



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACION Y DISEÑO
DIGITAL
CARRERA DE TELEMÁTICA

Trabajo de Integración Curricular previa
a la obtención del Grado Académico de
Ingeniera en Telemática.

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE QUEVEDO
EN UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN DE GOOGLE MAPS**

AUTOR:

GONZÁLEZ ARRIAGA KERLY JOHANA

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

ING. CRISTIAN GABRIEL ZAMBRANO VEGA

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2025 – 2026



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, **KERLY JOHANA GONZÁLEZ ARRIAGA**, declaro que la investigación aquí descrita es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Técnica Estatal de Quevedo, puede hacer uso de los derechos correspondientes a este documento, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Kerly Johana González Arriaga

C.I: 1206864025



CERTIFICACIÓN DE CULMINACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

El suscrito, **Ing. Cristian Gabriel Zambrano Vega, PhD**, Docente de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, certifica que el estudiante Kerly Johana González Arriaga, realizó el Proyecto de Investigación de grado titulado “IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE QUEVEDO EN UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN DE GOOGLE MAPS”, previo a la obtención del título de Ingeniera en Telemática, bajo mi dirección, habiendo cumplido con las disposiciones reglamentarias establecidas para el efecto.

Ing. Cristian Gabriel Zambrano Vega, PhD.
DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO

El suscrito, **Ing. Cristian Gabriel Zambrano Vega, PhD**, mediante el presente cumpla en presentar a usted, el informe de proyecto de Investigación titulado “**IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE QUEVEDO EN UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN DE GOOGLE MAPS**” Presentado por el estudiante **Kerly Johana González Arriaga**, egresada de la Carrera de Telemática, que fue revisado bajo mi dirección según resolución del Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias De La Computación Y Diseño Digital, que se ha desarrollado de acuerdo al Artículo 57 y 59 del Reglamento de la Unidad de Integración Curricular de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo y cumple con el requerimiento de análisis del sistema COMPILATIO el cual avala los niveles de originalidad en un 98% y similitud 2%, del trabajo investigativo. Valido este documento para que el estudiante siga con los trámites pertinentes, de acuerdo como lo establece el Reglamento.

CERTIFICADO DE ANÁLISIS
magister

**TESIS FINAL KERLY GONZALEZ -
Compilatio**

2% Textos sospechosos

2% Similitudes
+ 1% similitudes entre capítulos
0% entre las fuentes mencionadas
2% literaria no reconocidos (ignorado)

| | | |
|--|---|--|
| Nombre del documento: TESIS FINAL KERLY GONZALEZ - Compilatio.docx ID del documento: 48527950b0de939e940e8956fec516d6e788872 Tamaño del documento original: 1,29 MB | Depositante: CRISTIAN GABRIEL ZAMBRANO VEGA Fecha de depósito: 12/02/2025 Tipo de carga: interface Fecha de fin de análisis: 12/9/2025 | Número de palabras: 9131 Número de caracteres: 61.782 |
|--|---|--|

Ing. Cristian Gabriel Zambrano Vega, PhD.

DIRECTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN Y DISEÑO DIGITAL
CARRERA DE TELEMÁTICA
PROYECTO DE INVESTIGACION

TÍTULO:
“IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE QUEVEDO EN UN SISTEMA DE NAVEGACIÓN DE GOOGLE MAPS”

Presentado al Consejo Directivo de la Facultad De Ciencias De La Computación Y Diseño Digital como requisito previo a la obtención del título de Ingeniera en Telemática.

Aprobado por:

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Cristian Gabriel Zambrano Vega, PhD.

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Alex Rosendo Fiallos Barrionuevo, MSc. Ing. Eduardo Amable Samaniego Mena, MSc.

QUEVEDO – LOS RÍOS – ECUADOR

2025

AGRADECIMIENTO

A Dios, por darme la fuerza, la salud y la sabiduría necesarias para culminar este proyecto.

Dedico este logro a mis padres a ustedes, que han sido mi fuerza constante, mi refugio y mi mayor inspiración. Gracias por su amor inmenso, por cada sacrificio silencioso y por enseñarme que los sueños se alcanzan con disciplina, humildad y fe. Este triunfo es tan mío como de ustedes, porque sin su apoyo incondicional no habría llegado hasta aquí.

A mi mejor amiga María Mendoza por estar presente en todo momento y acompañarme en noches de desvelos para que este proyecto sea un éxito y a su familia quienes me abrieron las puertas de su hogar y de su corazón. Gracias por acompañarme en cada etapa de este camino, por creer en mí aun cuando yo dudaba, y por brindarme cariño, comprensión y un espacio donde siempre me sentí bienvenida y valorada. Su presencia hizo este recorrido más ligero y lleno de alegría.

A mi novio Vinicio, por estar a mi lado con tanta dedicación y cariño. Tu apoyo incondicional, tus consejos y esa manera de darme ánimo fueron un impulso esencial para seguir adelante. Gracias por celebrar mis avances, sostenerme en mis dudas y recordarme siempre de lo que soy capaz. Este logro lo comparto contigo, con todo mi corazón.

A mis amistades, por cada palabra de ánimo, por las risas compartidas en los momentos de estrés y por recordarme que no estaba sola. Gracias por su lealtad, por escucharme y por celebrar conmigo cada pequeño avance.

Y a mis compañeros, con quienes compartí largas jornadas de estudio, retos y aprendizajes. Gracias por su colaboración, compañerismo y por construir juntos recuerdos que quedarán grabados en esta etapa tan importante de nuestras vidas.

A todos ustedes, gracias por ser parte fundamental de este logro. Esta dedicatoria lleva un pedacito de cada uno.

DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por haberme permitido llegar hasta este punto, llena de fortaleza y llenándome de sabiduría, fe y perseverancia para superar cada desafío a lo largo de este trayecto.

A Margoth Arriaga, mi querida madre, por ser la guía constante en mi vida enseñándome cada día a ser mejor. Gracias por mostrarme el valor de la fortaleza, la valentía y el carácter y por ayudarme a creer en mi misma, recordándome que toda meta que me proponga puedo alcanzarla con éxito.

A Wellington González, mi padre un verdadero guerrero, su esfuerzo y valentía, me enseñó a no darme por vencida. Gracias por mostrarme el valor de luchar, de mantenerme firme en momentos más difíciles.

A mi misma por no rendirme incluso cuando el camino se volvió difícil. Por cada paso que di con miedo, pero también con determinación, Por la disciplina, la constancia y la valentía que me trajeron hasta aquí, por seguir creyendo en mis sueños y por demostrarme que soy capaz de lograr lo que me propongo.

Esta dedicatoria es un recordatorio de mi esfuerzo, mi crecimiento y mi fortaleza.

RESUMEN

La investigación titulada “Implementación del sistema de transporte público de Quevedo en un sistema de navegación de Google Maps” se centra en la integración del transporte urbano con la plataforma digital mediante el estándar GTFS (General Transit Feed Specification). El problema identificado radica en la falta de herramientas tecnológicas que permitan difundir de manera eficiente las rutas, paradas y horarios de los buses urbanos de Quevedo, lo que ocasiona retrasos, insatisfacción ciudadana y baja accesibilidad, especialmente para personas con discapacidad visual. El objetivo general fue implementar GTFS para organizar datos del transporte público y permitir su visualización en Google Maps y Google Transit, brindando información precisa y actualizada. Los objetivos específicos incluyeron la recolección de datos de rutas y paradas mediante herramientas como el Colector GPS, la creación de una base de datos estructurada y el desarrollo de una aplicación web para la representación de la información. La metodología combinó un enfoque exploratorio, descriptivo y explicativo, con técnicas cuantitativas (levantamiento de coordenadas y tiempos de recorrido) y cualitativas (entrevistas a conductores). Los resultados confirmaron que GTFS facilita la interoperabilidad de datos, mejora la planificación urbana, optimiza los tiempos de viaje y fortalece la gestión institucional del transporte. Se evidenció la viabilidad de la integración del transporte de Quevedo a Google Transit, generando beneficios de accesibilidad, eficiencia y modernización. Se recomienda fortalecer la capacitación del personal, realizar pruebas periódicas, y ampliar la interoperabilidad con otros servicios tecnológicos.

Palabras clave: Transporte público, GTFS, Google Maps, Google Transit, interoperabilidad, digitalización.

ABSTRACT

The research titled “Implementation of the Public Transportation System of Quevedo in a Google Maps Navigation System” focuses on the integration of urban transport with a digital platform through the GTFS (General Transit Feed Specification) standard. The identified problem lies in the lack of technological tools that enable the efficient dissemination of routes, stops, and schedules of Quevedo’s urban buses, which causes delays, citizen dissatisfaction, and low accessibility, especially for people with visual impairments. The general objective was to implement GTFS to organize public transportation data and allow its visualization in Google Maps and Google Transit, providing accurate and updated information. The specific objectives included collecting data on routes and stops using tools such as a GPS Collector, creating a structured database, and developing a web application for information representation. The methodology combined exploratory, descriptive, and explanatory approaches, with quantitative techniques (collection of coordinates and travel times) and qualitative techniques (driver interviews). The results confirmed that GTFS facilitates data interoperability, improves urban planning, optimizes travel times, and strengthens institutional transport management. The feasibility of integrating Quevedo’s transportation system into Google Transit was demonstrated, generating benefits in accessibility, efficiency, and modernization. It is recommended to strengthen staff training, carry out periodic tests, and expand interoperability with other technological services.

Keywords: Public transportation, GTFS, Google Maps, Google Transit, interoperability, digitalization.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|------|
| DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS | ii |
| CERTIFICADO DEL REPORTE DE LA HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN DE COINCIDENCIA Y/O PLAGIO ACADÉMICO..... | iv |
| UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE QUEVEDO | v |
| AGRADECIMIENTO | vi |
| DEDICATORIA | vii |
| RESUMEN | viii |
| ABSTRACT | ix |
| CÓDIGO DUBLIN..... | xvii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I..... | 4 |
| CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN | 4 |
| 1.1. Problema de investigación..... | 5 |
| 1.1.1. Planteamiento del problema | 5 |
| 1.1.2. Formulación del problema..... | 9 |
| 1.1.3. Sistematización del problema..... | 9 |
| 1.2. Objetivos..... | 10 |
| 1.2.1. Objetivo general | 10 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos | 10 |
| 1.3. Justificación | 10 |
| CAPÍTULO II..... | 12 |
| FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN | 12 |
| 2.1. Marco Conceptual..... | 13 |
| 2.1.1. GTFS | 13 |
| 2.1.2 Estructura del GTFS | 14 |

| | | |
|--------------------------------------|---|----|
| 2.1.3 | Google Transit | 17 |
| 2.1.4 | APIs de Google Maps..... | 18 |
| 2.1.5 | Transporte Publico Urbano..... | 19 |
| 2.1.6 | Sistema de Transporte Inteligente | 20 |
| 2.1.7 | Datos abiertos de Transporte | 21 |
| 2.1.8 | Movilidad Urbana Sostenible | 21 |
| 2.1.9 | Interoperabilidad..... | 22 |
| 2.1.10 | Lenguaje de programación Python 3.13.7 | 22 |
| 2.1.11 | Visual Studio Code..... | 23 |
| 2.1.12 | Tableau | 24 |
| 2.1.12. | Colector GPS | 25 |
| 2.2. | Marco Referencial | 26 |
| 2.2.1. | El Sistema de Transporte Público en Quevedo | 26 |
| 2.2.2. | Deficiencias en infraestructura vial en Quevedo..... | 27 |
| 2.2.3. | Gestión y Optimización de Rutas de Transporte..... | 27 |
| 2.2.4. | Enfoque de los Planificadores de Ruta..... | 28 |
| 2.2.5. | Feed compatible para Google Transit..... | 29 |
| 2.2.6. | Integración con GTFS y Google Transit | 29 |
| 2.3. | Marco Legal..... | 29 |
| 2.3.1. | La Constitución de la República del Ecuador (2008):..... | 29 |
| 2.3.2. | Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial (Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2008):..... | 31 |
| CAPÍTULO III | | 32 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN..... | | 32 |
| 3.1. | Localización..... | 33 |
| 3.2. | Tipo de Investigación | 36 |

| | |
|---|----|
| 3.2.1. Investigación Exploratoria..... | 36 |
| 3.2.2. Investigación Bibliográfica..... | 36 |
| 3.3. Métodos de investigación | 37 |
| 3.3.1. Método Descriptivo | 37 |
| 3.3.3. Método Explicativo | 37 |
| 3.4. Diseño de la Investigación..... | 37 |
| 3.5. Fuentes de recopilación de la información | 38 |
| 3.6. Fases de la Investigación | 39 |
| 3.6.1. Fase 1: Análisis estructural del formato GTFS estático. | 39 |
| 3.6.2. Documentación..... | 39 |
| 3.6.3. Definición de datos..... | 40 |
| 3.6.4. Revisión de herramientas para el procesamiento de GTFS..... | 40 |
| 3.7. Fase 2: Revisión y procesamiento de la información del transporte público urbano de Quevedo..... | 40 |
| 3.7.1. Socialización del proyecto con las cooperativas del sistema de transporte público del cantón Quevedo | 40 |
| 3.7.2. Revisión de datos de las rutas..... | 40 |
| 3.7.3. Comparación de los datos disponibles con el formato GTFS | 41 |
| 3.8. Fase 3: Demostración de la integración con GTFS | 41 |
| 3.8.1. Análisis y recopilación de los datos de una ruta..... | 41 |
| 3.8.2. Preparación del formato GTFS..... | 41 |
| 3.9. Fase 4: Análisis de beneficios y ventajas | 41 |
| 3.9.1. Análisis de beneficios y ventajas en relación al formato GTFS..... | 42 |
| CAPÍTULO IV | 43 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 43 |
| 4.1. Fase 1: Análisis estructural del formato GTFS estático | 44 |
| 4.1.1. Informe de documentación de GTFS..... | 44 |

| | |
|---|----|
| 4.1.2. Resultados del Objetivo Especifico 1: Recolectar datos sobre rutas paradas y frecuencias de los buses urbanos, utilizando el estándar internacional GTFS para crear un feed compatible con Google Transit..... | 46 |
| 4.1.3. Resultados del objetivo Específico 2: Crear una base de datos que contenga la localización de paradas y trayectos de transportes público urbano de Quevedo basado en el feed estático. | 53 |
| 4.1.3.3. Resultados del objetivo Específico 3: Desarrollar una aplicación web para mostrar la visualización de los datos recopilados en el feed estático..... | 57 |
| 4.1.3.4. Discusión | 63 |
| CAPÍTULO V..... | 64 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 64 |
| 5.1. Conclusiones..... | 65 |
| 5.2. Recomendaciones | 65 |
| CAPÍTULO VI | 67 |
| BIBLIOGRAFÍA | 67 |
| 6.1 Literatura Citada | 68 |
| CAPÍTULO VI | 72 |
| ANEXOS | 72 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

- Ilustración 1.** Visualización del funcionamiento de Google Transit en función con Google Maps **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 2.** Mapa Geográfico de la Ciudad de Quevedo **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 3.** Visualización del recorrido de la línea 12 a través de Google Maps..... 48
- Ilustración 4.** Visualización del recorrido de la línea 7 a través de Google Maps.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 5.** Visualización del recorrido de la línea 3 a través de Google Maps.... **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 6.** Recolección de los puntos específicos de las paradas de la línea 2 a través del aplicativo Colector "GPS" 72
- Ilustración 7.** Interacción con el Chofer Pedro Cantos, con la intención de darle a conocer el objetivo del proyecto. **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 8.** Socialización del proyecto con el chofer de la Línea 11. . **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 9.** Recolección de los puntos específicos de las paradas de la línea 2 a través del aplicativo Colector "GPS" **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 10.** Recolección de los puntos específicos de las paradas de la línea 14 a través del aplicativo Colector "GPS". **¡Error! Marcador no definido.**
- Ilustración 11.** Explicación y discusión del proyecto con el conductor de la Línea 14. **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Análisis FODA en las Especificaciones generales del suministro de datos para el Transporte Público (GTFS)..... | 7 |
| Tabla 2. Cooperativas de Transporte Urbano del cantón Quevedo | 34 |
| Tabla 3. Recorrido de la línea 12 del transporte público del cantón Quevedo mediante el aplicativo Colector "GPS" | 46 |
| Tabla 4. Recorrido de la línea 7 del transporte público del cantón Quevedo mediante el aplicativo Colector "GPS" | 48 |
| Tabla 5. Recorrido de la línea 7 del transporte público del cantón Quevedo mediante el aplicativo Colector "GPS" | 50 |
| Tabla 6 Herramientas Utilizadas para la elaboración del Feed Estático | 59 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Diagrama de relación de archivos "Feed" GTFS. | 14 |
| Figura 2. Visualización del funcionamiento de Google Transit en función con Google Maps | 18 |
| Figura 3. Mapa Geográfico de la Ciudad de Quevedo | 33 |
| Figura 4. Visualización del recorrido de la línea 12 a través de Google Maps..... | 48 |
| Figura 5. Visualización del recorrido de la línea 7 a través de Google Maps..... | 50 |
| Figura 6. Visualización del recorrido de la línea 3 a través de Google Maps..... | 52 |
| Figura 7. Data recolectada de las 16 líneas de los transportes urbanos del cantón Quevedo | 54 |
| Figura 8. Estructura del formato GTFS..... | 55 |
| Figura 9. Base de datos del recorrido y las paradas específicas de las líneas del transporte público. | 56 |
| Figura 10. Data de los recorridos realizados de ida y regreso..... | 56 |
| Figura 11. Visualización en capturas del modelo de la aplicación..... | 60 |
| Figura 12. Captura de cómo se visualiza la aplicación referente a las rutas de la ciudad. 61 | |
| Figura 13. Visualización de los puntos y paradas específicas..... | 62 |
| Figura 14. Recolección de los puntos específicos de las paradas de la línea 2 a través del aplicativo Colector "GPS" | 73 |
| Figura 15. Interacción con el Chofer Pedro Cantos, con la intención de darle a conocer el objetivo del proyecto. | 73 |
| Figura 16. Socialización del proyecto con el chofer de la Línea 14..... | 73 |
| Figura 17. Recolección de los puntos específicos de las paradas de la línea 11 a través del aplicativo Colector "GPS". | 73 |
| Figura 18. Explicación y discusión del proyecto con el conductor de la Línea 14. | 73 |
| Figura 19. Explicación y discusión del proyecto con el conductor de la Línea 8. | 73 |
| Figura 20. Programa de la interfaz de App..... | 73 |

CÓDIGO DUBLIN

| | | | | | |
|------------------------------|--|------|--------------|-----------------|-----------------------------------|
| Título: | Implementación del sistema de transporte público de Quevedo en un sistema de navegación de Google Maps. | | | | |
| Autora: | González Arriaga Kerly Johana | | | | |
| Palabras claves: | Transporte público. | GTF. | Google Maps. | Google Transit, | Interoperabilidad digitalización. |
| Fecha de publicación: | Noviembre, 2025 | | | | |
| Editorial: | Quevedo- UTEQ, 2025 | | | | |
| Resumen: | <p>La investigación titulada “Implementación del sistema de transporte público de Quevedo en un sistema de navegación de Google Maps” se centra en la integración del transporte urbano con la plataforma digital mediante el estándar GTFS (General Transit Feed Specification). El problema identificado radica en la falta de herramientas tecnológicas que permitan difundir de manera eficiente las rutas, paradas y horarios de los buses urbanos de Quevedo, lo que ocasiona retrasos, insatisfacción ciudadana y baja accesibilidad, especialmente para personas con discapacidad visual. El objetivo general fue implementar GTFS para organizar datos del transporte público y permitir su visualización en Google Maps y Google Transit, brindando información precisa y actualizada.</p> | | | | |
| Abstract: | <p>The research titled “Implementation of the Public Transportation System of Quevedo in a Google Maps Navigation System” focuses on the integration of urban transport with a digital platform through the GTFS (General Transit Feed Specification) standard. The identified problem lies in the lack of technological tools that enable the efficient dissemination of routes, stops, and schedules of Quevedo’s urban buses, which causes delays, citizen dissatisfaction, and low accessibility, especially for people with visual impairments. The general objective was to implement GTFS to organize public transportation data and allow its visualization in Google Maps and Google Transit, providing accurate and updated information.</p> | | | | |
| Descripción: | 97 hojas: dimensiones, 29 x 21 cm + CD-ROM 6162 | | | | |
| URI: | | | | | |

INTRODUCCIÓN

El transporte es un sector estratégico para la economía nacional, es el motor que impulsa las actividades particulares y productivas del país. Las personas necesitan moverse ya sea por razones de trabajo, estudio, turismo u otras. En este sentido, se vuelve indispensable desarrollar estudios como el presente, orientados a comprender mejor la dinámica de este sector.

