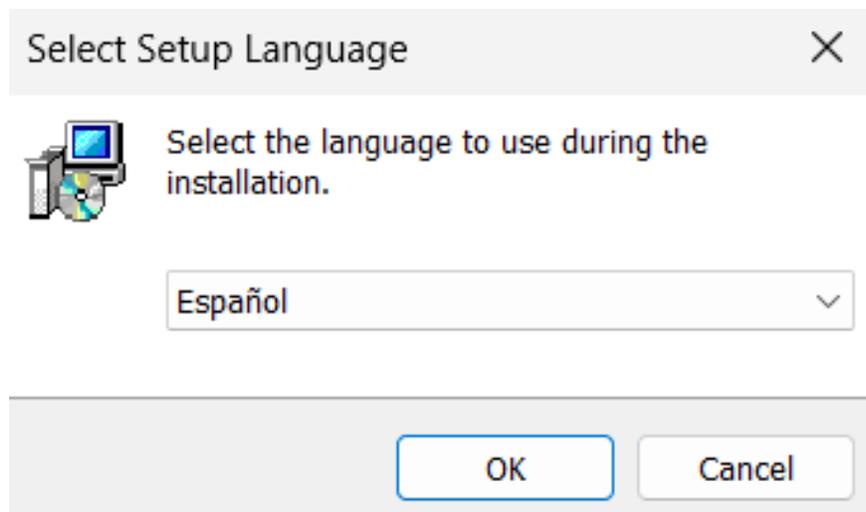
## Instalar Laragon:

**Ejecutar el instalador descargado:** Ejecuta el instalador de Laragon y sigue las instrucciones en pantalla.



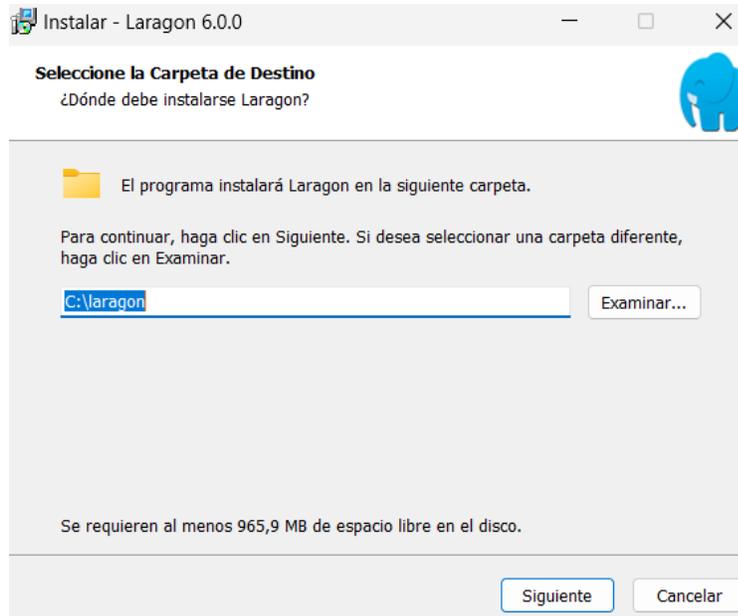
## Selección de Idioma.

Seleccionar el idioma que sea adecuado para usted.



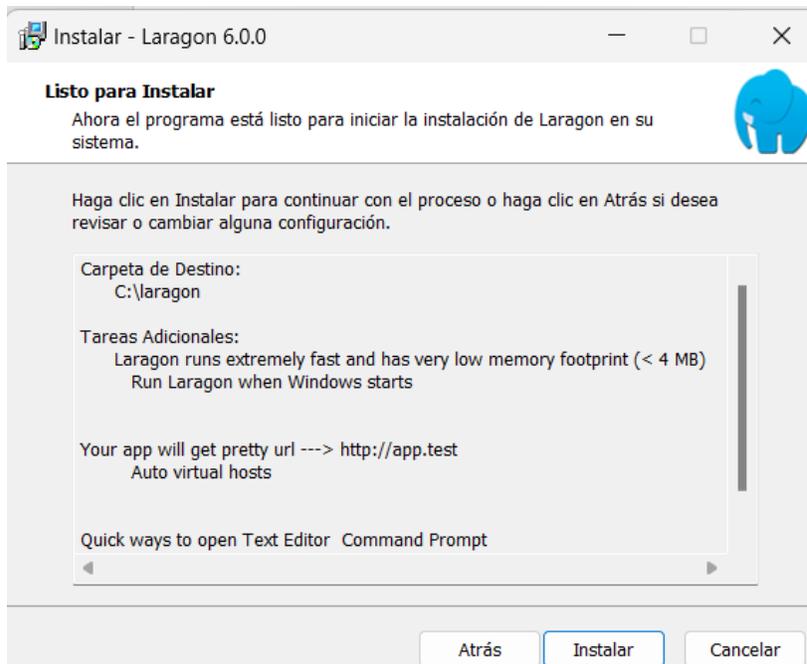
## Selección de carpeta

Seleccione la carpeta donde se instalará Laragon de preferencia si estas usando Windows instalarlo en disco local C:



## Instalación

Una vez realizado la selección de carpeta este nos mostrara la ventana para comenzar la instalación. Dar clic en instalar.

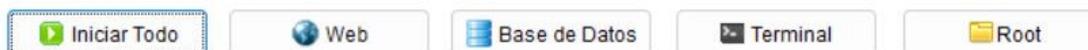


## Finalización de la Instalación.

Cuando culmine la instalación de laragon debe dar clic a finalizar y en su escritorio debe apreciar el ico de laragon.



Dream big and dare to fail.



Al realizar la instalación se ejecuta su panel de control de laragon el cual se ve de la siguiente manera

Esto nos indica que se instaló de manera correcta Laragon.

### 3.4. Instalación de Base de Datos PostgreSQL

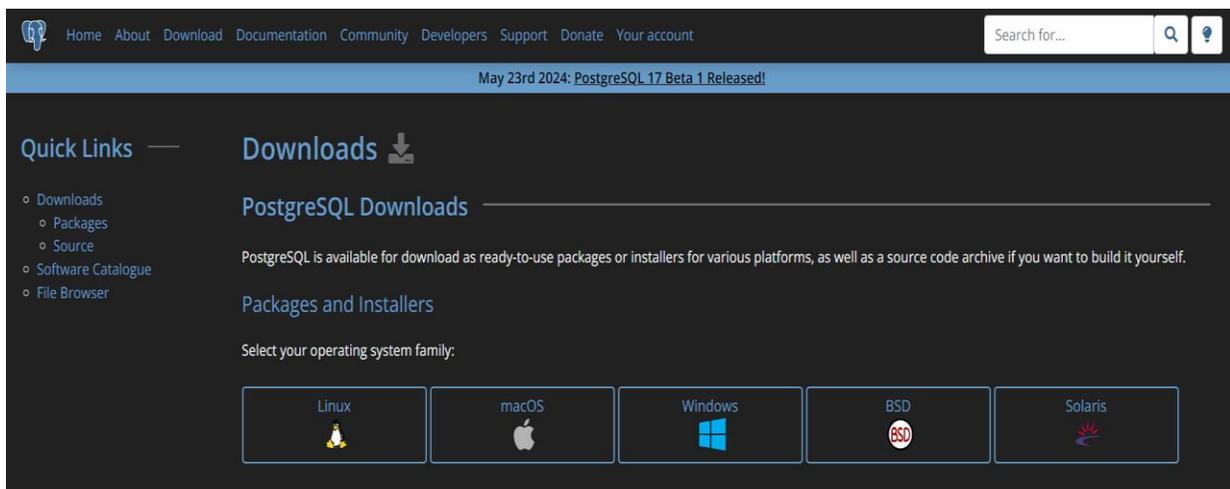
PostgreSQL es un sistema de gestión de bases de datos relacional de código abierto y potente, conocido por su fiabilidad, integridad de los datos y capacidad para manejar cargas de trabajo complejas. Una de las características más destacadas de PostgreSQL es su

extensión PostGIS, que agrega soporte para datos geoespaciales, permitiendo almacenar, consultar y manipular información relacionada con la ubicación geográfica de manera eficiente. Esto hace que PostgreSQL con PostGIS sea una opción popular para aplicaciones que requieren análisis espacial y geolocalización, como sistemas de información geográfica (SIG), aplicaciones de seguimiento y logística, entre otros.

