



Pontificia Universidad
Católica del Ecuador | Sede
Ambato

ESCUELA DE INGENIERÍAS

Tema:

**APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GEOLOCALIZACIÓN DEL TRANSPORTE
ESCOLAR EN LA UNIDAD EDUCATIVA JUAN MONTALVO**

**Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Ingeniero en
Sistemas de Información**

Línea de investigación:

TECNOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN Y COMUNICACIONES

Autor:

Marcelo Fernando Robayo Cepeda

Director:

PhD. Ricardo Patricio Medina Chicaiza

Ambato – Ecuador


Enero 2025

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo: **MARCELO FERNANDO ROBAYO CEPEDA**, con cédula de ciudadanía **0943961961**, autor del trabajo de graduación intitulado: "APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GEOLOCALIZACIÓN DEL TRANSPORTE ESCOLAR EN LA UNIDAD EDUCATIVA JUAN MONTALVO", previa a la obtención del título profesional de **INGENIERO EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**, en la escuela de **INGENIERÍAS**

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la Biblioteca de la PUCE Ambato, el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de propiedad intelectual de la Universidad.

Ambato, enero 2025



Marcelo Fernando Robayo Cepeda

CC. 0943961961

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
SEDE AMBATO
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Tema:

APLICACIÓN MÓVIL PARA LA GEOLOCALIZACIÓN DEL TRANSPORTE
ESCOLAR EN LA UNIDAD EDUCATIVA JUAN MONTALVO

Línea de investigación:

TECNOLOGÍAS DE LA INVESTIGACIÓN Y COMUNICACIONES

Autor:

Marcelo Fernando Robayo Cepeda

Ricardo Patricio Medina Chicaiza, Ing. PhD.


CC. 1802333276

CALIFICADOR

f. 

Teresa Milena Freire Aillón, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

José Marcelo Balseca Manzano, Ing. Mg.

CALIFICADOR

f. 

Darío Javier Robayo Jácome, Ing. Mg.


DIRECTOR ESCUELA DE INGENIERIAS

f. 

Diego Gonzalo Coca Chanalata, Dr.

SECRETARIO GENERAL PUCESA

f. 


Pontificia Universidad
Católica del Ecuador
**SECRETARIA GENERAL
PROCURADURIA**

Ambato – Ecuador

Enero 2025

DEDICATORIA

Está dedicada con profundo agradecimiento a mi familia, familia Robayo y el apoyo de mi madre Alejandra Salazar y a todas las personas que han sido pilares fundamentales a lo largo de mi trayectoria académica y desarrollo personal. En especial, deseo expresar mi gratitud a mi querido Padre, Fernando Robayo, cuyo ejemplo de lucha y constancia ha sido una fuente inagotable de inspiración. Su inquebrantable ética de trabajo y dedicación me ha enseñado valiosas lecciones sobre la importancia de la perseverancia y la excelencia en la vida. Estoy sinceramente agradecido por su inmenso impacto en mi formación y por los valores positivos que ha inculcado en mí, gracias a su apoyo me siento feliz en lo que ahora soy.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera especial a mis padres y abuelos por brindarme un amor y apoyo incondicionales, así como a mis hermanos por compartir conmigo sus sueños y esperanzas. Reconozco a toda mi familia por su creencia constante en mi capacidad.

Expreso mi profundo agradecimiento a mis amigos y compañeros, quienes no solo han sido mi red de apoyo, sino también mi familia elegida, siempre presentes para respaldarme en cada paso.

Quisiera extender mi gratitud a mis maestros por impartirme habilidades críticas de pensamiento y cultivar en mí un aprecio por el conocimiento.

En el ámbito académico, agradezco a todas las personas que contribuyeron al éxito de esta tesis. Especial mención merece mi director de tesis, el Ingeniero Patricio Medina, cuya orientación y paciencia fueron fundamentales. Su asesoramiento fue esencial para alcanzar los logros que hoy celebro.

Adicionalmente, no puedo dejar de agradecer a tres ingenieros que aprecio enormemente: Ing. Marcelo Balseca, Ing. Galo López e Ing. Verónica Pailiacho. Su influencia y apoyo han sido invaluableles en mi trayectoria académica y profesional. A cada uno de ellos, mi sincero reconocimiento.

RESUMEN

La tecnología de geolocalización se ha convertido en un aspecto clave en distintas aplicaciones por las posibilidades que ofrece, es así que dentro de las instituciones educativas en la gestión del transporte escolar se ha evidenciado la necesidad de implementar mecanismos que contribuyan a garantizar la seguridad de los estudiantes y padres de familia; en este contexto, el proyecto tiene como objetivo desarrollar una aplicación móvil para la geolocalización de transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo.

El trabajo aplica métodos teóricos y empíricos, así también, la metodología Waterfall para el desarrollo del aplicativo móvil debido a que puede ser guiada por fases. Entre los resultados, se destaca el abordar de manera teórica, metodológica y práctica, el diseño y desarrollo de la aplicación móvil, la integración de tecnologías de geolocalización, la implementación de sistemas de comunicación en tiempo real, el análisis de los requerimientos de los usuarios, la evaluación de la seguridad y privacidad de los datos, así como el recorrido y tiempo del transporte.

El trabajo aporta a padres de familia y miembros de la comunidad educativa con mecanismos de supervisión del recorrido escolar de los estudiantes a través de una herramienta de vanguardia acorde a los avances tecnológicos.

Para la validación se empleó la norma ISO/IEC-9126, cuyos resultados reflejaron niveles de satisfacción adecuados, identificándose la necesidad de mejorar la eficiencia en la respuesta de cada actividad de la aplicación. Finalmente, el aplicativo se consolida como una herramienta relevante dentro de la estructura de la institución.

Palabras clave: aplicación móvil, geolocalización, transporte.

ABSTRACT

The geolocation technology has become a key aspect in different applications due to the possibilities it offers. Thus, within educational institutions in the management of school transportation, the need to implement mechanisms that contribute to guaranteeing the safety of students and parents has been evidenced. In this context, the project aims to develop a mobile application for the geolocation of school transportation at the Juan Montalvo Educational Unit.

The work applies theoretical and empirical methods, as well as the Waterfall methodology for the development of the mobile application, as it can be guided by phases. Among the results, it stands out the theoretical, methodological, and practical approach to the design and development of the mobile application, the integration of geolocation technologies, the implementation of real-time communication systems, the analysis of user requirements, the evaluation of data security and privacy, as well as the route and time of transportation.

The work provides parents and members of the educational community with mechanisms for supervising the school route of students through a cutting-edge tool in line with technological advances.

For validation, the ISO/IEC-9126 standard was used, whose results reflected adequate levels of satisfaction, identifying the need to improve the efficiency in the response of each activity of the application. Finally, the application consolidates as a relevant tool within the institution's structure.

Keywords: *mobile application, geolocation, transportation.*

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA	5
1.1. Surgimiento y desarrollo de las plataformas móviles	5
1.2. La geolocalización, aplicaciones y servicios.....	8
1.3. Avances tecnológicos en la comunicación audiovisual	13
CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO	17
2.1. Caracterización de la institución.....	17
2.2. Metodología de investigación	18
2.3. Metodología de desarrollo	21
CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	47
3.1. Fase de prueba	47
3.2. Validación de la aplicación mediante la norma ISO/IEC 9126.....	50
CONCLUSIONES.....	55
RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFÍA	58
ANEXOS	64

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el progreso tecnológico se desarrolla a una velocidad asombrosa y ha creado diversas soluciones tecnológicas que mejoran la vida diaria de las personas, este avance se centra principalmente en los dispositivos móviles, donde existen multitud de aplicaciones que simplifican tareas y facilitan la comunicación que antes requería más tiempo.

Las aplicaciones móviles con el sistema operativo Android han evolucionado la forma en que interactuamos con nuestros dispositivos, y la seguridad es una prioridad clave en este ecosistema. Se tomó de referencia el trabajo de Pimienta *et al.* (2014) donde mencionan que, al hablar de la seguridad del sistema Java “se debe considerar en tres contextos distintos: a) seguridad en la máquina virtual, b) seguridad en las aplicaciones y c) seguridad en red” (p. 244). Esto subraya la robustez de Java como lenguaje de programación en términos de seguridad en diferentes aspectos de desarrollo y uso.

Según las necesidades del Ministerio de Educación de Colombia, todos los establecimientos educativos deben contar con dispositivos tecnológicos para gestionar y controlar las rutas escolares, según lo dice Bohorquez (2016), el cual, en lo que se refiere a los estudiantes matriculados durante el año 2015 en Colombia, menciona que “el 80% de ellos cuentan con rutas escolares, las instituciones educativas necesitan monitorear y verificar el recorrido que realizan sus buses en el desarrollo de sus labores” (p.19). Estos datos resaltan que las instituciones educativas colombianas ya han alcanzado un nivel importante de implementación de sistemas de seguimiento y gestión de rutas.

En el contexto internacional, se encuentra el trabajo de Sánchez y Yvimas (2019), los cuales mencionan que “el sistema *Closer-Parents* ayuda a la administración de la escuela a monitorear y rastrear los movimientos de sus autobuses para garantizar la seguridad de los estudiantes durante el viaje desde la escuela hasta sus respectivos hogares” (p. 21).

Como se puede ver *Closer-Parents*, parece ser una solución para mejorar la seguridad del transporte escolar al permitir un seguimiento eficaz del transporte, lo que puede proporcionar beneficios tanto para los padres de familia como para la administración escolar.

En el contexto nacional, la problemática de la geolocalización del transporte escolar también ha recibido atención en algunas instituciones educativas en la ciudad capital del Ecuador, Quito, al utilizar la aplicación móvil Trayecto APP, la app posibilita que los padres reciban una notificación en sus dispositivos móviles con tres minutos de antelación, lo que permite que el estudiante se prepare para salir de casa y abordar la unidad escolar (Mantilla, 2022). El propósito principal de esta aplicación es garantizar la seguridad tanto de los padres como de los estudiantes, esto es especialmente relevante debido a que, en varias ocasiones en todo el país, los vehículos escolares han sido objeto de actos delictivos.

El transporte escolar es un componente crítico en la rutina diaria de la Unidad Educativa Juan Montalvo y la falta de una solución efectiva para su geolocalización ha generado inconvenientes. La carencia de una herramienta de seguimiento en tiempo real ha suscitado preocupaciones en cuanto a la seguridad de los estudiantes, la puntualidad de los trayectos y la asignación de recursos para la administración del transporte.

En este contexto, el planteamiento del problema se enmarca en la necesidad de desarrollar una aplicación móvil que permita la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo. Dicho planteamiento se basa en la ausencia de una solución tecnológica que ofrezca un seguimiento completo y en tiempo real de la posición en donde se encuentre el vehículo utilizado para el transporte de los estudiantes.

La falta de regulación y supervisión adecuadas, en algunos casos, así como la posibilidad de encontrarse en entornos desconocidos, agrega una capa adicional de incertidumbre, ante estos problemas aparece la interrogante ¿Cómo mejorar la

gestión y la seguridad del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo?

Para abordar estos desafíos, se propone el desarrollo de una aplicación móvil diseñada específicamente para la geolocalización y gestión del transporte escolar.

Esta aplicación, respaldada por sistemas de información, se convertirá en una herramienta esencial para optimizar la planificación, supervisión del transporte escolar, cumpliendo las normativas legales y de privacidad.

El objetivo general que consta en el proyecto es:

- Desarrollar una aplicación móvil para la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo.

Los objetivos específicos del proyecto son:

- Realizar una revisión bibliográfica sobre las aplicaciones móviles, geolocalización, comunicación inalámbrica y el transporte escolar.
- Diagnosticar el estado actual del transporte escolar de la Unidad Educativa Juan Montalvo en Ambato-Tungurahua.
- Diseñar un sistema de alertas, comunicación y geolocalización para integrarlo al aplicativo móvil.
- Validar el aplicativo móvil en la gestión del transporte escolar.

Para la realización de este proyecto, se adopta la metodología de desarrollo conocida como *Waterfall* o "Cascada". A pesar de que existen diversas metodologías para el desarrollo de aplicaciones móviles, como *Crystal Methodologies*, *Extreme Programming*, *Scrum*, *Mobile-D*, entre otras, cada una de ellas con sus propias características y enfoques, se ha optado por la metodología *Waterfall* debido a sus ventajas particulares en este contexto.

La investigación mixta se presenta como una herramienta esencial para el desarrollo de una aplicación móvil de transporte escolar, ya que aborda de manera integral la recopilación de datos necesarios para el proyecto. Por un lado, permitirá recoger datos cuantitativos fundamentales, como la cantidad de alumnos matriculados y aquellos que utilizan el transporte escolar, proporcionando una base sólida para entender la demanda y la audiencia objetivo. Por otro lado, la investigación cualitativa será esencial para validar el funcionamiento de la aplicación en términos de cumplimiento de requerimientos y satisfacción de los usuarios, permitiendo ajustes y mejoras basados en las experiencias y perspectivas de los usuarios finales.

La justificación de esta investigación se basa en la necesidad crítica y la importancia sustancial que tiene el tema para la institución. En un mundo cada vez más orientado hacia la tecnología y la seguridad de los estudiantes, el desarrollo de una aplicación móvil de geolocalización para el transporte escolar se presenta como una solución ineludible.

La necesidad es evidente en el sentido de que la seguridad de los estudiantes es una prioridad absoluta para cualquier institución educativa y sus padres.

CAPÍTULO I. ESTADO DEL ARTE Y LA PRÁCTICA

En este capítulo, se abordarán investigaciones referentes a los temas principales que permiten construir la línea base del proyecto, es así que se abordan temas como: plataforma móvil, geolocalización y avances tecnológicos en la comunicación audio visual.

1.1. Surgimiento y desarrollo de las plataformas móviles

La descripción del proceso de desarrollo de aplicaciones móviles puede ser abierta, ya que involucra todas las etapas desde la concepción hasta el lanzamiento de una app móvil, o más precisa, enfocándose en la programación y ejecución de la aplicación. Esta investigación aborda ambas perspectivas del desarrollo de aplicaciones móviles, centrándose particularmente en la definición que concierne a las personas encargadas de tomar decisiones o supervisar la creación del software en sí.

Es importante resaltar la definición de lo que son los dispositivos electrónicos portátiles, según Ruíz (2020), los dispositivos electrónicos portátiles se refieren a todos los aparatos con un software avanzado para obtención y administración de información, incluidos lectores de correo electrónico, relojes inteligentes, teléfonos inteligentes, tabletas, computadoras portátiles y consolas de juegos portátiles. Asimismo, esta amplia categorización de dispositivos electrónicos portátiles demuestra la versatilidad y el alcance de la tecnología moderna, ya que abarca desde dispositivos de comunicación como teléfonos inteligentes hasta dispositivos de entretenimiento como consolas de juegos portátiles, lo que refleja la continua evolución de la industria tecnológica.