Más aún al tratarse del transporte terrestre de pasajeros, las autoridades nacionales y locales necesitan de información confiable para la toma de decisiones acertadas y orientadas a satisfacer la necesidad de moverse de la población [1].

Existen factores que configuran el panorama del transporte terrestre a nivel nacional y local, tales como el crecimiento del parque automotor, el número de habitantes, el servicio de transporte público y privado al alcance de la ciudadanía, la propiedad de los vehículos, entre otros; los mismos que se toman en cuenta en la presente investigación para facilitar la comprensión de la realidad del transporte en su conjunto.

El transporte terrestre de pasajeros en el Ecuador requiere de un análisis desde una perspectiva histórica, puesto que gran parte de su situación actual se deriva de su evolución a través de los años. Al menos el 60% de los habitantes en Ecuador se movilizan en transporte público, a pie y bicicleta. [1].

En este escenario, uno de los principales inconvenientes que afronta el pasajero del transporte público en diversas ciudades de Ecuador y América Latina es la escasa disponibilidad de recursos digitales que informen sobre trayectos y paradas.

Hoy en día los ciudadanos han cambiado, ahora requiere una precisión en datos, usabilidad y disponibilidad, pero dado que la ciudad tiene mucha información sobre las rutas y la detención, no es posible esperar que el usuario procese todos los datos por separado. En primer lugar, cuando necesite moverse a diferentes lugares de la localidad o es nuevo en la ciudad [2].

Numerosas ciudades alrededor del planeta han implementado soluciones tecnológicas con el objetivo de optimizar el transporte público, disminuir los periodos de espera y facilitar el acceso y el uso de estos servicios. Una de las innovaciones consiste en combinar redes de transporte público con aplicaciones de Especificaciones generales del suministro de datos

para el Transporte Público (GTFS) en conjunto con Google Transit que ayudan a la planificación de rutas y horarios [3].

En Colombia, algunas ciudades como Bogotá, Medellín y Cali han implementado esta herramienta, lo que hace la planificación de rutas y acceso a horarios de transporte público. En el periodo del 2024 en Cali se efectuó el proyecto “*Google Transit con el sistema de transporte MegaBus con GTFS estático*” en la actualidad resultó un éxito el proyecto logrando descongestionar las vías, mayor satisfacción de los ciudadanos para planificar sus actividades diarias, destacando la modernización del sistema de transporte público y promoviendo el desarrollo urbano sostenible.

Particularmente la ciudad de Quevedo enfrenta desafíos, donde la infraestructura y los servicios públicos deben adaptarse a la creciente demanda de transporte, producto del aumento poblacional y las diversas necesidades de movilidad.

El sistema de transporte público de Quevedo se vuelve cada vez más urgente ya que la infraestructura actual no siempre está a la altura de las demandas de una población en crecimiento. Las autoridades locales, así como ciudadanos carecen de herramientas digitales adecuadas que proporcionan información precisa sobre rutas y paradas disponible. La poca disponibilidad sobre el trayecto y las opciones de transporte disponibles limita la capacidad de los usuarios para tomar decisiones informadas sobre sus desplazamientos.

La integración de un sistema de navegación en plataformas como Google Maps ofrece una solución tecnológica que optimizaría las rutas, aumentaría la accesibilidad y proporcionaría un servicio más eficaz, simplificando la toma de decisiones por parte del usuario y elevando la calidad del transporte público en la ciudad.

Por este motivo nace la necesidad de contar a un sistema digital para que el usuario pueda consultar y seleccionar la ruta más óptima para llegar a su destino. Especificaciones generales del suministro de datos para el Transporte Público (GTFS), es un formato estándar ampliamente utilizado para publicar datos de transporte público, como horarios, rutas e información geográfica. Su aceptación facilita la compatibilidad entre los sistemas y mejora la experiencia del usuario, lo que le permite desarrollar aplicaciones de planificación de viajes más precisas y accesibles [4].

En el caso de Quevedo, la adopción de GTFS tiene un impacto directo en la mejora de la accesibilidad y eficiencia del transporte público. La implementación de este estándar permitiría a los usuarios acceder a información confiable sobre los buses, las paradas cercanas y la disponibilidad de rutas, facilitando su experiencia de movilidad y mejorando la toma de decisiones sobre cómo y cuándo viajar.

El presente estudio tiene como objetivo integrar la información del sistema de transporte público urbano de Quevedo en la plataforma de Google maps mediante el estándar basado en la Especificación General de Fuentes de Transporte (GTFS), para la difusión de manera precisa y actualizada los recorridos de las distintas líneas de la ciudad de Quevedo.

La presente investigación se encuentra dividida en cinco capítulos:

El **capítulo I**, describe la contextualización de la problemática, diagnóstico, formulación del problema, objetivos y justificación del problema.

El **capítulo II**, se describe la fundamentación conceptual, teórica y legal, en la que se sustenta la investigación.

El **capítulo III**, refiere la metodología utilizada para la obtención de información y datos claves que permitieron la construcción de resultados.

El **capítulo IV**, se dedica al análisis detallado de los resultados obtenidos en la investigación, así como a su discusión. En esta sección, se interpretan los datos recopilados y se contrastan con la teoría y los estudios previos relevantes.

El **capítulo V**, se describen las conclusiones y recomendaciones producto del estudio.

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente Capítulo 1 expone una breve descripción del contexto respecto a la problemática que presente la ciudad de Quevedo respecto a la usencia de una herramienta digital estandarizada que pueda difundir los diferentes recorridos de las líneas de transporte urbano. Adicionalmente se detallan los objetivos tanto específicos como el objetivo central del proyecto de investigación. En el capítulo también se detalla la justificación del proyecto.

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El proyecto aborda la problemática de la carencia de herramientas eficientes y de fácil uso para la planificación de rutas y horarios del sistema de transporte público urbano del cantón Quevedo. Esta situación se origina por diversas razones, entre ellas la inexistencia de aplicaciones accesibles desde dispositivos móviles, la falta de integración de las rutas en el planificador de Google Maps y la utilización de una plataforma web con bajo nivel de optimización.

Como resultado de esta problemática, los usuarios pueden enfrentar mayores tiempos de espera y complicaciones al momento de identificar las rutas y horarios, lo que podría desincentivar el uso del transporte público en la ciudad. Asimismo, las personas con discapacidad visual encuentran menores niveles de accesibilidad en el sistema de planificación de rutas vigente. Estas dificultades, sumadas a los retrasos y la pérdida de tiempo, generan insatisfacción en los usuarios y pueden repercutir negativamente en la imagen y reputación del sistema de transporte público.

En la ciudad de Quevedo enfrenta actualmente el desafío de modernizar el sistema de transporte público urbano se presentan limitaciones significativas. A pesar de la mayor disponibilidad de teléfonos inteligentes y herramientas de navegación como Google Maps, el sistema de transporte en Quevedo no está correctamente conectado mediante normas de interoperabilidad como la Especificaciones generales del suministro de datos para el Transporte Público (GTFS), lo que limita la representación dinámica y actual del servicio en plataformas digitales.

La falta de implementación de este tipo de estándares se traduce en una desconexión entre la infraestructura tecnológica global y los servicios de transporte locales. Diversos estudios han demostrado que la adopción del estándar GTFS no solo mejora la accesibilidad a la información en tiempo real, sino que también fortalece la transparencia, la planificación urbana y la toma de decisiones basada en datos [5].

En este contexto, se vuelve urgente y necesario incorporar el sistema de transporte urbano de Quevedo en Google Transit, una plataforma global de movilidad que permite visualizar en tiempo real las redes de transporte público a través de Google Maps. Para lograr esta integración, es indispensable generar un conjunto de datos estructurados bajo el estándar internacional GTFS, el cual describe digitalmente rutas, paradas, horarios y frecuencia de los servicios [6].

La publicación y mantenimiento de este feed GTFS permitirá que Quevedo sea reconocida oficialmente por Google como una ciudad con transporte público integrado, facilitando el acceso a la información, promoviendo el uso del transporte urbano, y mejorando la gestión operativa por parte de las autoridades locales. Este avance representa un paso firme hacia la transformación digital de la movilidad en Quevedo y su posicionamiento como una ciudad más inteligente, accesible y conectada.

Diagnóstico

El problema central radica en la ausencia de una herramienta digital estandarizada que permita difundir en tiempo real los datos del transporte público en plataformas de amplio uso como Google Maps. El origen de esta problemática se relaciona con la falta de implementación del estándar GTFS, un formato que permite estructurar y publicar datos del transporte público para integrarlos en sistemas de planificación de rutas. La inexistencia de este tipo de integración tecnológica limita la experiencia del usuario, restringe el acceso a la información y obstaculiza la modernización del servicio en un contexto urbano que demanda mayor conectividad e innovación.

Las grandes ciudades como Quito, Guayaquil que cuentan con un sistema implementado de Especificaciones generales del suministro de datos para el Transporte Público (GTFS) han mejorado la movilidad de los ciudadanos. En el caso de la ciudad de Quito los ciudadanos

se encuentran satisfechos con la implementación del GTFS adaptado al Google Maps que les facilita conocer los diferentes transportes públicos para llegar a sus destinos [7].

La Municipalidad del Distrito Metropolitano de Quito manifestó que el sistema GTFS proporciona datos abierto para la información de los pasajeros en transporte público, de esta manera el usuario puede saber a qué hora llegara su transporte y planificar sus actividades, cada compañía de transporte a través de su proveedor tecnológico generara y publicara estos datos para su consulta mediante Google Maps en cualquier dispositivo móvil (Celular, Tablet, Computador) [8].

Tabla 1. *Análisis FODA en las Especificaciones generales del suministro de datos para el Transporte Público (GTFS).*

| Fortalezas | Oportunidades |
|---|--|
| Existencia de una red de transporte urbano en crecimiento. | Integración con Google Maps mejora la visibilidad y accesibilidad del transporte. |
| Interés institucional por modernizar la gestión del transporte público. | Mejor planificación urbana y reducción de tiempos de viaje gracias a datos abiertos. |
| Alto uso de dispositivos móviles en la ciudadanía. | Respaldo de políticas nacionales de movilidad sostenible. |
| Potencial para posicionar a Quevedo como modelo innovador en transporte digital. | Posibilidad de acceder a fondos y cooperación internacional para ciudades inteligentes. |
| Usar la interoperabilidad del GTFS para fomentar alianzas estratégicas con universidades y empresas tecnológicas locales. | Buscar financiamiento externo (fondos internacionales, cooperación técnica) para superar la falta de presupuesto en el GAD y cooperativas. |

Elaborado por: Kerly González

| Debilidades | Amenazas |
|--|--|
| Falta de digitalización de la información del sistema de transporte. | Resistencia social y política al cambio por parte de transportistas. |
| Escaso conocimiento técnico del personal encargado de la gestión del sistema. | Posible obsolescencia tecnológica si no se actualizan las plataformas con regularidad. |
| Ausencia de sistemas de monitoreo en tiempo real | Resistencia de la ciudadanía al momento de utilizar la aplicación por temor a la inseguridad que presenta actualmente la ciudad. |
| Débil coordinación institucional entre autoridades, cooperativas y entes de control. | Insuficiente financiamiento continuo que ponga en riesgo la sostenibilidad |
| Limitaciones presupuestarias del GAD y de las cooperativas. | Posible desinterés ciudadano si la herramienta no se actualiza o presenta fallas. |

Elaborado por: Kerly González

Pronostico

Quevedo, una ciudad de la provincia de Los Ríos, enfrenta retos significativos en cuanto a la eficiencia y accesibilidad de su sistema de transporte público. Con una estimación de 195.798 habitantes información proporcionada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) en su último levantamiento de información territorial[9]. Una infraestructura

urbana que aún está en proceso de modernización, la ciudad necesita soluciones innovadoras que optimicen la movilidad y mejoren la calidad de vida de sus habitantes.

En cuanto al transporte, el tiempo promedio de desplazamiento desde el hogar al trabajo es de 38 minutos. Adicionalmente, los habitantes de Quevedo recorren un promedio de 14.89 kilómetros diariamente, lo que subraya la importancia de optimizar las rutas de transporte para reducir la congestión y el tiempo de desplazamiento.

Si el estándar GTFS no se implementa rápidamente en el sistema de transporte urbano de Quevedo, la ciudad seguirá enfrentando serias dificultades en cuanto a la disponibilidad, modernización y acceso a la información sobre rutas, horarios y paradas. A mediano y largo plazo, la falta de innovación tecnológica podría agravar la percepción negativa sobre la calidad del servicio de transporte público. Así mismo, Quevedo podría quedar rezagada frente a otras localidades del país que ya han comenzado a adoptar cambios digitales en su sistema de transporte, lo que afectaría de manera adversa su competitividad regional y su capacidad para desarrollarse como una ciudad intermedia en crecimiento.

1.1.2. Formulación del problema

¿Cómo contribuye la implementación del estándar GTFS a la integración del sistema de transporte público urbano de Quevedo en la plataforma Google Maps y qué beneficios traería en términos de accesibilidad, planificación y modernización del servicio para los usuarios?

1.1.3. Sistematización del problema

- ✓ ¿Qué información existe actualmente sobre las rutas, paradas y frecuencias del transporte público urbano de Quevedo?
- ✓ ¿Cómo debe organizarse una base de datos que almacene correctamente la localización de paradas y trayectos del transporte público urbano de Quevedo a partir del feed estático GTFS?
- ✓ ¿Qué herramientas son necesarios para desarrollar una aplicación web que permita visualizar adecuadamente los datos generados en el feed estático del sistema de transporte público urbano de Quevedo?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

- ✓ Integrar la información del sistema de transporte público urbano en la plataforma Google Maps mediante el estándar basado en la Especificación General de Fuentes de Transporte (GTFS) para la difusión de manera precisa y actualizada de los recorridos de las distintas líneas.

1.2.2. Objetivos Específicos

- ✓ Recolectar datos sobre rutas paradas y frecuencias de los buses urbanos, utilizando el estándar internacional GTFS para crear un feed compatible con Google Transit.
- ✓ Crear una base de datos que contenga la localización de paradas y trayectos de transportes público urbano de Quevedo basado en el feed estático.
- ✓ Desarrollar una aplicación móvil para mostrar la visualización de los datos recopilados en el feed estático.

1.3. Justificación

La modernización de las ciudades resulta esencial para elevar la calidad de vida de sus habitantes y fomentar el desarrollo económico y social. En este proceso, el transporte público desempeña un papel central, ya que constituye una herramienta clave para disminuir la congestión vehicular y optimizar la movilidad urbana. No obstante, en muchas urbes del mundo persisten sistemas de transporte público ineficientes y poco articulados, lo que provoca pérdidas de tiempo y recursos económicos para la ciudadanía al desplazarse dentro de la ciudad.

En este escenario, resulta evidente la urgencia de modernizar los sistemas de transporte público e implementar herramientas que simplifiquen la planificación de rutas y horarios para los usuarios. En este sentido, la integración del sistema las Especificaciones generales del suministro de datos para el Transporte Público (GTFS) con Google Transit se convierte en un recurso estratégico, pues brinda la posibilidad de organizar los desplazamientos de forma más eficiente y acceder a información actualizada en tiempo real.

Este estudio se enmarca dentro de los estudios de movilidad urbana y gestión del tráfico, que han cobrado relevancia en el contexto de la urbanización acelerada y el aumento de la demanda de soluciones tecnológicas para la gestión de servicios públicos.

El presente proyecto se realiza con el propósito de implementar el estándar GTFS en el sistema de transporte público urbano de Quevedo, con el fin de integrarlo a plataforma digital como Google Maps y así facilitar el acceso a información actualizada sobre rutas, horarios y frecuencias de buses. Esta iniciativa surge ante la necesidad de mejorar la eficiencia, accesibilidad y confiabilidad del transporte público en la ciudad, contribuyendo a una movilidad más ordenada y de alto impacto. La investigación nos ayuda a demostrar cómo la digitalización y estandarización de datos puede optimizar la experiencia del ciudadano.

La aplicación del GTFS en Quevedo representa una oportunidad estratégica para avanzar hacia una ciudad más conectada y orientada a los principios de la movilidad inteligente. Al mismo tiempo, ofrece beneficios a nivel institucional, ya que proporciona a los operadores de transporte y a las autoridades municipales una herramienta eficaz para la toma de decisiones basada en datos reales, permitiendo optimizar rutas, mejorar frecuencias y elevar la calidad del servicio.

El trabajo se apoyará en el uso de un aplicativo denominado “Colector GPS” que ayudará a capturar la ubicación en tiempo real proporcionando, latitud, longitud, altitud, marca de tiempo la recolección de datos de las rutas, horarios y frecuencias de los autobuses, para luego ser procesados y mapeados dentro de la plataforma.

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

En el capítulo 2 se aborda el marco teórico respecto a las características de la red, de los protocolos y servicios que serán diseñados, al igual que el impacto del trabajo, tanto el previsible como el medible a futuro en innovación. También se presenta el Estado del Arte respecto a proyectos similares.

2.1. Marco Conceptual

2.1.1. GTFS

La General Transit Feed Especificación Pública también conocida como GTFS, es un formato de datos estandarizados que proporciona una estructura para las agencias de transporte público para describir los detalles de sus servicios como horarios, paradas, tarifas etc.

Permite a las agencias de transporte público publicar sus datos de tránsito en un formato que puede ser consumido por una amplia variedad de aplicaciones de software más comúnmente y planificadores de viaje. Esto significa que los usuarios pueden obtener fácilmente información de viaje para acceder a los servicios de transporte público utilizando esos teléfonos inteligentes o dispositivos similares.

GTFS se contiene información sobre rutas, horarios, tarifas y detalles de tránsito geográfico, entre muchas otras funciones, y se presenta en archivos de texto simples¹. Este formato sencillo permite una fácil creación y mantenimiento sin depender de software complejo o propietario [10].