## Descargar el Instalador

Dirigirse a la página oficial de PostgreSQL y descargar de ahí el instalador

<https://www.postgresql.org/download/>



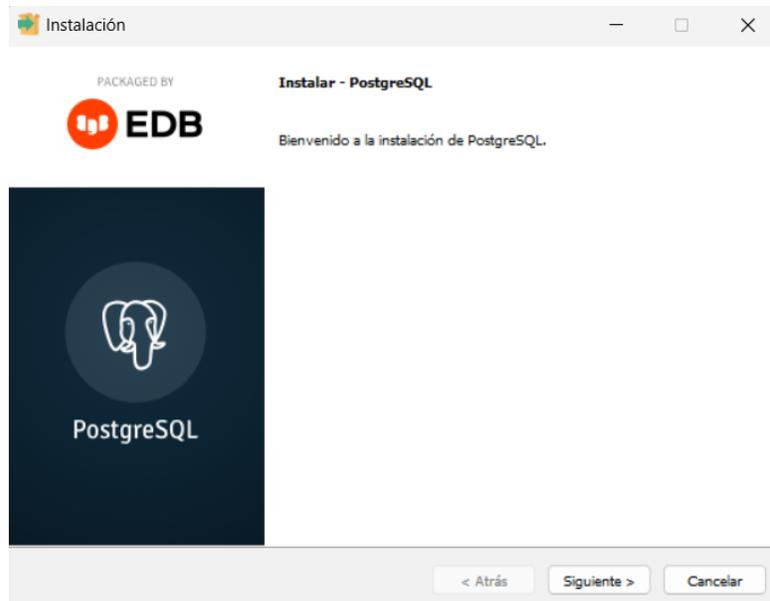
## Ejecutar PostgreSQL

Ir a donde se encuentra el ejecutable descargado y proceder a instalarlo



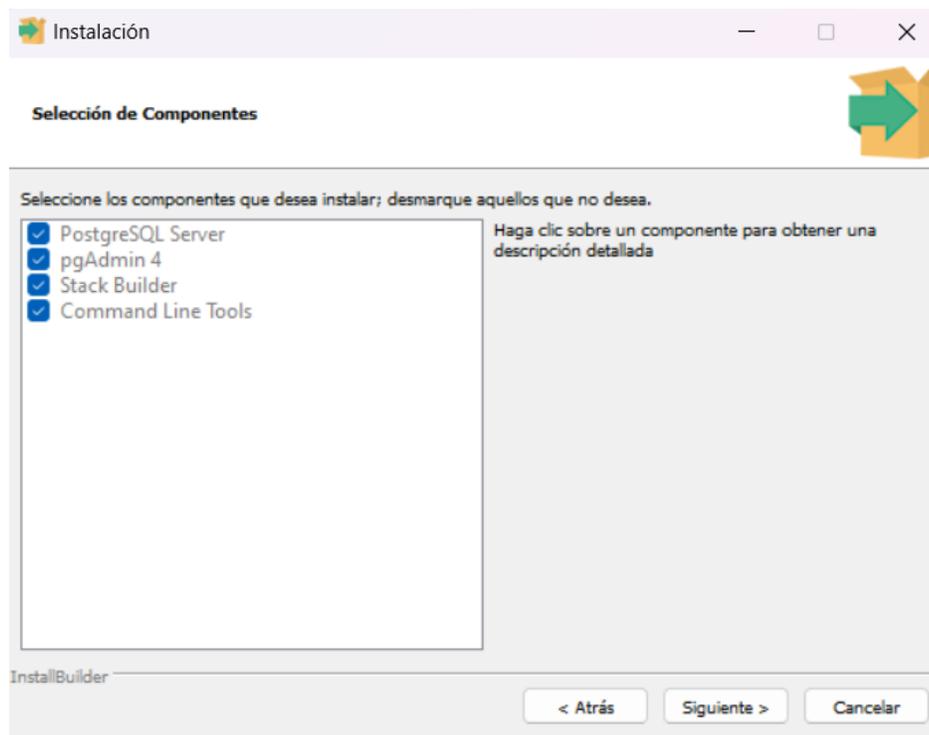
## Instalación

Nos mostrara la pantalla de instalación de PostgreSQL dar a siguiente.



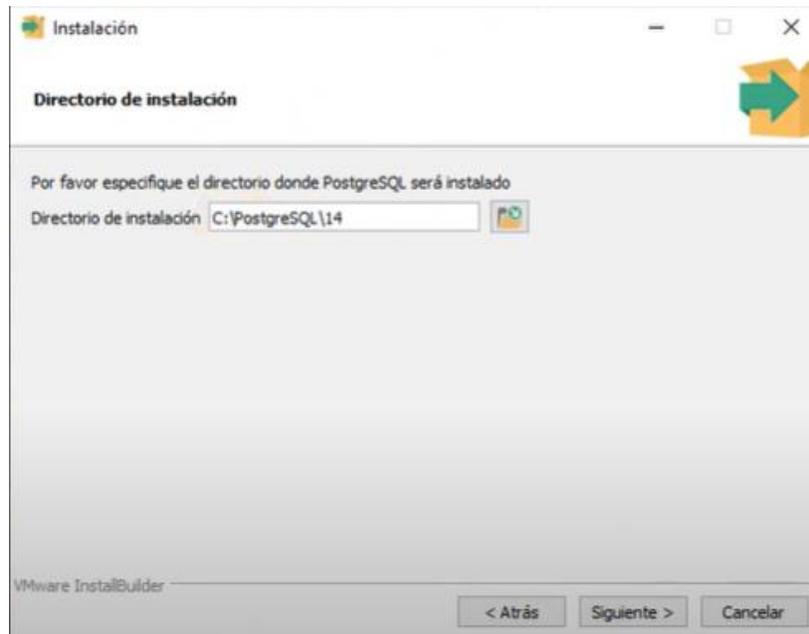
## Componentes de PostgreSQL

Verificar que todos los componentes este seleccionados y dar a siguiente.



## Carpeta de instalación

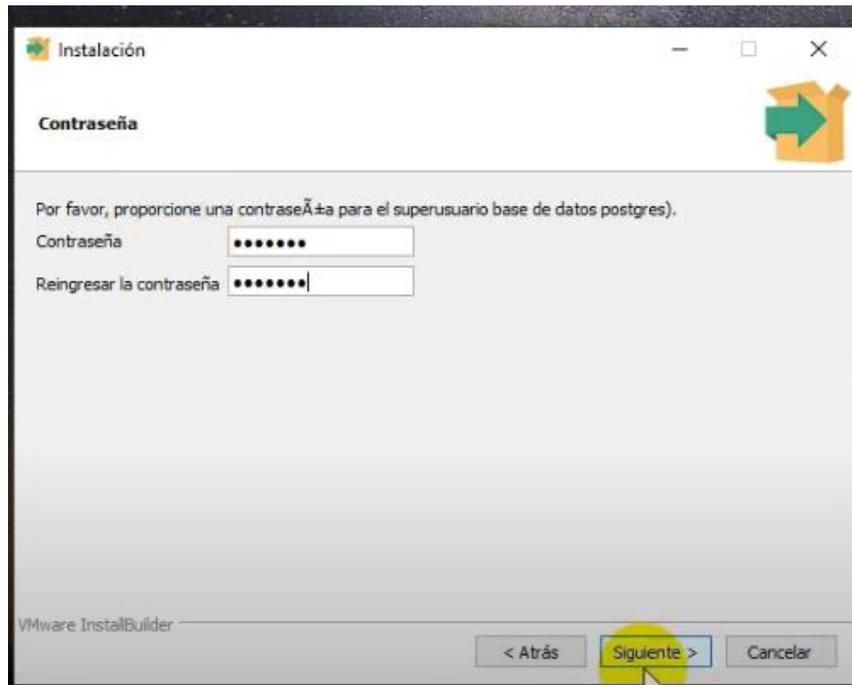
Seleccionamos la carpeta donde se realizará la instalación