Con el fin de alcanzar una comprensión más profunda del tema de investigación, resulta imperativo definir de manera conceptual el término aplicación nativa. Esto se lleva a cabo con el objetivo de que los aspectos más significativos queden plasmados, así a continuación, se expresa la definición bajo el criterio de varios autores.

Cuadro 1. Concepto de Aplicación nativa

Autor	Definición
Delía <i>et al.</i> , 2013	“Las aplicaciones nativas son aquellas que se conciben para ejecutarse en una plataforma específica, es decir, se debe considerar el tipo de dispositivo, el sistema operativo a utilizar y su versión”.
Martinez, 2023	“Las aplicaciones nativas son aquellas que se crean específicamente para un sistema operativo móvil y que se desarrollan en el lenguaje específico (nativo) de este sistema”.
Glera, 2013	“Las aplicaciones nativas al ser desarrolladas de forma específica con un lenguaje propio para el sistema operativo, corren de forma más eficiente sobre estos dispositivos, permitiendo emplear sensores y elementos del teléfono”.

Fuente: elaboración propia

Como referencia a lo expresado por los autores mencionados, las aplicaciones nativas son diseñadas de manera específica para funcionar en una plataforma particular, considerando elementos como el tipo de dispositivo, el sistema operativo empleado y su respectiva versión. Son estructuradas por su lenguaje nativo, se destaca por su adaptación precisa a la plataforma en la que operen, teniendo un mejor desempeño en los recursos y sensores disponibles en el dispositivo móvil.

Estas visiones destacan la relevancia de optimizar y fusionar elementos de manera integral.

Cuando se aborda el proceso de crear aplicaciones para dispositivos móviles, las empresas disponen de diversas categorías de aplicaciones móviles entre las cuales pueden optar.

En este contexto, el término "tipo de aplicación móvil" no hace referencia a las funcionalidades que la aplicación brindará a sus usuarios, sino a la forma en que se construirá la aplicación.

Cuadro 2. Tipo de aplicación móvil

Autor	Aplicaciones	Concepto
Ruíz, 2020	Híbridas	Son aplicaciones que fusionan aspectos de aplicaciones nativas y aplicaciones web progresivas al emplear un contenedor nativo para correr contenido web. Esto simplifica el acceso a las características y hardware de los dispositivos, permitiendo que funcionen en múltiples plataformas, mientras conservan un único conjunto de código fuente.
Delía et al., 2013	Multiplataforma	Son programas de software que emplean un lenguaje base, traduciéndolo en código nativo durante la ejecución. Son diseñadas para funcionar en múltiples sistemas y dispositivos sin grandes cambios, utilizando tecnologías y lenguajes como JavaScript, Java, Ruby y XML, lo que otorga flexibilidad y portabilidad en su desarrollo.
Ruíz, 2020	Web	Las aplicaciones web funcionan en navegadores móviles y se destacan por su habilidad para ofrecer notificaciones <i>push</i> , mejoras en los gestos táctiles y la interacción con el hardware, aprovechando las capacidades avanzadas del navegador.
Netx U, 2022	Nativa	Las aplicaciones nativas son programas diseñados exclusivamente para operar en sistemas operativos móviles como Android o iOS. Se crean utilizando los lenguajes de programación recomendados por cada plataforma, lo que les permite alcanzar un alto rendimiento y aprovechar plenamente las capacidades del dispositivo

Fuente: elaboración propia

En el contexto del desarrollo de aplicaciones móviles, las aplicaciones nativas se consideran la opción más confiable y eficaz. Estas aplicaciones están diseñadas específicamente para ejecutarse en sistemas operativos móviles como Android o iOS, utilizando el lenguaje de programación nativo de cada plataforma. Gracias a esto se consigue un rendimiento óptimo y se tiene acceso completo a las capacidades del dispositivo. A diferencia de las alternativas híbridas o multiplataforma, las aplicaciones nativas no afectan la experiencia del usuario y ofrecen una integración perfecta con el sistema operativo, lo que las convierte en la opción preferida para los desarrolladores móviles.

En cuanto a las características de las Plataformas móviles, según el Centro Europeo de Postgrado (CEUPE, 2019), se identifican las siguientes particularidades en los dispositivos móviles:

- **Movilidad:** Los dispositivos móviles se distinguen principalmente de otros tipos de dispositivos por su facilidad de portabilidad.

- Reducido tamaño: Las reducidas dimensiones del dispositivo móvil permiten transportarlo fácilmente de manera independiente, y puede ser manipulado con una o dos manos sin requerir soportes adicionales.
- Capacidad de comunicación inalámbrica: Se refiere a la habilidad de un dispositivo para enviar y recibir datos sin la necesidad de una conexión física mediante cableado.
- Capacidad de interacción con las personas: Se refiere al proceso a través del cual un usuario se relaciona con un dispositivo, conocido como interacción, cuyo diseño considera aspectos como la usabilidad y la ergonomía.

Para ilustrar mejor esto, los dispositivos móviles se caracterizan por su portabilidad y tamaño compacto, lo que los distingue de otros dispositivos. Además, tienen capacidades de comunicación inalámbrica y se centran en la ergonomía y la usabilidad al diseñarlos para la comodidad del usuario.

CEUPE (2019) también afirma que son diseñadas para ser intuitivas y fáciles de usar, lo que le hace accesible para individuos de todas las edades y con distintos niveles de destreza. Se caracterizan por ser dinámicas, ocupar menos almacenamientos en los dispositivos electrónicos, rápidas de instalar y sobre todo están destinadas a *smartphones* o *tablets*.

El mercado de aplicaciones móviles ha ejercido un enorme crecimiento en los últimos años, con millones de aplicaciones disponibles para los usuarios en cualquier rincón del planeta, cumpliendo requerimientos en cualquier ámbito laboral. Esto ha creado oportunidades de empleos en empresas que desean llegar a su audiencia a través de aplicaciones móviles.

1.2. La geolocalización, aplicaciones y servicios

Para empezar, Fombona y Vázquez (2017), definen que “La Geolocalización consiste en la identificación de la posición de un dispositivo móvil en el espacio real” (p. 323). Es fundamental resaltar las ventajas de esta tecnología en este momento

para demostrar más claramente sus beneficios. La geolocalización ofrece muchos beneficios importantes, incluida la capacidad de proporcionar direcciones de navegación precisas, mejorar la eficiencia de la logística empresarial y los servicios de entrega y aumentar la seguridad personal con aplicaciones. Monitoree y facilite el desarrollo de aplicaciones de geolocalización. Estos beneficios muestran cómo la tecnología ha cambiado nuestra vida diaria y ha adquirido un rol fundamental en numerosos ámbitos diversos.

En lo que respecta a las tecnologías de geolocalización, se pueden citar numerosas ventajas cruciales de la geolocalización, como la mejora de la logística empresarial y los servicios de entrega, la capacidad de ofrecer direcciones de navegación precisas y la capacidad de aumentar la seguridad del usuario. Se debe supervisar y facilitar el desarrollo de aplicaciones de geolocalización. Estas ventajas resaltan cómo la tecnología ha impactado nuestra vida diaria y ha evolucionado hasta convertirse en una herramienta vital en una amplia gama de industrias.

Por esta razón, es importante explorar los diferentes tipos de geolocalización y sus aplicaciones en diversos campos:

- Geolocalización GSM: Según describe Cetina (2022), es un método para localizar clientes con capacidad GSM, como teléfonos inteligentes, rastreadores o módulos de monitoreo, según la ubicación aproximada de las torres de telefonía celular cercanas.
- Geolocalización GPS: Según describe Kyes (2020), los datos de posición, velocidad y tiempo están sincronizados por el sistema navegación global por satélite.
- Geolocalización Wi-Fi: Según describe Accent Advanced Systems (2021), La ubicación de Wi-Fi puede leer las direcciones MAC de los enrutadores vecinos para determinar la ubicación del activo rastreado.

Se puede resumir la geolocalización GSM en términos de qué tan cerca deben estar las torres de telefonía celular, mientras que la geolocalización GPS se basa en satélites para proporcionar datos precisos de ubicación y geolocalización. La

geolocalización Wi-Fi utiliza la dirección MAC de un enrutador para rastrear recursos u objetos. Estas tecnologías son cruciales para nuestra vida diaria y son necesarias para muchas aplicaciones, incluido el seguimiento de activos, la seguridad y la navegación.

En cuanto a las APIs y servicios de mapas, se parte de *Application Programming Interface* "API" estos son los soportes invisibles que sostienen la gran mayoría de las herramientas y programas que utilizamos a diario. En esencia, las API actúan como un conducto que permite que varias piezas de software se comuniquen y cooperen, facilitando una variedad de tareas, desde la recopilación de datos en tiempo real hasta la automatización de complejos procesos de programas.

En la investigación de las API, se aprende cómo funcionan, por qué son importantes en el mundo digital contemporáneo y cómo han alterado la forma en que se interactúa con la tecnología y los servicios de mapas.

Por ejemplo, MuleSoft (2021), menciona que:

Quando se utiliza una aplicación en un teléfono móvil, la aplicación se conecta a Internet y envía datos a un servidor. El servidor, a continuación, recupera los datos, los interpreta, realiza las acciones necesarias y los envía de vuelta al teléfono móvil. La aplicación interpreta entonces los datos y presenta la información deseada de manera legible. Todo ello sucede a través de una API (p. 6).

Es importante tener en cuenta que los protocolos de seguridad de múltiples capas y la complejidad de esta API se utilizan durante todo el proceso de comunicación de la aplicación móvil con los servidores. En realidad, la API se utiliza para gestionar la autenticación y la autorización, garantizando que solo los usuarios autorizados tengan acceso a recursos y funciones específicas. Si bien la descripción inicial puede hacer que las cosas parezcan más simples como un flujo continuo de datos, esto es sólo una representación simplificada de cómo funcionan realmente las cosas.

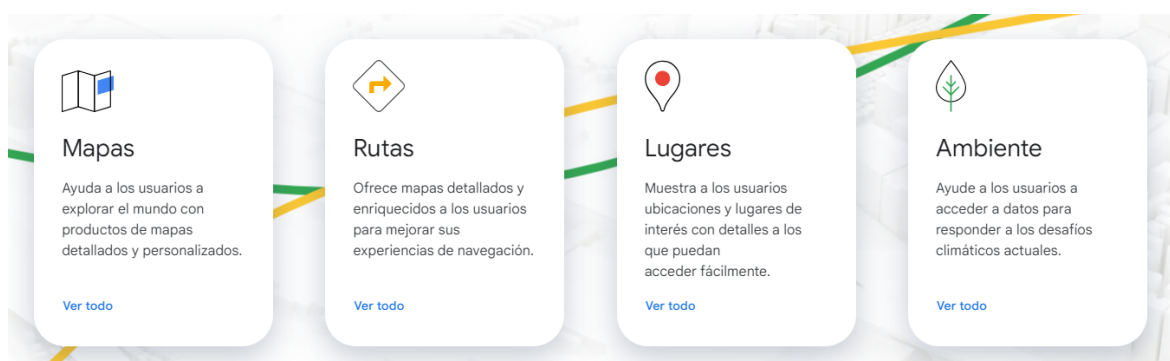
Es necesario recalcar que Google es el líder del mercado en tecnología y ofrece una amplia gama de servicios y bienes, incluida la búsqueda en línea, la productividad empresarial y los avances en inteligencia artificial. Uno de los beneficios del servicio de Google es su capacidad de entregar instantáneamente datos pertinentes de Internet a través del motor de búsqueda.

De acuerdo a uno de tantos servicios de *Google Maps*, se puede destacar el siguiente pensamiento de uno de sus fundadores:

Queríamos crear una herramienta de búsqueda basada en mapas que pudiera visualizar y contextualizar los datos que hemos recopilado sobre millones de propiedades en todo el Reino Unido. Con *Google Maps Platform*, encontramos una solución que permite a nuestros usuarios obtener la información que necesitan de la forma más rápida y sencilla posible (Ellwood, 2021)

Gracias a la versatilidad y calidad de *Google Maps* ha facilitado la búsqueda de información geoespacial, con el objetivo de brindar a los usuarios la información que necesitan de manera accesible, rápida y eficiente. Es importante notar cómo la empresa detrás de estos datos conceptualiza cada uno de estos productos:

Figura 1. Productos de Google Maps



Fuente: tomado a partir de Google Maps Platform (2023)

De manera que *Google Maps Platform* ofrece una variedad extensa de productos que incluyen desde la visualización de mapas detallados hasta la planificación de rutas y la exploración de lugares de interés.

Estos productos se han convertido en herramientas esenciales y valiosas en una variedad de contextos. En el desarrollo de la aplicación móvil, se pondrá un énfasis especial en tres de estos productos que son fundamentales para el funcionamiento de la geolocalización del transporte: Mapas, Rutas y Lugares.

Partiendo de una sólida base en materia de privacidad y seguridad, Apple se dedica a garantizar la integridad de los datos de los usuarios mediante la implementación de estrictos controles de acceso y cifrado para garantizar una protección completa de la información personal.

Figura 2. Permiso de las apps para uso de ubicación



Fuente: tomado a partir de Apple (2023)

Según las políticas de privacidad de Apple (2023), la primera vez que una aplicación intenta acceder a la ubicación de un usuario, debe solicitar autorización. Además, si se permite el acceso en segundo plano, el dispositivo permitirá al usuario revocar este permiso. Algunas aplicaciones solo pueden acceder a su ubicación cuando la están usando activamente. En iOS 13, iPadOS 13 y watchOS 6, los permisos de ubicación solo se pueden otorgar una vez por sesión y las aplicaciones deben solicitar permisos nuevamente si se cierran y se vuelven a abrir. La configuración

del dispositivo de un usuario le permite modificar sus preferencias de privacidad en cualquier momento.

1.3. Avances tecnológicos en la comunicación audiovisual

Partiendo de Polo (2010), quien señaló que “el video bajo *streaming* en Internet representa el próximo pilar multimedia por derribar tras la textualidad de los primeros años de Internet” (p. 9). Cabe señalar que los progresos tecnológicos en la comunicación audiovisual han transformado por completo la forma en que consumimos y se distribuimos contenidos multimedia. Es crucial enfatizar que el *streaming* no solo ha suplantado a otros métodos de distribución de videos en línea, sino que también permite la participación de la audiencia en el momento, lo que resulta en experiencias audiovisuales interactivas e inmersivas.