Si bien la información de horarios es fundamental, GTFS también ofrece funciones adicionales que mejoran la experiencia de tránsito, como:

- ✓ **Tarifas:** GTFS puede incluir información de tarifas para desgloses precisos de los costos en todas las rutas y opciones de viaje.
- ✓ **Servicios flexibles:** GTFS puede describir opciones que responden a la demanda, como marcar un viaje, desviaciones de ruta y otros servicios que no siguen el comportamiento común del servicio programado y/o fijo.

- ✓ **Recorridos:** GTFS puede modelar grandes estaciones de tránsito, ayudando a los pasajeros a navegar desde las entradas y salidas de las estaciones hasta el lugar donde abordan o desembarcan de un vehículo de tránsito.

Las especificaciones generales del suministro de datos para el transporte público (GTFS), también conocidas como *GTFS estáticas o transporte público estático* para diferenciarlas de la extensión GTFS en tiempo real, definen un formato común para los horarios de transporte público y la información geográfica relacionada. Los "Feeds" GTFS permiten que las empresas de transporte público publiquen sus datos y que los programadores escriban aplicaciones que consuman esos datos de manera interoperable [11].

2.1.2 Estructura del GTFS

Los "feed" GTFS consisten en una serie de 13 archivos en formato de texto plano (txt), donde cada valor está separado por comas y cuenta con una cabecera que identifica cada conjunto de valores. Estos archivos son exclusivos y se encuentran comprimidos en un archivo .zip.

Estos archivos deben incluir información sobre agencias, rutas, viajes, paradas, tiempos de parada, entre otros datos. En la Figura 1 se muestran los archivos de texto que conforman un GTFS generado para pruebas.

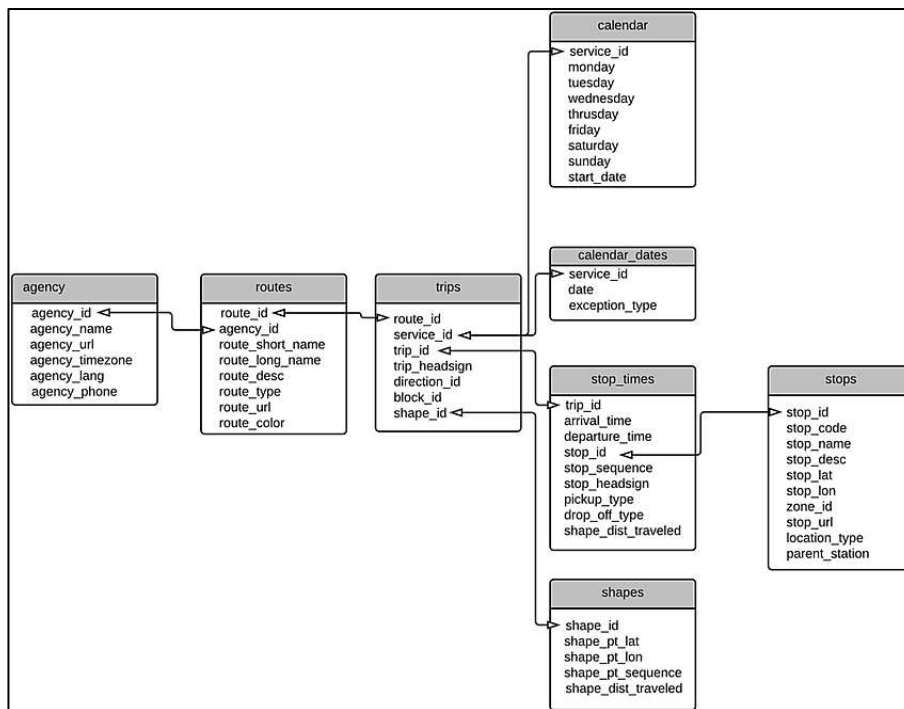


Figura 1. Diagrama de relación de archivos "Feed" GTFS.

Fuente: GTFS

2.1.2.1 *Agency.txt*

Se encuentra la información relacionada a la agencia o cooperativa de transporte público, está conformada de los siguientes campos obligatorios:

- ✓ **agency_id:** Este ID puede ser opcional en el caso de que exista solo una compañía registrada en el "feed", caso contrario será obligatorio y representa un número único de identificación de la agencia o cooperativa.
- ✓ **agency_name:** Es el nombre con el cual la agencia será indicada a los usuarios en el planificador de rutas.
- ✓ **agency_url:** Es la dirección web de la agencia, deberá seguir la sintaxis establecida por la iniciativa www, para escribir URIs (UniformResourceIdentifier), no debe contener espacios.
- ✓ **agency_timezone:** Define la zona horaria del sector donde operan las unidades de transporte público, no debe contener espacios.
- ✓ **Stops.txt:** Define la localización de cada parada existente dentro de la ruta.
- ✓ **stop_id:** Es un dato único que sirve para identificar cada parada, una parada puede ser compartida por varias rutas.
- ✓ **stop_name:** Es el nombre con el cual la parada será indicada a los usuarios en Stops.txt
- ✓ Define la localización de cada parada existente dentro de la ruta.
- ✓ **stop_id:** Es un dato único que sirve para identificar cada parada, una parada puede ser compartida por varias rutas.
- ✓ **stop_name:** Es el nombre con el cual la parada será indicada a los usuarios en el planificador de rutas.
- ✓ **stop_lat:** Define la latitud de la parada según el estándar WGS 84, usado en el sistema de posicionamiento global (GPS).
- ✓ **stop_lon:** Define la longitud de la parada según el estándar WGS 84, usado en el sistema de posicionamiento global (GPS).

2.1.2.2 *Trips.txt*

Define un viaje en una dirección, que sucede en un horario establecido e implica una relación entre dos o más paradas.

- ✓ **trip_id:** Es un dato único que sirve para identificar cada viaje.
- ✓ **route_id:** Es el ID de la ruta a la cual está asociado este viaje.
- ✓ Es el nombre corto con el que los usuarios reconocen la ruta, este dato será visualizado en el planificador de rutas.
- ✓ **route_long_name:** Es el nombre completo de la ruta, proporciona más información como destino o paradas de la ruta.
- ✓ **route_type:** Define la clase de transporte que opera en una ruta. Se usa valores enteros que van del 0 al 7.

2.1.2.3 Calendar.txt

Define los días de la semana, en el cual la unidad de transporte público ofrece su servicio.

- ✓ **service_id:** Es un dato que permite identificar el conjunto de días de la semana que una ruta está operando.
- ✓ **monday:** Representa al día lunes y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.
- ✓ Define los días de la semana, en el cual la unidad de transporte público ofrece su servicio.
- ✓ **service_Id:** Es un dato que permite identificar el conjunto de días de la semana que una ruta está operando.
- ✓ **monday:** Representa al día lunes y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.
- ✓ **tuesday:** Representa al día martes y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.
- ✓ **wednesday:** Representa al día miércoles y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.
- ✓ **thursday:** Representa al día jueves y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.
- ✓ **friday:** Representa al día viernes y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.
- ✓ **saturday:** Representa al día sábado...
- ✓ **end_date:** Permite identificar el último día del año en el que opera el servicio, tiene que estar en el formato AAAAMMDD.

2.1.3.1 *Stop_time.txt*

Tabla de tiempo que determina la llegada o salida de una unidad de transporte público a una parada.

- ✓ **trip_id:** Es el ID que permite identificar a que viaje pertenece el horario.
- ✓ **arrival_time:** Es la hora, en formato HH:MM:SS, a la cual un bus debería llegar a una determinada parada para un viaje.
- ✓ **departure_time:** es la hora, en formato HH:MM:SS, a la cual un bus debería salir de una determinada parada para un viaje.
- ✓ **stop_id:** Es el ID que permite identificar a la parada que nos estamos refiriendo.
- ✓ **stop_sequence:** Determina la secuencia que deben tener las paradas para poder formar un viaje, se debe de usar número enteros positivos ascendentes.
- ✓ Editores GTFS
- ✓ Se debe tener en cuenta que cada vez que exista un cambio en los horarios de funcionamiento, rutas, paradas o cualquier cambio de los “Feed”, se debe generar un nuevo GTFS. Se los recomienda realizar estos cambios periódicamente y mínimo unas cuatro. [12].

2.1.3 Google Transit

Google Transit es una herramienta integrada en Google Maps que proporciona datos en tiempo real sobre el transporte público, incluyendo horarios, paradas, rutas, tarifas y líneas. En resumen, se trata de una extensión de Google Maps que facilita la planificación de viajes en transporte público, al permitirnos identificar automáticamente la mejor combinación de opciones para llegar de manera más eficiente de un lugar a otro [13].

Como herramienta para planificar viajes en transporte público, Google Transit integra datos en tiempo real proporcionados por las distintas compañías de transporte con la tecnología de Google Maps.

Por ejemplo, en Madrid, la información proviene del Consorcio Madrileño de Transportes, el Metro de Madrid y la EMT.

No todas las compañías de transporte pueden participar en Google Transit. Para convertirse en socios, deben cumplir con ciertos requisitos:

- ✓ Brindar servicios de acceso abierto al público.
- ✓ No permitir reservas para el servicio.
- ✓ Operar rutas establecidas con horarios predefinidos.
- ✓ Habilitar la compra de boletos a bordo, en la estación o en el punto de embarque.

2.1.3.1 Cómo usar el Google Transit

Para utilizar Google Transit, solo necesitas acceder a Google Maps, ya sea en un navegador o a través de la app móvil, y seleccionar "Cómo llegar". Luego, elige el transporte público como medio de transporte.

Después, ingresa el origen y destino, y Transit calculará la mejor ruta y combinación de transporte. Además, al ser una herramienta en tiempo real, te notificará sobre retrasos, incidencias o cambios en el servicio.

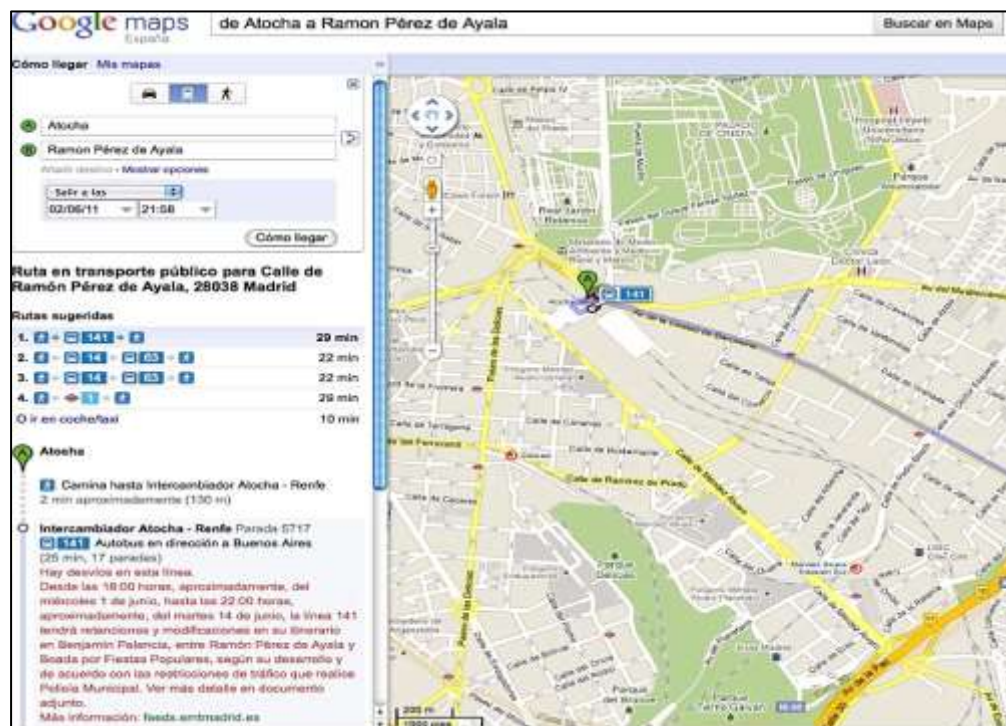


Figura 2. Visualización del funcionamiento de Google Transit en función con Google Maps

Fuente: Google Maps

2.1.4 APIs de Google Maps

El Explorador de APIs de Google es una herramienta disponible en la mayoría de las páginas de documentación de referencia de la API de REST que te permite probar los métodos de la

API de Google sin escribir código. El Explorador de APIs funciona con datos reales, por lo que debes usarlo con precaución si pruebas métodos para crear, modificar o borrar datos.

Esta aplicación permite insertar mapas, rutas o ubicaciones dentro de páginas web o apps. API son las siglas de "Application Programming Interface" (Interfaz de Programación de Aplicaciones). Es un conjunto de herramientas que facilita la creación de interfaces inteligentes, estableciendo un canal de comunicación entre dos sistemas [14].

Para explicarlo de manera sencilla, una API funciona como un puente que conecta dos calles, ya que une diferentes recursos necesarios para el correcto funcionamiento de un software. Por ejemplo, mientras lees este artículo, varias conexiones entre distintas aplicaciones están funcionando en segundo plano para generar la interfaz que te permite visualizarlo.

En el ámbito de las tecnologías, Google ofrece una amplia variedad de extensiones disponibles en Google Maps, que se pueden integrar y visualizar en diferentes sitios y aplicaciones, como Uber, por ejemplo. Estas permiten a los usuarios realizar diversas acciones, como:

- ✓ Localizar la posición del conductor
- ✓ Estimar el tiempo de llegada
- ✓ Seguir el trayecto del viaje
- ✓ Calcular el costo estimado del viaje
- ✓ Conocer el tiempo estimado del viaje
- ✓ Y otras funciones adicionales.

2.1.5 Transporte Público Urbano

Se considera transporte urbano al mecanismo que traslada individuos o mercancías de un lugar a otro, o conecta dos lugares en el área geográfica. El transporte en las ciudades hace referencia a la red utilizada para mover a las personas y las mercancías en un entorno urbano o metropolitano. Esto incluye diferentes formas de transporte, tales como autobuses, ferrocarriles, tranvías, metros, bicicletas y a pie.

La meta fundamental de este sistema de transporte es ofrecer una manera eficaz y segura de desplazarse por la ciudad, mientras que se reduce la saturación del tráfico y se fomenta la sostenibilidad del medio ambiente [15].

Este sistema abarca varios tipos de transporte, como autobuses, trenes subterráneos, tranvías, trolebuses, bicicletas de uso público y taxis compartidos. Su propósito esencial es unir diferentes áreas urbanas, facilitando a los ciudadanos el acceso a servicios, empleo, educación y actividades sociales sin la necesidad de contar con vehículos personales.

La relevancia del transporte público en las localidades es crucial. Además de mejorar el acceso para individuos de todas las clases sociales, también ayuda a disminuir el tráfico y la contaminación. Al reducir la cantidad de automóviles privados en la vía, se eleva la calidad del aire y se aprovecha mejor el espacio urbano. Aunado a esto, un sistema de transporte bien estructurado favorece la justicia social, pues permite que quienes residen en áreas periféricas se integren plenamente a la vida de la ciudad [16].

Existen distintos tipos de transporte público urbano, clasificados según su modo de operación, el transporte terrestre incluye autobuses, trenes urbanos y tranvías. El subterráneo está representado por el metro; y en algunas ciudades se utiliza transporte aéreo como teleféricos urbanos, también se considera parte del transporte público el uso de bicicletas compartidas, que promueven una movilidad más saludable y ecológica, cada tipo tiene ventajas específicas según la geografía y densidad poblacional [17].

2.1.6 Sistema de Transporte Inteligente

En términos generales, un sistema de transporte inteligente integra componentes físicos y programas informáticos para recolectar, procesar y evaluar información de múltiples orígenes, tales como luces de tráfico, cámaras de seguridad y dispositivos en automóviles. La información obtenida se emplea para hacer elecciones inmediatas o ofrecer datos útiles que optimicen la administración del tráfico y la planificación del sistema de transporte.

Esto puede incluir la regulación de los semáforos para minimizar la congestión, informar a los automovilistas sobre riesgos en la carretera o incluso redirigir el tráfico para prevenir accidentes o embotellamientos. La tecnología de los sistemas de transporte inteligentes utiliza la conectividad entre vehículos y la infraestructura, lo que puede abarcar desde la comunicación básica entre semáforos y sistemas de control central hasta redes más sofisticadas con coches autónomos[18].

Estos sistemas integran herramientas como sensores, cámaras, GPS, redes de comunicación, inteligencia artificial y software de gestión para monitorear el tráfico en tiempo real,

optimizar rutas y facilitar la toma de decisiones. Su implementación permite que vehículos, infraestructura y usuarios interactúen de forma más coordinada, reduciendo los tiempos de viaje y los riesgos en carretera [19].

2.1.7 Datos abiertos de Transporte

Los datos de transporte accesibles son recopilaciones de información sobre cómo nos movemos y gestionamos la logística, a las cuales cualquier persona tiene la posibilidad de entrar, volver a usar y compartir sin restricciones. Se encuentran en sitios web de entidades gubernamentales y de organizaciones tanto públicas como privadas.

Esta información, que incluye redes viales, cifras de accidentes y detalles sobre estaciones para bicicletas, facilita la innovación, el perfeccionamiento de servicios y la adopción de decisiones fundamentadas en el ámbito del transporte. El uso de datos abiertos en el transporte ha llevado a innovaciones técnicas que permiten que las agencias y los prestadores de servicios se comuniquen con los usuarios de nuevas maneras, por ejemplo, las aplicaciones móviles e información regularmente actualizada sobre el transporte.

Ha habido una transformación, de controlar estrictamente los datos y los productos derivados a tenerlos disponibles públicamente. Esto ha permitido el desarrollo de aplicaciones que benefician a los usuarios aun cuando los gobiernos no tengan las capacidades técnicas o financieras para brindar estas innovaciones directamente. Los datos abiertos de transporte permiten que el público contribuya a la innovación y la mejora de servicios públicos mediante procesos que pueden ser prohibitivos para el sector público en términos de costos y tiempo [20].

2.1.8 Movilidad Urbana Sostenible

El transporte sostenible es un concepto que abarca diversas disciplinas, orientado a la creación de estrategias ambientales en el desplazamiento dentro de las ciudades. Su objetivo es atender las demandas climáticas actuales en áreas con gran congestión y altos niveles de emisiones de gases de efecto invernadero, tales como las capitales y las grandes metrópolis.

Fomentar la movilidad sostenible es clave para dejar atrás el modelo dominante en las últimas décadas, que ha creado una fuerte dependencia del automóvil privado y ha dejado de lado a las personas o grupos que no tienen acceso a uno.

El urbanismo y la movilidad sostenible se complementan para promover una forma de transporte en las ciudades centrada en las personas, constituyendo una parte fundamental del urbanismo sostenible.

El objetivo de la movilidad urbana sostenible es crear una infraestructura urbana que facilite el uso de medios de transporte no motorizados, como caminar o andar en bicicleta, y que impulse el uso de opciones de transporte sostenibles, como el transporte público, el vehículo compartido o los vehículos de bajas emisiones [21].

2.1.9 Interoperabilidad

La interoperabilidad es un método que se fundamenta en normas para facilitar que diversos sistemas tecnológicos intercambien información y colaboren en funciones con escaso esfuerzo por parte del usuario.

