

APLICACIÓN MÓVIL DE CONSULTA DE RUTAS DEL TRANSPORTE PÚBLICO DE LA CIUDAD DE TEHUACÁN, PUEBLA (RutAPP) PARA MEJORAR LA EXPERIENCIA DEL USUARIO

*MOBILE APPLICATION FOR CONSULTING PUBLIC TRANSPORT
ROUTES IN THE CITY OF TEHUACÁN, PUEBLA (RutAPP) TO
IMPROVE THE USER EXPERIENCE*

Liliana Elena Olguín Gil

Tecnológico Nacional de México / IT de Tehuacán, México
lilianaelena.og@tehuacan.tecnm.mx

Francisco Vázquez Guzmán

Tecnológico Nacional de México / IT de Tehuacán, México
francisco.vg@tehuacan.tecnm.mx

Eduardo Vázquez Zayas

Tecnológico Nacional de México / IT de Tehuacán, México
eduardo.vz@tehuacan.tecnm.mx

Yaribeth Johanna Escobedo Martínez

Tecnológico Nacional de México / IT de Tehuacán, México
L19161265@tehuacan.tecnm.mx

Miguel Josafat Hernández Salas

Tecnológico Nacional de México / IT de Tehuacán, México
L19361122@tehuacan.tecnm.mx

Recepción: 25/septiembre/2024

Aceptación: 4/noviembre/2024

Resumen

En este artículo se describe el diseño, desarrollo e implementación de una aplicación para dispositivos móviles multiplataforma que permite consultar las rutas del transporte público necesarias para llegar a un destino en la ciudad de Tehuacán, Puebla.

El objetivo que se busca es que los usuarios del transporte público locales y visitantes dispongan de una herramienta que facilite su movilidad en la ciudad. Además, se detalla el resultado de una encuesta para determinar los requisitos funcionales y las características que los usuarios finales esperan encontrar en dicho

desarrollo y que da origen a este trabajo, la metodología de desarrollo de software, así como las herramientas de desarrollo utilizadas. La aplicación se encuentra actualmente en una fase de evaluación de usabilidad y de accesibilidad antes de ser liberada en las tiendas virtuales de aplicaciones.

Palabras Clave: Aplicación móvil, Movilidad, Rutas de transporte.

Abstract

This article describes the design, development, and implementation of an application for multiplatform mobile devices that allows you to consult the public transport routes necessary to reach a destination in the city of Tehuacán, Puebla.

The aim is for local and visitor public transport users to have a tool that facilitates their mobility in the city. In addition, the result of a survey to determine the functional requirements and characteristics that end users expect to find in such development and that gives rise to this work, the software development methodology, as well as the development tools used are detailed. The app is currently in a usability and accessibility evaluation phase before being released in virtual app stores.

Keywords: Mobile App, Mobility, Transport Routes.

1. Introducción

En el contexto actual de las ciudades en crecimiento y la constante necesidad de mejorar la movilidad urbana, la implementación de tecnologías innovadoras se vuelve fundamental. En esta línea, esta investigación tiene como propósito el desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma utilizando el framework Flutter y la evaluación de su influencia para reducir el tiempo y el costo de transporte a un destino. El objetivo principal de esta aplicación es proporcionar a los usuarios de la ciudad de Tehuacán, Puebla, una aplicación móvil eficiente y accesible para determinar las rutas del transporte público disponibles para llegar a un destino específico.

Tehuacán, una ciudad en constante expansión y con una creciente demanda de movilidad, se enfrenta a desafíos relacionados con la eficiencia y la accesibilidad de su sistema de transporte público.