El desarrollo de las tecnologías de la comunicación audiovisual ha generado un impacto en que la información y el entretenimiento son presentados a las audiencias contemporáneas. Dentro del ámbito de los avances tecnológicos en el campo de la comunicación audiovisual, se acude a la información que brinda el periódico Euro Mundo Global (2018), que dice que el CV-2000, modelo más barato, fue desarrollado por Sony casi diez años después del nacimiento de la primera videocámara en 1956 y no pasó mucho tiempo antes de que empresas rivales robaran la idea de la empresa. De esta manera comenzaron a estar disponibles las primeras cámaras de vídeo.

Figura 3. Sony – CV 2000



Fuente: tomado a partir de Trilnick (2023)

El modelo en cuestión, denominado "CV", toma su nombre del acrónimo "Video Consumer". Además, se le ha denominado "Portapak". Se convirtió en el estándar de vídeo doméstico de Sony en la década de 1960 y se utilizó para diversos fines artísticos y políticos. Tanto activistas políticos como pioneros del videoarte lo utilizaron y fue crucial en el desarrollo de contenidos informativos a diferencia de la televisión tradicional. Además, Portapak ayudó en el establecimiento de Ant Farm y Guerrilla TV, dos colectivos de vídeo alternativos (Trilnick, 1965). Para resumir, su portabilidad y facilidad de uso han democratizado la producción de medios, han abierto la puerta a una mayor participación en la creación de medios y han ayudado a construir una cultura visual más diversa y accesible durante esta era histórica.

Es significativo señalar que la dinámica del consumo de medios ha cambiado significativamente como resultado del crecimiento de las plataformas de *streaming*.

Estas plataformas han cambiado el panorama del entretenimiento desde que surgieron al ofrecer experiencias de visualización accesibles. Centrarse en Netflix, Amazon Prime Video y Disney en particular llama la atención sobre lo importantes que son para redefinir cómo se consumen y valoran los medios en el contexto de la era digital.

De acuerdo con el auge corporativo de la plataforma de *streaming*, Netflix (2023) destaca, que es un servicio líder en el ámbito del entretenimiento a nivel mundial, contando con más de 238 millones de suscripciones pagas distribuidas en más de 190 países. Los usuarios disfrutan de una amplia gama de series, películas y juegos que abarcan diversos géneros e idiomas. La plataforma ha mostrado una notable capacidad de adaptación al proporcionar a los usuarios la posibilidad de acceder a una amplia variedad de contenido en múltiples géneros e idiomas. Asimismo, su impacto en la manera en que se utilizan los contenidos multimedia es innegable, ya que contribuye a la fusión de las industrias del cine y la televisión en un entorno de *streaming* acogedor, altamente competitivo y en constante crecimiento.

Después de examinar el desarrollo de las cámaras a lo largo del tiempo, desde sus primeras formas hasta los dispositivos modernos de alta tecnología, y los efectos

de los gigantes del *streaming* como Netflix, Amazon Prime Video y Disney en el sector del entretenimiento, ahora se puede evidenciar una cuestión crucial y el creciente campo de la tecnología del espectro: aplicaciones de circuito cerrado de televisión (CCTV).

Argüello (2023) menciona que la seguridad es lo más importante que se debe proteger, y CCTV contienen un sólido sistema de vigilancia que puede hacer justamente eso. Los sistemas de CCTV son un centinela infalible, que observa y registra cada movimiento dentro de su campo de visión en un mundo donde la seguridad es cada vez más crucial. Para resumir, son una fuente inquebrantable de tecnología de vigilancia que puede registrar con precisión cada suceso en su campo de visión, en entornos cada vez más exigentes, ofrecen un enfoque tecnológico muy eficaz para salvaguardar los recursos y las personas.

Las cámaras de vigilancia vienen en una amplia variedad de estilos y características, y son útiles para monitorear y garantizar la seguridad en una variedad de entornos. En este contexto, se exploran dos de las tecnologías más destacadas en el campo de la seguridad: las cámaras tipo domo y las cámaras IP.

También se examinará la importancia de los sistemas de grabación NVR (*Network Video Recorder*) para gestionar y almacenar de manera eficiente las imágenes capturadas por estos dispositivos de seguridad de próxima generación.

Figura 4. Cámara tipo domo



Fuente: tomado a partir de Báez (2019)

Conviene especificar que en la investigación realizada por Báez (2019), este tipo particular de cámara está diseñada para montarse en el techo; tiene una carcasa

que protege los componentes internos de la cámara y, dependiendo del modelo, la carcasa puede incluso resistir impactos. Por su diseño, las cámaras de este tipo no permiten identificar fácilmente la zona de enfoque.

Figura 5. Cámara IP - videovigilancia



Fuente: tomado a partir de Revista Seguridad 360 (2021)

Resulta significativo indicar que en el trabajo de investigación de Obregon (2017), menciona que “Las cámaras IP también conocidas como cámaras de red, son videos cámaras que capturan y transmiten tantas señales de video digitalizados como señales de audio a través de una red de datos” (p. 39). Para resumir la capacidad de estos dispositivos para grabar y enviar señales digitales de audio y vídeo a través de una infraestructura de red de datos los distingue de otros dispositivos similares. Esta tecnología supone un avance decisivo en la videovigilancia y monitorización, lo que permite una transmisión eficiente y eficaz de datos audiovisuales de alta calidad en entornos de red.

Figura 6. NVR Hikvision



Fuente: obtenido de Ramos (2018)

Por último cabe mencionar que “un NVR, graba y administra imágenes ya digitales las cuales son enviadas desde las cámaras IP a través de una red” (Ramos, 2018). En síntesis, es un avance tecnológico importante con respecto a los sistemas de grabación analógicos anteriores es la capacidad de gestionar imágenes digitalizadas de forma eficaz a través de una red de comunicaciones.

CAPÍTULO II. DISEÑO METODOLÓGICO

El segundo capítulo Diseño Metodológico, se exploran las dos metodologías clave: investigación, que aborda un enfoque cualitativo, y la de desarrollo, basada en el modelo *Waterfall*. Además, se llevan a cabo las fases de la metodología de desarrollo generar la documentación del aplicativo móvil.

2.1. Caracterización de la institución

Para la descripción de la institución se toma como referencia la documentación recogida mediante una entrevista realizada a la vicerrectora vespertina Mg. Ximena Arroyo en el marco de la investigación, en donde se menciona que: La Unidad Educativa Juan Montalvo, una institución centenaria de Ambato, Ecuador, ha desempeñado un papel esencial en la educación de la ciudad desde su creación el 12 de abril de 1880. Inicialmente conocida como la Escuela Municipal de Niños, la institución ha experimentado un notable crecimiento y desarrollo a lo largo de los años. Tras superar varias dificultades, la escuela finalmente adquirió su propio edificio en las calles Bolívar y Espejo en 1900. En 1974, bajo la dirección de la señora Olga María García de Rodríguez, se inauguró el edificio actual con 18 aulas en las calles Rocafuerte y Espejo, y se llevaron a cabo importantes mejoras, como la construcción de un coliseo de deportes, pavimentación de patios y la creación de aulas adicionales. En la actualidad, bajo la dirección de la Master Fabiola Galarza, la institución sigue siendo un faro de la educación en Ambato, con un enfoque en la formación integral de sus estudiantes, ofreciendo laboratorios, aulas especializadas y un compromiso continuo con la excelencia educativa, la institución ha considerado la incorporación de un nuevo servicio moderno y tecnológico. Un servicio que se encuentra en evaluación para ser agregado a la institución es la implementación de una aplicación de geolocalización para el transporte escolar, que incluiría acceso a cámaras IP.

Este avance tecnológico representaría un paso significativo hacia la seguridad y comodidad de los estudiantes y sus familias. La Unidad Educativa Juan Montalvo demuestra su compromiso continuo con la excelencia educativa y la atención

integral de sus estudiantes, combinando la tradición con la innovación en beneficio de la comunidad educativa de Ambato.

2.2. Metodología de investigación

En el contexto de la investigación, se utiliza un enfoque cualitativo para abordar de manera íntegra el tema, este enfoque permite el análisis de los datos cualitativos.

Para aprender más sobre la eficacia y el conocimiento de la geolocalización en este contexto educativo, se realizaron encuestas y entrevistas a padres y conductores del transporte escolar. Cuando se combinan estos métodos, se logra una comprensión profunda de la situación y las posibles mejoras al sistema de transporte escolar.

Enfoque de la investigación

Se toma como referencia la investigación de los autores Vega *et al.* (2014), el enfoque cualitativo se caracteriza por su naturaleza inductiva y su énfasis en comprender contextos sociales en su estado natural. No se centra en mediciones numéricas ni en generalizaciones, sino en la interpretación y la reconstrucción de la realidad. Utiliza métodos como la observación, entrevistas abiertas y análisis de discursos, y se aplica en estudios que se enfocan en la comprensión profunda de situaciones específicas. El investigador se involucra directamente en ambientes naturales, sin manipular variables, y el proceso es flexible y holístico.

Método de investigación

Para la investigación, el método utilizado es el analítico-sintético, que según la investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2016), “Es un método que consiste en la separación de las partes de un todo para estudiarlas en forma individual (Análisis), y la reunión racional de elementos dispersos para estudiarlos en su totalidad (Síntesis)” (p. 3); lo cual implica que parte de lo general para sintetizar aspectos relevantes para la aplicación móvil.

Tipo de investigación

En la investigación se utilizan dos tipos de investigación: bibliográfica y de campo.

De acuerdo con Gómez *et al.* (2023), “una búsqueda bibliográfica debe hacerse desde una perspectiva estructurada y profesional. Leer documentación que no tenga fundamentos es aburrido y termina por ser una pérdida de tiempo” (p. 159). Incluso en cualquier investigación, es fundamental realizar una búsqueda bibliográfica de manera organizada y competente.

Leer documentación carente de fundamentos no solo resulta aburrido, sino que también conduce a una pérdida de tiempo, lo que puede ser perjudicial para el desarrollo de la investigación y la obtención de resultados sólidos. El éxito de cualquier investigación está significativamente influenciado por el calibre y la aplicabilidad de los materiales revisados.

Por otro lado, de acuerdo con el autor Grajales (2000), “La de campo o investigación directa es la que se efectúa en el lugar y tiempo en que ocurren los fenómenos objeto de estudio” (p. 2). Este punto de vista de investigación es muy importante para obtener datos en una situación real y observar directamente el fenómeno dentro del estudio.

Este método de investigación se vuelve aún más importante cuando la información de ubicación se aplica al transporte escolar. La recopilación de datos ayuda a mejorar la seguridad y la calidad de los sistemas de transporte escolar al proporcionar información precisa sobre la ubicación de los estudiantes y la eficiencia del servicio.

Población

Para el propósito de esta investigación, la población objetivo se limita a los tutores que conforman el comité principal de la Unidad Educativa Juan Montalvo en la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua, Ecuador. La población de estudio se

limita a una fracción del grupo de padres de familia debido a que al ser una entidad pública no todos utilizan el servicio de transporte y éste es independiente de la institución, por lo que el punto de contacto es el comité central de padres de familia conformado por 21 representantes. Esta cifra se basa en la última elección vigente para este período académico.

Muestra

Este estudio se centra en una población específica conformada por un pequeño número de padres de familia que son el contacto para la vinculación del servicio de transporte escolar a los grupos que lo requieran en la Unidad Educativa Juan Montalvo de la ciudad de Ambato, Provincia de Tungurahua, Ecuador. Debido a que esta población es limitada, es difícil utilizar métodos de muestreo tradicionales para estimaciones estadísticas, por lo tanto, se trabaja con la totalidad de la población. Esta decisión se basó en la necesidad de una comprensión detallada de las experiencias y necesidades de esta población seleccionada, en lugar de evaluaciones cuantitativas tradicionales.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Al llevar a cabo una investigación de campo y bibliográfica para recopilar datos, tanto individuos como empresas pueden responder interrogantes significativas, evaluar el rendimiento y predecir con mayor precisión probabilidades y tendencias futuras. La recolección precisa de datos es vital para salvaguardar la integridad de la investigación, tomar decisiones empresariales fundamentadas y asegurar la calidad en general (Parra, 2022).

La información precisa mejora el proceso de tomar de decisiones y la excelencia del servicio, permitiendo un transporte más seguro y eficiente de los estudiantes hacia y desde la escuela.

Para obtener información de los miembros del Comité de Padres de Familia, se utilizó como técnica el *Focus group* que según el autor Benavides (2022), en el

contexto de la investigación cualitativa, se configura como una técnica de recopilación de datos que involucra la convocatoria de un conjunto de individuos previamente evaluados y calificados. Este grupo se reúne en un entorno no estructurado con el propósito de adquirir información precisa y detallada en relación con un producto, servicio o solución propuesta; como instrumento un cuestionario estructurado, el mismo que se enfoca en obtener información de la gestión del servicio de transporte desde la perspectiva de los representantes de los padres de familia. Se puede acceder al formato del cuestionario en el Anexo 1.

A partir del *Focus group* realizado con el comité de padres de familia, es transparente que se pueda identificar cinco puntos de incertidumbre claves que arrojan información crucial para la formulación de estrategias y desarrollo de la aplicación móvil de geolocalización del transporte escolar. Estas preguntas destacan aspectos fundamentales son documentados en la fase de Análisis de la metodología de desarrollo.

2.3. Metodología de desarrollo

La metodología *Waterfall*, como lo detalla Laoyan (2022), representa una metodología de gestión de proyectos que se estructura en fases discretas, con la condición de que cada etapa empiece únicamente después de la conclusión de la anterior. Este modelo conocido como cascada conserva su rigidez en la secuencia de actividades para permitir un mayor control en cada etapa del proyecto, sin embargo, es fundamental recalcar que esta metodología escasea de flexibilidad ante cambios imprevistos durante el desarrollo del software.

Figura 7. Ciclo de vida clásico



Fuente: obtenido de Vásques (2016)

Según Vásquez (2016), el modelo *Waterfall*, se compone de cinco fases consecutivas que abarcan desde la concepción de un proyecto hasta su mantenimiento a largo plazo. A continuación, se define las fases de dicha metodología:

Fase de análisis: Se define minuciosamente los requisitos y requerimientos por parte del usuario, como se puede observar en la figura 9 esto incluye la definición de requisitos, requerimientos de interfaz y la integración de requerimientos clave. Esta fase sienta las bases para todo el proyecto, estableciendo un marco claro para el desarrollo.