Los sistemas que se pueden interconectar están asumiendo una relevancia creciente en ámbitos como la salud, la administración pública, el negocio y la protección ciudadana. La interconexión ofrece una vía efectiva y rápida para que diferentes sistemas de tecnología de la información en estos sectores se integren, se comuniquen y se intercambien datos vitales.

Por ejemplo, la capacidad de interoperabilidad concede a los profesionales de la salud la posibilidad de acceder y modificar los registros de salud electrónicos, a las redes de suministro seguir y organizar los inventarios, y a los servicios gubernamentales ofrecer asistencia social a los ciudadanos.

La interoperabilidad se logra mediante la implementación de estándares comunes que establecen la forma en que se estructuran y comparten los datos entre diferentes sistemas. En ciertas ocasiones, las normas de interoperabilidad son exigidas legalmente para asegurar la compatibilidad de sistemas esenciales, como aquellos utilizados en la administración pública o en la protección civil [22].

2.1.10 Lenguaje de programación Python 3.13.7

Python es un lenguaje de programación de propósito general, lo que implica que puede emplearse para desarrollar distintos tipos de aplicaciones y no está limitado a un área en particular. Gracias a esta flexibilidad y a su sencillez de aprendizaje, se ha posicionado como uno de los lenguajes más usados en la actualidad. De hecho, un estudio de la firma de análisis

RedMonk reveló que en 2021 ocupaba el segundo lugar entre los lenguajes más populares entre los desarrolladores. Python se utiliza habitualmente para el desarrollo de sitios web y software, la automatización de tareas, el análisis de datos y la visualización de datos[23]

Charles R. Severance, profesor de la Universidad de Michigan e instructor en Coursera, señala en su libro *Python for Everybody* que programar es una tarea profundamente creativa y satisfactoria. Según él, se pueden desarrollar programas con múltiples propósitos: desde obtener ingresos o enfrentar complejos retos de análisis de datos, hasta disfrutar del proceso o brindar apoyo a alguien más en la solución de un problema [24].

2.1.11 Visual Studio Code

Los editores de código son recursos esenciales para quienes desarrollan software, ya que hacen más sencillo el proceso de redacción y organización del código fuente. Visual Studio Code (VS Code), creado por Microsoft, se ha establecido como un referente en este ámbito debido a su flexibilidad, capacidad de ampliación y compatibilidad con varios lenguajes de programación, por lo que explicaremos qué es y de qué manera opera.

Visual Studio Code es una herramienta de edición de código sin costo y accesible en diversas plataformas. ¿Cuál es la función de Visual Studio Code? En esencia, permite a los programadores crear, depurar y manejar código en muchos lenguajes diferentes, como JavaScript, Python o C++, entre otros.

Se puede adaptar con complementos, y proporciona una integración ideal con herramientas de control de versiones como Git, lo que simplifica aún más la colaboración en proyectos de diversas clases, como el desarrollo frontend, por ejemplo.

Características principales que lo diferencian de otros editores de código

El entorno de programación Visual Studio Code se diferencia de otros mediante varias cualidades relevantes que deben ser consideradas cuidadosamente.

- ✓ Facilita una depuración detallada y efectiva.
- ✓ Proporciona sugerencias automáticas de código mediante IntelliSense, lo que incrementa la eficiencia al proponer código de manera autónoma.
- ✓ Su amplia colección de complementos permite personalizar el editor conforme a los requerimientos particulares de cada proyecto [25].

2.1.12 Tableau

Si hablamos del tipo y estructura de datos y su acceso en Tableau, puede funcionar en cualquier tipo de datos, ya sea que estén estructurados, conjuntos de datos no estructurados con acceso a cualquier tipo de lenguaje de programación como R, Python, SAS, etc. se estructura con Python.

Tableau es una herramienta líder de Business Intelligence (BI) y visualización de datos, diseñada para que el análisis de datos sea accesible e intuitivo para usuarios de distintos niveles de conocimientos. Permite a las personas y a las organizaciones transformar datos brutos en cuadros de mando interactivos y compartibles, proporcionando perspectivas que impulsan la toma de decisiones informadas.

Como Funciona

Tableau puede acceder fácilmente a cualquier tipo de datos. Luego se agregan y obtienen datos de visualización en el procedimiento de tabla. TABLEAU puede obtener datos de una base de datos como PDF, Excel, Documentos de texto, R, Hadoop, Python o SAS Cloud Database de datos como Flip Kart, Google Page, Netflix, Amazon.

Los datos se producen para el motor de datos de la tabla, también llamado Escritorio de Tableau. Aquí, el analista de negocios trabaja con los datos, genera una tabla y la comparte con el usuario donde el usuario lo lee en la pantalla llamada Tableau Reader.

Características

Tableau es fácil de usar, es más factible y flexible crear un tablero en él debido a sus características principales. Algunas de sus características se enumeran a continuación.

Dependiendo de la usabilidad de Tableau, tiene las siguientes características:

- ✓ Fácil acceso desde diferentes fuentes,
- ✓ Sin necesidad de conocimientos técnicos o de programación, y
- ✓ Respuesta rápida para hacer un tablero.

2.1.12. Colector GPS

Una aplicación "colector GPS" sirve para recopilar y registrar datos de ubicación (coordenadas, direcciones, etc.) de un punto específico en el campo, permitiendo guardar esta información en el dispositivo para su uso posterior o para crear mapas y análisis en sistemas de información geográfica (GIS). Estas aplicaciones son herramientas de software que permiten a usuarios, como agrimensores o encuestadores, obtener datos geográficos precisos sin necesidad de usar formularios de papel, mejorando la eficiencia de los flujos de trabajo de recolección de datos [26].

¿Para qué sirve una aplicación colector GPS?

Captura de datos georreferenciados: Permite grabar la latitud, longitud, altitud, y otros datos de ubicación en tiempo real desde un punto en el campo.

Para la recolección de datos se utilizó la aplicación Colector GPS, la cual permitió capturar de manera precisa los puntos geográficos correspondientes a cada parada del sistema de transporte público urbano de la ciudad de Quevedo. Esta herramienta resultó fundamental para obtener coordenadas exactas y confiables, necesarias para la posterior estructuración del estándar GTFS.

El proceso de levantamiento de la información se realizó de manera práctica y directa, ya que personalmente abordé las unidades de transporte y recorrí las diferentes rutas de la ciudad. Durante cada trayecto, se fueron registrando las ubicaciones en las que los buses efectúan paradas habituales, marcando con el GPS cada punto identificado. Este procedimiento garantizó que los datos recopilados respondieran a la realidad del servicio y reflejaran con fidelidad los lugares de ascenso y descenso de los usuarios.

De esta manera, la información obtenida no solo permitió la georreferenciación exacta de las paradas, sino que también constituyó una base esencial para el diseño y organización del sistema de datos que posteriormente será integrado en Google Maps [26].

Proceso de recolección datos en la ciudad de Quevedo

Para el levantamiento de la información referente a las paradas del sistema de transporte público urbano de la ciudad de Quevedo, se empleó una aplicación de colector GPS. Esta herramienta permitió registrar con precisión las coordenadas geográficas de cada punto de

parada a lo largo de las diferentes rutas de los buses. La elección de esta aplicación se fundamenta en su capacidad para captar datos en tiempo real con un margen de error mínimo, lo que asegura la validez y confiabilidad de la información obtenida.

El procedimiento consistió en realizar un recorrido presencial en los mismos buses, identificando de manera directa las paradas oficiales utilizadas por los usuarios. Durante el trayecto, en cada punto de parada se activó la aplicación para capturar la ubicación exacta mediante el sistema de posicionamiento global (GPS). Este método permitió georreferenciar cada punto de manera sistemática, garantizando que la información recolectada corresponda a la realidad operativa del transporte urbano en la ciudad.

La utilización de este recurso tecnológico no solo facilitó la recolección precisa de los datos, sino que también brindó un respaldo técnico que asegura la calidad de la información. Al tratarse de un levantamiento de campo ejecutado directamente en los recorridos de los buses, la información recolectada posee un alto nivel de validez, ya que refleja las condiciones reales y actuales de las rutas y paradas. Estos datos constituyen la base fundamental para el diseño e implementación del estándar GTFS, permitiendo que el sistema de transporte público pueda ser integrado de manera adecuada en plataformas digitales como Google Maps

2.2. Marco Referencial

2.2.1. El Sistema de Transporte Público en Quevedo

Según (Asprilla Lara et al.,2017) el transporte público urbano, específicamente en sistemas masivos como Transmilenio, enfrenta múltiples desafíos relacionados con la seguridad, la calidad del servicio y la infraestructura. Destaca que problemas como la accidentalidad, la congestión y la baja cobertura afectan la eficiencia y la credibilidad del sistema, lo que requiere la implementación de políticas y medidas de mitigación para mejorar la seguridad vial y la percepción del sistema por parte de los usuarios [27].

Quevedo, ubicado en la provincia de Los Ríos, enfrenta desafíos en el sistema de transporte público de su ciudad. A pesar del hecho de que 190 unidades se dividen en 16 rutas, el servicio se percibe como factores insuficientes, como unidades de mal estado, falta de limpieza interna, iluminación inadecuada, ruptura de los usuarios, conducción inapropiada, distribución de ruta inapropiada y respeto por los lugares deseados

Además, la falta de gestión en las competencias asignadas al Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) municipal, inexistencia de un plan de movilidad, escasa infraestructura vial adecuada, ineficiencia en la planificación de rutas, uso subóptimo de los diferentes modos de transporte y débil coordinación entre los actores involucrados contribuyen a la problemática del transporte en Quevedo [28].

La empresa pública Quevial EP es responsable de la administración del tránsito, seguridad vial y transporte terrestre en el cantón Quevedo. Esta entidad gestiona la revisión técnica vehicular, la emisión de títulos habilitantes para operadores de transporte, y el control de infracciones mediante dispositivos tecnológicos como detectores de velocidad. También administra el terminal terrestre y promueve la modernización del sistema de transporte urbano.

2.2.2. Deficiencias en infraestructura vial en Quevedo

La infraestructura vial constituye un factor clave para impulsar el desarrollo económico y social de una región. En el caso de Quevedo, se han detectado diversas falencias que inciden de manera negativa tanto en su progreso como en la calidad de vida de la población. De acuerdo con Guevara y Quinchúa (2024), entre las principales deficiencias se destacan el escaso mantenimiento de las vías, la carencia de señalización adecuada y la inexistencia de espacios apropiados para peatones y ciclistas. Estas limitaciones no solo incrementan la probabilidad de accidentes, sino que también afectan la conectividad regional, repercutiendo en la movilidad ciudadana y en la dinámica comercial.

La insuficiente inversión en obras viales es una problemática constante en muchas zonas en desarrollo. En Quevedo, la situación resulta particularmente grave, ya que la ciudad constituye un nodo estratégico dentro de la red de transporte de la provincia de Los Ríos. La precariedad de la infraestructura vial restringe el potencial de crecimiento económico y genera sobrecostos para los usuarios, evidenciados en mayores tiempos de traslado y un acelerado deterioro de los vehículos [29].

2.2.3. Gestión y Optimización de Rutas de Transporte

La planificación y mejora de los trayectos del transporte público es crucial para aumentar la efectividad operativa, disminuir gastos y proporcionar un servicio superior a los pasajeros. Para lograr esto, se aplican métodos de análisis de datos, como la agrupación de trayectos y

el examen espacial, que ayudan a detectar tendencias de movimiento y a modificar las rutas de acuerdo con la demanda real.

Además, la adopción de sistemas de visualización interactivos, fundamentados en datos GTFS, facilita la monitorización en tiempo real y la toma de decisiones fundamentadas para cambiar o reconfigurar las trayectorias, optimizando la cobertura y la efectividad del sistema de transporte. La optimización también puede abarcar el ajuste de horarios, frecuencias y la redistribución de recursos, apoyándose en estudios estadísticos y de movilidad, para adaptarse a las variaciones en la demanda y las circunstancias urbanas [30].

Según Aranda y Jiménez el tiempo es un parámetro básico de mejoramiento de rutas, ya que los pasajeros tienen que ser llegar a una hora previamente. Este tiempo que tarda en recorrer la distancia de la ruta será inherentemente variable, debido a las numerosas circunstancias que hacen que el tráfico que circula por las vías aumente o disminuya en función del horario de la ruta [31].

2.2.4. Enfoque de los Planificadores de Ruta

Los sistemas planificadores de rutas para transporte público ofrecen múltiples beneficios para las ciudades y las agencias operadoras. En Quevedo, por ejemplo, existe una investigación reciente “Gestión de la movilidad en Quevedo y gestión logística de transporte del cantón Quevedo y su implicación en el desarrollo sostenible, año 2023”, que analiza el diagnóstico de movilidad, rutas principales, características viales, puntos de tránsito, demanda y oferta del transporte urbano, aunque no se centra específicamente en estimaciones del valor del tiempo de viaje ahorrado.

Presenta un análisis técnico para determinar el costo de operación del transporte público urbano en Quevedo, e incluye rutas, frecuencias, costos fijos y variables, demanda estimada y punto de equilibrio. Este tipo de estudios son útiles como base para implementar planificadores de rutas, pues permiten evaluar si los ajustes de rutas o frecuencias resultan viables económicamente y desde la demanda [32].

Además, otro trabajo reciente “Evaluación de la calidad del servicio y su relación con el desarrollo en Quevedo (2025) busca aportar mejoras prácticas al servicio de transporte público, lo que sugiere que existe interés activo en optimizar rutas, tiempos de espera y frecuencias, elementos claves en un sistema planificador de rutas [33].

2.2.5. Feed compatible para Google Transit

Un feed compatible para Google Transit, conocido como GTFS (General Transit Feed Specification), es un formato estandarizado que permite a las agencias de transporte público compartir información sobre sus servicios, horarios, rutas, paradas y otros datos relevantes de manera estructurada y accesible. Este formato facilita la integración de datos en aplicaciones de mapas, planificación de rutas y sistemas de información en tiempo real, mejorando la accesibilidad y eficiencia del transporte público. La compatibilidad con Google Transit requiere que los datos cumplan con las especificaciones de GTFS estático, incluyendo archivos CSV que describen las rutas, paradas, horarios y otros aspectos operativos del sistema de transporte[34].

2.2.6. Integración con GTFS y Google Transit

Es fundamental articular los diferentes sistemas de transporte para lograr un funcionamiento óptimo. De acuerdo con un estudio reciente, se desarrolló una herramienta que facilita el acceso a datos de tránsito como rutas, horarios, tarifas y programaciones a través de Google Transit. Esta plataforma posibilita la integración de la información de pequeñas agencias de transporte mediante el uso del formato GTFS. Durante la fase piloto se comprobó que tanto la aplicación como la documentación de soporte operan de manera eficiente, además de que el código generado es estable y se encuentra disponible como software de código abierto, lo que permite su ampliación y la incorporación de nuevas funcionalidades[35].

2.3. Marco Legal

El tema investigado tiene su sustento legal en:

2.3.1. La Constitución de la República del Ecuador (2008):

En el articulado que se anota a continuación:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, sumak kawsay.

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Art. 15.- *El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.*

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Art. 262.- *Los gobiernos regionales autónomos tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley que regule el sistema nacional de competencias:*

3. *Planificar, regular y controlar el tránsito y el transporte regional y el cantonal en tanto no lo asuman las municipalidades.*

4. *Planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito regional.*

Art. 337.- *El Estado promoverá el desarrollo de infraestructura para el acopio, transformación, transporte y comercialización de productos para la satisfacción de las necesidades básicas internas, así como para asegurar la participación de la economía ecuatoriana en el contexto regional y mundial a partir de una visión estratégica.*

Art. 394.- *El Estado garantizará la libertad de transporte terrestre, aéreo, marítimo y fluvial dentro del territorio nacional, sin privilegios de ninguna naturaleza. La promoción del transporte público masivo y la adopción de una política de tarifas diferenciadas de transporte serán prioritarias. El Estado regulará el transporte terrestre, aéreo y acuático y las actividades aeroportuarias y portuarias.*

Art. 415.- *El Estado central y los gobiernos autónomos descentralizados adoptarán políticas integrales y participativas de ordenamiento territorial urbano y de uso del suelo, que permitan regular el crecimiento urbano, el manejo de la fauna urbana e incentiven el establecimiento de zonas verdes. Los gobiernos autónomos descentralizados desarrollarán*

programas de uso racional del agua, y de reducción reciclaje y tratamiento adecuado de desechos sólidos y líquidos. Se incentivará y facilitará el transporte terrestre no motorizado, en especial mediante el establecimiento de ciclo vías.

2.3.2. Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial (Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2008):

El propósito de esta ley es estructurar, planificar, incentivar, normar, modernizar y supervisar las actividades vinculadas al Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial. Este propósito se orienta a salvaguardar a individuos y propiedades que se desplazan de un punto a otro a través de la red vial en el ámbito ecuatoriano, así como a las personas y áreas susceptibles a los riesgos inherentes a dichos desplazamientos. A su vez, se busca contribuir al progreso socioeconómico del país con miras a alcanzar el bienestar general de la población.

Concordante con el artículo 30.5 los GAD metropolitanos y municipales tendrán las siguientes competencias (Ley Orgánica de Transporte Terrestre, Tránsito y Seguridad Vial, 2008).

- ✓ *Hacer cumplir el plan o planes de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial elaborados y autorizados por el organismo rector y supervisar su cumplimiento, en coordinación con la Agencia Nacional y los GAD regionales.*
- ✓ *Planificar, regular y controlar las actividades y operaciones de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, los servicios de transporte público de pasajeros y carga, transporte comercial y toda forma de transporte colectivo y/o masivo, en el ámbito urbano e intracantonal, conforme la clasificación de las vías definidas.*

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se presentará la metodología usada para la implementación del estándar GTFS para integración del sistema de transporte público urbano integrado en la plataforma Google Maps. Primero, se recopilarán datos detallados sobre las rutas, paradas y horarios del transporte público a través de colaboración con las cooperativas locales y las autoridades municipales. En el capítulo se detalla los tipos, métodos de investigación y los instrumentos de investigación.

3.1. Localización

La investigación sobre la implementación del estándar GTFS para integración del sistema de transporte público urbano integrado en la plataforma Google Maps, se llevará a cabo en el cantón Quevedo, Provincia de Los Ríos, considerando las diferentes cooperativas que tiene el cantón, en la actualidad la ciudad cuenta con un total de 16 líneas de transporte que transitan en la ciudad.



Figura 3. Mapa Geográfico de la Ciudad de Quevedo

Fuente: Google Maps

Población

La población objeto de estudio está constituida por las cooperativas de transporte urbano que operan en el cantón Quevedo, y el número de unidades que cada una de ellas posee. La totalidad son 180 unidades operativos del sistema urbano de Quevedo.