El número de habitantes en la ciudad de Tehuacán en el año 2020 fue de 327,312 habitantes (47.2% hombres y 52.8% mujeres) [INEGI, 2020], de los cuales el 48.4% utilizaron camión, taxi, combi o colectivo como principal medio de transporte [Data México, 2020]. En este sentido, la creación de una aplicación móvil que brinde información actualizada y detallada sobre las rutas disponibles puede contribuir significativamente a mejorar la experiencia de viaje de los ciudadanos y visitantes. De acuerdo con un análisis por parte del Instituto para la Gestión Administración y Vinculación Municipal (IGAVIM), Observatorio Ciudadano, Puebla, Tehuacán y Teziutlán son las poblaciones que concentran el mayor número de unidades en todo el estado. Tehuacán ocupa el segundo lugar con más unidades de transporte público con un total de mil 11 unidades registradas ante la Secretaría de Movilidad y Transporte, siendo el parque vehicular más grande del estado seguido de Puebla capital [Ambrocio, 2021].

Según el Programa Sectorial de Movilidad y Transporte , derivado del Plan Estatal de Desarrollo 2019-2024, en la ciudad de Tehuacán, Puebla existen 96 rutas del transporte público, 383 habitantes por vehículo del transporte público y 5046 habitantes por ruta , datos obtenidos de [INEGI,2020] y del Padrón de Vehículo de la Secretaria de Movilidad y Transporte actualizados al 7 de enero del 2020, y un promedio de 253,888 viajes diarios (datos tomados del Programa de movilidad urbana sustentable para el municipio de Puebla del 2017 y cálculos de la Secretaria de Movilidad y Transporte del 2020).

La necesidad de tener una aplicación que concentre la información sobre las diferentes rutas de transporte de la ciudad de Tehuacán, Puebla se evidencia en la nota de la página de noticias locales Meganoticias, donde presenta el proyecto de un ciudadano llamado Kevin Williams, quien se ha dado a la tarea de generar imágenes en Google Maps mostrando las rutas que siguen las unidades de transporte público. Estas rutas han sido compartidas por grupos de WhatsApp y Telegram y ha solicitado a la ciudadanía de su cooperación para mantenerlas actualizadas [Pacheco Reyes, 2023].

Con respecto a la herramienta que se utilizó para el desarrollo de la aplicación se seleccionó Flutter ya que ofrece ventajas clave, como la capacidad de crear

aplicaciones multiplataforma con un solo código base, lo que garantiza una experiencia consistente para usuarios de dispositivos Android y iOS. Además, Flutter permite una rápida iteración y actualización de la aplicación, lo que resulta fundamental en un entorno dinámico como el de la movilidad urbana.

El desarrollo de esta aplicación se basó en una metodología de investigación que incluye el análisis de las necesidades y preferencias de los usuarios, la evaluación de las soluciones existentes en el mercado, la recopilación de la información de las rutas de transporte vigentes en la ciudad, el desarrollo de la aplicación móvil. Se espera que este proyecto no solo proporcione una solución tecnológica innovadora, sino que también genere conocimientos significativos sobre las dinámicas de movilidad en la ciudad de Tehuacán y sirva como punto de partida para futuras investigaciones y desarrollos en este campo.

En resumen, esta investigación sienta las bases para el desarrollo de una aplicación móvil multiplataforma en Flutter para trasladarse a un destino utilizando las rutas del transporte público en la ciudad de Tehuacán, Puebla. Al combinar tecnología de vanguardia con un enfoque centrado en las necesidades de los usuarios, se busca ofrecer una solución innovadora que contribuya al desarrollo urbano sostenible y al bienestar de la comunidad.

2. Métodos

La problemática detectada en este proyecto expone que los usuarios (locales y visitantes) del transporte público en la ciudad de Tehuacán, Puebla, desconocen las rutas que sigue el transporte público, lo cual puede generar confusión y una toma de decisiones equivocada, tal como elegir un taxi o utilizar una aplicación que ofrece servicios de transporte tal como Uber o Pronto y con esto incrementar sus gastos o al seleccionar una ruta equivocada, generar pérdida de tiempo.

La investigación tiene como objetivo dar respuesta a la siguiente pregunta de investigación:

¿Podría seleccionar la mejor ruta para llegar a su destino?