Fase de diseño: Se toman los requerimientos del usuario y se crea una representación organizada del sistema, descomponiéndole en subsistemas y determinando la infraestructura del hardware y software.

Fase de implementación: Se enfoca en el desarrollo del sistema, codificando y analizando todos los requerimientos del usuario y generando la documentación operativa para su funcionamiento.

Fase de pruebas: Se enfoca en las críticas para garantizar que el sistema cumpla con los requerimientos del usuario y que funcione correctamente, esto implica la

generación de datos para prueba y la aceptación del producto en ambiente de producción.

Fase de mantenimiento: El sistema entra en operación y se brinda soporte técnico continuo, registrando las peticiones de los usuarios para realizar mejoras y actualizaciones del software.

Fase I: Análisis de requerimientos

Como se mencionó en la metodología de investigación, para la recopilación de datos que da como resultado los requisitos funcionales y no funcionales, se realizó un *Focus Group* con 21 miembros del Comité Central de Padres de familia, de lo que se destacan varios aspectos de importancia:

Pregunta 1: ¿Conoce usted si existe comunicación y que medios se utilizan entre el servicio de transporte escolar y los Padres de familia de los estudiantes de la institución?

Del total de personas participantes, se determina que hay una diversidad de respuestas, que van desde un simple "No" hasta respuestas más detalladas indicando que sí hay comunicación. Es interesante observar que algunos participantes mencionan que conocen la comunicación, mientras que otros admiten no tener conocimiento al respecto.

Pregunta 2: ¿Cuáles son los canales de comunicación que se utilizan actualmente para abordar asuntos relacionados con el transporte escolar?

Del total de personas participantes, se determina que existe una variabilidad en el conocimiento de los padres de familia sobre la comunicación entre el transporte escolar y ellos, ya que algunas respuestas indican un conocimiento claro que estos medios de comunicación son llamadas o grupos de WhatsApp, mientras que otros afirman una falta de información.

Pregunta 3: ¿Existen problemas o desafíos comunes en la comunicación entre la institución y los transportistas que considere relevantes? Mencione cuales son.

Se destaca la falta de respuesta a los mensajes enviados como un problema, indicando que la comunicación puede ser unidireccional o ineficiente en algunos casos. Además, la falta de comunicación con los transportistas es mencionada directamente como un desafío, lo que sugiere que existe una preocupación por la brecha en la interacción entre la institución y quienes prestan el servicio de transporte.

Pregunta 4: ¿Ha habido situaciones previas en las que la falta de comunicación o información actualizada haya afectado la seguridad o la puntualidad en el transporte escolar?

Del total de personas participantes, se determina que la una tercera parte manifiesta que su comunicación es a través de grupos de WhatsApp con los padres de familia y conductores, mientras que otro grupo considera que no se tiene un canal de comunicación formal que las interacciones se producen principalmente en persona, finalmente una minoría concluye que el que tiene una comunicación telefónica directa con los conductores. Esta información destaca que la mensajería instantánea y la comunicación telefónica directa son los medios de contacto preferidos por los usuarios del servicio.

Pregunta 5: ¿Cree usted que una aplicación móvil de geolocalización del transporte escolar podría mejorar la seguridad y la tranquilidad de los padres de familia?

Aborda la percepción sobre si una aplicación móvil de geolocalización del transporte escolar podría mejorar la seguridad y tranquilidad de los padres de familia. Las respuestas proporcionadas sugieren una aceptación generalizada y positiva hacia la implementación de esta tecnología, algunas respuestas expresan que la aplicación no solo mejoraría la seguridad, sino que también contribuiría a una mayor tranquilidad para los padres.

Pregunta 6: ¿Qué características específicas le gustaría ver en la aplicación móvil de geolocalización del transporte escolar para que sea de utilidad para los padres de familia y/o representantes?

Las respuestas obtenidas por los participantes muestran una variedad de características específicas que los padres de familia y/o representantes desean ver en una aplicación móvil de geolocalización del transporte escolar. Las características más recurrentes mencionadas son las notificaciones de llegada, salida y ausencia del estudiante, la geolocalización del transporte escolar, y la optimización de rutas.

Pregunta 7: ¿Considera que la inversión en una aplicación de este tipo es factible para la institución? ¿Qué beneficios esperaría obtener?

Las respuestas reflejan la factibilidad de la inversión dependerá de la capacidad de la institución para coordinar y gestionar la implementación de la aplicación, así como de la disposición de los padres de familia para participar en este proceso. Algunas respuestas apuntan a la limitación económica como un factor que podría obstaculizar la inversión. Sin embargo, una respuesta sugiere que, si se logra superar esta limitación, la inversión podría proporcionar beneficios de seguridad personal.

Pregunta 8: ¿Tiene alguna sugerencia específica sobre la implementación de la aplicación que considere importante para su éxito?

Resalta la importancia de que la aplicación sea gratuita o que el costo sea accesible. Esto sugiere una preocupación por la accesibilidad económica para todas las familias que utilizan el servicio de transporte escolar. La sugerencia de que el proceso sea sencillo indica una preocupación por la usabilidad de la aplicación, reconociendo que una implementación exitosa requeriría una interfaz amigable y un proceso sin complicaciones.

Pregunta 9: ¿Cómo mediría el éxito de la implementación de la aplicación? ¿Qué indicadores o métricas considera relevantes?

Para medir el éxito, se sugiere realizar un seguimiento continuo de la precisión de la geolocalización, observar la frecuencia de uso por parte de los usuarios, evaluar la interacción con las funciones de la aplicación y recopilar la retroalimentación a través de calificaciones y reseñas. Estos indicadores proporcionarán una evaluación completa de la utilidad y aceptación de la aplicación por parte de los usuarios.

Pregunta 10: ¿Qué papel considera que debería desempeñar el comité de padres de familia en la implementación y supervisión de la aplicación de geolocalización del transporte escolar?

Considerando las respuestas proporcionadas, se sugiere que el comité de padres de familia desempeñe un papel activo y fundamental en la implementación y supervisión de la aplicación de geolocalización del transporte escolar. Su función podría abarcar desde coordinar y colaborar en la implementación hasta actuar como mediadores, facilitadores financieros y líderes en la obtención de fondos.

A partir de la información antes mencionada más cuestiones identificadas como necesidades, se detallan a continuación los requisitos para la aplicación:

Requisitos funcionales

A partir de los instrumentos aplicados, se obtienen aspectos importantes que se consideran indispensables para la funcionalidad de la aplicación:

- Aplicación íntegra de geolocalización y seguimiento del transporte escolar
- Enviar y recibir notificaciones a través de la aplicación, tanto de llegada y salida de la ruta por parte del conductor, asegurando una comunicación más efectiva.

- Llevar un seguimiento de asistencia al abordar al vehículo, para notificar la llegada del estudiante a la institución.
- Acceso a la ubicación en tiempo real del transporte escolar a través de los servicios de Google Maps, brindando una visión detallada de la ruta.
- Integrar el acceso a cámaras IP para una mayor supervisión y seguridad.

Usuarios:

Los usuarios de la aplicación se dividen en tres categorías principales:

- El **padre de familia** tendrá el acceso al seguimiento del transporte escolar, acceso a la cámara IP y permisos de notificar al conductor si su hijo no abordará en el transporte escolar.
- El **conductor** del transporte escolar tendrá acceso a la aplicación para registrar la asistencia de los estudiantes, recibir notificaciones sobre cambios en la asistencia y acceder a la información de contacto de los padres de familia.
- El **administrador** utilizará la aplicación para supervisar el rendimiento y la eficiencia del transporte escolar, además de gestionar la información de estudiantes y padres de familia.

Requisitos de Autenticación

Inicio de Sesión: La aplicación posibilita que los usuarios accedan a iniciar sesión a través de un proceso de autenticación que verifique su identidad mediante el correo electrónico.

Registro de Usuarios: Se proporciona un mecanismo para que los nuevos usuarios se registren en la aplicación, esta tarea lleva a cabo el administrador. Los datos de registro se almacenan en *Firebase* y en SQL Server para su posterior validación y gestión.

Gestión de Sesiones: La aplicación debe gestionar las sesiones de usuario de manera segura, lo que implica permitir el cierre de sesión y proteger los datos de acceso.

Verificación de Datos de Usuarios: La validación de la información de usuarios, conductores y administradores se realiza comparando los datos almacenados en *Firebase* con los registros en SQL Server. Esto asegura la autenticidad y precisión de la información.

Requisitos de Geolocalización

Permiso de Geolocalización: La aplicación solicita y obtiene permisos de geolocalización en tiempo real en los dispositivos móviles de los conductores y padres de familia. Estos permisos son esenciales para el seguimiento y rastreo de la ubicación de los autobuses escolares y de los estudiantes.

Acceso a Internet: Para que la geolocalización funcione adecuadamente, se requiere que los dispositivos tengan acceso a Internet en todo momento.

Integración de Google Maps: La aplicación utiliza los servicios de Google Maps para mostrar la ubicación en tiempo real, las rutas y el tiempo estimado de llegada del transporte escolar. También proporcionar mapas interactivos para padres y conductores.

Precisión de Geolocalización: La aplicación debe garantizar una alta precisión en la geolocalización, lo que implica el uso de tecnologías como GPS, Wi-Fi y redes celulares para obtener datos exactos de ubicación.

Plataformas y Dispositivos

La aplicación está diseñada exclusivamente para la plataforma Android, brindando una experiencia al usuario óptima en dispositivos móviles. Para garantizar un rendimiento eficiente, la aplicación está optimizada a partir de la API 21, lo que

equivale a Android 5.0 (Lollipop) como versión mínima del sistema operativo. Esto asegura que la aplicación funcione de manera fluida y eficaz en dispositivos Android moderno, ofreciendo al padre de familia y conductor una experiencia de alta calidad en términos de geolocalización.

Requisitos no funcionales

Seguridad

- Cada usuario del aplicativo debe contar con un identificador de usuario y una contraseña para acceder al sistema.
- Las contraseñas no están sujetas a vencimiento.
- Los usuarios tienen la capacidad de modificar su contraseña en cualquier momento a través de una opción habilitada en el menú de la aplicación.
- Únicamente el administrador del sistema tiene la autorización para cambiar los permisos de acceso al sistema.

Restricciones y limitaciones

Es fundamental tener en cuenta ciertas restricciones y limitaciones técnicas; entre estas limitaciones se incluyen la dependencia de la disponibilidad de una conexión a Internet estable, ya que la geolocalización en tiempo real y la comunicación con los servidores centrales son esenciales para el funcionamiento óptimo de la aplicación.

Así mismo, se enfrentan restricciones en cuanto a la compatibilidad con dispositivos móviles más antiguos, ya que el rendimiento y las características avanzadas de la aplicación pueden no estar disponibles en dispositivos con sistemas operativos más antiguos o con recursos limitados. Además, la capacidad de almacenamiento en el dispositivo móvil puede imponer restricciones a la cantidad de datos que se pueden almacenar localmente.

Fase II: Diseño

Modelo Arquitectónico C4

Según la naturaleza del proyecto y de la aplicación se utilizará la arquitectura de software "Modelo C4" para la descripción del diseño.

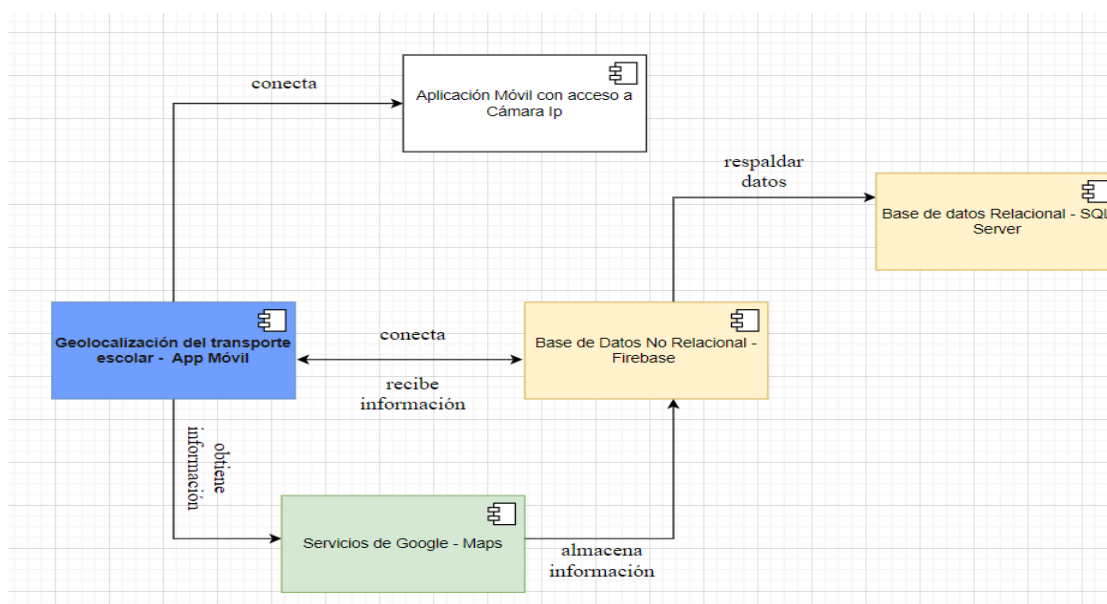
El Modelo C4 constituye una alternativa a enfoques de tipo *top-down*, estableciendo un proceso de desarrollo que se inicia con la definición de cuatro niveles de abstracción: el contexto, los contenedores, los componentes y el código. Esta jerarquía de diagramas C4 permite segmentar el diseño en diferentes estratos de complejidad, cada uno de los cuales se encuentra dirigido hacia audiencias específicas, contribuyendo así a una comprensión y comunicación efectiva de la arquitectura del software.