## Verificación de Directorio

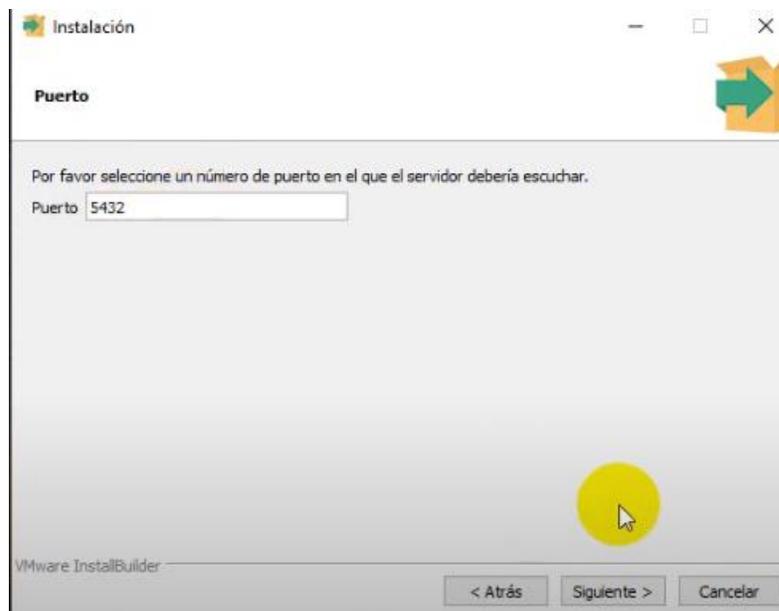


## Ingresar Contraseña para PostgreSQL



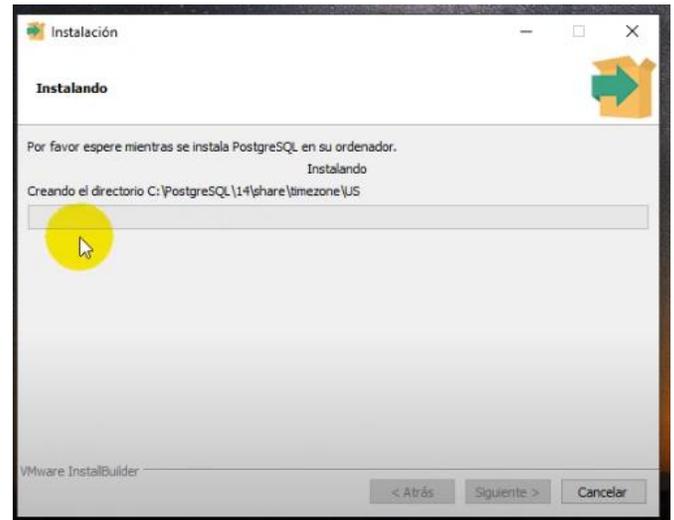
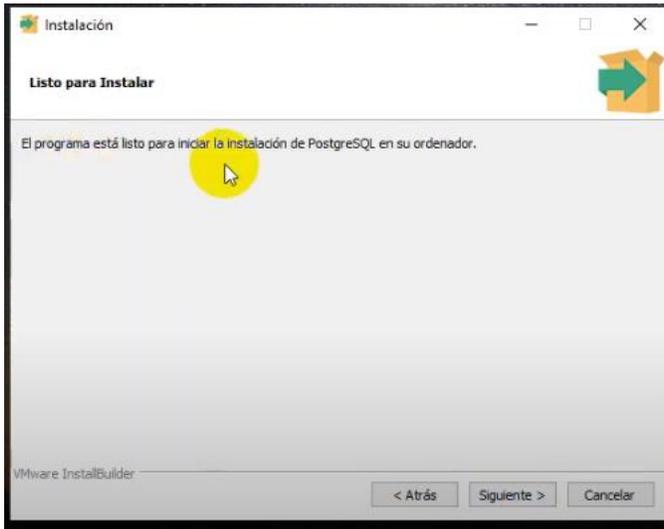
## Puerto de PostgreSQL

No es recomendable cambiarlo es mejor dejarlo con ese puerto.



## Verificación

Nos desplegara una pantalla que no indicara que el programa está listo para instalarlo y dar siguiente.



## Instalación Finalizada

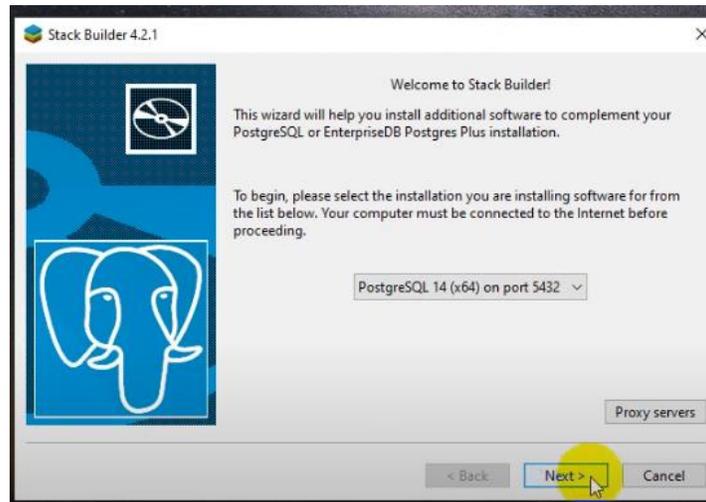
Una vez que se finalizó la instalación este nos despliega la siguiente ventana



Asegúrate que este tiqueado la opción y dar a clic a terminar.

## Instalación de PostGis

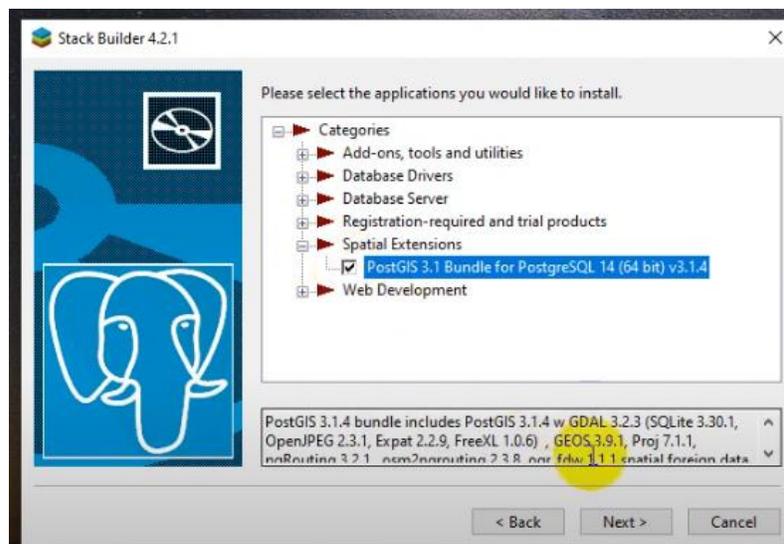
Al finalizar el anterior proceso nos da esta nueva ventana



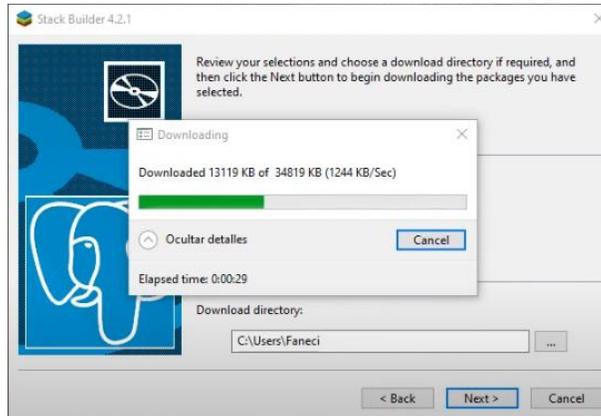
Seleccionamos si fuera necesario a PostgreSQL y damos a NEXT

## Instalamos la Extensión

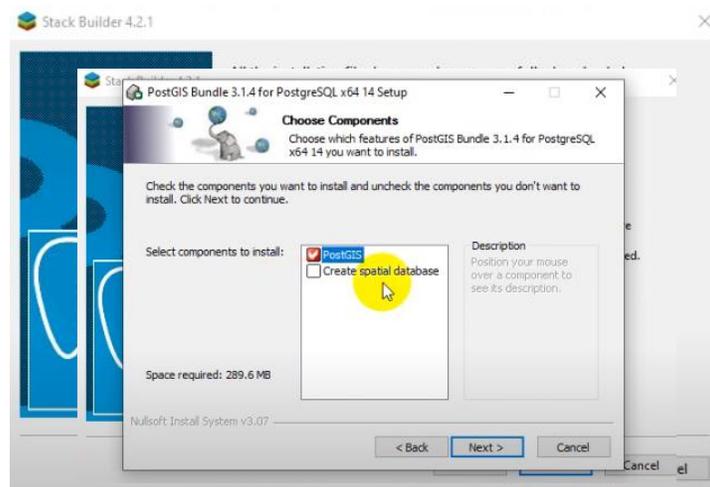
Esta extensión nos permitirá poder manejar datos geoespaciales