Tabla 2. Cooperativas de Transporte Urbano del cantón Quevedo

| COOPERATIVAS | N. DE UNIDADES | SELECCIÓN DE LAS UNIDADES PARA LA MUESTRA | LINEAS QUE TRABAJAN POR COOPERATIVA |
|--------------------------|-----------------------|--|--|
| Grupo 8 | 16 | 1 | 8 |
| Vencedores | 28 | 2 | 15 |
| Timoteo | 23 | 1 | 10 |
| Cooperativa Plaza | 32 | 3 | 4,5,6 |
| Cooperativa 7 de octubre | 31 | 3 | 11,12,3 |
| General Alfaro | 18 | 2 | 7,9 |
| SELECSIETE | 32 | 4 | 2,13,14,1 |
| TOTALDE UNIDADES | 180 | 16 | |

Fuente: Socios de las Cooperativas de transporte urbano de Quevedo

Elaboración: Kerly González

Muestra

La muestra de estudio se la tomara de las líneas de transporte que cuenta la ciudad de Quevedo.

$$n = \frac{N}{(E)^2 (n - 1) + 1}$$

Dónde:

n = muestra

N = Tamaño de la población

E = Error máximo admisible al cuadrado $(0.05)^2$

Muestra de las Cooperativas de Transporte Urbano

$$n = \frac{180}{(0.05)^2(180 - 1) + 1}$$

$$n = \frac{180}{0.0025(179) + 1}$$

$$n = \frac{180}{1.4475}$$

$$n = 124$$

En este caso, la población está conformada por 180 unidades de buses activas en el cantón Quevedo. Para realizar los recorridos en los puntos específicos de las paradas, se consideró una unidad de cada cooperativa. De esta manera se determina que se trata de una población finita y con el fin de obtener resultados precisos respecto a las 16 líneas en las que se efectuó el recorrido, se aplicará la fórmula de la media poblacional y de la media muestral.

Media Poblacional

$$\mu = \frac{\sum X}{N}$$

$$\mu = \frac{16 + 28 + 23 + 32 + 31 + 18 + 32}{7} = 26$$

Media Muestral

$$\bar{x} = \frac{\sum X}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{16}{1} = 16$$

3.2. Tipo de Investigación

3.2.1. Investigación Exploratoria

En esta sección se expone el enfoque metodológico empleado para llevar a cabo la investigación, así como los instrumentos utilizados para recopilar los datos y su posterior análisis.

El tipo de investigación empleada es de naturaleza exploratoria, combinando elementos cualitativos y cuantitativos. La vertiente cuantitativa posibilitó la recopilación de datos sobre las distintas paradas de los recorridos de buses urbanos de Quevedo, así como detalles de cuanto es el tiempo que están en la estación. Paralelamente, se implementó un enfoque cualitativo mediante la realización de entrevistas a los conductores con el propósito de obtener una comprensión de la gestión logística operativa de los medios de transportes en la actualidad. La afinidad de ambas perspectivas son un enfoque mixto que contribuye de manera significativa a la formulación clara y precisa del planteamiento del problema.

3.2.2. Investigación Bibliográfica

Se llevó a cabo la revisión de fuentes bibliográficas de alto y medio impacto que fueron claves para fundamentación teórica de la investigación. Documentos donde permitieron darle relevancia a la investigación (artículos 2020-2025 en International Journal of Information Management Data Insights, , General Transit Feed Specification, Particle swarm optimization and RBF neural networks for public transport arrival time prediction using GTFS data, Estandardo internacional GTFS para crear un fi compatible con Google Transit). Además, se revisaron documentos normativos como la constitución de la república, Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial. También se utilizaron repositorios institucionales de Mendeley, Cielo, Scopus. Este método permitirá recopilar y sistematizar conocimientos previos relacionados con la gestión del transporte público, el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la movilidad urbana, y los estándares internacionales empleados para la digitalización del transporte en plataformas como Google Maps.

3.3. Métodos de investigación

3.3.1. Método Descriptivo

Mediante la observación directa se logró conocer registrar de manera sistemática las condiciones del servicio, identificando rutas, paradas, frecuencias y horarios, así como las percepciones y necesidades de los usuarios frente a la digitalización del transporte. A través de este procedimiento, el método descriptivo no solo permitirá representar la situación actual del transporte público en Quevedo, sino también generar insumos confiables para la estructuración de un sistema de navegación digital que optimice la movilidad, mejore la accesibilidad ciudadana y promueva la eficiencia en la prestación del servicio.

3.3.2. Método Exploratorio

El método exploratorio se aplicará con el propósito de indagar y obtener un conocimiento preliminar acerca de la situación actual de los recorridos del transporte público urbano en el cantón Quevedo, con énfasis en sus limitaciones en materia de información, accesibilidad digital y planificación de viajes. Este enfoque permitirá identificar las condiciones de operación de las cooperativas, las características de las rutas y la percepción de los usuarios, para posteriormente plantear soluciones innovadoras vinculadas a la incorporación de estas dinámicas en un sistema de navegación como Google Maps.

3.3.3. Método Explicativo

Se utilizará con el propósito de analizar las causas y efectos que inciden en la ausencia de un sistema de información digital del transporte público en el cantón Quevedo, así como los beneficios esperados de su incorporación en Google Maps. Este enfoque permitirá no solo describir el fenómeno observado, sino también comprender las razones que originan las problemáticas actuales y los impactos que tendría la implementación de una solución tecnológica basada en el estándar GTFS.

3.4. Diseño de la Investigación

El diseño de Investigación fue experimental, que se llevó a cabo la integrar el sistema de transporte público de Quevedo en Google Maps utilizando el formato GTFS.

Se empleará un enfoque mixto que combinará métodos cuantitativos y cualitativos. En la parte cuantitativa, se recolectarán datos sobre las rutas, frecuencias, y tiempos de recorrido de los buses, mientras que en el aspecto cualitativo se evaluará la percepción de los usuarios sobre la utilidad de esta integración. Se realizará un diagnóstico inicial sobre el sistema de transporte de Quevedo, recopilando información de las cooperativas y usuarios. Para ello, se utilizarán herramientas como aplicaciones móviles y GPS para registrar las rutas y paradas de los buses, complementado con encuestas a los usuarios y entrevistas a autoridades y representantes de las cooperativas.

El procedimiento metodológico incluirá varias etapas. Primero se digitalizarán los datos de las rutas y frecuencias de los buses en el formato GTFS. Luego, se realizará una prueba piloto cargando estos datos en una plataforma de Google Maps Transit para evaluar su funcionamiento en tiempo real. Posteriormente, se validará la exactitud de los datos con la participación de los usuarios y autoridades locales. Finalmente, se presentará una propuesta detallada para la implementación definitiva del sistema en Google Maps, con el objetivo de mejorar la accesibilidad y la eficiencia del transporte público en Quevedo. Se utilizarán estadísticas descriptivas para analizar los datos cuantitativos y el análisis de contenido para las entrevistas cualitativas, con el fin de evaluar el impacto y la viabilidad del sistema propuesto.

3.5. Fuentes de recopilación de la información

Recorrido de los buses urbanos (datos primarios)

- Registro de la ubicación de las paradas a lo largo de cada recorrido de los buses urbanos, documentando además la distancia existente entre una parada y otra.
- Coordenadas (latitud, longitud, altitud, exactitud, marca de tiempo, lugar).

Bases de datos y fuentes oficiales (datos secundarios):

- Registros municipales y del GAD sobre concesiones de rutas, estadísticas de movilidad y normativa vigente en materia de transporte.
- Fuentes digitales como portales oficiales de Google Transit y especificaciones del estándar GTFS, utilizados como guía para la construcción y validación del sistema de datos.

Literatura científica especializada

- Artículos indexados (2018–2024) sobre movilidad urbana, sistemas inteligentes de transporte y experiencias internacionales en la implementación de GTFS en Google Maps.
- Guías y manuales técnicos sobre la creación, validación y publicación de feeds GTFS y GTFS-Realtime.
- Estudios de caso de ciudades latinoamericanas que han incorporado su sistema de transporte público en aplicaciones de navegación, lo que sirve como referencia metodológica y de calidad para la presente investigación.

Normativa y guías oficiales

- Constitución de la República del Ecuador (Art. 14,15,262,337,394,415) y leyes como Ley orgánica de transporte terrestre, tránsito y seguridad vial, Normativa internacional y estándares técnicos (GTFS y GTFS-Realtime).

3.6. Fases de la Investigación

3.6.1. Fase 1: Análisis estructural del formato GTFS estático.

En esta primera fase se llevará a cabo un análisis exhaustivo del formato GTFS, propuesto por Google en el año 2006. El propósito es comprender su estructura y los requerimientos técnicos que demanda, con el fin de integrarlo correctamente en el Sistema de Transporte Público de Quevedo, mediante el formato CVS que es un archivo que se utilizó para archivar los puntos específicos de las paradas de buses, lo que logra organizar y almacenar en forma de tablas, filas y columnas. El GTFS se ha consolidado como un estándar internacional para la representación digital de datos de transporte público, permitiendo su visualización e interoperabilidad en plataformas como Google Maps.

En esta fase es necesario entender los requisitos para una adecuada integración del formato de rutas QUEVIAL en la que esta dividida en las siguientes actividades con sus respectivos entregables.

3.6.2. Documentación

Se reunirá y analizará la documentación existente relacionada con el formato GTFS y sus especificaciones técnicas, lo que facilitará una comprensión precisa de los requisitos y de la estructura que lo compone.

3.6.3. Definición de datos

Se seleccionarán y organizarán los datos indispensables para representar de manera precisa las rutas del sistema de transporte público urbano del cantón Quevedo dentro del formato GTFS. Este proceso contempla la definición de los atributos y campos requeridos, además de la identificación de las relaciones existentes entre los distintos componentes de las rutas.

3.6.4. Revisión de herramientas para el procesamiento de GTFS

Se analizarán diversas herramientas y programas disponibles para la creación, modificación y gestión de archivos GTFS. Esto permitirá elegir la herramienta más adecuada para el proyecto y asegurar una manipulación eficiente de los datos.

3.7. Fase 2: Revisión y procesamiento de la información del transporte público urbano de Quevedo

En esta etapa, se realizarán diversas actividades para examinar los datos actuales del sistema de transporte público urbano. El objetivo principal es evaluar la disponibilidad y calidad de los datos de las rutas, y compararlos con los requisitos del formato GTFS. Esta fase se desglosa en varias actividades, cada una de las cuales tendrá un entregable específico.

3.7.1. Socialización del proyecto con las cooperativas del sistema de transporte público del cantón Quevedo

Se organizará un encuentro con los representantes de las cooperativas del transporte público urbano de la ciudad con el propósito de exponer y dialogar sobre el proyecto de integración con Google Transit. En esta reunión se dará a conocer la visión del proyecto y se recogerán observaciones y recomendaciones por parte de la empresa.

3.7.2. Revisión de datos de las rutas

Se realizará un análisis exhaustivo de los datos actuales de las rutas del transporte público urbano. Esto incluirá la revisión de horarios, paradas, frecuencias y otros atributos importantes. Se evaluará la calidad de los datos, detectando posibles errores o inconsistencias.

3.7.3. Comparación de los datos disponibles con el formato GTFS

Se confrontarán los datos actuales del transporte público con los requisitos del formato GTFS. Se identificarán las discrepancias y se evaluará si los datos del transporte público urbano de Quevedo si cumplen con los estándares establecidos. En caso de encontrar incompatibilidades, se sugerirán posibles soluciones o ajustes necesarios.

3.8. Fase 3: Demostración de la integración con GTFS

En esta etapa, se llevarán a cabo actividades para ilustrar la integración de una ruta específica del transporte público urbano con el formato GTFS. El objetivo principal es mostrar de forma práctica cómo adaptar y preparar un conjunto de datos de una ruta para su integración en el formato GTFS. Esta fase se desglosa en varias actividades, cada una con un entregable específico.

3.8.1. Análisis y recopilación de los datos de una ruta

Se elegirá una ruta representativa del transporte para su análisis e integración en el formato GTFS. Se recopilarán los datos relevantes de esta ruta, como horarios, paradas, frecuencias y otros atributos necesarios. Se llevará a cabo un análisis detallado de los datos obtenidos.

3.8.2. Preparación del formato GTFS

Con los datos recopilados de la ruta seleccionada, se procederá a estructurar el formato GTFS correspondiente. Esto incluirá la organización de los archivos GTFS y la correcta asignación de los datos a los campos correspondientes. Se garantizará la coherencia y conformidad con las especificaciones del formato.

3.9. Fase 4: Análisis de beneficios y ventajas

En esta etapa, se realizarán actividades para examinar y evaluar los beneficios y ventajas del formato GTFS y su integración con Google Transit. El objetivo principal es entender y cuantificar las mejoras potenciales que se pueden lograr al implementar esta integración en el sistema de transporte público urbano. Esta fase se desglosa en varias actividades, cada una con un entregable específico.

3.9.1. Análisis de beneficios y ventajas en relación al formato GTFS

Se llevará a cabo un estudio detallado para identificar y evaluar los beneficios que el formato GTFS proporciona en áreas como la gestión de información de rutas, eficiencia operativa, planificación territorial y análisis de datos. Además, se tomarán en cuenta factores como la capacidad de compartir datos e interoperabilidad con otras plataformas.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentará a continuación, los resultados obtenidos de la implementación por fases de la metodología del proyecto, con el fin de analizar la viabilidad de integrar los recorridos que tiene los buses urbanos del cantón Quevedo con GTFS Estático.

4.1. Fase 1: Análisis estructural del formato GTFS estático

4.1.1. Informe de documentación de GTFS

En esta fase, el objetivo principal es recopilar y revisar la documentación relacionada con el formato GTFS y sus especificaciones técnicas. Este proceso permitirá obtener una comprensión clara de los requisitos y la estructura que caracterizan dicho formato. La documentación está disponible en el enlace proporcionado por Google en <https://developers.google.com/transit/gtfs?hl=es-419> , donde se pueden encontrar guías de implementación, documentos de referencia y ejemplos prácticos de cómo llevar a cabo implementaciones.

Además, se proporcionan instrucciones sobre cómo enviar un feed de transporte público a Google. Las empresas encargadas de supervisar el transporte público en su localidad tienen la oportunidad de utilizar las especificaciones GTFS para proporcionar horarios y datos geográficos a Google Maps y otras aplicaciones de Google relacionadas con la información de transporte público. Este proceso es sencillo y no genera costos adicionales, lo que permite que cualquier entidad que opere servicios de transporte público con rutas establecidas y horarios programados pueda integrarse con Google Transit.

Composición de Feed GTFS

Un Feed GTFS está compuesto por una serie de archivos de texto organizados dentro de un archivo comprimido en formato ZIP. Cada uno de estos archivos tiene el propósito de representar un aspecto específico de la información relacionada con el transporte público, como paradas, rutas, viajes y otros datos clave asociados a los horarios y la operación del sistema de transporte. La descripción detallada de los contenidos y la estructura de cada uno de estos archivos está disponible en la referencia oficial del estándar GTFS.

Referencia

La referencia del GTFS define el formato y la organización de los archivos que conforman un conjunto de datos GTFS. No todos los archivos son obligatorios, y mediante el proceso

de revisión se identificarán los archivos que se tomarán en cuenta para la investigación en cuestión. Esta revisión permitirá establecer y seleccionar los archivos relevantes para el análisis y el estudio detallado. A continuación, se presentan los formatos:

- agency.txt,
- routes.txt,
- trips.txt,
- stops.txt,
- stop_times.txt,
- calendar.txt
- calendar_dates.txt.

agency.txt

Este formato para el desarrollo del proyecto se tomó en consideración dentro del estudio. Este archivo tiene la función de identificar las empresas de transporte público que están incluidas en el conjunto de datos. Es un archivo obligatorio, ya que facilita la referencia y la identificación de la empresa encargada de gestionar las diversas rutas de transporte público contenidas en los datos. Es crucial para establecer la conexión entre las rutas y las empresas operadoras correspondientes en el sistema de transporte.

stops.txt

Considerado en el estudio este archivo define las paradas donde los vehículos recogen o dejan a los pasajeros. También incluye información sobre las estaciones y las entradas de las estaciones. Contiene diferentes denominaciones para las estaciones que puedan existir, los tipos de ubicaciones y, cuando sea necesario, la jerarquía entre las distintas estaciones.

routes.txt

Este archivo se encarga de representar las diversas rutas de transporte público. En este contexto, una ruta se define como un conjunto de viajes presentados a los pasajeros como un servicio único, asociado a una determinada "Agencia" o empresa de transporte. Es importante destacar que este archivo solo proporciona información sobre las rutas en sí, sin detallar las paradas ni los recorridos. La inclusión de este archivo es obligatoria dentro del

conjunto de datos GTFS, ya que su contenido es fundamental para identificar y caracterizar las rutas de transporte público en el sistema.

4.1.2. Resultados del Objetivo Especifico 1: Recolectar datos sobre rutas paradas y frecuencias de los buses urbanos, utilizando el estándar internacional GTFS para crear un feed compatible con Google Transit.

4.1.2.1. Recolección de Datos

En el proceso de recolección de datos para identificar el recorrido que tiene cada línea del transporte público del cantón Quevedo se partió tomando en consideración una línea la cual fue la línea 12 de la cooperativa 7 de octubre.

Para registrar con precisión los puntos específicos de los recorridos de cada línea, se utilizó la aplicación "Colector GPS". Esta herramienta permitió capturar de manera exacta las coordenadas de los recorridos, visualizando cada punto a través de un mapa. Una vez obtenidas las coordenadas, se exportó el archivo en formato CSV, el cual se utilizó para archivar los puntos exactos de las paradas de los buses.

Tabla 3. *Recorrido de la línea 12 del transporte público del cantón Quevedo mediante el aplicativo Colector "GPS"*

| Point | Latitude | Longitude | Altitude | Accuracy | Comment | Timestamp |
|--------------|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|
| 1 | -1.040715 | -79.4528383 | 51 | 6.3 | | 1.7558E+12 |
| 2 | -1.03686 | -79.4529733 | 57.2 | 1.87 | | 1.7558E+12 |
| 3 | -1.037705 | -79.4535683 | 49.4 | 3.47 | | 1.7558E+12 |
| 4 | -1.0377667 | -79.45602 | 60.9 | 2.1 | | 1.7558E+12 |
| 5 | -1.0355417 | -79.458135 | 71.7 | 2.45 | | 1.7558E+12 |
| 6 | -1.0346333 | -79.4596283 | 71 | 1.82 | | 1.7558E+12 |
| 7 | -1.02882 | -79.456215 | 52.8 | 1.98 | | 1.7558E+12 |
| 8 | -1.0253017 | -79.4540717 | 59.8 | 1.9 | | 1.7558E+12 |

| | | | | | |
|-----------|------------|-------------|-------|------|------------|
| 9 | -1.0224883 | -79.4592567 | 29.6 | 2.2 | 1.7558E+12 |
| 10 | -1.0253183 | -79.4672867 | 71.2 | 1.73 | 1.7558E+12 |
| 11 | -1.02818 | -79.4690917 | 72.6 | 1.7 | 1.7558E+12 |
| 12 | -1.0308267 | -79.4701967 | 75.9 | 0.98 | 1.7558E+12 |
| 13 | -1.031425 | -79.471045 | 67.9 | 1 | 1.7558E+12 |
| 14 | -1.0368767 | -79.4736133 | 94.8 | 1.88 | 1.7558E+12 |
| 15 | -1.0396567 | -79.4754583 | 92.4 | 2.8 | 1.7558E+12 |
| 16 | -1.0453467 | -79.479375 | 92.4 | 1.93 | 1.7558E+12 |
| 17 | -1.0592083 | -79.4888067 | 91.9 | 1.97 | 1.7558E+12 |
| 18 | -1.0656267 | -79.4814867 | 95 | 1.78 | 1.7558E+12 |
| 19 | -1.0683483 | -79.4761117 | 89.5 | 2.25 | 1.7558E+12 |
| 20 | -1.0605617 | -79.4893867 | 91.4 | 2.02 | 1.7558E+12 |
| 21 | -1.0526067 | -79.4842483 | 95 | 3.1 | 1.7558E+12 |
| 22 | -1.0423017 | -79.477155 | 96.2 | 1.73 | 1.7558E+12 |
| 23 | -1.0389867 | -79.4748717 | 101.1 | 2.12 | 1.7558E+12 |
| 24 | -1.0306083 | -79.4688183 | 84.6 | 1.8 | 1.7558E+12 |
| 25 | -1.0297167 | -79.46765 | 75.7 | 2.18 | 1.7558E+12 |
| 26 | -1.0269117 | -79.46664 | 73.8 | 2.42 | 1.7558E+12 |
| 27 | -1.022455 | -79.461095 | 8.6 | 6.4 | 1.7558E+12 |
| 28 | -1.0226917 | -79.4593267 | 8.6 | 2.6 | 1.7558E+12 |
| 29 | -1.0234933 | -79.4576933 | 44.5 | 2.57 | 1.7558E+12 |

Fuente: Colector “GPS”

Como se visualiza en la Tabla 3 mediante el colector “GPS” se puede obtener con exactitud los puntos de los recorridos. De esta misma manera se logró obtener los puntos específicos del resto de líneas con las que cuenta el transporte público urbano de Quevedo.