Pregunta que se deriva de la premisa si el usuario utiliza una aplicación móvil que muestre las rutas de transporte público de la ciudad de Tehuacán Puebla.

Se utilizará una encuesta tipo escala likert como método de recolección de datos una vez liberada la aplicación móvil, para determinar si los usuarios la consideran útil para seleccionar la mejor ruta a un destino dado.

Las etapas en las que se divide este estudio son las siguientes:

- Se realizó una encuesta para definir los requisitos funcionales de la aplicación así como determinar la viabilidad del desarrollo y las características que se deben considerar para lograr la aceptación del usuario.
- Se desarrolló una aplicación móvil multiplataforma (Android/iOS).
- Se realizará la evaluación de usabilidad y accesibilidad de la aplicación con una muestra de usuarios, utilizando 2 rúbricas ya validadas.
- Se seleccionará una muestra representativa para realizar la evaluación de la aplicación móvil como una alternativa para seleccionar la mejor ruta a un destino.
- Se analizarán y presentarán los resultados.

Determinación de Requerimientos

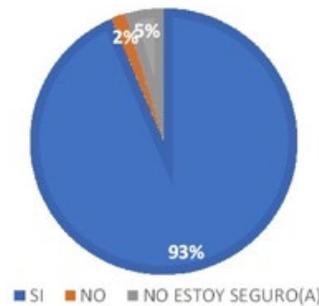
Se aplicó una encuesta a usuarios del servicio de transporte público de la ciudad de Tehuacán, Puebla, con 10 preguntas de opción múltiple y cerradas para determinar las funcionalidades que esperan encontrar en la aplicación móvil, la viabilidad del desarrollo de la aplicación, el nivel de aceptación y de adopción de la aplicación.

El total de personas participantes en esta encuesta diagnóstica fue de 234, los cuales se dividieron en 136 hombres y 96 mujeres, el rango de edades más predominante fue entre 18 a 25 años con un total de 201, en segundo lugar, las personas con más de 51 años con un total de 14 y el resto distribuidos en el demás rango de edad. La figura 1 muestra que el 57% refieren utilizar algún medio de transporte público diariamente para trasladarse a diferentes puntos de la ciudad incluyendo, trabajo, escuela o su casa, el 17% lo utiliza varias veces a la semana y un 15% lo utiliza ocasionalmente. El 94% de los encuestados manifiestan que les gustaría tener una aplicación móvil que les permita consultar las rutas del transporte público, y un 84% considera que sería Muy Útil para su día a día, figura 2.



Fuente: elaboración propia

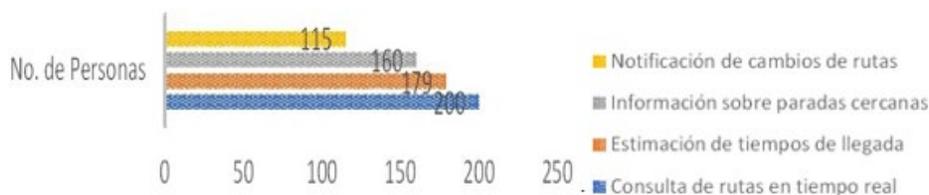
Figura 1 Frecuencia con la que utilizan el transporte público.



Fuente: elaboración propia

Figura 2 Les gustaría tener una App de rutas de transporte público.

Entre las características a las que más les gustaría tener acceso en la aplicación son (Figura 3): Consulta de rutas en tiempo real con 200 puntuaciones, Estimación de tiempos de llegada con 179 puntuaciones, Información de paradas cercanas con 160 puntuaciones y Notificaciones de cambios en el servicio con 115 puntuaciones.



Fuente: elaboración propia

Figura 3 Características de la App de rutas.

El 89% de los encuestados consideran que el tener acceso a una aplicación móvil con las características planteadas puede mejorar su experiencia de desplazamiento en la ciudad de Tehuacán, Puebla.

