

Propuesta de Prototipo de un Sistema de Gestión del Seguimiento en Tiempo Real de los Buses
Urbanos SITP por medio de GPS desde un Terminal de Consulta

Guía 3 – Cuarta entrega

Gutiérrez Hernández Leidy Vanessa

Jutinico Rodríguez Angelica María

Joya Aparicio Jean Frank

Facultad de Ingeniería

Universidad EAN

Proyecto de Integración

Emanuel Elberto Ortiz Ruiz

Bogotá, 13 de noviembre de 2022

Lista de Tablas e Ilustraciones

Tabla 1. Matriz DOFA.....	15
Tabla . Opción 1 Desarrollo App	41
Tabla . Opción 2 Desarrollo sistema de infraestructura tecnológica en las estaciones de SITP....	41
Tabla . Estimaciones de tiempo	57
Tabla . Costos directos de software.....	62
Tabla . Costos directos dispositivos GPS y Pantallas	63
Tabla . Costos fijos	64
Tabla . Costos del producto	64
Ilustración 1. Servicios SITP	23
Ilustración 2. Calidad de aire Bogotá	31
Ilustración 3. Secuencia de impopularidad, creación propia	35
Ilustración 4. Grupo de edad	42
Ilustración 5. Estrato socioeconómico.....	43
Ilustración 6. Usos del SITP	43
Ilustración 7. Frecuencia de uso.....	44
Ilustración 8. Transportes alternativos.....	44
Ilustración 9. Compra medio de transporte.....	45
Ilustración 10. Tiempo en el servicio	45
Ilustración 11. Calificación de factores	46
Ilustración 12. Costo pasaje vs servicio.....	47
Ilustración 13. Calidad del servicio	48

Ilustración 14. Conocimiento de TransmiApp	48
Ilustración 15. Características a implementar	49
Ilustración 16. Aumento en la calidad del servicio	50
Ilustración 17. Aumento en el uso del servicio	51
Ilustración 18, Tecnología del centro de cómputo SITP.	56
Ilustración 19. Diagrama de Gantt	61

Tabla de Contenido

1. Resumen.....	7
2. Introducción	8
3. Objetivos del Proyecto.....	9
3.1. Objetivo General:	9
3.2. Objetivos Específicos:	9
4. Definición del Problema	10
5. Justificación	11
6. Análisis de Requerimientos	14
6.1. Matriz DOFA	14
6.2. Comportamiento	15
6.3. Restricciones	16
6.4. Calidad Esperada	16
6.5. Requerimientos Funcionales	16
6.6. Requerimientos No Funcionales	17
7. Marco de Referencia.....	21
7.1. SITP	21
7.1.1. Servicios del Sistema	21
7.2. Internet de las Cosas (IoT).....	23
7.2.1. Componentes de los Artefactos IoT	24

7.2.2. Tecnologías Usadas en el IoT	25
7.2.3. IoT en la Industria.....	25
7.3. Big Data	26
7.3.1. Atributos del Big Data	26
7.3.2. Big Data y el Transporte	27
7.4. Inteligencia Artificial.....	28
7.4.1. Inteligencia Artificial, Beneficios y Usos	28
7.5. Geolocalización	29
8. Análisis de Restricciones	30
8.1. Ambientales.....	30
8.2. Económicas	32
8.3. Legales	33
8.4. Salud y seguridad	34
8.5. Sociocultural.....	36
9. Metodología para la Selección y Desarrollo de la Solución	39
9.1. Población y Muestra	39
9.2. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos.....	39
9.3. Selección de la alternativa.....	40
9.4. Análisis de Datos.....	42
10. Tecnologías a Usar en el Proyecto	53

10.1. Automatización del trabajo del conocimiento.....	53
10.2. Internet de las cosas	54
10.3. Realidad aumentada.....	54
10.4. Inteligencia artificial	54
10.5. Pantallas con información entiempro real	55
10.5.1. Pantallas industriales:.....	55
10.6. Tecnologías que usa el sistema actualmente	56
11. Análisis de costos	57
11.1. Planificación de Implementación	57
11.1.1. Cronograma	60
11.2. Costos directos Software.....	62
11.3. Costos directos Dispositivos GPS y Pantallas.....	62
11.4. Costos fijos	63
11.5. Costo del producto	64
11.6. Capital de trabajo.....	64
12. Conclusiones	66
13. Referencias.....	67
14. Anexos	72
14.1. Anexo 1. Encuesta	72

1. Resumen

Hoy en día el Sistema Integrado de Transporte de Bogotá es usado por millones de personas diariamente, de igual forma son muchos los usuarios que se quejan por la falta de confianza y eficiencia de este, especialmente las relacionadas con los tiempos de espera y rutas que recorre el SITP urbano. Lo anterior impacta negativamente su uso dando paso a al decrecimiento de otros factores ligados a él como financiación, productividad o mantenimiento.