Contexto

El primer nivel jerárquico de la aplicación se centra en el contexto, suministrando una visión general de la comunicación entre los diferentes elementos de la aplicación. Se destaca:

- La aplicación móvil de geolocalización establece una comunicación externa con la aplicación de acceso a cámara IP.
- La base de datos “*Firebase*” desempeña un papel central al actuar como intermediario en la comunicación de envío y receptor de datos con la aplicación móvil y respalda los datos en una base de datos relacional.
- Los servicios de Google Maps enriquecen tanto a la aplicación móvil como a la base de datos “*Firebase*”, dando una mejor funcionalidad a la aplicación

Figura 8. Modelo C4 – Contexto de la aplicación

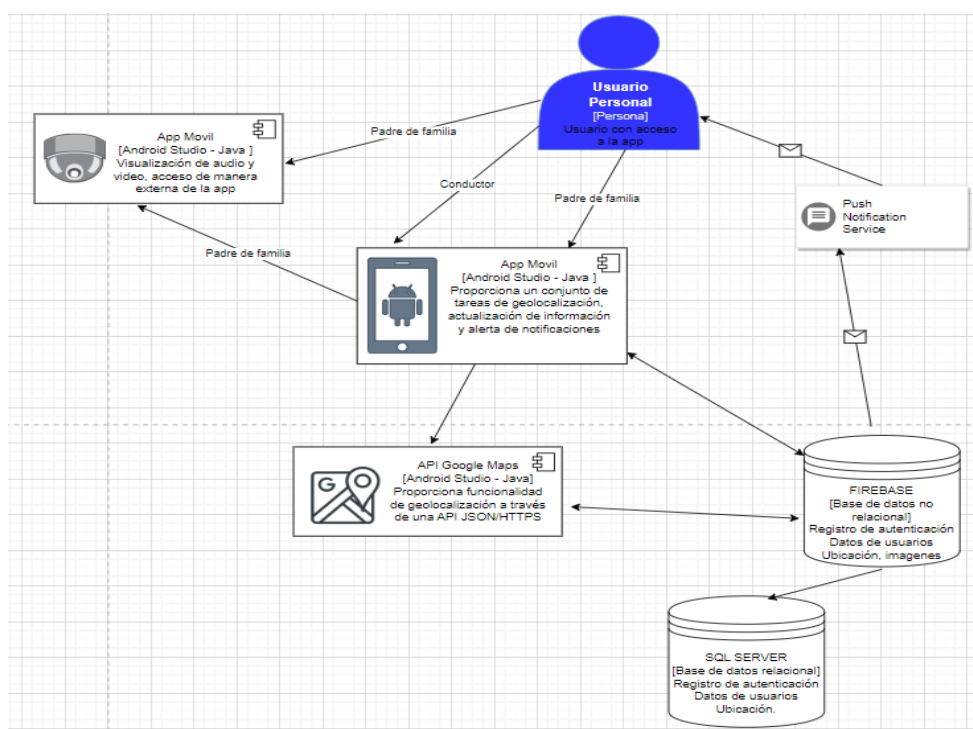


Fuente: elaboración propia

Contenedores:

El nivel jerárquico siguiente en la aplicación se enfoca en el contenedor principal, representado visualmente por el ícono azul en la Figura 9. Este contenedor está designado como el usuario autenticado de la aplicación. Internamente, la aplicación se conecta con dos almacenes de datos: *Firebase* y nuestra base de datos relacional, que utiliza SQL Server para almacenar datos estáticos. Adicionalmente, se ha integrado la implementación de las APIs de Google en la aplicación. Cabe destacar que un servicio adicional de *Firebase* utilizado es el *Cloud Messaging*, que permitirá enviar notificaciones al usuario.

Figura 9. Contenedor de conexiones usuario/aplicación



Fuente: elaboración propia

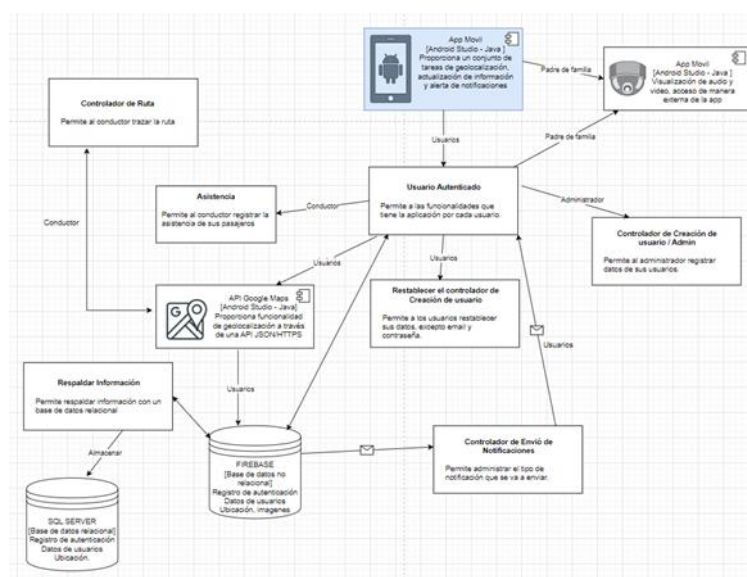
Componentes

El tercer nivel del diagrama se encarga de expandir dos contenedores clave. En primer lugar, se destaca la presencia de la API de Google Maps Platform, la cual emplea tres servicios fundamentales: Maps SDK for Android, Places API, Directions API y Routes API. Este componente es esencial para la integración de funcionalidades relacionadas con mapas, lugares y direcciones en la aplicación.

En el segundo contenedor, se enfoca la atención en los servicios de *Cloud Messaging* y autenticación proporcionados por la plataforma *Firebase*. La inclusión de *Cloud Messaging* permite la entrega eficiente de notificaciones a los usuarios, mejorando la interactividad y la experiencia general de la aplicación. Por otro lado, la capa de autenticación de *Firebase* garantiza un acceso seguro y personalizado, fortaleciendo la integridad del sistema.

Esta estructura jerárquica en el tercer nivel resalta la importancia de la integración cuidadosa de servicios externos para potenciar la funcionalidad de la aplicación.

Figura 10. Componentes de conectores con la aplicación



Fuente: elaboración propia

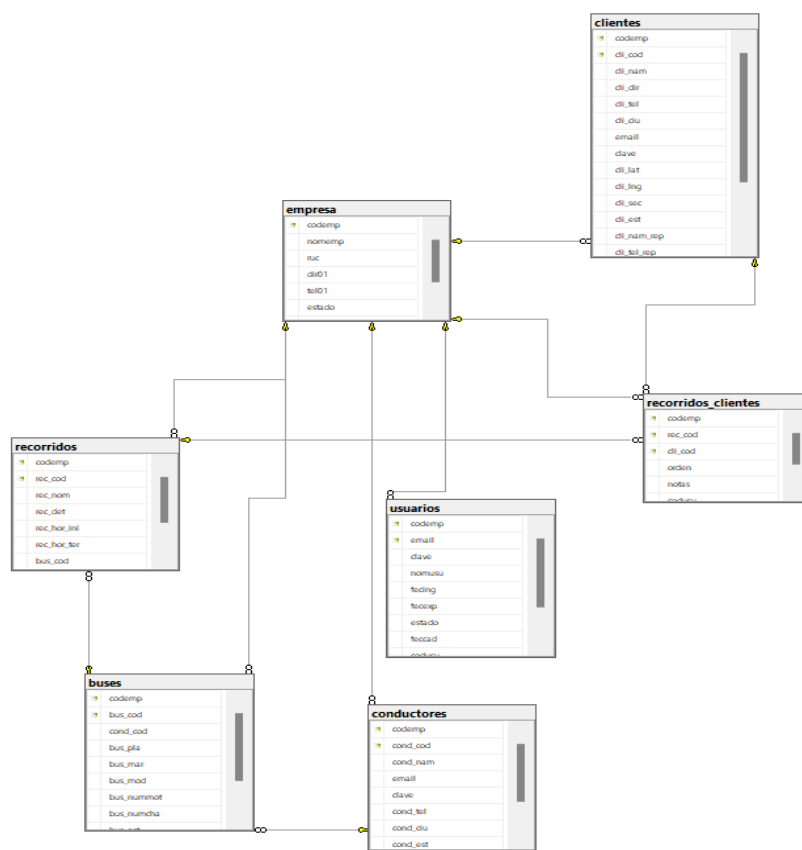
Modelo de datos

Según el autor del libro Osorio (2008):

Un Sistema de Manejo de Bases de Datos (en inglés DBMS, *Database Management System*) es un conjunto de elementos interrelacionados y una serie de programas que permiten a varios usuarios tener acceso a estos archivos ya sea para consultarlos o actualizarlos (p.13).

Es necesario incidir que la vinculación integral de componentes y aplicaciones evidencia la necesidad de contar con un sistema eficaz que facilite tanto la consulta como la actualización de archivos, asegurando de esta manera la integridad y disponibilidad de la información.

Figura 11. Tablas de la aplicación



Fuente: elaboración propia

El modelo de datos en SQL Server para la aplicación de Geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo, en cuestión se estructura mediante diversas tablas, cada una desempeñando un papel específico en la gestión de los datos de manera estática, esto quiere decir que no será datos que se actualiza en constante tiempo, ya que se cuenta de una base de datos no relacional que proporciona información de geolocalización. Entre las entidades presentes en la base de datos se encuentran las tablas "conductor", "bus", "clientes", "usuarios", "recorridos", "recorridos_clientes", "asistencia" y "empresa".

La tabla "empresa" se erige como el vínculo central, permitiendo un control integral.

Las tablas "clientes", "usuarios" y "conductores" operan como los usuarios de acceso a la aplicación y están interconectadas con las tablas "recorridos" y "asistencia". Esta arquitectura de datos permite una gestión eficiente y coherente

de la información, facilitando el seguimiento y control de los servicios prestados, tanto como interna de la aplicación como externa para el conductor, ya que también cuenta con un control de pagos del servicio del transporte.

Fase III: Implementación

En la fase de Implementación, la tercera etapa de la metodología, se detallan cinco elementos cruciales que proporcionan una descripción más exhaustiva de dicha fase en el desarrollo del aplicativo móvil. Estos componentes abarcan la Interfaz gráfica, la base de datos, las herramientas, la codificación y los estándares de programación. El propósito de este desglose es ofrecer una visión comprensiva y detallada

Interfaz gráfica


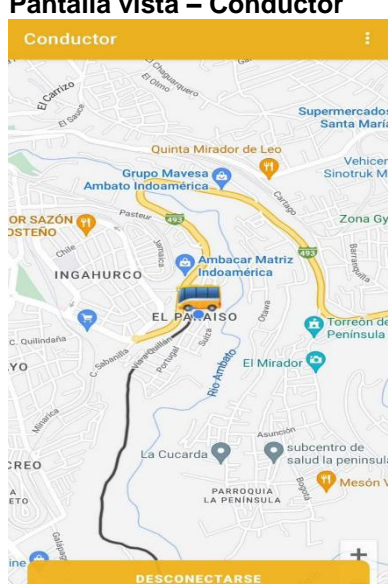
Ciertas áreas de la interfaz gráfica de la aplicación detallan la dinámica de la interacción entre el usuario y el sistema. Este subtema se centra en describir los elementos visuales y funcionales que conforman la interfaz de usuario y las diversas acciones y respuestas que los usuarios experimentan al interactuar con su aplicación.

Cuadro 3. Descripción de la interfaz gráfica

<p>Login</p> 	<p>Presenta dos campos email y contraseña, donde solo los usuarios autenticados y registrados por el administrador tienen acceso al rol asignado dentro de la aplicación.</p>
<p>Pantalla Principal - Administrador</p> 	<p>Se visualiza datos informativos en la parte superior. Por otro lado, tenemos opciones presentadas en tarjetas como son: Crear nuevo transporte, conductor, estudiante, administrador, ruta y una visualización general de cada usuario registrado.</p>

<p>Pantalla Crear Usuarios - Administrador</p> 	<p>Compuesta por los siguientes elementos: toolbar, campos de ingreso de datos “editext” y botón de registro. Formulario de registro para el administrador de la aplicación, los datos que no se pueden actualizar es usuario y contraseña y el código identificador. Las demás opciones tienen la misma estructura, donde se enlaza el conductor con el transporte registrado, la ruta con el conductor y el estudiante registrado, tomando en cuenta solo datos necesarios para cada tabla.</p>
<p>Pantalla Crear Transporte Escolar</p> 	<p>Compuesta por la información del vehículo y la llave clave que sería el nombre del conductor, un estado en donde se indica si está activo o inactivo el transporte. Esto se utilizó para tener mejor estructurado la información de cada vehículo de diferente ruta.</p>

<p>Pantalla Mapa – Cliente</p> 	<p>Interactúa con respuestas desde la base de datos, cuando el conductor empiece el recorrido, se marcará la ruta del conductor y la ubicación en tiempo real. También se visualiza los puntos de recogida de cada estudiante.</p>
<p>Pantalla Perfil – Cliente</p> 	<p>En esta pantalla se visualiza datos generales del estudiante que son: Foto de perfil, el estado, las publicaciones, correo, teléfono y nombres completos. Se tiene una opción de obtener ubicación donde el estudiante puede actualizar su posición de recogida antes de que el conductor empiece el recorrido.</p>
<p>Pantalla Actualizar posición – Cliente</p> 	<p>En esta pantalla el cliente tiene la opción de actualizar su posición tanto con el buscador, con el posicionamiento en tiempo real o con el deslizamiento de la pantalla a la posición que quiere insertar en la base de datos. Al presionar en el botón “confirmar ubicación” sus datos se actualizan.</p>

<p>Pantalla interactiva del mapa – Conductor</p> 	<p>En la primera vista del conductor se presenta un mapa general, con la vista de un botón que le permita conectarse y este permite visualizar al cliente la posición del transporte escolar. En la parte superior derecha, tiene una opción de menú que le indica si el usuario quiere cerrar sesión.</p>
<p>Pantalla vista – Conductor</p> 	<p>El conductor al momento de conectarse obtiene la posición del usuario y este obtendrá la posición más cerca que se encuentre al conductor, traza ruta y de manera sistematizada cuando el conductor se encuentre a 3 minutos de la posición de recogida se envía una notificación para que el estudiante se encuentre en el punto de recogida.</p>

Fuente: elaboración propia

Base de datos

Según la perspectiva de Zamora (2023), esta solución de almacenamiento en la nube se caracteriza por su capacidad para facilitar una sincronización eficiente de datos entre una variedad de dispositivos, abarcando plataformas como iOS, Android, Web, C++, y Unity. Sin embargo, destaca la flexibilidad y la capacidad de trabajar en conjunto del *Realtime Database*, situándolo como un elemento

fundamental para administrar y sincronizar datos de forma eficiente en diferentes entornos y dispositivos múltiples.

De acuerdo con los autores Santamaría y Hernández (2023), en su documento destaca diversas características que definen a Microsoft SQL Server, entre estas características se resalta: respaldo para transacciones, capacidad de expansión, fiabilidad y protección de datos, además de ser compatible con procedimientos almacenados. En resumen, estas características consolidan a Microsoft SQL Server como una herramienta integral y robusta en el campo de la gestión de bases de datos, ofreciendo soluciones eficaces y seguras para diversas necesidades.