Por último, se les pidió que seleccionaran cuáles son los aspectos que consideran que podrían mejorar al usar la aplicación, obteniendo como resultado que el 46%

consideran que mejorarían el tiempo de desplazamiento, el 39% consideran que les ayudaría a seleccionar la mejor ruta y el 14% disminuiría su gasto económico.

Como resultado de esta encuesta, se puede concluir que el desarrollo de una aplicación es una alternativa que puede mejorar la experiencia de usuario al utilizar el transporte público para trasladarse a algún destino, tanto para locales como para visitantes a la ciudad de Tehuacán.

Desarrollo de la aplicación móvil

Para el desarrollo de la aplicación móvil multiplataforma que determina las rutas del transporte público para llegar a un destino en la ciudad de Tehuacán, Puebla, se aplicó una metodología Scrum, por ser una metodología que ayuda a los equipos a colaborar. En este proyecto se trabajó con 3 residentes en ciclos iterativos centrados en el cliente, creando un producto de forma incremental:

- Fase 1. Planificación y definición del producto: Selección del equipo Scrum asignando los roles clave tales como Scrum Master, Product Owner, y equipo de desarrollo además de la creación del Backlog del producto y la colaboración con personal del municipio de Tehuacán para identificar las características y actividades de la aplicación. Se planificó la configuración del entorno de desarrollo por medio de Flutter y el establecimiento de las reglas del equipo (Sesión del Sprint 0).
- Fase 2. Sprint de planificación: Se realizó la revisión del Backlog del producto, se refinaron los elementos del Backlog según la retroalimentación del líder del proyecto, colaboradores y residentes. Durante la planificación del Sprint se seleccionaron las historias de usuario prioritarias y se definieron los objetivos del Sprint.
- Fase 3. Desarrollo y diseño: Se desarrollaron las funcionalidades de la aplicación mediante Flutter en incrementos de 2 a 4 semanas (Sprints iterativos) y se llevaron a cabo breves reuniones diarias para conocer el progreso y posibles obstáculos con Flutter. Los residentes demostraron las nuevas funcionalidades al Product Owner para obtener la retroalimentación respectiva.

- Fase 4. Evaluación continua: Se realizaron pruebas unitarias y de integración durante el desarrollo para obtener retroalimentación continua de los usuarios y de los expertos.
- Fase 5. Sprint de revisión y retrospectiva: Se revisaron los Sprints evaluando el trabajo completado ajustando el Backlog del producto, identificando mejoras en el proceso aplicando ajustes.
- Fase 6. Entrega incremental: Despliegue de versiones incrementales implementando nuevas funcionalidades para obtener retroalimentación rápida. Mediante la validación del producto se aseguró que las características implementadas cumplan con los requisitos y expectativas. Para esta fase se utilizará una muestra de 200 personas a las cuales se les aplicará un cuestionario de satisfacción tipo Likert para evaluar la usabilidad y accesibilidad de la aplicación antes de la liberación en las tiendas de aplicaciones.
- Fase 7. Cierre: Presentar la versión final de la aplicación, publicar en tiendas de aplicaciones (PlayStore y AppStore), crear documentación para usuarios.

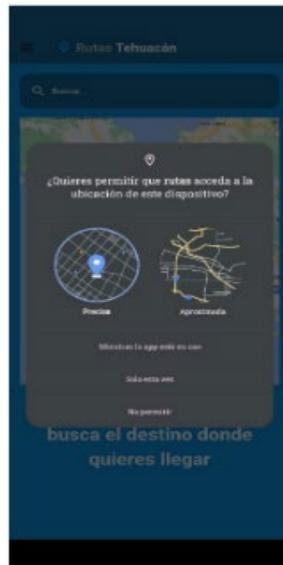
3. Resultados

Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó el framework de desarrollo Flutter, además de una base de datos implementada en FireBase donde se almacenan y se sincronizan los datos. Por ser una base de datos tipo NoSQL, las entidades de las rutas, destinos y paradas se representan como colecciones con sus respectivos atributos.