Por lo tanto, el siguiente documento tiene por objetivo conocer el estado actual y preciso del servicio de transporte de buses urbanos SITP, mediante el análisis de indicadores esenciales de movilidad y evaluaciones cualitativas por parte de los usuarios relacionados con la eficiencia del servicio. Lo anterior con el fin de definir las funcionalidades del prototipo a implementar en la red de buses y lograr una solución permanente a estos problemas de confiabilidad y aumentar su uso.

2. Introducción

En la actualidad el aumento del uso del transporte público como alternativa de movilización ha crecido exponencialmente, entre las principales razones se encuentran las tarifas económicas, la rapidez, el fácil acceso, su aportación al cuidado del medio ambiente, la disminución de tráfico por uso de vehículos particulares, entre otros. Es por esto mismo que un sistema de transporte masivo debe contar con características de eficiencia y confiabilidad a los usuarios.

Bogotá es una de las ciudades que cuenta con una gran red de transporte publico conocido como SITP, este se conforma flotas troncales, zonales y de alimentación (rutas en zonas cercanas a estaciones troncales) (Transmilenio, 2022) que permite la fácil movilidad en toda la ciudad. Sin embargo, este sistema, de acuerdo con los usuarios y especialmente en los buses urbanos, presenta muchos problemas relacionados con los tiempos de espera y falta de actualización en las rutas.

A partir de lo anterior se origina nuestra propuesta de la creación de un prototipo de gestión de seguimiento en tiempo real de los buses SITP urbanos por medio de GPS haciendo uso de Big Data e Inteligencia Artificial, con el fin de proveer la información recolectada en vivo tanto a los usuarios como al personal encargado de esta área de la movilidad, por medio de una red de pantallas en cada estación y en un centro de control, para que a través de esta puedan tomar las decisiones más beneficiosas en cuanto a las rutas a tomar y de acuerdo a su necesidad.

Además de ello, por medio de este prototipo también buscamos exponer los principales beneficios que traería a nivel económico, productivo, social y ambiental a la ciudad de Bogotá el incremento en el uso del transporte público como mejor alternativa de movilidad, a través de indicadores de confiabilidad y eficacia.

3. Objetivos del Proyecto

3.1. Objetivo General:

Diseñar un sistema orientado a la gestión del seguimiento de las rutas del sistema de transporte urbano SITP en tiempo real de libre acceso para los usuarios del servicio ejecutado en un periodo de seis meses.

3.2. Objetivos Específicos:

- Realizar consultas de rutas y seguimientos de buses urbanos SITP.
- Conocer en tiempo real la ubicación del Bus.
- Conocer la cantidad de pasajeros que trae y la capacidad total de este tipo de bus.
- Calcular los tiempos que tarda un bus en llegar al paradero.
- Establecer nuevas rutas, si el sistema lo requiere.
- Conocer los contratiempos de la vía, en el cual se está dirigiendo el bus.
- Brindar el tiempo estimado de llegada de la ruta.
- Conocer la periodicidad del envío de rutas.

4. Definición del Problema

¿Puede haber un sistema de gestión de seguimiento en tiempo real de los buses y las rutas de SITP urbano más preciso y eficiente que los actuales?

5. Justificación

Actualmente el sistema de transporte integrado (SITP) de Bogotá es usado por cerca de 1.575.758 personas (Transmilenio, 2022) para desplazarse diariamente en la capital. De acuerdo con el último informe de estadísticas de oferta y demanda del SITP, el uso masivo de este sistema de transporte tuvo un gran crecimiento en comparación con el mismo periodo de tiempo del año pasado, abril 2021 - 2022, presentado una variación positiva del 79,9%.