Herramientas

- Base de datos: Firebase, SQL Server
- Dispositivos Android: Redmi Note 8 Pro, Redmi 10
- Laptop Dell Inspiron 5593
- Android Studio Version Flamingo
- Lenguaje de codificación - JAVA

Codificación

La codificación de la aplicación móvil centrada en la geolocalización para el transporte escolar, se optó por Android Studio como entorno de desarrollo principal, utilizando el lenguaje de programación JAVA. Este entorno proporcionó una interfaz integral para gestionar elementos clave, tales como formularios, clases, *providers*, *utils*, *arrays*, variables globales, *shared preferences*, vistas, conexiones a la base de datos, entre otros componentes.

El código se estructuró en módulos que abarcaban desde la gestión de usuarios hasta la implementación de clases y *providers* para el manejo eficiente de migración de datos. Android Studio permitió una integración coherente y eficaz de estos elementos, facilitando la depuración, control y ejecución del código. En aras de

enriquecer la experiencia del usuario, se incorporaron de manera estratégica diversas librerías externas desarrolladas por expertos en la comunidad.

Estas librerías fueron integradas de manera cuidadosa en el entorno de desarrollo de Android Studio cuidando versiones y compatibilidad con diferentes dispositivos, ampliando las capacidades de la aplicación móvil. Entre las librerías utilizadas se encuentran aquellas que optimizan la interfaz gráfica, mejoran la eficiencia de la geolocalización, y facilitan la gestión de datos en tiempo real. Esta decisión no solo contribuyó a la calidad estética de la aplicación, sino que también potenció su funcionalidad y rendimiento, asegurando una experiencia de usuario fluida y atractiva. La integración de estas librerías externas no solo simplificó el desarrollo, sino que también garantizó que la aplicación aprovechara al máximo las innovaciones de la comunidad de desarrolladores, elevando así el estándar de calidad y usabilidad.

Estándares de Programación

Para asegurar que la escritura de los componentes del proyecto sea comprensible y fácil de mantener, es fundamental crear un documento de control que detalle las reglas a seguir durante esta etapa. En dicho documento se definirá la forma en que se nombrarán los elementos.

Cuadro 4. Nombre de Archivos

CARPETA	NOMBRE DE LA CLASE
Providers	Acción (Provider)
Clases	La primera Acción en mayúscula
Tipo de usuario	Acción (Tipo de Usuario)
Activity	Se guarda la carpeta de cada acción del usuario
Utils	Acción (Utils)
Adapters	Acción (Adapters)
Models	Acción (Models)

Fuente: elaboración propia

Este enfoque proporciona un marco estructurado para identificar y comprender de manera eficiente los componentes del código, facilitando así la gestión y el mantenimiento de proyectos, todos estos elementos están organizados dentro de carpetas en el proyecto.

Como parte del proceso de codificación, con el fin de evidenciar el trabajo realizado y el uso de los estándares analizados a continuación, se muestra el código de las APIs de Google Maps y la conexión a SQL Server ya que son elementos fundamentales dentro del proceso de desarrollo:

Login

En este fragmento de código se puede observar que pasos debe cumplir el usuario para poder ingresar a cada *activity*, en donde se empieza a validar sus datos ingresados si existe en la vista que se une de las tablas, usuario, clientes, conductores. Luego de validar esos datos se toma en cuenta la autenticación de los datos que se encuentra almacenado en la plataforma de *Firebase* y se hace una comparación, en donde de acuerdo con el usuario se le asigna diferente *activity*.

Figura 12. Código de ingreso

```
private void goLogin() {
    String email = mtxtInputEmail.getText().toString().trim();
    String password = mtxtInputPassword.getText().toString().trim();
    String user = getUserInfo(email, password);
    String codemp = "30";
    globalLogin.setTipo(user);
    globalLogin.setCodemp(codemp);

    if (!email.isEmpty() && !password.isEmpty()) {
        try {
            mDialog.show();
            ResultSet rs;
            PreparedStatement ps = AccesoBD.conector().prepareStatement("SELECT COUNT(*) FROM V_LOGIN WHERE codemp='30' and email='"+ email + "' and clave='"+password+"'");
            rs = ps.executeQuery();
            if (rs.next()) {
                mAuth.signInWithEmailAndPassword(email, password).addOnCompleteListener(new OnCompleteListener<AuthResult>() {
                    @Override
                    public void onComplete(@NonNull Task<AuthResult> task) {
                        if (task.isSuccessful()) {
                            final SharedPreferences.Editor editor = mPref.edit();
                            editor.putString("user", user);
                            editor.apply();
                            if (task.isSuccessful()) {
                                if (user.equals("CLI")) {
                                    Intent intent = new Intent(packageName, Login.this, MapClientActivity.class);
                                    intent.addFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_NEW_TASK | Intent.FLAG_ACTIVITY_CLEAR_TASK);
                                    startActivity(intent);
                                    mDialog.dismiss();
                                } else if (user.equals("CON")) {
                                    Intent intent = new Intent(packageName, Login.this, MapDriverActivity.class);
                                    intent.addFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_NEW_TASK | Intent.FLAG_ACTIVITY_CLEAR_TASK);
                                    startActivity(intent);
                                    mDialog.dismiss();
                                } else if (user.equals("ADM")) {
                                    Intent intent = new Intent(packageName, Login.this, OptionsAdminActivity.class);
                                    intent.addFlags(Intent.FLAG_ACTIVITY_NEW_TASK | Intent.FLAG_ACTIVITY_CLEAR_TASK);
                                    startActivity(intent);
                                    mDialog.dismiss();
                                }
                            }
                        }
                    }
                });
            }
        }
    }
}
```

Fuente: elaboración propia

detallada sobre las rutas entre un punto de origen y múltiples destinos representados por las coordenadas de la lista de ubicaciones (listaUbicaciones).

Figura 14. Código para dibujar ruta

```

private void drawRoute(){
    for (LatlngArrays latlngArrays : listaUbicaciones) {
        double latitud = latlngArrays.getLatitud();
        double longitud = latlngArrays.getLongitud();
        mDestinationLatLng = new Latlng(latitud, longitud);
        mGoogleApiProvider.getDirections(mOriginLatLng, mDestinationLatLng).enqueue(new Callback<String>() {
            @Override
            public void onResponse(Call<String> call, Response<String> response) {
                try {
                    JSONObject jsonObject = new JSONObject(response.body());
                    JSONArray jsonArray = jsonObject.getJSONArray( "routes");
                    JSONObject route = jsonArray.getJSONObject( index: 0);
                    JSONObject polyLines = route.getJSONObject( name: "overview_polyline");
                    String points = polyLines.getString( name: "points");
                    mPolylineList = DecodePoints.decodePoly(points);

                    JSONArray legs = route.getJSONArray( name: "legs");
                    JSONObject leg = legs.getJSONObject( index: 0);
                    JSONObject distance = leg.getJSONObject( name: "distance");
                    JSONObject duration = leg.getJSONObject( name: "duration");
                    String distanceText = distance.getString( name: "text");
                    String tiempo = duration.getString( name: "text");
                    String soloNumeros = tiempo.replaceAll( regex: "\\D+", replacement: "");
                    durationText = Integer.parseInt(soloNumeros);
                    mPolylineOptions = new PolylineOptions();
                    mPolylineOptions.color(Color.DKGRAY);
                    mPolylineOptions.width(8f);
                    mPolylineOptions.startCap(new SquareCap());
                    mPolylineOptions.jointType(JointType.ROUND);
                    mPolylineOptions.addAll(mPolylineList);
                    mMap.addPolyline(mPolylineOptions);

                } catch(Exception e) {...}
            }
        });
        @Override
        public void onFailure(Call<String> call, Throwable t) {}
    }
}

```

Fuente: elaboración propia

Canales para envío de Notificaciones

En esta clase se codifica el creador del canal de notificaciones, tomando en cuenta las versiones superiores de Android Oreo e inferiores de esta versión.

Figura 15. Código del creador del canal

```

1 usage
@RequiresApi(api = Build.VERSION_CODES.O)
private void createChannel(){
    NotificationChannel notificationChannel = new
        NotificationChannel(
            CHANNEL_ID,
            CHANNEL_NAME,
            NotificationManager.IMPORTANCE_HIGH);
    notificationChannel.enableLights(true);
    notificationChannel.enableVibration(true);
    notificationChannel.setLightColor(Color.GRAY);
    notificationChannel.setLockscreenVisibility(Notification.VISIBILITY_PRIVATE);
    getManager().createNotificationChannel(notificationChannel);
}

3 usages
public NotificationManager getManager(){
    if (manager == null){
        manager = (NotificationManager) getSystemService(Context.NOTIFICATION_SERVICE);
    }
    return manager;
}

1 usage
@RequiresApi(api = Build.VERSION_CODES.O)
public Notification.Builder getNotification(String title, String body, PendingIntent intent, Uri soundUri){
    return new Notification.Builder(getApplicationContext(), CHANNEL_ID).setContentTitle(title).setContentText(body)
        .setAutoCancel(true)
        .setSound(soundUri)
        .setContentIntent(intent)
        .setSmallIcon(R.drawable.ic_car);
}

1 usage
public NotificationCompat.Builder getNotificationOldApi(String title, String body, PendingIntent intent, Uri soundUri){
    return new NotificationCompat.Builder(getApplicationContext(), CHANNEL_ID).setContentTitle(title).setContentText(body)
        .setAutoCancel(true)
        .setSound(soundUri)
        .setContentIntent(intent)
        .setSmallIcon(R.drawable.ic_car);
}

```

Fuente: elaboración propia

Función de enviar notificación:

En este fragmento de código se utiliza una instancia de una clase `TokenProvider`, se pasa como parámetro el id del cliente y se crea la estructura de la notificación. Para completar el envío de la notificación se hace una petición a la API de *cloud messaging* y si su respuesta es *success* la notificación se envía correctamente, caso contrario se presenta un mensaje Error al enviar la notificación.

Figura 16. Código de estructura de notificación

```

private void sendNotificacionCompleto(){
    for (idClients idClients : arrays){
        String id = idClients.getIdACli();
        mTokenProvider.getToken(id).addListenerForSingleValueEvent(new ValueEventListener() {
            @Override
            public void onDataChange(@NonNull DataSnapshot snapshot) {
                String token = snapshot.child("token").getValue().toString();
                Map<String, String> map = new HashMap<>();
                map.put("title", "TU VEHICULO SE ENCUENTRA EN LA POSICIÓN DE RECOGIDA");
                map.put("body", "Aborda pronto al vehiculo");
                FCMBody fcmBody = new FCMBody(token, priority: "high", map);
                mNotificationProvider.sendNotification(fcmBody).enqueue(new Callback<FCMResponse>() {
                    @Override
                    public void onResponse(Call<FCMResponse> call, Response<FCMResponse> response) {
                        if (response.body() != null){
                            if (response.body().getSuccess() == 1){
                                Toast.makeText(context, MapDriverActivity.this, text: "Su notificación ha llegado correctamente", Toast.LENGTH_SHORT).show();
                            }else {
                                Toast.makeText(context, MapDriverActivity.this, text: "Error al enviar notificación", Toast.LENGTH_SHORT).show();
                            }
                        }
                    }
                    @Override
                    public void onFailure(Call<FCMResponse> call, Throwable t) {...}
                });
            }
            @Override
            public void onCancelled(@NonNull DatabaseError error) {}
        });
    }
}

```

Fuente: elaboración propia

Como parte de la metodología se tienen pendientes tanto la Fase de pruebas como la de Mantenimiento, las mismas que al mostrar el producto terminado y sus posibles mejoras, éstas dos fases se documentan en el capítulo III.

CAPÍTULO III. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Fase de prueba

Durante el desarrollo de la aplicación, se llevaron a cabo diversos tipos de pruebas, incluyendo inicialmente las pruebas unitarias, las cuales de acuerdo con AWS (2023), las pruebas de software son esenciales para asegurar la calidad del código y forman parte integral del proceso de desarrollo de software.

Una estrategia recomendada en el desarrollo de software consiste en escribir el código en forma de unidades pequeñas y funcionales; es así, que en este proceso se pudo validar:

Cuadro 5. Secuencia de pruebas aplicadas

ID	Activity Para Probar	Objetivo	Datos de Prueba	Pre-Requisitos	Pasos Para Ejecución	Resultado Esperado	Resultado Obtenido	Estado Prueba	Incidencia Reportada
P1	Login	Autenticar datos del usuario, permitir acceso a las diferentes activitys de la aplicación	Se necesita ingresar un correo y una contraseña	Existe la base de datos que autentique la información ingresada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Accedera la app 2. Ingresarlos datos necesarios 3. Iniciar sesión 	Validar credenciales del usuario	Inicia sesión	N.E.	Éxito
P2	Registro de usuario	CRUD usuario, administrador, conductor, transporte escolar, ruta.	Se necesita llenar todos los campos necesarios	Existe la base de datos que almacene la información	<ol style="list-style-type: none"> 1. Seleccionar elemento 2. Llenar los campos 3. Enviar datos 	Mensaje de tarea completada	Registro de la tarea en la BD	N. E	Éxito
P3	Editar Registro de usuario	Editar datos solicitados por el usuario hacia el administrador	Se necesita llenar todos los campos.	El usuario exista en la BD	<ol style="list-style-type: none"> 1. Click en el botón con un icono de lápiz 2. Aceptar el dialogo de pantalla 3. Actualizar datos 4. Enviar 	Mensaje de tarea completada	Actualiza los datos del usuario	N.E.	Éxito

P4	Perfil	Muestra datos del cliente, actualiza la posición de recogida	Se necesita consumir información de la API de Google Maps	Habilitar permisos de ubicación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Autenticarse 2. Click en el menú superior 3. Seleccionar Perfil 4. Obtener ubicación 5. Actualizar posición 	Muestra lugares del API de Google Maps.	Se muestra información requerida	N.E.	Éxito
P5	Mapa de recorrido conductor	Muestra mapa y un botón de empezar recorrido	Se necesita consumir los servicios de la API de Google Maps.	Habilitar Permisos de ubicación	<ol style="list-style-type: none"> 1. Autenticarse 2. Habilitar Permisos 3. Click dos veces en el botón empezar recorrido 4. Empezar a moverse 	Muestra lugares de la API de Google Maps	Se muestra la ubicación de cada cliente y se traza la ruta	N.E	Éxito

Fuente: elaboración propia

En vista de que se llevaron a cabo pruebas de carga con el fin de simular el escenario de uso real de la aplicación móvil, la API y la base de datos, en la tabla anterior también se muestra los resultados de estas pruebas con el fin de analizar aspectos como el rendimiento de las consultas, la degradación del sistema y la capacidad de escalabilidad.