Esperamos a que concluya la descarga

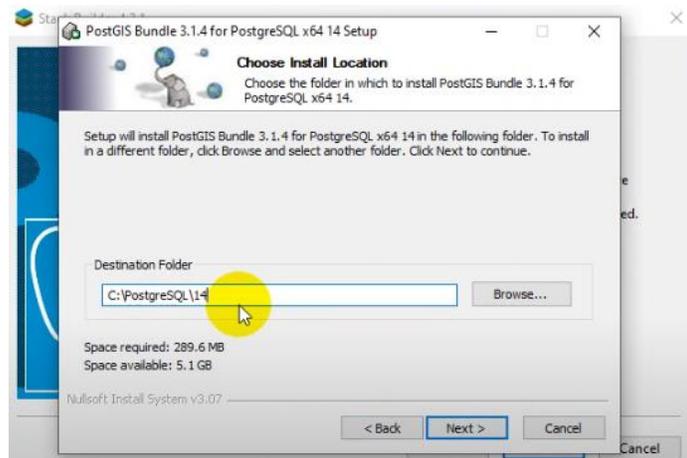


No se debe marcar esa opción

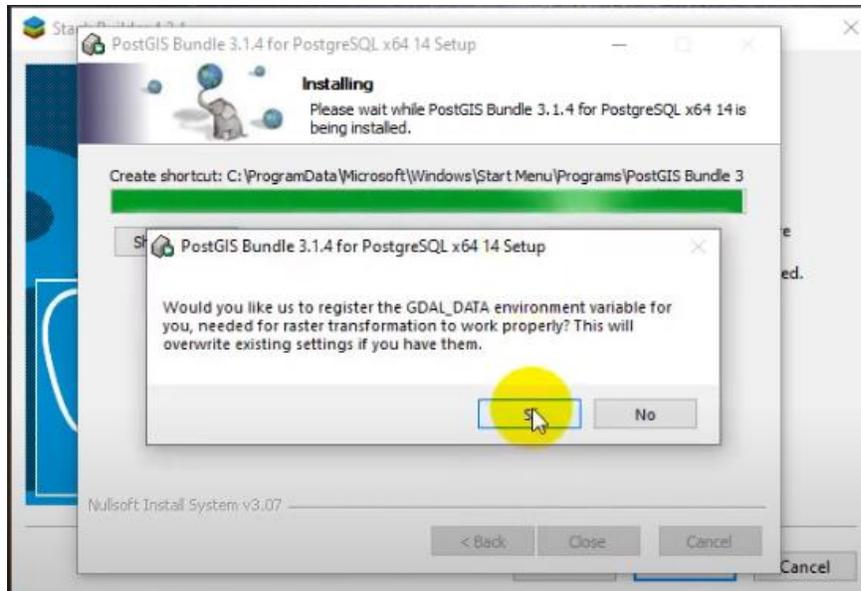


Le damos siguiente sin marcar

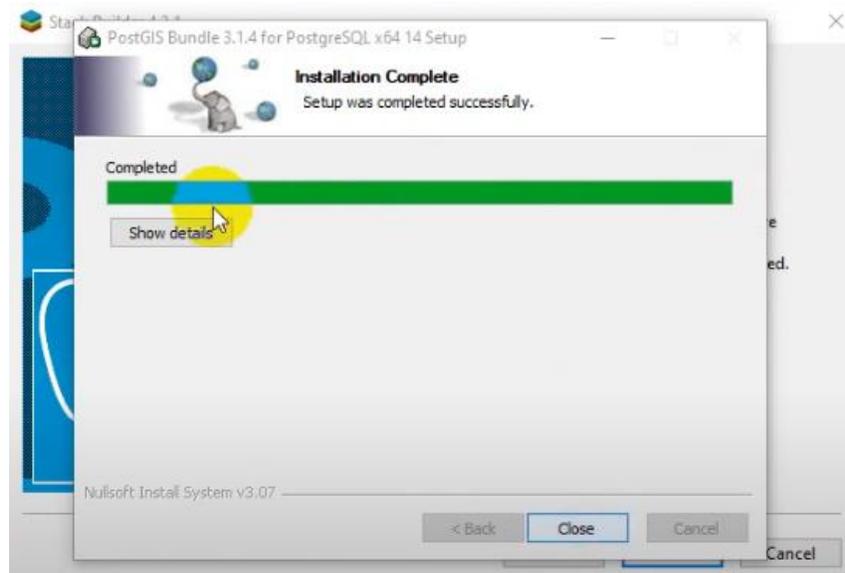
Se muestra la ubicación tiene que ser el mismo donde se instaló PostgreSQL dar a siguiente y se inicia la instalación



Nos sale ventanas emergentes solo se debe dar si y esperar a que se acabe la instalación



Se verifica la instalación completa y damos a CLOSE y FINALIZAR



### 3.5. Backup en PgAdmin4

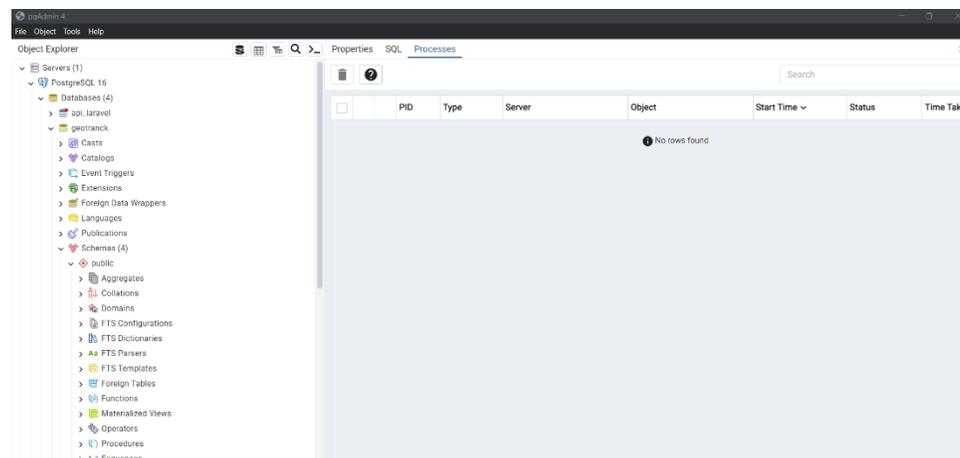
Hacer un backup en PostgreSQL significa crear una copia de seguridad de la base de datos en un estado particular, incluyendo todos los datos y la estructura de la base de datos en ese

momento. Esto se hace para poder restaurar la base de datos en caso de pérdida de datos, corrupción o para migrarla a otro servidor. PostgreSQL ofrece varias herramientas y métodos para realizar copias de seguridad, como pg\_dump y pg\_basebackup, que permiten crear archivos de respaldo que luego se pueden utilizar para restaurar la base de datos en un estado anterior.

## PASOS PARA SACAR BACKUP DE LA BASE DE DATOS

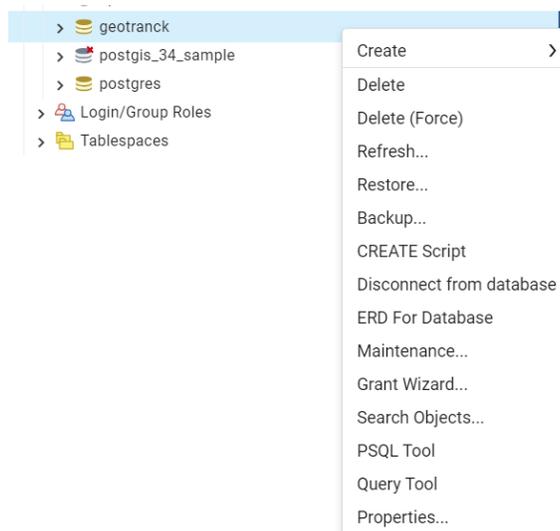
### Paso 1

Abrir PgAdmin4



### Paso 2

Ir al base de datos dar clic en Backup.



### Paso 3

Seleccionar ruta y el nombre del rol de la imagen y dar clic a backup

Backup (Database: geotranck) ↗ ✕

General | Data Options | Query Options | Table Options | Options | Objects

Filename  📁

Format  | ▾

Compression ratio

Encoding  | ▾

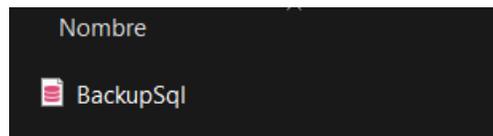
Number of jobs

Role name  | ▾

ℹ ? ✕ Close ↺ Reset 💾 Backup

### Paso 4

Verificar que le archivo fue creado correctamente



# **ANEXOS E Manual del Usuario**

# MANUAL DE USUARIO

**SISTEMA DE GEOLOCALIZACIÓN  
APLICANDO TECNOLOGÍAS GPS Y RFID  
PARA EL CONTROL Y GESTIÓN DEL  
SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR**



## GEOTRANCK



## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento muy rto y de todo respeto a la Centro Educativo Mutual La Paz por la oportunidad y permitirme realizar el proyecto de grado de nombre “Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnología GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar”.

## **PRESENTACION**

En el siguiente documento se realiza la presentación del manual de usuario del Sistema de Geolocalización Aplicando Tecnología GPS y RFID para el Control y Gestión del Servicio de Transporte Escolar GEOTRACK, con el objetivo de proporcionar a los usuarios del sistema una guía práctica para el manejo adecuado del sistema e indicando las funcionalidades del mismo, buscando la buena experiencia y el rápido aprendizaje del sistema para todos los usuarios.

## INDICE

1.	Introducción .....	4
2.	Sistema Web.....	4
2.1.	Página principal .....	4
2.2.	Menú Lateral .....	5
2.3.	Menú Principal .....	6
2.4.	Acciones del Sistema para Registros de Datos.....	9
2.4.1.	Listado de Datos y Búsqueda .....	10
2.4.2.	Agregar Registro .....	11
2.4.3.	Modificar Registros .....	13
2.4.4.	Eliminar Datos .....	15
2.5.	Módulo de Geolocalización.....	16
2.6.	Módulo de Alertas .....	17
2.7.	Asignación de automóviles a los estudiantes .....	18
3.	Circuito Electrónico.....	19
3.1.	<b>PASO 1.</b> Fuente de Alimentación.....	19
3.2.	<b>PASO 1.</b> Conexión Bluetooth.....	20
3.3.	<b>PASO 3.</b> Conexión Exitosa y Primer Mensaje .....	21

## 1. Introducción

El presente documento es el manual del usuario que ha sido elaborado con el objetivo de proporcionar una herramienta de ayuda en el uso del sistema de control y seguimiento del transporte escolar GEOTRANCK destinado para los diferentes usuarios del sistema.

## 2. Sistema Web

### 2.1. Página principal

Para poder ingresar al sistema se debe realizar la búsqueda en cualquier navegador previamente instalado en el dispositivo.

Para ingresar al sistema se debe ingresar la URL de este en el buscador del navegador.



Una vez realizado el ingreso de la URL del sistema correctamente podremos apreciar la siguiente ventana.