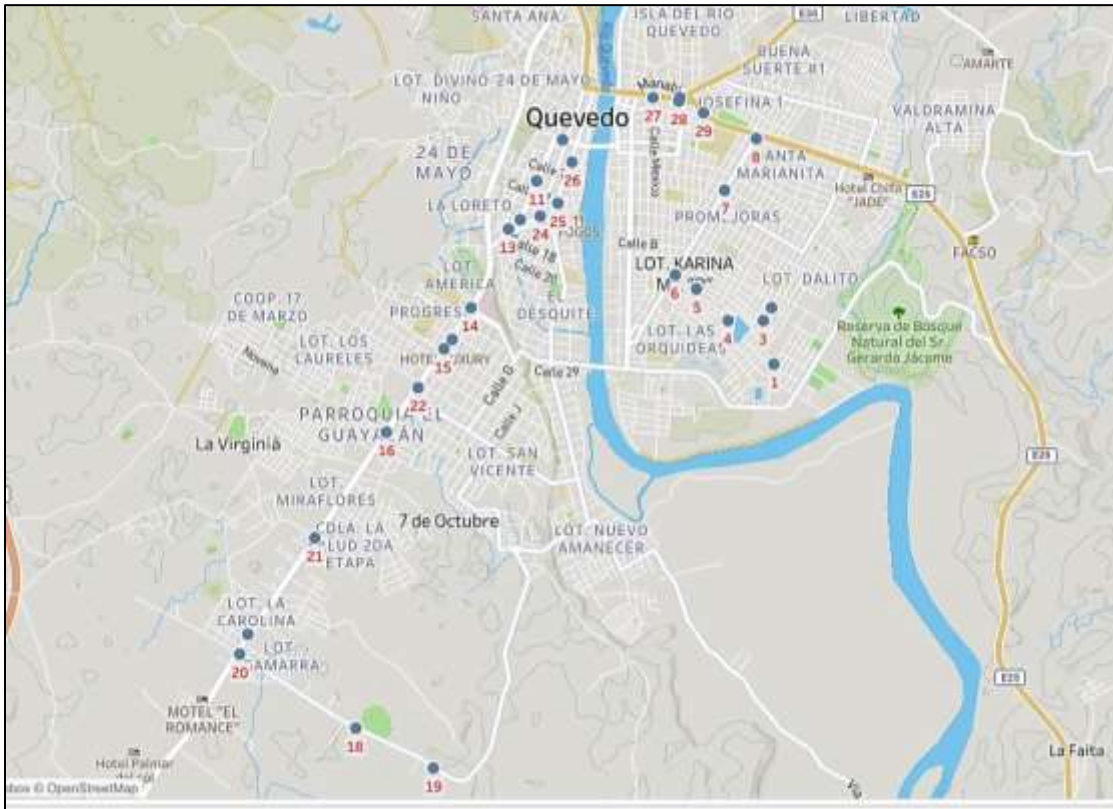


Figura 4. Visualización del recorrido de la línea 12 a través de Google Maps.

Fuente: Google Maps

Tabla 4. Recorrido de la línea 7 del transporte público del cantón Quevedo mediante el aplicativo Colector "GPS"

| Point | Latitude | Longitude | Altitude | Accuracy | Comment | Timestamp |
|-------|------------|-------------|----------|----------|---------|------------|
| 1 | -1.0302133 | -79.4556867 | 73.1 | 3.65 | | 1.7559E+12 |
| 2 | -1.033495 | -79.458835 | 69.7 | 5.2 | | 1.7559E+12 |
| 3 | -1.0287367 | -79.460395 | 70.7 | 1.97 | | 1.7559E+12 |
| 4 | -1.02568 | -79.4595367 | 3.3 | 3.3 | | 1.7559E+12 |
| 5 | -1.0260167 | -79.458215 | 27.3 | 4.07 | | 1.7559E+12 |
| 6 | -1.0223817 | -79.4590667 | 73.5 | 2.05 | | 1.7559E+12 |

| | | | | | |
|----|------------|-------------|-------|------|------------|
| 7 | -1.02299 | -79.460775 | 79.5 | 2.18 | 1.7559E+12 |
| 8 | -1.0257317 | -79.4659983 | 70.5 | 2.27 | 1.7559E+12 |
| 9 | -1.02526 | -79.46738 | 81.1 | 2.22 | 1.7559E+12 |
| 10 | -1.0367617 | -79.4735217 | 74.9 | 1.92 | 1.7559E+12 |
| 11 | -1.039645 | -79.4754617 | 102.4 | 2 | 1.7559E+12 |
| 12 | -1.0445467 | -79.480005 | 90.4 | 1.93 | 1.7559E+12 |
| 13 | -1.0407567 | -79.4832467 | 98.2 | 1.8 | 1.7559E+12 |
| 14 | -1.0372333 | -79.47949 | 89.8 | 1.8 | 1.7559E+12 |
| 15 | -1.0387517 | -79.47733 | 88.6 | 2.02 | 1.7559E+12 |
| 16 | -1.03839 | -79.4808333 | 100.8 | 2.03 | 1.7559E+12 |
| 17 | -1.0438683 | -79.482015 | 95.7 | 2.18 | 1.7559E+12 |
| 18 | -1.042335 | -79.477165 | 51.1 | 1.92 | 1.7559E+12 |
| 19 | -1.0389583 | -79.4749467 | 108.5 | 2.3 | 1.7559E+12 |
| 20 | -1.030445 | -79.470985 | 81.5 | 1.83 | 1.7559E+12 |
| 21 | -1.0257833 | -79.4626067 | 76.7 | 2.07 | 1.7559E+12 |
| 22 | -1.0224667 | -79.461045 | 81.6 | 2 | 1.7559E+12 |
| 23 | -1.022665 | -79.4592633 | 88.3 | 2.22 | 1.7559E+12 |
| 24 | -1.0236183 | -79.4578533 | 76.4 | 2.17 | 1.7559E+12 |
| 25 | -1.0258967 | -79.45817 | 72.6 | 1.87 | 1.7559E+12 |
| 26 | -1.03585 | -79.452615 | 77.8 | 1.92 | 1.7559E+12 |
| 27 | -1.02854 | -79.4523567 | -21.5 | 1.83 | 1.7559E+12 |

Fuente: Colector “GPS”

Podemos Observar en la Tabla 4 que se muestra los datos del recorrido de la Línea 7 del transporte público urbano de Quevedo con su punto, latitud, longitud, altitud, precisión comentario marca de tiempo.

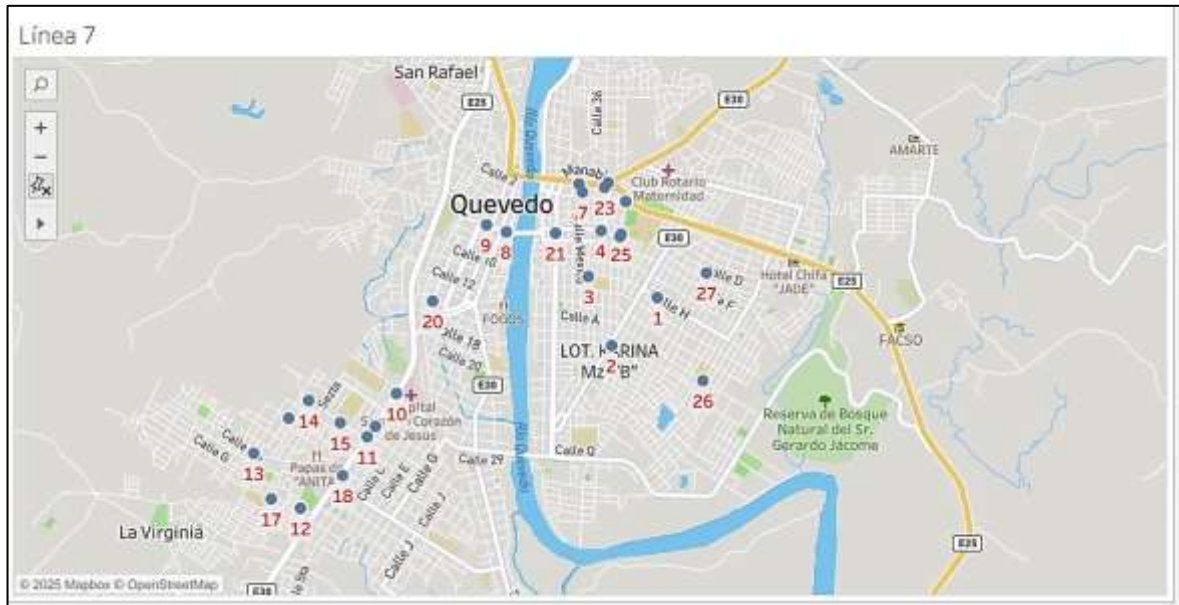


Figura 5. Visualización del recorrido de la línea 7 a través de Google Maps

Fuente: Google Maps

Tabla 5. Recorrido de la línea 7 del transporte público del cantón Quevedo mediante el aplicativo Colector "GPS"

| Point | Latitude | Longitude | Altitude | Accuracy | Comment | Timestamp |
|-------|------------|-------------|----------|----------|---------|------------|
| 1 | -1.0266433 | -79.4666583 | 73.7 | 3.94 | | 1.7567E+12 |
| 2 | -1.025245 | -79.4661667 | 71.5 | 5.32 | | 1.7567E+12 |
| 3 | -1.0231533 | -79.4654683 | 72.3 | 2.17 | | 1.7567E+12 |
| 4 | -1.012235 | -79.4668733 | 88.7 | 2.05 | | 1.7567E+12 |
| 5 | -1.0105217 | -79.4667467 | 97.1 | 1.77 | | 1.7567E+12 |
| 6 | -1.0068583 | -79.4667383 | 92.4 | 2.07 | | 1.7567E+12 |
| 7 | -0.99962 | -79.4677917 | 94.2 | 2.03 | | 1.7567E+12 |

| | | | | | |
|-----------|------------|-------------|-------|------|------------|
| 8 | -0.98356 | -79.4703683 | 74.9 | 3.87 | 1.7567E+12 |
| 9 | -0.9792083 | -79.4709117 | 74.9 | 2.03 | 1.7567E+12 |
| 10 | -0.9865583 | -79.471545 | 77.5 | 2.23 | 1.7567E+12 |
| 11 | -0.990835 | -79.47151 | 104.9 | 5.92 | 1.7567E+12 |
| 12 | -0.9946717 | -79.46986 | 104.9 | 2.32 | 1.7567E+12 |
| 13 | -0.9951317 | -79.468785 | 95.9 | 2.22 | 1.7567E+12 |
| 14 | -0.9963033 | -79.46741 | 99.3 | 2.07 | 1.7567E+12 |
| 15 | -1.0064933 | -79.4671317 | 101.3 | 2.52 | 1.7567E+12 |
| 16 | -1.0103583 | -79.4669683 | 99.8 | 2.38 | 1.7567E+12 |
| 17 | -1.0124217 | -79.467095 | 100.3 | 4.18 | 1.7567E+12 |
| 18 | -1.02389 | -79.4665867 | 30.8 | 1.92 | 1.7567E+12 |
| 19 | -1.0264583 | -79.4674717 | 71.5 | 1.87 | 1.7567E+12 |
| 20 | -1.02806 | -79.4680383 | 77.7 | 2.2 | 1.7567E+12 |
| 21 | -1.0299133 | -79.46862 | 76.3 | 3.63 | 1.7567E+12 |
| 22 | -1.031005 | -79.4699433 | 76.3 | 2.08 | 1.7567E+12 |
| 23 | -1.0366883 | -79.4735083 | 96.8 | 2.18 | 1.7567E+12 |
| 24 | -1.0451283 | -79.4792617 | 88.5 | 2.1 | 1.7567E+12 |
| 25 | -1.0587767 | -79.4885283 | 62.3 | 1.93 | 1.7567E+12 |
| 26 | -1.0605117 | -79.489645 | 88.2 | 2.02 | 1.7567E+12 |
| 27 | -1.07106 | -79.49643 | 88.3 | 1.97 | 1.7567E+12 |
| 28 | -1.0606467 | -79.489605 | 92.3 | 7.68 | 1.7567E+12 |
| 29 | -1.0590533 | -79.4885967 | 92.3 | 1.68 | 1.7567E+12 |

| | | | | | |
|----|------------|-------------|------|------|------------|
| 30 | -1.0465917 | -79.4800967 | 80.8 | 2.25 | 1.7567E+12 |
| 31 | -1.03899 | -79.4748667 | 86.1 | 1.85 | 1.7567E+12 |
| 32 | -1.0306917 | -79.4688317 | 75.8 | 1.77 | 1.7567E+12 |
| 33 | -1.0299583 | -79.467755 | 79.3 | 2.02 | 1.7567E+12 |
| 34 | -1.0290133 | -79.4674317 | 81.1 | 1.93 | 1.7567E+12 |

Fuente: Colector “GPS”

En la Tabla 4 se pueden ver los datos del recorrido de la Línea 3 del transporte público urbano de Quevedo, que incluyen el punto, latitud, longitud, altitud, precisión, comentario y marca de tiempo.



Figura 6. Visualización del recorrido de la línea 3 a través de Google Maps

Fuente: Google Maps

4.1.2.2. Discusión

La recolección de datos sobre las rutas y paradas del transporte público urbano del cantón Quevedo es un paso crucial en la implementación del sistema de navegación de Google Maps. El proceso fue llevado a cabo utilizando la herramienta "Colector GPS", que proporcionó un registro preciso de las coordenadas de cada punto del recorrido de las líneas de buses. La utilización de esta aplicación permitió obtener datos exactos de la ubicación de las paradas, lo cual es fundamental para garantizar la fiabilidad del sistema de información de transporte.

La capacidad de la herramienta para exportar los datos en formato CSV y visualizar los puntos a través de Google Maps proporciona un nivel de accesibilidad adicional. Este enfoque permitió no solo el almacenamiento de datos, sino también su visualización y análisis en tiempo real. Sin embargo, un desafío potencial que surgió durante la recolección fue la variabilidad en la precisión de la señal GPS en áreas urbanas densamente pobladas, lo que puede haber influido en algunos puntos de medición.

La calidad y precisión de los datos obtenidos proporcionan una base sólida para la creación de un feed GTFS que se integrará con Google Transit, lo que mejorará la accesibilidad y la planificación de los usuarios del transporte público en la ciudad. Este proceso también resalta la importancia de utilizar tecnología avanzada para la recolección de datos en proyectos de infraestructura urbana, contribuyendo a la modernización del sistema de transporte público.

4.1.3. Resultados del objetivo Específico 2: Crear una base de datos que contenga la localización de paradas y trayectos de transportes público urbano de Quevedo basado en el feed estático.

4.1.3.1. Detalles de los datos necesarios para la integración de GTFS

En esta etapa se asocia al desarrollo del primer objetivo del proyecto Integrar la información del sistema de transporte público urbano en la plataforma Google Maps mediante el estándar basado en la Especificación General de Fuentes de Transporte (GTFS) para la difusión de manera precisa y actualizada de los recorridos de las distintas líneas.

La documentación está accesible a través del enlace proporcionado por Google en <https://developers.google.com/transit/gtfs?hl=es-419> , donde se pueden encontrar guías de implementación, documentos de referencia sobre el formato y ejemplos prácticos de implementaciones.

La metodología utilizada en esta tarea consiste en crear una hoja de cálculo en la que se detallarán todos los campos de cada archivo GTFS. Para cada campo, se especificará su tipo de dato (por ejemplo, entero, flotante, cadena de caracteres, booleano, etc.) y se registrarán otros atributos relevantes. Esta hoja de cálculo funcionará como una lista de verificación para asegurar que no falte ningún dato esencial durante el proceso de integración. En este caso solo se tendrá en cuenta los archivos txt previamente seleccionados:

- ✓ **agency.txt**
- ✓ **stops.txt**
- ✓ **routes.txt**

Descripción del Archivo

A continuación, se presenta una descripción de los campos incluidos en la lista de verificación:

- ✓ **Archivo TXT:** Nombre del archivo GTFS donde se encuentra el campo.
- ✓ **Nombre del Campo:** Nombre específico del campo en el archivo GTFS.
- ✓ **Descripción:** Breve explicación sobre la función y el propósito del campo.
- ✓ **Tipo de Dato:** Tipo de datos esperado para el campo, paradas específicas, rutas entre otras.
- ✓ **Obligatorio:** Indica si el campo es necesario para la integración GTFS-Transporte Público urbano. Puede ser "Sí" o "No".
- ✓ **Fuente de Datos:** Especifica la procedencia de los datos para el campo, que puede incluir sistemas internos del transporte público, bases de datos, sensores, fuentes externas, etc.



Figura 7. Data recolectada de las 16 líneas de los transportes urbanos del cantón Quevedo

Fuente: Colector “GPS”

Además, para facilitar la comprensión de los archivos que conforman el GTFS y que serán considerados, se elaboró el siguiente gráfico, el cual se puede visualizar en el Gráfico

Relacional de los archivos TXT como se muestra en la Figura 2, mediante la data que se muestra en la Figura 1.