Se integraron los servicios de Google Maps a la aplicación haciendo uso de la API de Google Cloud, ya que se evaluó el uso de MapBox pero se observó menos precisión en el mapa y algunas limitaciones.

También se utilizó el servicio de Directions de la API de Google Maps ya que utiliza una solicitud HTTP para devolver direcciones en formato JSON o XML entre ubicaciones. Puede recibir instrucciones para varios modos de transporte, como tránsito, conducción, caminar o andar en bicicleta.

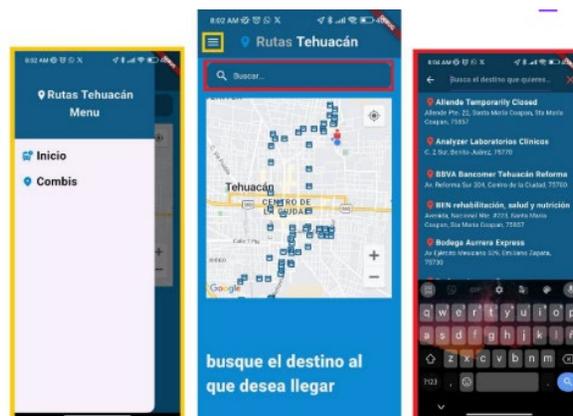
Al inicializar la aplicación, se muestra una pantalla de bienvenida, conocida como splash screen, que contiene únicamente el logotipo de la aplicación. Esta pantalla tiene la función de mantener al usuario en espera mientras se carga el contenido principal de la aplicación, posteriormente se solicitan los permisos para utilizar la ubicación del dispositivo, figura 4.



Fuente: elaboración propia

Figura 4 Permisos de Ubicación.

Una vez otorgado el acceso a la ubicación, se muestra la pantalla de Inicio (Figura 5), la cual incluye un menú desplegable (drawer) con dos opciones: Inicio y Combis.



Fuente: elaboración propia

Figura 5 Opciones de pantalla principal.

Además, se añade un mapa proporcionado por la API de Google Maps a través de Google Cloud que muestra la ubicación actual, junto con una barra de búsqueda para seleccionar el destino deseado por el usuario. Como se observa en la figura 6, al buscar un destino, se muestran las paradas cercanas a la ubicación actual y a la ubicación destino, así como las posibles rutas disponibles para llegar al destino.



Fuente: elaboración propia

Figura 6 Mapa de paradas y rutas disponibles.

En el ejemplo de la figura 7, se seleccionó la ruta 2 por ser la más cercana a la ubicación del usuario, al dar clic en la ruta deseada se inicia el trazo del trayecto que sigue la ruta desde la parada más cercana al usuario hasta la parada más cercana al destino. Dentro de la opción <Combis> se muestra un listado con las rutas disponibles de transporte público en la ciudad de Tehuacán, así como una pequeña descripción sobre la ruta (horario, precio y tiempo) y una barra de búsqueda que sirve como filtro haciendo más rápido el encontrar una ruta de interés (Figura 8). Cuando se selecciona una ruta de interés, se muestra un mapa con el trazado completo del recorrido que realiza como se muestra en la figura 9. En la parte inferior de la imagen indica que al deslizar hacia arriba muestra más detalles de la ruta.



Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia

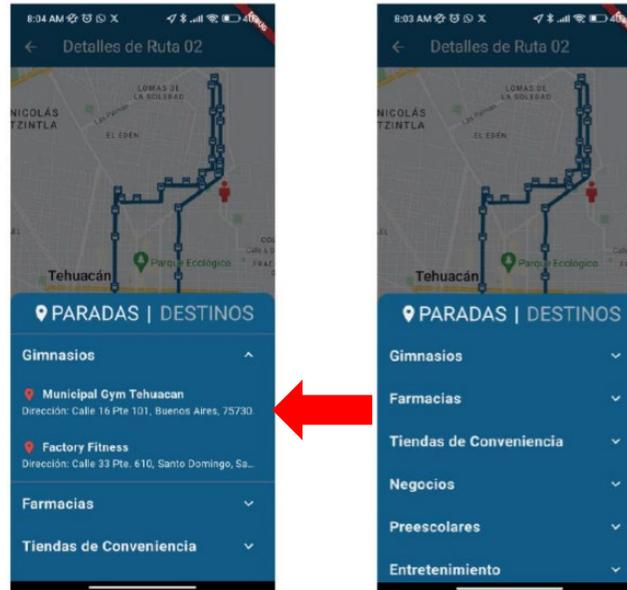
Figura 7 Ruta desde el origen hasta el destino. Figura 8 Listado de rutas disponibles.