- A. **Correo Electrónico:** Campo de ingreso de datos, en este caso debe ingresar el correo electrónico perteneciente a su perfil.
- B. **Contraseña:** Campo donde deberá realizar el ingreso de sus credenciales, es decir su contraseña del perfil.
- C. **Visualizador:** Opción para poder visualizar los datos ingresados en el campo contraseña con el fin de verificación.
- D. **Ingresar:** Botón del sistema que permite ingresar al sistema una vez llenado los datos solicitados en el punto **A** y **B**.

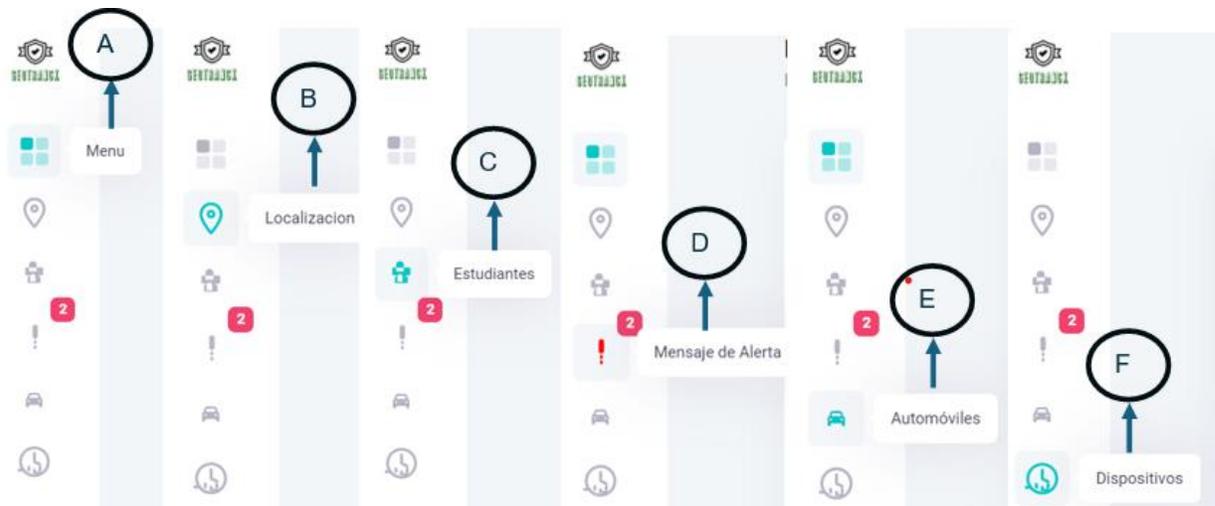
Una vez llenado todos los datos correctamente recibirá la bienvenida al sistema, si por algún motivo se cometiera un error tanto en la contraseña y el correo electrónico se le mostrará mensajes indicativos del error. Esto con el fin de poder corregirlos e ingresar.

### Recomendación:

Se recomienda al usuario poder leer y apreciar los mensajes que e indicaciones que el sistema le da.

## 2.2. Menú Lateral

El menu lateral en el lado izquierdo de la pantalla el cual tenga las siguientes opciones para el usuario administrador.



- A. **Menú:** Opción que desplegara el submenú del sistema para el usuario administrador.
- B. **Localización:** Opción que desplegara el submenú de mapa localización.
- C. **Estudiantes:** Opción donde nos muestra una lista de estudiantes registrador en el sistema.
- D. **Mensaje de Alerta:** Opción donde podremos ver los mensajes de alerta que mandan los usuarios con el rol **Conductor**.
- E. **Automóviles:** Opción del sistema donde nos permite asignar automóviles a los estudiantes.
- F. **Dispositivos:** Opción informativo visualmente que nos indica la actividad de los dispositivos.

En el menú lateral podrá apreciar los mensajes indicativos con solo dirigir el cursor del mouse al icono que desea.

### **Recomendación**

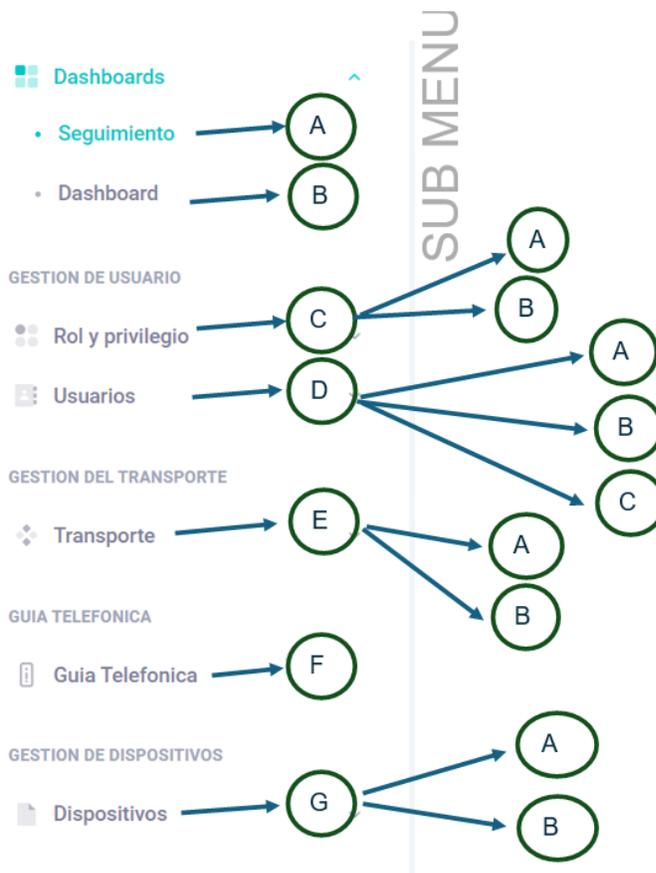
Para poder ver todo este menú y con estas opciones es necesario ser usuario administrador y tener los permisos necesarios para poder realizar una navegación fluida.

### 2.3. Menú Principal

Para poder ingresar al menú principal debe dar clic a la siguiente opción indicada a continuación.



A. **Menú:** Al dar clic en el botón se desplegará el menú principal del sistema para el administrativo.



#### Opciones de menú principal

- A. Seguimiento:** Sector del sistema donde podrá realizar en inicio de los viajes y la finalización y podrá transmitir su ubicación para poder ser geolocalizados.
- B. Dashboard:** El usuario podrá tener graficas de información, facilidad de acceso a la ubicación de los hogares de estudiantes, y podrá generar reportes que son necesarios para la institución.

**C. Rol y Privilegios:** El usuario tendrá el control de asignar y quitar grupo de role que se pueden asignar en el momento de crear un nuevo perfil.

**a. Roles:** Submenú del sistema que permite crear los roles asignando grupo de privilegios requeridos.

**b. Privilegios:** Submenú que permite crear grupo de privilegios para los usuarios.

**D. Usuarios:** Los administradores podrán realizar el registro de 3 tipo de usuarios los cuales son: Padres, Estudiantes y Administrativos.

**a. Padres:** Sector del sistema donde nos permite crear, listar, modificar y eliminar usuario que son padres de familia de los estudiantes.

**b. Estudiantes:** Sector donde se registra la información necesaria y fundamental de los estudiantes para el servicio.

**c. Administradores:** Sector para realizar el registro del personal administrativo.

**E. Transporte:** Sector del sistema donde nos permite el registro de las movilidades y conductores que brindan el servicio de transporte escolar.

**a. Conductores:** Sector donde se realiza el registro de los conductores mediante un formulario, y permite realizar acciones como listar usuarios, editar, eliminar datos y crear nuevos registros.

**b. Automóviles:** Sector donde se ingresa los datos importantes de los automóviles incluyendo datos importantes del conductor.

**F. Guía Telefónica:** Sector que permite realizar nuevos registros y visualizar datos de importancia, como ser números telefónicos o direcciones de los usuarios esto con el fin de tener una guía telefónica al instante y de fácil acceso.

**G. Dispositivos:** Sector del sistema donde se realiza el registro de los dispositivos posteriormente se asigna a las movilidades.

- a. **GPS:** Registros donde se realiza el ingreso de datos importantes sobre el dispositivo para poder realizar el seguimiento por GPS.
- b. **RFID:** Registro donde se realiza el ingreso de datos importantes de los dispositivos que se conectaran en el transporte para el proceso de control e ingreso a los automóviles por parte de los estudiantes

**Recomendaciones**

Estos registros son muy importantes para el sistema ya que la información esta interconecta por lo cual si hay faltante de algún dato el sistema le indicara en donde se esta equivocando o que paso

**2.4. Acciones del Sistema para Registros de Datos**

Se explica los procesos que el sistema tiene para manejar los datos. En el sistema se puede realizar los procesos de editar, eliminar, agregar y listar.

Para el caso se utiliza el proceso de registro de usuario administrador, los procesos explicados funcionan para cada módulo de registro de información en el sistema

Ingresamos a un formulario de registro de la siguiente manera

**Proceso de Ingreso a Registro de Usuarios de Administración**

Clic en Menú	Clic en Usuario	Clic en Administración
		

## 2.4.2. Listado de Datos y Búsqueda

En momento que se ingresa a la opción de administración se despliega la lista de registros ya existentes.