Este proceso finalmente permite obtener una versión funcional de la aplicación.

3.2. Validación de la aplicación mediante la norma ISO/IEC 9126

De acuerdo con Ortega y Villavicencio (2011):

La norma ISO/IEC 9126 es un estándar internacional para la evaluación de calidad de productos de software. Está dividida en cuatro partes: ISO/IEC 9126-1: Modelo de Calidad, ISO/IEC 9126-2: Métricas Externas, ISO/IEC 9126-3: Métricas Internas e ISO/IEC 9126-4: Calidad en uso (p. 2).

Las Normas ISO/IEC 9126 son estándares a nivel mundial que proporcionan un marco para evaluar la calidad del software. Estas normativas se centran en varios aspectos de la calidad del software, que incluyen funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad.

Con el propósito de validar la aplicación móvil vinculada a esta investigación con nombre "Aplicación móvil para la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo", la cual fue construida mediante la metodología de desarrollo *Waterfall*, además de usar las buenas prácticas de desarrollo se llevó a cabo una encuesta dirigida a expertos con el fin de evaluar parámetros conforme a las normativas ISO-IEC 9126-2 e ISO-IEC 9126-3, abordando métricas tanto internas como externas. La información recopilada a partir de estas evaluaciones fortalece la aplicación móvil, respaldada por pruebas realizadas por profesionales especializados en el área.

De acuerdo con la investigación Abud (2012) “El estándar ISO-9126 establece que cualquier componente de la calidad del software puede ser descrito en términos de una o más de seis características básicas, las cuales son: funcionalidad, confiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad” (p. 2). En resumen, la calidad del software se refiere al nivel en que un sistema, componente o proceso satisface los requisitos establecidos y las expectativas del cliente. Este enfoque proporciona una comprensión integral de los criterios esenciales en la evaluación del software.

Por esta razón, se eligieron 3 especialistas que poseen determinadas cualidades, como ser profesionales del campo de sistemas y/o tecnologías, contar con una amplia trayectoria laboral en este ámbito, y estar vinculados a la educación superior en el ámbito académico; además parte del equipo de validación es la Vicerrectora de la institución.

Cuadro 6. Listado de expertos, título profesional y cargo

Nombre del experto	Título profesional	Cargo
Galo López	Ingeniero en sistemas. Magister en informática	Docente Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
Teresa Milena	Ingeniera en sistemas Magister en gerencia Informática	Docente Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
Marcelo Balseca	Ingeniero en sistemas computacionales e informáticos Magister en gerencia informática	Docente Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato
Ximena Arroyo	Licenciada en pedagogía Maestría en Educación	Vicerrectora de la Unidad Educativa Juan Montalvo

Fuente: elaboración propia

Para llevar a cabo el proceso de validación, se aplica una matriz de validación para diagnosticar la calidad del software, construida a partir de los criterios establecidos en la norma ISO/IEC-9126, la misma que aborda criterios como: funcionalidad, fiabilidad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad, dentro de los cuales se detallan categorías para calcular la calidad de un producto de software. La valoración se realizó considerando una escala de Likert de 5 niveles. Ver el instrumento en el Anexo 2.

Antes de completar el instrumento de validación, los expertos tuvieron la posibilidad de involucrarse con la aplicación, llevando a cabo diversas pruebas centradas en

aspectos técnicos. Estas pruebas se basaron en su vasta experiencia tanto como expertos en el campo como usuarios de la aplicación, permitiéndoles evaluar de manera directa las cualidades técnicas de la misma.

Posterior a ello, tras la recopilación de datos a través del formulario por parte de los expertos, se procedió a realizar un análisis detallado y la tabulación de los resultados. Este proceso arrojó un porcentaje de cumplimiento de parámetros, los cuales se presentan de manera detallada en la siguiente tabla. A continuación, se exponen los resultados obtenidos a partir de estas encuestas, proporcionando una visión más completa de la evaluación técnica realizada por los expertos.

Tabla 1. Tabulación de resultados del formulario

N°	INTERROGANTES	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Porcentaje	
FUNCIONALIDAD								
1	Adecuación					20	100%	
2	Exactitud					20	100%	
3	Interoperabilidad					20	100%	
4	Seguridad de Acceso				8	10	90%	
5	Cumplimiento de funcionalidad					20	100%	
TOTAL		%						98%
FIABILIDAD								
1	Madurez				8	10	90%	
2	Tolerancia a fallos				12	5	85%	
3	Capacidad de recuperación					20	100%	
4	Cumplimiento de fiabilidad					20	100%	
TOTAL		%						93.75%
USABILIDAD								
1	Capacidad de ser entendido					20	100%	
2	Capacidad de ser aprendido					20	100%	
3	Capacidad de ser operado					20	100%	
4	Capacidad de atracción					20	100%	
5	Cumplimiento de usabilidad					20	100%	
TOTAL		%						100%
EFICIENCIA								
1	Comportamiento del tiempo				4	15	95%	
2	Utilización de recursos				4	15	95%	
3	Cumplimiento de eficiencia					20	100%	
TOTAL		%						90%

Fuente: elaboración propia

MANTENIBILIDAD								
1	Capacidad de ser analizado					20	100%	
2	Capacidad de ser cambiado					20	100%	
3	Estabilidad				12	5	85%	
4	Capacidad de ser probado				4	15	95%	
5	Cumplimiento de mantenibilidad					20	100%	
TOTAL							%	96%
PORTABILIDAD								
1	Capacidad de instalación					20	100%	
2	Capacidad de reemplazamiento					20	100%	
3	Adaptabilidad					20	100%	
4	Coexistencia					20	100%	
5	Cumplimiento de portabilidad					20	100%	
TOTAL							%	100%

Fuente: elaboración propia

La evaluación determina que las pruebas realizadas cumplen con las expectativas, puesto que muestran niveles altos de satisfacción. Es imperativo considerar que estas pruebas corresponden a la primera versión del producto. Los resultados obtenidos indican porcentajes apropiados, los cuales están alineados con el esfuerzo invertido durante el tiempo asignado para el desarrollo.

Aunque la validación actual se presenta como satisfactoria, se propone complementarla con una evaluación adicional mediante herramientas disponibles en plataformas web o mediante la adhesión a estándares establecidos por el repositorio de Android. No obstante, es esencial destacar que la validación por expertos se respalda en pruebas técnicas exhaustivas realizadas antes de la ejecución del instrumento de validación. Este enfoque técnico proporciona una base sólida para la confiabilidad de los resultados y garantiza la integridad del producto en su versión inicial.

CONCLUSIONES

- La exploración de los aspectos teóricos relevantes para el desarrollo de aplicaciones móviles enfocadas en la geolocalización del transporte escolar y la comunicación inalámbrica ha proporcionado una sólida base de conocimientos teóricos y prácticos en un contexto macro, meso y micro. Este análisis ha servido como fundamento para la formulación del estado del arte del proyecto. El estudio actual se basa en una revisión bibliográfica de temas relacionados con la propuesta, lo cual ha permitido identificar una extensa variedad de vocablos, características, instrumentos y procedimientos empleados por otros investigadores, todo ello orientado hacia el desarrollo de una aplicación móvil funcional para dispositivos Android.
- Es importante resaltar que el servicio de transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo en Ambato, provincia de Tungurahua, no forma parte de las obligaciones internas de la institución, ya que cumplen con las leyes y obligaciones por parte del Ministerio de Educación, debido a su condición de forma parte de la educación pública. La institución no delega estas responsabilidades a la administración de las instalaciones de transporte estudiantil. A pesar de esta situación, se tomó la decisión de realizar pruebas para mejorar la calidad del servicio y garantizar la seguridad de los estudiantes internos de la institución.
- La propuesta del sistema de comunicación se sustentó en el uso de notificaciones *push* para informar sobre sucesos críticos vinculados al transporte escolar. Estas notificaciones son utilizadas en situaciones como la llegada del transporte escolar, la comunicación de la ausencia del estudiante, o la detección de la falta de presencia del estudiante a bordo durante la hora de salida programada. Este sistema de notificaciones se llevó a cabo a través de la utilización de los servicios de *Cloud Messaging* proporcionados por *Firebase*, garantizando una entrega eficiente y oportuna de los mensajes. Al mismo tiempo, la geolocalización en tiempo real del transporte escolar se fundamenta en el empleo de las APIs de Google Maps.

Este enfoque técnico posibilita la obtención precisa de la ubicación del vehículo, utilizando la información de ubicación proveniente del dispositivo móvil del conductor como medio de comunicación.

- El resultado de la situación actual en cuanto a aplicaciones móviles de geolocalización para el transporte escolar, llevado a cabo mediante un *Focus group*, así como la evaluación de la calidad del software conforme a la norma ISO/IEC-9126, ha revelado que en la Unidad Educativa Juan Montalvo de la ciudad de Ambato, el comité de padres de familia y representantes que utilizan el servicio de transporte escolar manifiestan un considerable interés en una propuesta tecnológica que contribuya a la seguridad de los estudiantes que emplean dicho servicio. Asimismo, se han podido establecer parámetros fundamentales para la aplicación, en consonancia con las necesidades de los futuros usuarios. Al concluir la validación de la matriz conforme a la norma ISO, se han obtenido datos de satisfacción por parte de los usuarios finales seleccionados para probar la mencionada aplicación.

RECOMENDACIONES

- Proporcionar formación al personal recién incorporado en la utilización de la aplicación móvil con el fin de mitigar posibles casos de utilización inapropiada.
- Se insta a la mejora de las normas de seguridad en la plataforma *Firebase*.
- Se sugiere la máxima reutilización de código y componentes, en aras de agilizar y ordenar el proceso, generando como resultado una aplicación de menor peso.
- Se aconseja la actualización periódica de las bibliotecas implementadas para garantizar un rendimiento óptimo en las nuevas versiones de Android.
- Además, se hace hincapié en la importancia de que el usuario disponga de acceso a Internet y conceda permisos de ubicación a la aplicación como parte de las recomendaciones clave.

BIBLIOGRAFÍA

- Abud, M. (2012). *Calidad en la Industria del Software. La Norma ISO-9126*. Obtenido de <https://www.nacionmulticultural.unam.mx/empresasindigenas/docs/2094.pdf>
- Accent Advanced Systems. (2021). *Conocer la posición de un activo a través de las WiFi Accent Systems*. Obtenido de <https://accent-systems.com/es/know-the-position-of-your-assets-through-wifi/>
- Apple. (2023). *Acerca de la privacidad y la función Localización en iOS, iPadOS y watchOS*. Obtenido de <https://support.apple.com/es-lamr/102515>
- Argüello, F. (2023). *Seguridad electrónica: Guía esencial 2023*. Obtenido de <https://www.infotecnico.com/seguridad-electronica/>
- AWS. (2023). *¿Qué son las pruebas unitarias?: Explicación de las pruebas unitarias en AWS*. Obtenido de <https://aws.amazon.com/es/what-is/unit-testing/>
- Báez, D. (2019). *Implementación de un sistema de video vigilancia a través de cámaras de seguridad para los laboratorios de la facultad de ingeniería electrónica* (Tesis de grado, Universidad Santo Tomás). Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/20953/2019danielbaez.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Benavides, M., Pompa, M., De Agüero, M., Sánchez, M., & Rendón, V. (2022). Los grupos focales como estrategia de investigación en educación: Algunas lecciones desde su diseño, puesta en marcha, transcripción y moderación. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, (34), 163–197. doi:10.25009/cpue.v0i34.2793

- Bohórquez, D. (2016). *Control y geolocalización de rutas escolares* (Trabajo de grado, Fundación Universitaria Los Libertadores). Obtenido de <https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/1328/bohorqu ezdiego2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cetina, J. (2022). *Principios de geolocalización GSM y ¿Cómo funciona?* [Entrada de blog]. Obtenido de <https://www.logicbus.com.mx/blog/principios-de-geolocalizacion-gsm-y-como-funciona/>
- CEUPE. (2019). *Aplicaciones móviles: tipos, ventajas e inconvenientes* [Entrada de blog]. Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/aplicaciones-moviles-tipos-ventajas-e-inconvenientes.html>
- Delia, L., Galdámez, N., Thomas, P., & Pesado, P. (2013). Un Análisis Experimental de Tipo de Aplicaciones para Dispositivos Móviles. En *XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación* (pp. 766–776). Red de Universidades con Carreras en Informática (RedUNCI). Obtenido de <https://host170.sedici.unlp.edu.ar/server/api/core/bitstreams/e7c80717-e140-4662-81e6-32ae373ec70a/content>
- Ellwood, G. (2021). *Homesearch makes looking for real estate easier with Google Maps Platform* [Entrada de blog]. Obtenido de <https://cloud.google.com/blog/products/maps-platform/how-homesearch-makes-looking-real-estate-easier-google-maps-platform>
- Euro Mundo Global. (2018). *Historia de la videocámara: Origen y evolución*. Obtenido de <https://www.euromundoglobal.com/noticia/417917/ciencia-y-tecnologia/historia-de-la-videocamara:-origen-y-evolucion.html>
- Fombona, J., & Vázquez, E. (2017). Posibilidades de utilización de la geolocalización y realidad aumentada en el ámbito educativo. *Educación XX1*, 20(2), 319–342. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/706/70651145014.pdf>

- Glera, C. (2013). *Desarrollo de una guía para dispositivos móviles de establecimientos para celíacos en Logroño* (Tesis de grado, Universidad de Navarra). Obtenido de <https://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/7545/578082.pdf?sequence=1>
- Gómez, E., Fernando, D., Aponte, G., & Betancourt, L. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna*, 81(184), 158–163. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405022.pdf>
- Google Maps Platform. (2021). *Productos y herramientas para crear mapas personalizados*. Obtenido de <https://mapsplatform.google.com/intl/es-419/products/>
- Grajales, T. (2000). *Tipos de investigación*. Obtenido de https://www.academia.edu/9373954/TIPOS_DE_INVESTIGACION_Por_Tevni_Grajales_G
- Kyes, J. (2020). *¿Qué significa GPS?* [Entrada de blog]. Obtenido de <https://www.geotab.com/es-latam/blog/qué-significa-gps/>
- Laoyan, S. (2022). *Qué es la metodología waterfall y cuándo utilizarla*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/waterfall-project-management-methodology>
- Mantilla, I. (2022). *Colegios de Quito usan 'app' para monitorear transporte escolar*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/colegios-quito-app-transporte-escolar.html>
- Martínez, A. (2019). *Tipos de aplicaciones móviles: nativas, web e híbridas*. Obtenido de <https://www.futureSPACE.es/tipos-de-aplicaciones-moviles/>
- MuleSoft. (2021). *¿Qué es una API? (Interfaz de programación de aplicaciones)*. Obtenido de <https://www.mulesoft.com/es/resources/api/what-is-an-api>