Fuente: elaboración propia

Figura 9 Recorrido de la ruta seleccionada.

Los detalles que se muestran de cada ruta de transporte al deslizar la pantalla hacia arriba (Figura 10) se refieren a las paradas y destinos por los que pasa la ruta seleccionada. También se muestran los destinos clasificados por categorías, esta información, desplegada en la pantalla <Combi Page>, abarca todas las rutas disponibles en el municipio de Tehuacán, Puebla.



Fuente: elaboración propia

Figura 10 Destinos de Interés de una ruta en particular.

4. Discusión

La aplicación móvil de rutas del transporte que se describe en este artículo no es la única opción que existe actualmente como desarrollo. En una revisión de la literatura se encontraron trabajos similares a lo que se plantea en esta propuesta. La mayoría de estos solo se quedaron a nivel de trabajo de tesis para obtención de grado, pero no fueron implementados en un mercado real, además de que fueron trabajos desarrollados en otros países como Perú y Bolivia, tal es el caso del trabajo de Carrera Muñoz [2020], quien presenta un estudio cuantitativo preexperimental realizado en Trujillo, Perú, donde establece y define la influencia de una aplicación móvil en función del tiempo empleado, la distancia más corta y el menor costo, sus hallazgos indican que se tiene una influencia positiva para determinar las rutas, disminución de un 20% del tiempo que se debe emplear, una disminución de un 30% de la distancia que se debe recorrer y una disminución de un 24% del pasaje a pagar.

En otro estudio Herrera Vásquez [2020], presenta en su tesis de grado los resultados de un estudio aplicado en Cajamarca, Perú donde diseñó e implementó un aplicativo móvil que muestra información de la ruta, paraderos y buses en tiempo

real del transporte público mediante el uso de la geolocalización; los principales resultados que obtuvo el autor en su investigación establecieron que el uso del aplicativo móvil influye en el servicio del transporte público, ya revelaron que más del 75% de los usuarios adquirieron un conocimiento en cuanto a los paraderos y la ruta de los servicios de transporte público que utilizan.

Por otro lado, en México se encontraron estudios tales como el de Contreras y Hernández [2017], quienes proponen en su artículo de divulgación un sistema de localización de bajo costo en tiempo real mediante un servidor web y aplicaciones móviles. Este sistema utilizará el sistema de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés) para obtener las coordenadas, latitud y longitud, del autobús; el sistema propuesto tiene como objetivo proveer una herramienta que pueda ser utilizada por los estudiantes y la población en general del municipio de Yuriria, Guanajuato.

Además de los hallazgos encontrados en la revisión de literatura, se buscaron en las tiendas de aplicaciones móviles como Google Play Store y App Store aplicaciones relacionadas con rutas de transporte encontrando las siguientes:

- CityMapper: Aplicación multiplataforma que concentra las rutas de la Ciudad de México.
- Moovit: Aplicación multiplataforma, que cuenta con una gran popularidad a nivel mundial, se encuentra disponible en más de 32 países incluido México, pero solo se enfoca en ciudades tales como Ciudad de México, Monterrey, Guadalajara, Querétaro y algunas de la ciudad de Puebla (capital).
- MoviliaCDMX y Rumbo: Aplicación que muestra rutas de transporte como Metrobús, metro y tren ligero solo disponible en la Ciudad de México.
- Google Maps: Aun cuando proporciona los tiempos e indicaciones para llegar a un destino, no muestra las rutas de transporte público en la ciudad de Tehuacán.
- QueRuta: Página web que muestra las rutas de Tehuacán, mostrando en un mapa el recorrido del centro a la base y de la base al centro, diferenciado con una línea roja y otra azul, e información adicional tal como algunos lugares por donde pasa la ruta seleccionada, esta página es de reciente creación.