The screenshot shows a user management interface. At the top left is a search bar labeled 'Busqueda' with a magnifying glass icon, circled in green and labeled 'A'. To its right is a teal button with a plus sign and the text '+ Agregar Administrador', circled in green and labeled 'B'. Below these is a light blue banner with a square icon and the text 'Sector de creacion de roles y asignacion de grupo de privilegios para los usuarios del sistema.' Below the banner is a table with columns: NOMBRE COMPLETO, CORREO ^, TELEFONO, DIRECCION, CARGO, ROL, FECHA CREACION, and ACCIONES. The first row shows 'Edson Paco' with email 'Edson@Paco.com', phone '722541258', address 'Villa Adela Av. panoramica', role 'Profesor', and 'Administrador' status. The second row shows 'Maria Torrez' with email 'maria@torres.com', phone '754896245', address 'Av. 16 de julio', role 'Profesor', and 'Administrador' status. The 'ACCIONES' column contains edit and delete icons for each row, circled in green and labeled 'C'. At the bottom left is a dropdown menu showing '10' and the text 'Mostrando 1 a 2 de 2 registros', circled in green and labeled 'E'. At the bottom right is a pagination control showing '1' in a teal box, circled in green and labeled 'D'.

Este es el formato de todos los módulos de ingreso de datos y registro de la información.

- A. Buscador:** Función de buscar, realiza la búsqueda de datos en el registro que iguales con lo ingresado en este campo. En caso de no encontrar ningún dato este nos indicara que hay registro.
- B. Agregar:** Función del sistema donde realiza el despliegue de un formulario pidiendo datos necesarios y requeridos para el registro.
- C. Acciones:** Columna donde se realiza la muestra de los botones con las acciones que puede realizar para cada registro como ser eliminar y modificar.
- D. Paginado:** Es un paginado de datos es decir nos muestra las pagina que tiene nuestros datos.

**E. Número de Datos en Lista:** La opción nos permite seleccionar la cantidad de ítems que deseamos que se vean y se realiza el pagina de datos depende esta cantidad, función más usada para visualización de datos en la lista de registro.

### 2.4.3. Agregar Registro

Función que se encuentra en la parte superior de la lista de datos desplegado.

El diagrama muestra un botón '+ Agregar Información' que apunta a un formulario modal titulado 'Nuevo Dato Telefonico'. El formulario contiene los siguientes campos de texto:

- Nombre Completo \*
- Cargo \*
- Correo Electronico \*
- Número Telefonico \*
- Dirección de Domicilio \*

En la parte inferior del formulario hay dos botones: 'Cancelar' y 'Enviar'. El botón 'Enviar' está resaltado en color verde. Se muestran tres círculos con letras que indican funciones:

- A:** Señala el botón de cerrar (X) en la esquina superior derecha del formulario.
- B:** Señala el botón 'Enviar'.
- C:** Señala el botón 'Cancelar'.

Se puede apreciar el formulario de datos que pide para poder realizar el registro el cual consiste en las siguientes opciones.

- A. Cerrar Ventana.** Función que nos permite cerrar la venta de formulario sin guardar cambios ni datos ingresados.
- B. Enviar.** Acción del sistema donde realiza el envío de datos previamente llenado el formulario, en caso de tener errores en el llenado de los datos el sistema dará los mensajes de alerta.
- C. Cancelar.** Función de cerrar el formulario de registro sin guardar ningún dato.

## 2.4.4. Modificar Registros

Función que se encuentra en la columna de acciones en cada fila que se muestra de la tabla de registro el cual permite realizar la modificación de algún dato que fue ingresado incorrectamente.

NOMBRE COMPLETO	CORREO	TELEFONO	DIRECCION	CARGO	ROL	FECHA CREACION	ACCIONES
Edson Paco	Edson@Paco.com	722541258	Villa Adela Av. panoramica	Profesor	Administrador	23 de Mayo de 2024	 
Maria Torrez	maria@torres.com	754896245	Av. 16 de julio	Profesor	Administrador	23 de Mayo de 2024	 

Edicion de Administrador

Nombre Completo \*

Edson Paco

Correo Electronico \*

Edson@Paco.com

Cedula Identidad \*

5845842 Lp.

Número de Telefono \*

722541258

Direccion \*

Villa Adela Av. panoramica

**A** **B** **C**

Se puede apreciar el formulario de datos con los datos recuperados del registro que se dé a modificar.

- A. Cerrar Ventana.** Función que nos permite cerrar la venta de formulario sin guardar cambios ni datos ingresados y se seguirá manteniendo los datos ya existentes.
- B. Enviar.** Acción del sistema donde realiza él envió de datos del formulario, incluyendo si se realizó alguna actualización a los datos.

**C. Cancelar.** Función de cerrar el formulario de registro sin guardar ningún dato.

### 2.4.5. Eliminar Datos

Función que se encuentra en la columna de acciones de la tabla de datos, el cual permite eliminar un dato del registro.

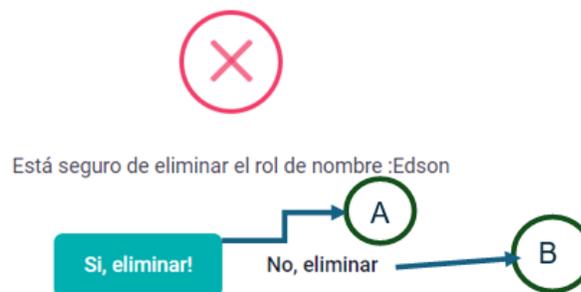


NOMBRE COMPLETO	CORREO	TELEFONO	DIRECCION	CARGO	ROL	FECHA CREACION	ACCIONES
Edson Paco	Edson@Paco.com	722541258	Villa Adela Av. panoramica	Profesor	Administrador	23 de Mayo de 2024	
Maria Torrez	maria@torres.com	754896245	Av. 16 de julio	Profesor	Administrador	23 de Mayo de 2024	

En el momento de dar clic en el botón eliminar esta manda un mensaje de confirmación como se puede ver en la imagen.

**A. Si, Eliminar.** Acción que realiza la eliminación del registro seleccionado.

**B. No, Eliminar.** Acción que cancela el proceso de eliminación.



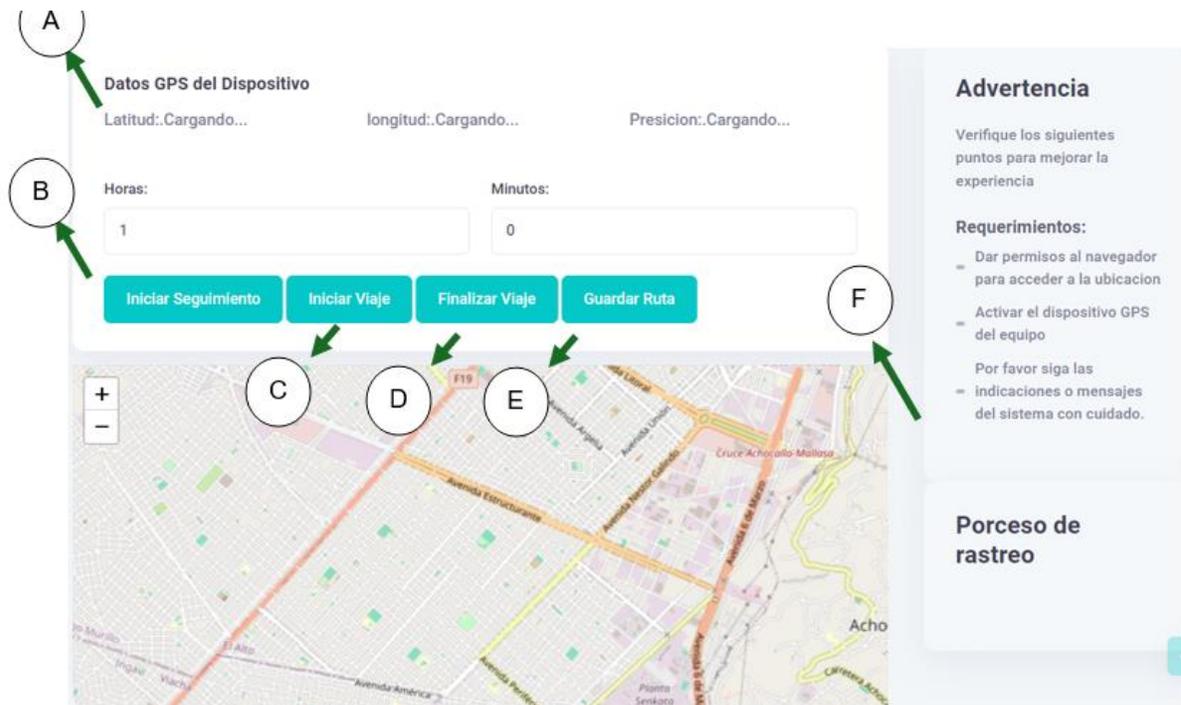
### 2.5. Módulo de Geolocalización

- Dashboards
- Seguimiento
- Dashboard

Modulo que realiza el proceso de geolocalización y activación del seguimiento a los automóviles.

Como primero paso nos dirigimos a la sección de **Seguimiento**.

damos clic a esta opción y se nos desplegara la siguiente vista.