Hoy en día el sistema de transporte cubre 2.618,15 kilómetros en los cuales hay 7.531 paraderos de buses de servicio urbano (Transmilenio, 2022), pese a que el SITP no tiene amenaza de competidores en el mercado del transporte público, no es bien calificado por muchos de sus usuarios existiendo varios factores de descontento en el servicio que ofrece. En este caso, nos enfocamos en el mencionado por (Herrera Puyana, Gómez Rodríguez, & García Fonseca, 2018, pág. 106) “[...] desde una perspectiva técnica, la crisis se manifiesta en la incapacidad del sistema para responder a la creciente demanda (Dinero, 2014, abril 3), agravada por el mal diseño de las rutas, la demora de los buses, [cursivas añadidas] [...]”. Los tiempos de espera pueden variar entre 20 y 45 minutos lo que hace que sea un sistema con muy poca confiabilidad para el usuario, haciendo que sea uno de los servicios de transporte público peor valorados del país (María Fernanda Rojas citada por Laura Albarracín, s.f.).

Hoy en día, existen varios aplicativos diseñados como una solución a los ciudadanos frente al problema de la incertidumbre del tiempo de espera de los buses que funcionan como fuente de consulta de las rutas existentes y paradas de cada bus SITP, que a pesar de que es una solución moderna, aún tiene falencias que mantiene a sus usuarios descontentos con el servicio ofrecido, siendo algunas de estas aplicaciones TransmiApp, Transmilenio y SITP y Moovit.

Realizando un análisis de los comentarios del aplicativo Transmilenio y SITP en la plataforma Google Play (Transmilenio y Sitp, 2022) se determina que los factores de mayor disgusto son:

- la falta de guías o tutoriales para el uso del aplicativo, ya que no es tan intuitivo para algunos usuarios
- La presentación de publicidad
- La falta de actualización de las rutas vigentes y eliminación de las rutas deshabilitadas
- La falta de actualización de las paradas y recorrido de cada ruta
- La hora de tardanza de un bus urbano SITP que no es exacta

Debido a que el sistema de transporte SITP presenta deficiencia en la planificación y exactitud del paso de las rutas por cada parada y el intervalo entre un bus y otro, es un recurso esencial para sus usuarios tener un medio de control y seguimiento de tiempos, ubicación y paradas de los buses para planificar con mayor exactitud su recorrido por la ciudad de Bogotá. Por esta razón se requiere tener un sistema mejorado al de los aplicativos que actualmente se implementan, y para ello, es importante tener en cuenta algunos factores de la población que utiliza este medio de transporte.

Se accedió a utilizar la información previamente recolectada como punto de partida del trabajo titulado: “Estrategia de marketing para mejorar la percepción de Transmilenio en Bogotá en estratos 4, 5 y 6” de Carolina Buriticá Marín y Juan Pablo Pabón Dulcey (2021). Los datos considerados relevantes para la propuesta del aplicativo son:

- Porcentaje de participación según estrato social
- Distribución de encuestados de acuerdo con su ocupación
- Método más usual de transporte por usuario

A nivel mundial se es bien conocido el sistema de transporte de varias ciudades de Asia oriental resaltando principalmente el de Seúl, Corea del Sur. Las estaciones de buses de este país cuentan con un sistema llamado T-money el cual recoge la información en tiempo real de los vehículos, por medio de GPS, enviándola a las pantallas ubicadas en cada estación y a la aplicación del servicio, permitiendo que los usuarios puedan acceder al tiempo de llegada, tiempo de partida, ubicación del bus, distancia recorrida, ocupación, velocidad, entre otros (Zytronic, s.f.).

A partir de lo anterior nace nuestro proyecto “propuesta de prototipo de un sistema de gestión del seguimiento en tiempo real de los buses urbanos SITP por medio de GPS desde un terminal de consulta”, cuya finalidad es diseñar e implementar un sistema que permita recoger la información de los buses en tiempo real relacionada con ubicación, ocupación, tiempo de llegada y partida, entre otros; para que esta sea de fácil acceso a todos los usuarios del servicio (niños, adultos mayores, personas con discapacidades, etc.) por medio de pantallas inteligentes ubicadas en cada estación, permitiéndole a su vez planificar un recorrido que se acople mejor a su necesidad.