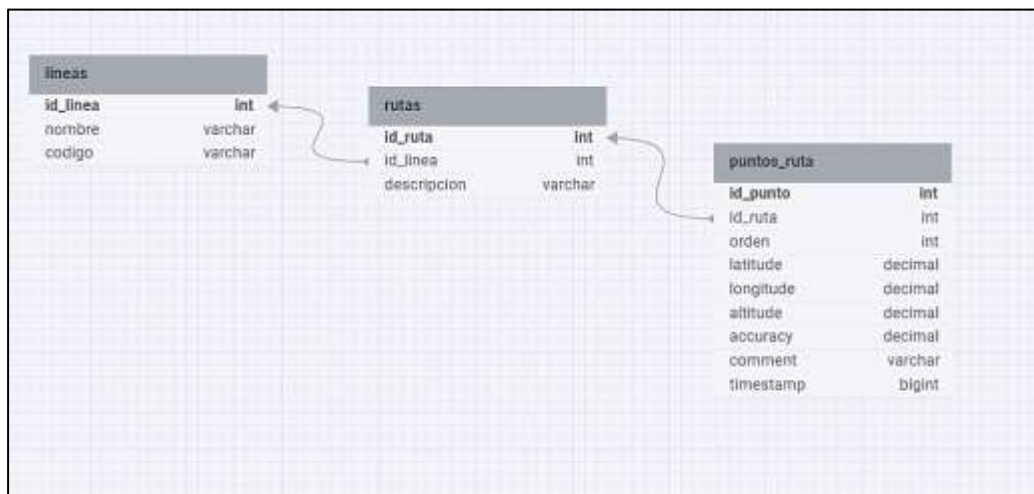


Figura 8. Estructura del formato GTFS

Elaborado: Kerly González

Fuente: MySQL

Se hizo una selección a la tabla de los puntos, ruta del esquema mapas para visualizar los datos de georreferenciación (latitud, longitud, altitud y precisión) correspondientes a distintos puntos que conforman varias rutas de transporte. En la imagen se observa la interfaz de MySQL Workbench, una herramienta gráfica para la administración de bases de datos.

Lo que se realizó en este caso es lo siguiente:

- En el esquema mapas, dentro de la sección Tables, se encuentra seleccionada la tabla puntos_ruta.
- En la ventana de consulta (parte superior), se ejecutó la sentencia SQL:
- Ejemplo: `SELECT * FROM mapas. puntos_ruta;`

Esto significa que se solicitó mostrar todos los registros de la tabla puntos_ruta.

En el panel inferior (Result Grid) aparecen los resultados de la consulta, mostrando varias columnas:

- **id_punto:** identificador único de cada punto.
- **id_ruta:** número de la ruta a la que pertenece el punto.

- **orden:** secuencia u orden del punto dentro de la ruta.
- **latitud y longitud:** coordenadas geográficas de cada punto.
- **altitude:** altitud registrada en metros.
- **accuracy:** precisión de la ubicación GPS.
- **comment:** campo opcional para anotaciones.
- **timestamp:** marca de tiempo en formato UNIX que indica cuándo fue registrado el dato.

| id | orden | latitud | longitud | altitud | accuracy | comment | timestamp |
|----|-------|-----------|-----------|---------|----------|---------|------------|
| 1 | 1 | -1.294722 | -86.42308 | 11.01 | 4.31 | | 1708119822 |
| 2 | 2 | -1.270611 | -86.48121 | 11.01 | 1.97 | | 1708119842 |
| 3 | 3 | -1.257561 | -86.45348 | 99.46 | 5.47 | | 1708119862 |
| 4 | 4 | -1.257561 | -86.46656 | 99.46 | 2.42 | | 1708119782 |
| 5 | 5 | -1.25842 | -86.46123 | 71.36 | 5.43 | | 1708119847 |
| 6 | 6 | -1.25942 | -86.46029 | 71.36 | 1.81 | | 1708119824 |
| 7 | 7 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.93 | | 1708119824 |
| 8 | 8 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 4.95 | | 1708119824 |
| 9 | 9 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 2.23 | | 1708119854 |
| 10 | 10 | -1.25842 | -86.46029 | 71.36 | 1.73 | | 1708119854 |
| 11 | 11 | -1.25842 | -86.46029 | 71.36 | 1.45 | | 1708119854 |
| 12 | 12 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 6.63 | | 1708119874 |
| 13 | 13 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.93 | | 1708119824 |
| 14 | 14 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.49 | | 1708119824 |
| 15 | 15 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.93 | | 1708119824 |
| 16 | 16 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.49 | | 1708119824 |
| 17 | 17 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.47 | | 1708119824 |
| 18 | 18 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.75 | | 1708119824 |
| 19 | 19 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.53 | | 1708119824 |
| 20 | 20 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.47 | | 1708119824 |

Figura 9. Base de datos del recorrido y las paradas específicas de las líneas del transporte público.

Elaborado: Kerly González

| id | orden | latitud | longitud | altitud | accuracy | comment | timestamp |
|----|-------|-----------|-----------|---------|----------|---------|------------|
| 1 | 1 | -1.294722 | -86.42308 | 11.01 | 4.31 | | 1708119822 |
| 2 | 2 | -1.270611 | -86.48121 | 11.01 | 1.97 | | 1708119842 |
| 3 | 3 | -1.257561 | -86.45348 | 99.46 | 5.47 | | 1708119862 |
| 4 | 4 | -1.257561 | -86.46656 | 99.46 | 2.42 | | 1708119782 |
| 5 | 5 | -1.25842 | -86.46123 | 71.36 | 5.43 | | 1708119847 |
| 6 | 6 | -1.25942 | -86.46029 | 71.36 | 1.81 | | 1708119824 |
| 7 | 7 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.93 | | 1708119824 |
| 8 | 8 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 4.95 | | 1708119824 |
| 9 | 9 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 2.23 | | 1708119854 |
| 10 | 10 | -1.25842 | -86.46029 | 71.36 | 1.73 | | 1708119854 |
| 11 | 11 | -1.25842 | -86.46029 | 71.36 | 1.45 | | 1708119854 |
| 12 | 12 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 6.63 | | 1708119874 |
| 13 | 13 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.93 | | 1708119824 |
| 14 | 14 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.49 | | 1708119824 |
| 15 | 15 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.93 | | 1708119824 |
| 16 | 16 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.49 | | 1708119824 |
| 17 | 17 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.47 | | 1708119824 |
| 18 | 18 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.75 | | 1708119824 |
| 19 | 19 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.53 | | 1708119824 |
| 20 | 20 | -1.25842 | -86.46029 | 99.46 | 1.47 | | 1708119824 |

Figura 10. Data de los recorridos realizados de ida y regreso

Elaborado: Kerly González

4.1.3.2. Discusión

El desarrollo de una base de datos con la localización de las paradas y trayectos del transporte público urbano de Quevedo es una fase crítica en la implementación del sistema de transporte en Google Maps utilizando el estándar GTFS (Especificación General de Fuentes de Transporte). Este objetivo busca organizar y estructurar los datos de manera que permitan su integración en plataformas como Google Transit, mejorando la accesibilidad y la precisión de la información sobre los recorridos de los buses en la ciudad.

Durante este proceso, se ha seguido una metodología sistemática que incluye la creación de una hoja de cálculo detallada, en la cual se registran los campos correspondientes a los archivos esenciales de GTFS: `agency.txt`, `stops.txt` y `routes.txt`. Cada campo en esta hoja es cuidadosamente documentado, especificando su tipo de dato, descripción y obligatoriedad. Este enfoque garantiza que todos los datos necesarios sean considerados para la correcta integración del sistema y evita omisiones o errores en el proceso. Además, la hoja de verificación se convierte en una herramienta esencial para asegurar que todos los requisitos del formato GTFS se cumplan, lo que facilita la transición de datos de los sistemas locales a Google Transit.

Es importante señalar que el éxito de este proceso depende no solo de la recopilación y organización de los datos, sino también de la calidad y precisión de los mismos. Si bien el formato GTFS es un estándar ampliamente utilizado, la integración de datos locales debe ser riguroso, especialmente cuando se trata de variables geográficas como latitudes, longitudes y horarios de paradas. Cualquier error en la precisión de estos datos puede afectar directamente la experiencia del usuario y la fiabilidad del sistema.

4.1.3.3. Resultados del objetivo Específico 3: Desarrollar una aplicación web para mostrar la visualización de los datos recopilados en el feed estático.

Como parte del desarrollo del objetivo específico de diseñar una aplicación web para mostrar la visualización de los datos recopilados en el feed estático, se construyó una plataforma utilizando tecnologías como PHP, JavaScript, HTML y CSS, que permitieron implementar tanto la lógica del sistema como la interfaz gráfica. La aplicación está diseñada para consumir directamente la información contenida en el feed estático generado a partir de los archivos GTFS (`routes.txt`, `stops.txt`, `trips.txt`, `stop_times.txt`, entre otros), los cuales fueron

organizados en una base de datos en MySQL, garantizando así un almacenamiento estructurado y eficiente que facilita la gestión de la información.

En cuanto a la visualización de los datos, la aplicación ofrece un entorno gráfico basado en mapas interactivos, integrados mediante herramientas como Google Maps API o Leaflet, en los cuales se representan las rutas de transporte público de manera clara y accesible. La plataforma incluye la ubicación georreferenciada de cada parada, lo que permite a los usuarios identificar con precisión los puntos de ascenso y descenso, así como consultar de forma sencilla los trayectos y horarios correspondientes. Además, se implementaron filtros que permiten seleccionar líneas específicas o rutas determinadas, brindando una experiencia más personalizada y facilitando la consulta de la información.

Entre los principales resultados alcanzados se destaca la representación visual clara y precisa de las rutas de transporte público en Quevedo, lo que ha permitido mejorar la comprensión de la cobertura del sistema de movilidad urbana. La herramienta es accesible desde cualquier dispositivo, lo que facilita su uso tanto para administradores como para la ciudadanía en general. De igual manera, la aplicación contribuye a la validación de la calidad y consistencia del feed estático, ya que permite identificar posibles errores de georreferenciación de manera práctica y rápida.

Finalmente, el impacto de esta aplicación se refleja en su aporte a la toma de decisiones estratégicas para la planificación del transporte urbano, en el incremento de la transparencia y accesibilidad de la información para los usuarios y en el establecimiento de una base tecnológica sólida.

Tabla 6 *Herramientas Utilizadas para la elaboración del Feed Estático*

| APLICACIONES UTILIZADAS | CARACTERÍSTICAS |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Python | Lenguaje de programación de alto nivel. |
| <ul style="list-style-type: none">• MySQL | Sistema de gestión de bases de datos. |
| <ul style="list-style-type: none">• Visual Studio Code | Editor de código fuente ligero y extensible. |
| <ul style="list-style-type: none">• Tableau | Herramienta de visualización de datos. |
| <ul style="list-style-type: none">• FastAPI | Framework web rápido para crear APIs RESTful. |
| <ul style="list-style-type: none">• Colector “GPS” | Sirve para recopilar y registrar datos de ubicación (coordenadas, direcciones, etc.) |

Elaborado: Kerly Gonzalez

En la tabla 6 se puede observar que las herramientas utilizadas logran una combinación perfecta que permite crear un ecosistema robusto para la recolección, gestión, análisis y visualización de datos, brindando una solución eficiente y flexible que responde a las necesidades del proyecto.

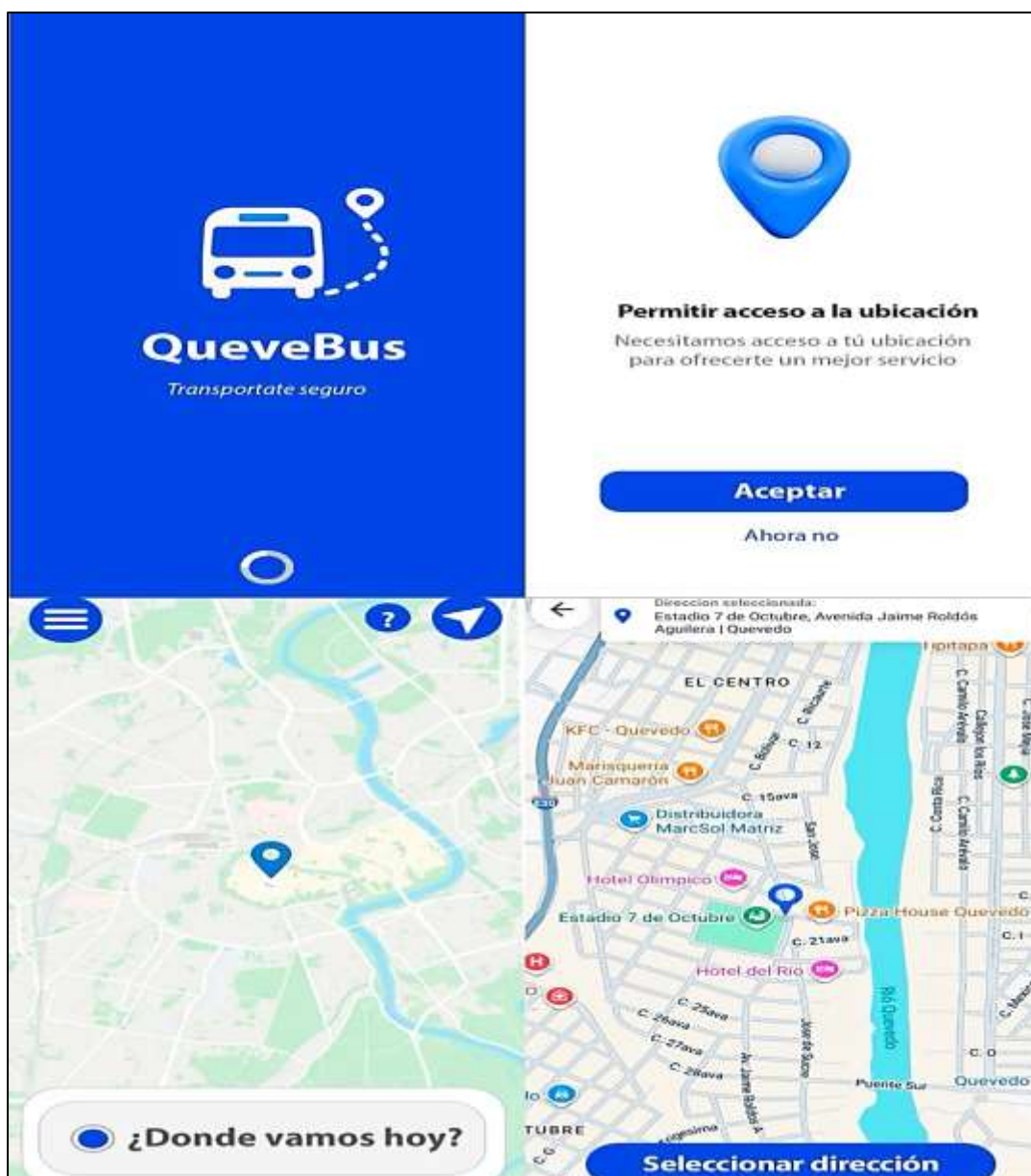


Figura 11. Visualización en capturas del modelo de la aplicación

Elaborado: Kerly González

La aplicación busca ser fácil de usar con una interfaz intuitiva y limpia en la Figura 11 se puede observar que el aplicativo muestra la localización del usuario para ofrecerle opciones de transporte cercanas. Es ideal para quienes prefieren una experiencia personalizada, ya que se centra en la ubicación del usuario y le permite seleccionar destinos rápidamente.

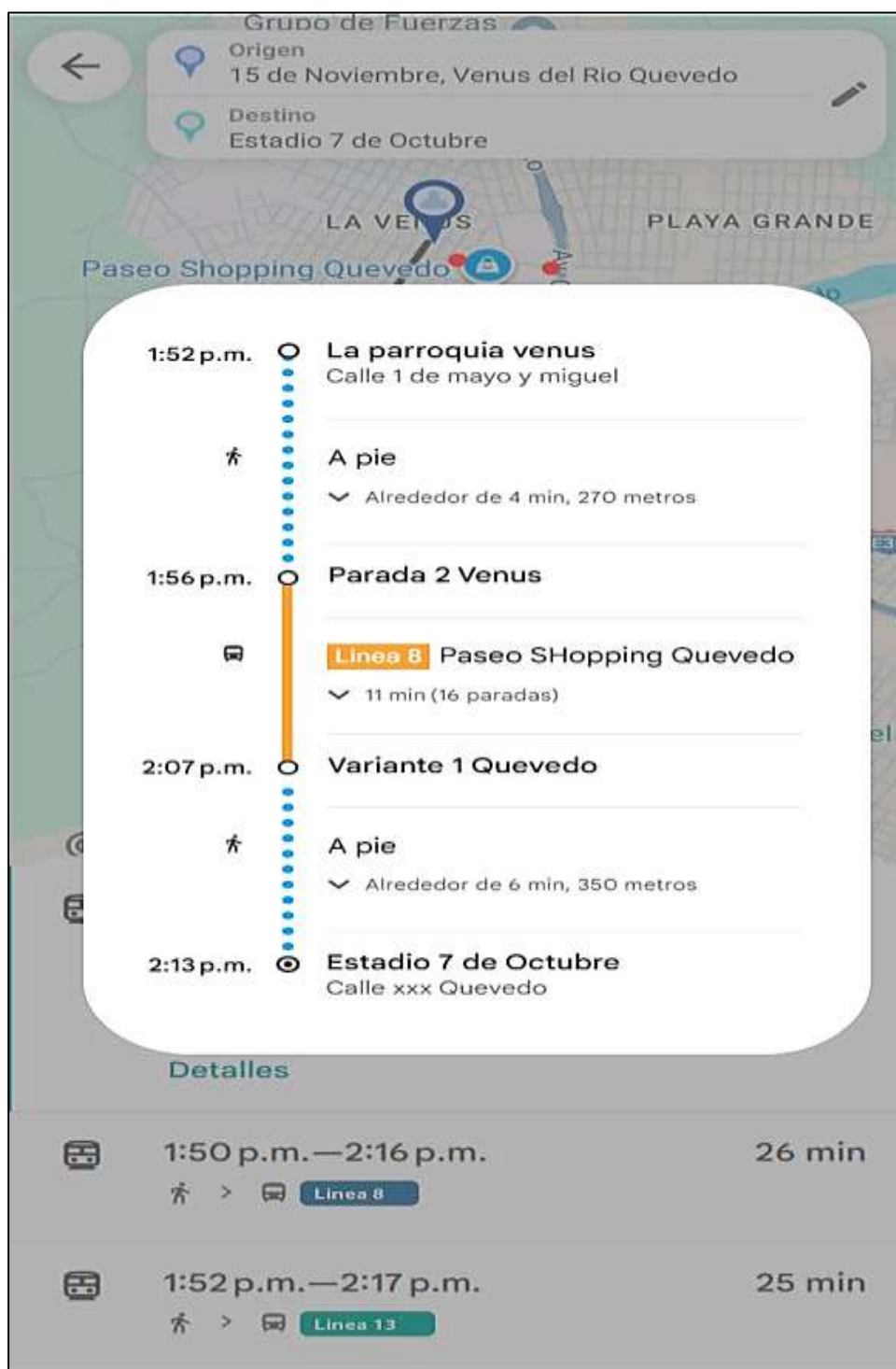


Figura 12. Captura de cómo se visualiza la aplicación referente a las rutas de la ciudad.

Elaborado: Kerly González

En la Figura 12 se demuestra una representación funcional de cómo la aplicación ayuda al usuario a planificar su trayecto, especificando tanto las paradas a pie como el tiempo estimado en transporte público. Esta herramienta es útil para quienes buscan una alternativa rápida y organizada para moverse por la ciudad.