- A. Datos del GPS.** Muestra información de precisión del GPS indicando al latitud y longitud de la ubicación actual
- B. Iniciar Seguimiento.** Una vez configurado el tiempo de rastreo se le da clic a este botón y iniciara el proceso de seguimiento
- C. Iniciar Viaje.** Se hace clic al momento de iniciar la ruta de la movilidad encargada del transporte escolar
- D. Finalizar Viaje.** Se hace clic al momento de finalizar la ruta de la movilidad encargada del transporte escolar
- E. Guardar Ruta.** Realiza el proceso de guardado de datos de la ruta realizada
- F. Advertencia.** Es un mensaje que debe tener en cuenta para el correcto funcionamiento del sistema

### Recomendación

Es necesario y obligatorio que el usuario de permiso al navegador para poder acceder al uso

de dispositivo GPS integrado y el correcto funcionamiento del sistema.

## 2.6. Módulo de Alertas

Este módulo está destinado a recibir alertas que el conductor de las movilidades pueda realizar por lo cual se muestra en una tabla de datos con información impórtate y precisa

Sector se realiza se realiza la asignacion de los estudiantes a los automoviles correspondiente para su control.

Busqueda

A

ESTUDIANTE	PADRE ^	CONDUCTOR	MOVILIDAD	MENSAJE	FECHA CREACION	ACCIONES
Adela Mamani Curso: Primero A	Juan Pérez Telefono: 71234567	Pedro Alvarez Telefono: 75684384	Marca: King Long Modelo: 2019 Color: Blanco Placa: 4357XLA	Descripcion <b>Mensaje de alerta: Hubo un suceso inesperado fuera de lo comun comunicarse con el conductor y padres del estudiante..</b>	15 de Junio de 2024	<input checked="" type="checkbox"/>
Adela Mamani Curso: Primero A	Juan Pérez Telefono: 71234567	Pedro Alvarez Telefono: 75684384	Marca: King Long Modelo: 2019 Color: Blanco Placa: 4357XLA	Descripcion <b>Mensaje de alerta: Hubo un suceso inesperado fuera de lo comun comunicarse con el conductor y padres del estudiante..</b>	15 de Junio de 2024	<input checked="" type="checkbox"/>

B

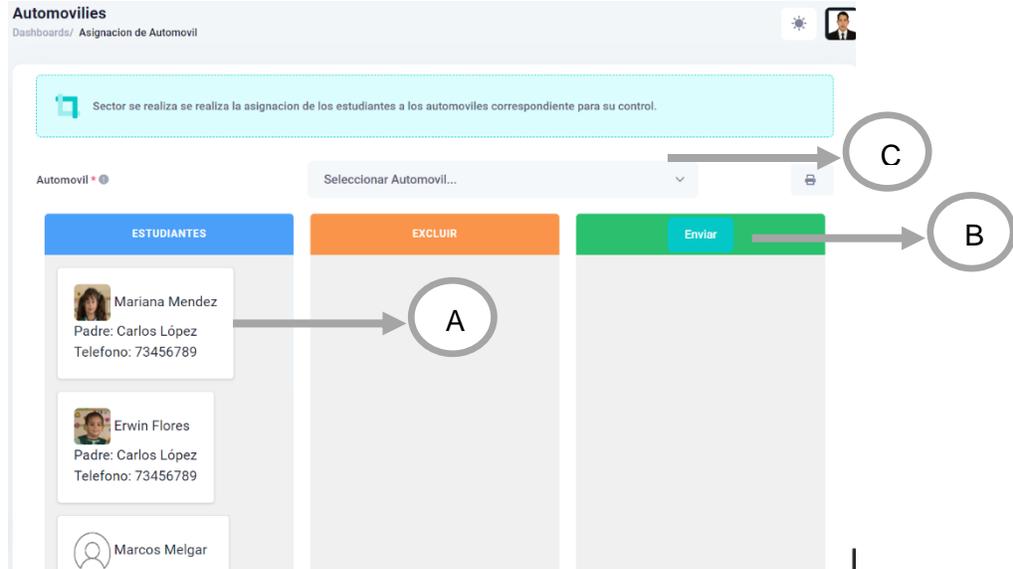
**A. Buscador.** Realiza la búsqueda de las alertas.

**B. Check de Leído.** Nos marca como leído la alerta.

**Nota.** Estas alertas son enviadas de manera automática al realizar la acción de enviar por parte del conductor.

2.7. **Asignación de automóviles a los estudiantes**

2.8. Este módulo se encarga de asignar estudiantes a los automóviles para su traslado el cual la lista es manda directamente al conductor.



- A. Lista de estudiantes.** Muestra la lista de los estudiantes registrador en sistema con información importante y resaltante.
- B. Enviar.** Se realiza la acción de enviar la lista al conductor y el podrá visualizar la lista que le corresponde.
- C. Selección de Automóvil.** Se debe seleccionar el automóvil al que se le esta designando la lista de estudiantes.

### 3. Circuito Electrónico

En este sector del manual se dará una retroalimentación de cómo debe ser usado el módulo de control RFID.

Este proceso de explicación se realiza mediante el seguimiento de pasos específicos para el correcto funcionamiento del módulo.

#### **PASO 1.** Fuente de Alimentación

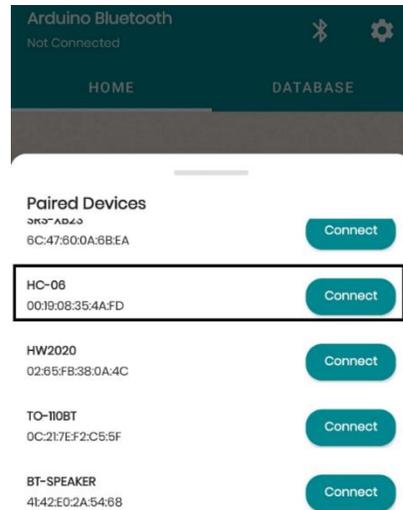
El dispositivo se alimenta mediante USB por lo cual se debe realiza la conexión a un puerto



Una vez realizado la conexión este empieza a prender la luz lo cual nos indica que el dispositivo ya está alimentado.

### 3.1. PASO 2. Conexión Bluetooth

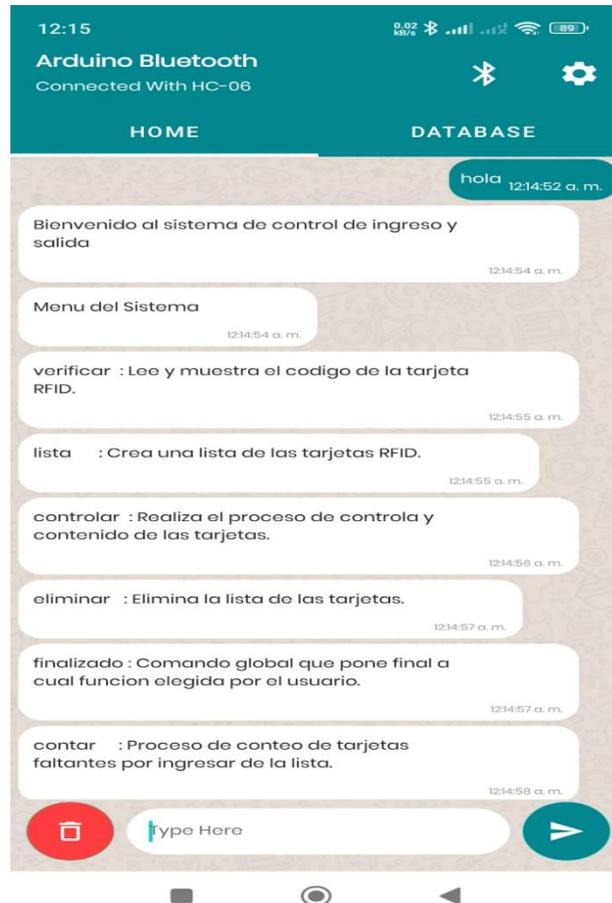
Una vez que el módulo tenga alimentación correcta mediante el cable USB seguidamente con el empleo de un dispositivo móvil y la aplicación instalada previamente se realiza la conexión por bluetooth al dispositivo de control



Usando esta aplicación móvil se realiza la conexión al modulo que tiene el nombre de HC-06 previamente se debe ACTIVAR BLUETOOTH DEL DISPOSITIVO MOVIL y dar los permisos necesarios esto dependera de cada característica de los dispositivos móviles.

### 3.2. PASO 3. Conexión Exitosa y Primer Mensaje

Una vez conectado el dispositivo móvil con el circuito se debe realizar el primer mensaje. El saludo con el dispositivo, se le envía el comando **HOLA** y nos responderá con el menú del dispositivo.



Con la respuesta recibida del módulo podemos apreciar que se realizó la conexión correcta y el dispositivo está funcionando correctamente.