- Netflix. (2023). *La historia de Netflix*. Obtenido de <https://about.netflix.com/es>
- Next U. (2022). *Conoce las diferencias: Aplicaciones Nativas vs. Aplicaciones Híbridas* [Entrada de blog]. Obtenido de <https://www.nextu.com/blog/apps-nativas-vs-apps-hibridas/>
- Obregon, P. (2016). *Seguridad y monitoreo basado en cámaras IP para la Institución Educativa La Libertad - Huaraz - 2016* (Tesis de grado, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote). Obtenido de http://repositorio.uladech.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13032/888/SEGURIDAD%20_MONITOREO_OBREGON%20_HIDALGO_PILAR%20_ERICA%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ortega, E. (2011). *Medición de la calidad de productos de software en un ambiente académico usando la norma ISO/IEC 9126* (Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral). Obtenido de https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/16366/1/MEDICION%20DE%20LA%20CALIDAD%20DE%20PRODUCTOS%20DE%20SOFTWARE%20USANDO%20LA%20NORMA%20ISO_IEC%209126%20EN%20UN%20AMBIENTE%20ACADE.pdf
- Osorio, F. (2008). *Bases de datos relacionales: Teoría y práctica*. Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=buM5rIZME-cC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Parra, A. (2022). *¿Qué es la recolección de datos y cómo realizarla?* Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/recoleccion-de-datos-para-investigacion/>

- Pimienta, R., Aguilar, G., Ramírez, M., & Gallegos, G. (2014). Métodos de programación segura en Java para aplicaciones móviles en Android. *Ciencia Ergo Sum*, 21(3), 243–248. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/104/10432355009.pdf>
- Polo, D. (2010). *La comunicación a través del vídeo streaming Análisis del caso YouTube* (Tesis de posgrado, Universidad de Granada). Obtenido de <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/15436/19587703.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramos, E. (2018). *Diseño e implementación de un sistema electrónico de control y vigilancia para el Banco Central de Bolivia* (Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés). Obtenido de <https://repositorio.umsa.bo/xmlui/bitstream/handle/123456789/20948/MT-2181.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Revista Seguridad 360. (2021). *¿Qué es una cámara IP y cómo funciona?* Obtenido de <https://revistaseguridad360.com/destacados/que-es-una-camara-ip/>
- Ruíz, E. (2020). *Tecnologías de la Información y Comunicación: Dispositivos portátiles*. Obtenido de <http://reini.utcv.edu.mx/bitstream/123456789/965/1/Presentación%20Dispositivos%20Portátiles.pdf>
- Sánchez, J., & Yvimas, J. (2018). *Desarrollo de una Aplicación Móvil para el Monitoreo de Rutas de Transportes Escolares* (Trabajo de grado, Universidad Central de Venezuela). Obtenido de <http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/19660/1/TEG%20JosueSanchez,%20JoseYvimas.pdf>
- Santamaría, J., & Hernández, J. (2023). *Microsoft SQL Server*. Obtenido de <https://www.studocu.com/latam/document/universidad-de-el-salvador/base-de-datos/sqlserver-comparacion-sql-server-vs-mysql/33221763>

- Trilnick, C. (1965). *Sony CV 2000*. Obtenido de <https://proyectoidis.org/sony-cv-2000/>
- UNAM. (2016). Metodología de la investigación. Obtenido de http://profesores.fib.unam.mx/jfl/Seminario_IEE/Metodologia_de_la_Inv.pdf
- Vásquez, E. (2016). *Desarrollo de un software para la toma de decisiones en los procesos de evaluación del desempeño y clima laboral en una empresa industrial* (Tesis de posgrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador). Obtenido de <https://repositorio.pucesa.edu.ec/bitstream/123456789/1600/1/76133.pdf>
- Vega, G., Ávila, J., Vega, A., Camacho, N., Becerril, A., & Leo, G. (2014). Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal*, 10(15), 523–528. Obtenido de <https://eujournal.org/index.php/esj/article/view/3477/3240>
- Zamora, R. (2023). *Desarrollo de una aplicación web dirigida al control logístico de la gestión de transporte de productos de la empresa Nikelsa S.A.* (Tesis de grado, Universidad de Guayaquil). Obtenido de <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/97306bb2-37c7-401c-a24a-73094ac2dbb5/content>

ANEXOS

Anexo 1:

 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato	
Encuesta al comité de padres de familia de la Unidad Educativa Juan Montalvo	
Objetivo	Este instrumento tiene como <u>objetivo</u> <u>mejorar</u> la seguridad y la eficiencia en el traslado de los estudiantes, mediante una aplicación de geolocalización.
Audiencia	Comité de Padres de familia de la Unidad Educativa Juan Montalvo
<p>Escala de evaluación:</p> <p>1 al 5, en donde 1 representa "Nada satisfecho" y 5 representa "Muy satisfecho". También se pueden proporcionar comentarios de ser el caso.</p> <p>Preguntas:</p> <p>Comunicación entre la Institución y los transportistas ¿Conoce usted si existe comunicación y que medios se utilizan entre el servicio de transporte escolar y los Padres de familia de los estudiantes de la institución?</p> <p>Precisión de las respuestas ¿Cuáles son los canales de comunicación que se utilizan actualmente para abordar asuntos relacionados con el transporte escolar? Marca solo un óvalo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Utilizamos comunicación telefónica directa con los conductores <input type="radio"/> Se envían mensajes de texto o correos electrónicos 	

- Comunicación a través de grupos de WhatsApp con los padres de familia y conductores para informar sobre retrasos o cambios en la programación
- La comunicación se realiza principalmente a través de reuniones periódicas con los padres de familia
- Los conductores de los autobuses escolares tienen un sistema de radio para comunicarse con la administración de la escuela en tiempo real
- En la actualidad, no tenemos un canal de comunicación formal, y las interacciones se producen principalmente en persona o por teléfono.

¿Existen problemas o desafíos comunes en la comunicación entre la institución y los transportistas que considere relevantes? Mencione cuales son.

¿Ha habido situaciones previas en las que la falta de comunicación o información actualizada haya afectado la seguridad o la puntualidad en el transporte escolar?

Factibilidad de la Aplicación

¿Cree usted que una aplicación móvil de geolocalización del transporte escolar podría mejorar la seguridad y la tranquilidad de los padres de familia?

¿Qué características específicas le gustaría ver en la aplicación móvil de geolocalización del transporte escolar para que sea de utilidad para los padres de familia y/o representantes?

- Notificaciones de llegada, salida y ausencia del estudiante
- Geolocalización del transporte Escolar
- Optimización de rutas
- Visualización en tiempo real, mediante cámara IP
- Asistencia del estudiante
- Sugerencias de Padres de familia hacía el conductor
- Ninguna de las anteriores

¿Considera que la inversión en una aplicación de este tipo es factible para la institución? ¿Qué beneficios esperaría obtener?

¿Tiene alguna sugerencia específica sobre la implementación de la aplicación que considere importante para su éxito?


¿Cómo mediría el éxito de la implementación de la aplicación? ¿Qué indicadores o métricas considera relevantes?

Marca solo un óvalo.


- Usuarios Diarios Activos
- Interacción con la Aplicación
- Calificaciones y Reseñas
- Precisión de la Geolocalización

¿Qué papel considera que debería desempeñar el comité de padres de familia en la implementación y supervisión de la aplicación de geolocalización del transporte escolar?


Anexo 2:

 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato							
Encuesta							
Encuesta aplicada a expertos, con el fin de obtener información sobre criterios técnicos sobre la aplicación móvil para la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo.							
Objetivo			Obtener información sobre criterios específicos de expertos sobre el funcionamiento de la aplicación móvil para la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo				
Investigador			Marcelo Robayo				
N.	INTERROGANTES	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
FUNCIONALIDAD							
1	Adecuación					✓	
2	Exactitud					✓	
3	Interoperabilidad					✓	
4	Seguridad de Acceso					/	
5	Cumplimiento de funcionalidad					✓	
TOTAL						%	--
FIABILIDAD							
1	Madurez					✓	
2	Tolerancia a Fallos				✓		
3	Capacidad de recuperación					✓	
4	Cumplimiento de fiabilidad					✓	
TOTAL						%	--


Usabilidad						
1	Capacidad de ser entendido					✓
2	Capacidad de ser aprendido					✓
3	Capacidad de ser operado					✓
4	Capacidad de atracción					✓
5	Cumplimiento de usabilidad					✓
TOTAL					%	--
EFICIENCIA						
1	Comportamiento del tiempo					✓
2	Utilización de recursos					✓
3	Cumplimiento de eficiencia					✓
TOTAL					%	--
MANTENIBILIDAD						
1	Estabilidad				✓	
2	Capacidad de ser analizado					✓
3	Facilidad de cambio					✓
4	Capacidad de ser probado					✓
5	Cumplimiento de mantenibilidad					✓
TOTAL					%	--
PORTABILIDAD						
1	Capacidad de instalación					✓
2	Capacidad de reemplazamiento					✓
3	Adaptabilidad					✓
4	Coexistencia					✓
5	Cumplimiento de portabilidad					✓
TOTAL					%	--

 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato							
Encuesta							
Encuesta aplicada a expertos, con el fin de obtener información sobre criterios técnicos sobre la aplicación móvil para la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo.							
Objetivo	Obtener información sobre criterios específicos de expertos sobre el funcionamiento de la aplicación móvil para la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo						
Investigador	Marcelo Robayo						
N.	INTERROGANTES	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
FUNCIONALIDAD							
1	Adecuación					✓	
2	Exactitud					✓	
3	Interoperabilidad					✓	
4	Seguridad de Acceso				✓		
5	Cumplimiento de funcionalidad					✓	
TOTAL		%					--
FIABILIDAD							
1	Madurez				✓		
2	Tolerancia a Fallos					✓	
3	Capacidad de recuperación					✓	
4	Cumplimiento de fiabilidad					✓	
TOTAL		%					--

Usabilidad						
1	Capacidad de ser entendido					✓
2	Capacidad de ser aprendido					✓
3	Capacidad de ser operado					✓
4	Capacidad de atracción					✓
5	Cumplimiento de usabilidad					✓
TOTAL					%	--
EFICIENCIA						
1	Comportamiento del tiempo				✓	
2	Utilización de recursos				✓	
3	Cumplimiento de eficiencia					✓
TOTAL					%	--
MANTENIBILIDAD						
1	Estabilidad				✓	
2	Capacidad de ser analizado					✓
3	Facilidad de cambio					✓
4	Capacidad de ser probado				✓	
5	Cumplimiento de mantenibilidad					✓
TOTAL					%	--
PORTABILIDAD						
1	Capacidad de instalación					✓
2	Capacidad de reemplazamiento					✓
3	Adaptabilidad					✓
4	Coexistencia					✓
5	Cumplimiento de portabilidad					✓
TOTAL					%	--

 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato						
Encuesta						
Encuesta aplicada a expertos, con el fin de obtener información sobre criterios técnicos sobre la aplicación móvil para la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo.						
Objetivo			Obtener información sobre criterios específicos de expertos sobre el funcionamiento de la aplicación móvil para la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo			
Investigador			Marcelo Robayo			
N.	INTERROGANTES	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
FUNCIONALIDAD						
1	Adecuación					✓
2	Exactitud					✓
3	Interoperabilidad					✓
4	Seguridad de Acceso				✓	
5	Cumplimiento de funcionalidad					✓
TOTAL				%		
				--		
FIABILIDAD						
1	Madurez					✓
2	Tolerancia a Fallos				✓	
3	Capacidad de recuperación					✓
4	Cumplimiento de fiabilidad					✓
TOTAL				%		
				--		

Usabilidad						
1	Capacidad de ser entendido					✓
2	Capacidad de ser aprendido					✓
3	Capacidad de ser operado					/
4	Capacidad de atracción					✓
5	Cumplimiento de usabilidad					✓
TOTAL					%	--
EFICIENCIA						
1	Comportamiento del tiempo					/
2	Utilización de recursos					✓
3	Cumplimiento de eficiencia					✓
TOTAL					%	--
MANTENIBILIDAD						
1	Estabilidad					✓
2	Capacidad de ser analizado					✓
3	Facilidad de cambio					✓
4	Capacidad de ser probado					✓
5	Cumplimiento de mantenibilidad					✓
TOTAL					%	--
PORTABILIDAD						
1	Capacidad de instalación					✓
2	Capacidad de reemplazamiento					✓
3	Adaptabilidad					✓
4	Coexistencia					✓
5	Cumplimiento de portabilidad					✓
TOTAL					%	--

 Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato							
Encuesta							
Encuesta aplicada a expertos, con el fin de obtener información sobre criterios técnicos sobre la aplicación móvil para la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo.							
Objetivo	Obtener información sobre criterios específicos de expertos sobre el funcionamiento de la aplicación móvil para la geolocalización del transporte escolar en la Unidad Educativa Juan Montalvo						
Investigador	Marcelo Robayo						
N.	INTERROGANTES	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Indeciso	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	
FUNCIONALIDAD							
1	Adecuación					✓	
2	Exactitud					✓	
3	Interoperabilidad					✓	
4	Seguridad de Acceso					✓	
5	Cumplimiento de funcionalidad					✓	
TOTAL		%					--
FIABILIDAD							
1	Madurez				✓		
2	Tolerancia a Fallos				✓		
3	Capacidad de recuperación					✓	
4	Cumplimiento de fiabilidad					✓	
TOTAL		%					--

Usabilidad						
1	Capacidad de ser entendido				✓	✓
2	Capacidad de ser aprendido					✓
3	Capacidad de ser operado					✓
4	Capacidad de atracción					✓
5	Cumplimiento de usabilidad					✓
TOTAL					%	--
EFICIENCIA						
1	Comportamiento del tiempo					✓
2	Utilización de recursos					✓
3	Cumplimiento de eficiencia					✓
TOTAL					%	--
MANTENIBILIDAD						
1	Estabilidad					✓
2	Capacidad de ser analizado					✓
3	Facilidad de cambio					✓
4	Capacidad de ser probado					✓
5	Cumplimiento de mantenibilidad					✓
TOTAL					%	--
PORTABILIDAD						
1	Capacidad de instalación					✓
2	Capacidad de reemplazamiento					✓
3	Adaptabilidad					✓
4	Coexistencia					✓
5	Cumplimiento de portabilidad					✓
TOTAL					%	--