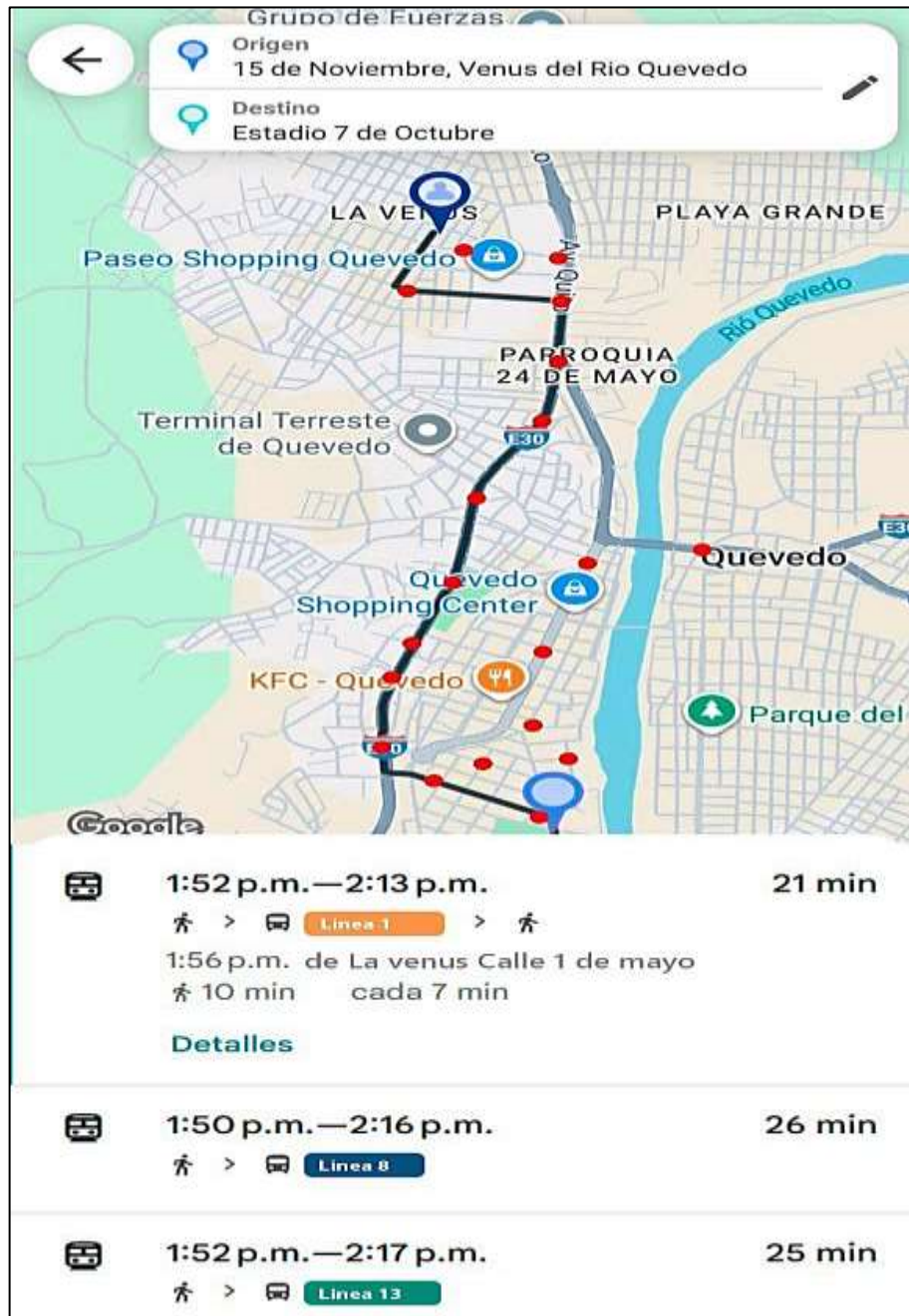


Figura 13. Visualización de los puntos y paradas específicas.

Elaborado: Kerly González

4.1.3.4. Discusión

La creación de una base de datos que contenga la localización de paradas y trayectos del transporte público urbano de Quevedo, basada en el feed estático, constituye un paso fundamental para la sistematización y gestión eficiente de la información relacionada con la movilidad en la ciudad. Este proceso permitió estructurar los datos provenientes de los archivos GTFS en un modelo relacional dentro de MySQL, lo cual garantiza la organización de la información en tablas bien definidas que contemplan rutas, paradas, coordenadas geográficas, horarios y secuencias de viaje. Esta estructuración no solo facilita la consulta y manipulación de los datos, sino que también asegura su integridad y coherencia, aspectos claves para su posterior visualización en aplicaciones web o su integración con servicios de navegación inteligente. Asimismo, disponer de esta base de datos representa una herramienta de gran valor para los tomadores de decisiones y planificadores urbanos, ya que posibilita el análisis de la cobertura del transporte, la identificación de zonas con déficit de servicio y la validación de la calidad del feed estático generado. En este sentido, la implementación de la base de datos no solo cumple con el objetivo planteado, sino que también sienta las bases para el desarrollo de proyectos más avanzados que fortalezcan la accesibilidad, transparencia y modernización del sistema de transporte público en Quevedo.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- ✓ El proyecto de investigación sobre la implementación del sistema de transporte público de Quevedo en Google Maps, utilizando el formato GTFS, permitió analizar la viabilidad de integrar el sistema del transporte público urbano con Google Transit. A través de una exhaustiva recopilación y revisión de los datos proporcionados por el colector “GPS” en diversos formatos, se pudo verificar la posibilidad de incluir sistemas adicionales como paradas, rutas, distancia, horarios. Se identificaron los archivos que componen el formato GTFS y su funcionalidad, confirmando que todos los archivos eran viables para su implementación.
- ✓ Se llevó a cabo una implementación ejemplificativa seleccionando rutas específicas del sistema de transporte público urbano de Quevedo, donde se realizó una toma de datos experimental para obtener los tiempos de parada. El formato GTFS fue preparado utilizando herramientas como Google Transit, y se logró exportar la información a formato CSV, convirtiéndola en archivos de texto plano adecuados para la integración.
- ✓ Los análisis realizados demostraron que la integración del sistema con Google Transit ofrece una serie de beneficios, como una mayor accesibilidad de la información para los usuarios, facilidad de uso e interoperabilidad con otras aplicaciones de transporte público. Esta implementación no solo mejora la gestión del transporte en Quevedo, sino que también facilita la adaptación a futuras innovaciones tecnológicas en el sistema de transporte público.

5.2. Recomendaciones

- ✓ Se recomienda establecer un proceso continuo de actualización y validación de los datos de rutas, paradas y frecuencias del transporte público urbano de Quevedo, garantizando que el feed GTFS permanezca vigente y correctamente estructurado. Para ello, es conveniente implementar protocolos de levantamiento de información en campo, así como el uso de herramientas de validación automatizada que permitan corregir errores de forma oportuna. Esto asegurará que Google Transit refleje información precisa y útil para los usuarios.
- ✓ Es necesario fortalecer la administración de la base de datos mediante la adopción de políticas de gestión y respaldo periódico, asegurando la integridad y disponibilidad de la

información almacenada. Además, se sugiere capacitar al personal técnico en la actualización de estructuras y registros provenientes del feed estático GTFS, con el fin de mantener una base de datos confiable, consistente y capaz de soportar futuras ampliaciones del sistema.

- ✓ Se recomienda ampliar las funcionalidades de la aplicación web incorporando herramientas que mejoren la experiencia del usuario, tales como indicadores de accesibilidad, estimación del tiempo de llegada y visualización dinámica de los trayectos. Asimismo, sería beneficioso evaluar la integración con otros servicios tecnológicos o plataformas municipales para potenciar la utilidad del sistema y promover un ecosistema digital más completo y accesible para la ciudadanía.

CAPÍTULO VI
BIBLIOGRAFÍA

6.1 Literatura Citada

- [1] J. Nathaly and M. Chasy, “EL TRASPORTE TERRESTRE DE PASAJEROS EN ECUADOR Y QUITO: PERSPECTIVA HISTÓRICA Y SITUACIÓN ACTUAL,” 2022. [Online]. Available: www.ecuadorencifras.com
- [2] D. E. Suarez Jimenez, “Diseño e implementación de un sistema de información al usuario usando algoritmos de Planificación de rutas de transporte público del Transporte Publico del Distrito Quito,” 2020.
- [3] Camilo Gaitán Jimenez * and A. Esteban Herrera Alzate, “Análisis de la viabilidad de la integración de Google Transit con el sistema de transporte MegaBus con GTFS estático,” 2024.
- [4] Balieiro Gustavo, “La importancia de GTFS y su popularización en América Latina,” 2025.
- [5] D. Liu, J. Guo, Y. Gu, M. King, L. D. Han, and C. Brakewood, “Analyzing Transit Systems Using General Transit Feed Specification (GTFS) by Generating Spatiotemporal Transit Networks,” *Information (Switzerland)*, vol. 16, no. 1, Jan. 2025, doi: 10.3390/info16010024.
- [6] Static Transit, “Descripción general de GTFS Static,” 2025.
- [7] P Kary, “GTFS: Datos de transporte público universalmente accesibles,” Mar. 2025.
- [8] Municipalidad de Quito, “Municipio invierte USD más de 11 millones en la modernización del transporte público,” 2025.
- [9] INEC, “Censo de Población y Vivienda Los Ríos ,” 2022.
- [10] GTFS, “GTFS: datos de transporte público universalmente accesibles,” 2025.
- [11] Southeast Area Transit (SEAT), “General Transit Feed Specification,” 2025.

- [12] D. E. Suarez Jimenez, “Diseño implementación de un sistema de información al usuario usando el algoritmo de planificación de rutas para transporte público del distrito metropolitano de Quito caso de estudio sector Centro Norte,” 2018.
- [13] Juame Vincet, “Qué es Google Transit y cómo funciona,” Aug. 2023.
- [14] Trafaniuc Victor, “¿Sabes qué es Google APIs? Descúbrelo ahora mismo,” Jan. 2022.
- [15] CEPAL, “Ciudades inteligentes / sostenibles,” *Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL Biblioteca CEPAL Repositorio Digital Pregúntanos*, 2025.
- [16] Legalondo Ramiro, “¿Qué es el transporte urbano y cómo se gestiona?,” 2024.
- [17] Gudiña Verónica, “Transporte público - Qué es, tipos, ventajas y desventajas,” Jan. 2023.
- [18] Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, “Sistemas inteligentes de transporte,” 2025.
- [19] Castañeda Álvarez Ricardo*, Castro Jaramillo Roberto Carlos*, Lujano Giron Allan*, and Montiel Cerón Angélica Rosalía*, “Sistemas de Transporte Inteligente,” México, Jun. 2025. [Online]. Available: www.ift.org.mx,
- [20] Ministerio Federal de Cooperación Económica y Desarrollo, “El papel de los datos abiertos en el transporte sostenible,” 2018.
- [21] Garcia Cifre Artur, “Movilidad urbana sostenible: Innovación y eficiencia en ciudades,” May 2023.
- [22] Lindemulder Gregg* and Kosinski Matthew*, “¿Qué es la interoperabilidad?,” Jan. 2025.
- [23] H. Bin Mehare, J. P. Anilkumar, and N. A. Usmani, “The Python Programming Language,” in *A Guide to Applied Machine Learning for Biologists*, 2023. doi: 10.1007/978-3-031-22206-1_2.
- [24] D. Vivanco Arias, M. Defas Itaz, and E. Sánchez Jarrin, “Reseña del uso del lenguaje d

e programación Python en el Desarrollo de Software,” 2024.

- [25] Lara Galicia Fernando Paul, “Visual Studio Code: Funcionalidades y beneficios para desarrolladores,” Jun. 2024.
- [26] Google, “Google Maps Platform,” 2024.
- [27] Y. Asprilla Lara, F. García De Quevedo, and M. G. González Pérez, “Señalización y seguridad vial en buses de tránsito rápido: el transmilenio en Bogotá,” *Infraestructura Vial*, vol. 19, no. 33, 2018, doi: 10.15517/iv.v19i33.32919.
- [28] Alvarado Velez Carolina Vanessa, “GESTIÓN LOGÍSTICA Y DE TRANSPORTE DEL CANTÓN QUEVEDO Y SU IMPLICACIÓN EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE, AÑO 2023.,” 2023.
- [29] Y. Guevara-Quinchúa and A. Francel, “Evaluación del espacio público para personas con movilidad reducida. Ibagué, Colombia,” *CIDADES, Comunidades e Territórios*, 2022, doi: 10.15847/cct.27635.
- [30] M. A. Mora Castellanos, C. A. Tinajero Naranjo, and M. X. Cevallos Andrade, “Propuesta metodológica para el diseño de flotas de transporte desde el enfoque del problema de ruteo de vehículos,” *REVISTA ERUDITUS*, vol. 4, no. 2, 2023, doi: 10.35290/re.v4n2.2023.788.
- [31] A. A. Aranda and J. Jimenez de Vega, “OPTIMIZACIÓN DE RUTAS DE TRANSPORTE Proyecto de Sistemas Informáticos,” 2019.
- [32] S. J. Briones Intriago, “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO Y SU RELACIÓN CON LA SATISFACCIÓN DEL USUARIO EN EL TRANSPORTE PÚBLICO DEL CANTÓN QUEVEDO, 2023,” 2025.
- [33] C. V. Alvarado Vélez, “GESTIÓN LOGÍSTICA Y DE TRANSPORTE DEL CANTÓN QUEVEDO Y SU IMPLICACIÓN EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE, AÑO 2023.,” 2023.
- [34] P. Prommaharaj, S. Phithakkitnukoon, M. G. Demissie, L. Kattan, and C. Ratti, “Visualizing public transit system operation with GTFS data: A case study of Calgary, Canada,” *Heliyon*, vol. 6, no. 4, 2020, doi: 10.1016/j.heliyon.2020.e03729.

- [35] A. C. * Gaitán Jimenez and E. Herrera Alzate, “Análisis de la viabilidad de la integración de Google Transit con el sistema de transporte MegaBus con GTFS estático,” 2024.

CAPÍTULO VI
ANEXOS



Figura 14. *Recolección de los puntos específicos de las paradas de la línea 2 a través del aplicativo Colector "GPS"*



Figura 15. *Interacción con el Chofer Pedro Cantos, con la intención de darle a conocer el objetivo del proyecto.*



Figura 16. Socialización del proyecto con el chofer de la Línea 14.



Figura 17. Recolección de los puntos específicos de las paradas de la línea 11 a través del aplicativo Colector "GPS".



Figura 18. *Explicación y discusión del proyecto con el conductor de la Línea 14.*



Figura 19. *Explicación y discusión del proyecto con el conductor de la Línea 8.*



Figura 20. Programa de la interfaz de App.

Glosario de términos

GTFS: General Transit Feed Specification (Especificación General de Fuentes de Transporte). Es un formato estándar de datos abierto que permite a las agencias de transporte público publicar sus horarios, rutas y otra información para que aplicaciones como Google Maps u OpenTripPlanner puedan usarlos.

GAD: Gobierno Autónomo Descentralizado en Ecuador, hace referencia a las instituciones de gobierno local, como municipios, prefecturas, juntas parroquiales, que tienen autonomía política, administrativa y financiera para gestionar su territorio.

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos es el organismo oficial de Ecuador encargado de producir y difundir estadísticas e información censal, demográfica, económica y social del país.

Agency. Txt: Aquí se encuentra la información relacionada a la agencia o cooperativa de transporte público, está conformada de los siguientes campos obligatorios:

agency_id: Este ID puede ser opcional en el caso de que exista solo una compañía registrada en el "feed", caso contrario será obligatorio y representa un número único de identificación de la agencia o cooperativa.

agency_name: Es el nombre con el cual la agencia será indicada a los usuarios en el planificador de rutas.

agency_url: Es la dirección web de la agencia, deberá seguir la sintaxis establecida por la iniciativa www, para escribir URIs (UniformResourceIdentifier), no debe contener espacios.

agency_timezone: Define la zona horaria del sector donde operan las unidades de transporte público, no debe contener espacios.

Stops.txt: Define la localización de cada parada existente dentro de la ruta.

stop_id: Es un dato único que sirve para identificar cada parada, una parada puede ser compartida por varias rutas.

stop_name: Es el nombre con el cual la parada será indicada a los usuarios en

Stops.txt: Define la localización de cada parada existente dentro de la ruta.

stop_id: Es un dato único que sirve para identificar cada parada, una parada puede ser compartida por varias rutas.

stop_name: Es el nombre con el cual la parada será indicada a los usuarios en el planificador de rutas.

stop_lat: Define la latitud de la parada según el estándar WGS 84, usado en el sistema de posicionamiento global (GPS).

stop_lon: Define la longitud de la parada según el estándar WGS 84, usado en el sistema de posicionamiento global (GPS).

Trips.txt: Define un viaje en una dirección, que sucede en un horario establecido e implica una relación entre dos o más paradas.

trip_id: Es un dato único que sirve para identificar cada viaje.

route_id: Es el ID de la ruta a la cual está asociado este viaje.

Es el nombre corto con el que los usuarios reconocen la ruta, este dato será visualizado en el planificador de rutas.

route_long_name: Es el nombre completo de la ruta, proporciona más información como destino o paradas de la ruta.

route_type: Define la clase de transporte que opera en una ruta. Se usa valores enteros que van del 0 al 7.

Calendar.txt: Define los días de la semana, en el cual la unidad de transporte público ofrece su servicio.

service_id: Es un dato que permite identificar el conjunto de días de la semana que una ruta está operando.

monday: Representa al día lunes y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.

Define los días de la semana, en el cual la unidad de transporte público ofrece su servicio.

service_Id: Es un dato que permite identificar el conjunto de días de la semana que una ruta está operando.

monday: Representa al día lunes y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.

tuesday: Representa al día martes y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.

wednesday: Representa al día miércoles y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.

thursday: Representa al día jueves y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.

friday: Representa al día viernes y almacena un valor binario para indicar si la ruta está en operación.

saturday: Representa al día sábado...

end_date: Permite identificar el último día del año en el que opera el servicio, tiene que estar en el formato AAAAMMDD.

Stop_time.txt: Tabla de tiempo que determina la llegada o salida de una unidad de transporte público a una parada.

o trip_id: Es el ID que permite identificar a que viaje pertenece el horario.

arrival_time: Es la hora, en formato HH:MM:SS, a la cual un bus debería llegar a una determinada parada para un viaje.

departure_time: es la hora, en formato HH:MM: SS, a la cual un bus debería salir de una determinada parada para un viaje.

stop_id: Es el ID que permite identificar a la parada que nos estamos refiriendo.

stop_sequence: Determina la secuencia que deben tener las paradas para poder formar un viaje, se debe de usar número enteros positivos ascendentes.

GTFS: (General Transit Feed Specification): Estándar internacional para publicar datos de transporte público en formato digital.

Feed GTFS: Conjunto de archivos en formato TXT/CSV comprimidos en ZIP que describen rutas, paradas, horarios y agencias.

Google Transit: Herramienta de Google Maps que permite planificar viajes en transporte público.

Colector GPS: Aplicación utilizada para registrar coordenadas geográficas en campo.

Interoperabilidad: Capacidad de un sistema para integrarse y funcionar con otros sistemas tecnológicos.

Movilidad inteligente: Estrategia de transporte que aprovecha tecnologías digitales para mejorar la eficiencia y accesibilidad.

Accesibilidad: Facilidad con la que todos los usuarios, incluidas personas con discapacidad, pueden utilizar un servicio.

Datos estáticos: Información que no cambia en tiempo real, como rutas y horarios fijos del transporte.

Eficiencia operativa: Optimización del uso de recursos y tiempo en la gestión del transporte.

Digitalización: Proceso de transformar datos físicos o analógicos en formatos digitales para su gestión y difusión.