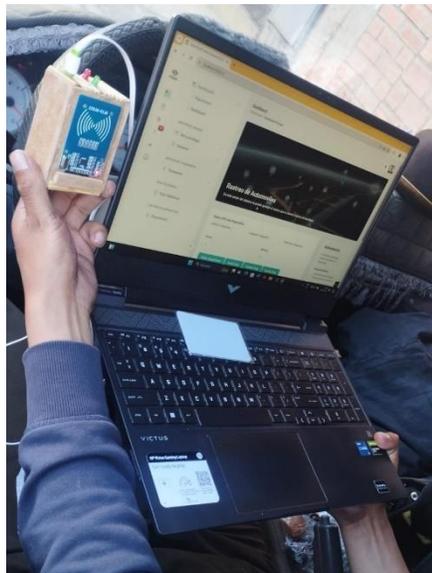
# **ANEXOS G**

- ✓ **FOTOGRAFIA DEL CENTRO EDUCATIVO**
- ✓ **FOTOGRAFIA DEL CIRCUITO EN EL TRANSPORTE ESCOLAR**
- ✓ **PRUEBA DE LA TARJETA RFID**

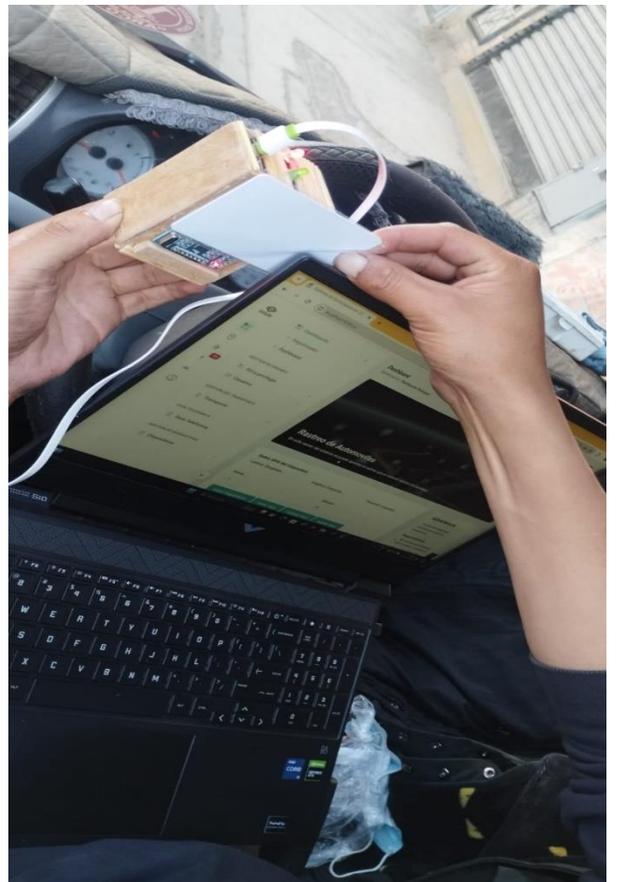
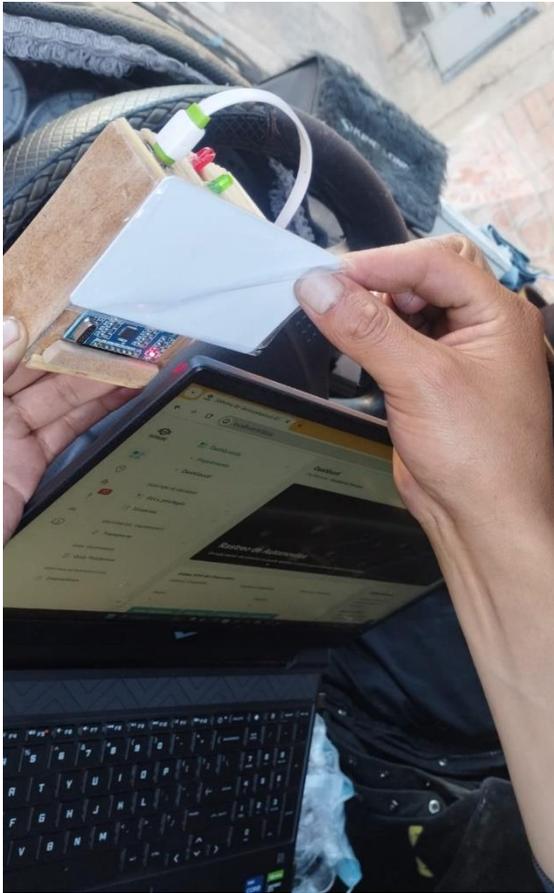
FOTOGRAFIA DEL CENTRO EDUCATIVO MUTUAL LA PAZ



## FOTOGRAFIA DEL CIRCUITO EN EL TRANSPORTE



# FOTOGRAFIA DE LA PRUEBA DE TARJETAS RFID



# **ANEXOS F**

# **DOCUMENTACION**

- ✓ AVAL DE CONFORMIDAD DEL TUTOR METOLÓGICO.
- ✓ AVAL DE CONFORMIDAD DEL TUTOR REVISOR.
- ✓ AVAL DE CONFORMIDAD DEL TUTOR ESPECIALISTA.
- ✓ AVAL DE CONFORMIDAD DEL CENTRO EDUCATIVO  
MUTUAL LA PAZ

El Alto, junio de 2024

Señor:

Lic. Ing. William Roque Roque  
DIRECTOR DE CARRERA INGENIERÍA DE SISTEMAS  
UNIVERSIDAD PUBLICA DE EL ALTO  
Presente. –

**REF. AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido director de carrera:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TITULO: SISTEMA DE GEOLOCALIZACION APLICANDO TECNOLOGIAS GPS Y  
RFID PARA EL CONTROL Y GESTION DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR.

CASO: Centro Educativo Mutual La Paz. MODALIDAD: PROYECTO DE GRADO.

Univ. Edson Javier Paco Limachi

Registro Universitario: 200028567

Cedula de Identidad: 5972576 LP

Para su defensa pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo con el reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente,



.....  
M. Sc. Lic. Ing. Marisol Arguedas Balladares  
TUTOR METODOLÓGICO  
TALLER DE GRADO II

El Alto, junio de 2024

Señor:

M. Sc. Lic. Ing. Marisol Arguedas Balladares  
TUTOR METODOLÓGICO TALLER DE GRADO II  
Carrera Ingeniería de Sistemas  
UNIVERSIDAD PUBLICA DE EL ALTO

Presente. –

**REF. AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TITULO: SISTEMA DE GEOLOCALIZACION APLICANDO TECNOLOGIAS GPS Y  
RFID PARA EL CONTROL Y GESTION DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR.

CASO: Centro Educativo Mutual La Paz.

MODALIDAD: PROYECTO DE GRADO.

Univ. Edson Javier Paco Limachi

Registro Universitario: 200028567

Cedula de Identidad: 5972576 LP.

Para su defenza pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente,

  
.....  
Lic. Gladys Francisca Chuquiria Mamani  
TUTOR REVISOR

El Alto, junio de 2024

Señor:

M. Sc. Lic. Ing. Marisol Arguedas Balladares  
TUTOR METODOLÓGICO TALLER DE GRADO II  
Carrera Ingeniería de Sistemas  
UNIVERSIDAD PUBLICA DE EL ALTO  
Presente. –

**REF. AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TITULO: SISTEMA DE GEOLOCALIZACION APLICANDO TECNOLOGIAS GPS Y  
RFID PARA EL CONTROL Y GESTION DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR.

CASO: Centro Educativo Mutual La Paz.

MODALIDAD: PROYECTO DE GRADO.

Univ. Edson Javier Paco Limachi Registro Universitario: 200028567

Cedula de Identidad: 5972576 LP.

Para su defenza pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo al reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente,



.....

M. Sc. Lic. Elias Ali Alvarez  
TUTOR ESPECIALISTA



COOPERATIVA EDUCACIONAL "EL KENKO" R.L.  
**CENTRO EDUCATIVO "MUTUAL LA PAZ"**  
SIE – 40730090 R.M. 2657  
DISTRITO EL ALTO – 2



=====

MIERCOLES, 12 DE JUNIO DEL 2024

Señor:

M. Sc. Lic. Ing. Marisol Arguedas Balladares

**TUTOR METODOLÓGICO  
TALLER DE GRADO II**

Presente. –

**REF. AVAL DE CONFORMIDAD**

Distinguido tutor metodológico:

Mediante la presente tengo a bien comunicarle mi conformidad del Trabajo de Grado:

TITULO: SISTEMA DE GEOLOCALIZACION APLICANDO TECNOLOGIAS GPS Y RFID PARA EL CONTROL Y GESTIÓN DEL SERVICIO DE TRANSPORTE ESCOLAR.

CASO: Centro Educativo Mutual La Paz.

MODALIDAD: PROYECTO DE GRADO.

Univ. Edson Javier Paco Limachi

Registro Universitario: 200028567

Cedula de Identidad: 5972576 Lp.

De tal forma cabe recalcar que el proyecto satisface los requerimientos de la institución, de esta forma se dio cumplimiento de los objetivos del presente.

El presente proyecto fue **IMPLEMENTADO** satisfactoriamente y se realizó las capacitaciones necesarias en la institución.

En cuanto certifico, en honor a la verdad, para fines consiguientes del interesado para su defensa pública y evaluación correspondiente a la materia de Taller de Grado II, de acuerdo con el reglamento vigente de la Carrera de Ingeniería de sistemas de la Universidad Pública de El Alto.

Atentamente,

  
Lic. Manuel S. Vargas Llanos  
DIRECTOR  
CENTRO EDUCATIVO "MUTUAL LA PAZ"