Como se puede observar estos desarrollos se enfocan en ciudades grandes como la Ciudad de México o la ciudad de Puebla, dejando a ciudades de provincia como Tehuacán sin una opción para poder consultar de primera mano información respecto al transporte público.

Actualmente la aplicación se encuentra en la fase de evaluación tanto de usabilidad como de accesibilidad por parte de los usuarios. Se ha seleccionado una muestra de 200 usuarios para realizar pruebas y determinar si cumple con el objetivo planteado al inicio de esta propuesta.

Basado en las encuestas de diagnóstico y las encuestas obtenidas hasta el momento podemos concluir que la aplicación será aceptada por los usuarios como una opción viable tanto para los residentes como usuarios que visitan la ciudad de Tehuacán, mejorando su experiencia de uso del transporte público al conocer con antelación cual es el camino que sigue la ruta y los lugares por donde transita.

5. Conclusiones

El objetivo que se persigue al liberar esta aplicación en las tiendas electrónicas como PlayStore o AppStore es proveer a los usuarios del transporte público de Tehuacán tanto locales como visitantes de una herramienta que les permita tener en la palma de su mano la información correspondiente a las rutas de transporte público, cuáles son sus paradas, cuál el recorrido que hace y por cuáles establecimientos o comercios pasa esa ruta.

Se considera que tener una aplicación móvil representa mayor practicidad que visitar una página web, especialmente si el diseño no es responsivo pudiera no presentar una vista completa de los mapas, además de que la aplicación ofrece una vista de mapas más detallado comparado con la página web que representa la otra opción ya publicada en internet.

Actualmente la aplicación ya se encuentra desarrollada al 100% con respecto a la meta planteada inicialmente y en una etapa de evaluación de usabilidad y accesibilidad, aplicando una encuesta de diseño propio de los desarrolladores involucrados en este proyecto, a una población de 200 usuarios para recopilar

información para detectar áreas de mejora antes de liberar la aplicación en las tiendas de aplicaciones móviles.

Como trabajo a futuro se pretende añadir nuevas funcionalidades a la aplicación móvil sugeridas por los usuarios.

6. Bibliografía y Referencias

- [1] Ambrocio, J. (2021). Tehuacán, segundo municipio con más unidades de transporte público. *El sol de Puebla*.
- [2] Carrera Muñoz, L. (2020). Aplicación móvil en la determinación de las rutas más eficientes de transporte público de la ciudad de Trujillo. Universidad Privada del Norte, Perú.
- [3] Contreras Contreras, I., Hernández Gómez, G. (2017). Sistema de localización en tiempo real mediante un servidor web y aplicaciones móviles. *Pistas Educativas*, 39(127), 171-186. <https://pistaseducativas.celaya.tecnm.mx/index.php/pistas/article/download/1073/884>.
- [4] Data México. (2020). <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/tehuacan?workOrSchool=workMean#population-and-housing>.
- [5] Herrera Vásquez, J. (2020). Influencia del uso de la aplicación móvil Kashañan en la satisfacción de usuarios del servicio de transporte público de la ciudad de Cajamarca. Universidad Privada del Norte, Perú.
- [6] INEGI Censo de Población y Vivienda. (2020). <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>.
- [7] Pacheco Reyes, A. (27 de septiembre de 2023). Crean Mapas de Transporte público, buscan actualización y alianza con concesionarios. (Mega Noticias, Ed.) Tehuacán, Puebla, México. <https://www.meganoticias.mx/tepic/noticia/crean-mapas-de-transporte-publico-buscan-actualizacion-y-alianza-con-concesionarios/462333>.