Además de lo anterior, por medio de inteligencia artificial y Big Data se pretende que estos mismos datos sean de ayuda para que el personal a cargo de la movilidad de estos buses tome decisiones en beneficio del mejoramiento de la prestación de este servicio público, logrando aumentar aún más su uso y confiabilidad, lo que a su vez se reflejará en una mejora en la financiación en la infraestructura y seguridad de la red de transporte junto con un posicionamiento en la prestación de este servicio a nivel nacional.

6. Análisis de Requerimientos

6.1. Matriz DOFA

Matriz DOFA			
DEBILIDADES (-)		AMENAZAS (-)	
1	No hay constante actualización en información relacionada con las rutas. Por ejemplo: eliminación o implementación de una ruta.	1	Colapso en el sistema debido a la poca capacidad responsiva gente a la alta demanda del servicio.
2	Altos niveles de inseguridad en el servicio.	2	Diminución en los niveles de percepción en cuanto a calidad y confianza debido a la inseguridad y tiempos de demora en el servicio.
3	Baja capacidad de la flota de buses que junto con la demora en el servicio genera alta congestión de usuarios, especialmente en horas pico.	3	Falta de cultura ciudadana en empleados y usuarios.
4	Poco uso de tecnologías sostenibles que contribuyan al crecimiento económico, social y ambiental.	4	Retraso en rutas debido a congestiones viales, vías en mal estado o situaciones de afectación al orden público.
FORTALEZAS (+)		OPORTUNIDADES (+)	
1	Cuenta con una integración entre todos sus servicios (complementario, urbano, alimentador, etc.) que permite un mejor flujo entre rutas.	1	Interacción con usuarios de todas las edades que permite mayores oportunidades de inclusión.
2	Posee una infraestructura vial que permite la fácil movilización por casi toda la ciudad.	2	Tiene planes de responsabilidad social, ambiental y económico, en búsqueda de la promoción de valores y objetivos corporativos.

3	Proporción de incentivos por hacer uso frecuente del servicio. Por ejemplo: descuentos en el pasaje.	3	Busca incrementar la confiabilidad y calidad en su servicio, para que este sea usado por más personas y genere una percepción como mejor alternativa de transporte.
4	Transporte público de uso económico y fácil acceso.	4	Creación de alianzas estratégicas con otras entidades, para el aumento del uso tecnológico en el sistema.

Tabla 1. Matriz DOFA

Fuente: elaboración propia

6.2. Comportamiento

El sistema de gestión de seguimiento de rutas SITP, estará compuesto con una base de datos inicial, que tendrá información tal como la cantidad de buses que operan en la ciudad, ya sea urbano (Azules), Complementario (Naranjas) y Especial (Vinotinto). También la cantidad de paraderos existentes en funcionamiento y próximos a iniciar su labor.

Una vez recolectados los datos iniciales, se procederá a iniciar la operación de los buses zonales, donde previamente cada uno deberá contar con un GPS, además las estaciones tendrán una pantalla informativa de la ubicación exacta de cada bus en ruta, su tiempo de llegada, ocupación velocidad, etc.

Con la información que nos provee el GPS, se alimentara la base de datos, donde se podrán tomar mejores decisiones para agilizar los tiempos en los recorridos y la capacidad de pasajeros que necesita la ruta. Además de que el sistema poco a poco aprenderá a tomar las decisiones por sí mismo y evitar errores humanos.

6.3. Restricciones

El tiempo juega un papel muy importante ya que no solo dependerá de la elaboración del software, sino que también de entidades externas que se encargaran de la elaboración e instalación de las pantallas que se van a ubicar en los paraderos. También de la instalación de los GPS de los buses.

El alcance de este proyecto principalmente es ayudar a las personas que utilizan el servicio, a que sus desplazamientos sean lo más eficientes posibles y lograr ahorrar tiempo que pueden aprovechar de otra manera.

El presupuesto del proyecto será algo elevado ya que el SITP, cuenta con 7387 buses operativos de las cuales todos deben de tener un GPS, además de los 7531 paraderos que deben contar con la pantalla informativa. (Transmilenio, 2022)

6.4. Calidad Esperada

Se espera que el sistema de gestión de seguimiento de rutas SITP, cumpla con todos los requisitos propuestos, de una manera donde se pueda planificar la gestión de la calidad y gestionar la misma, por último, controlaremos la calidad, registrando minuciosamente los resultados que obtengamos a lo largo del proyecto.

6.5. Requerimientos Funcionales

- Entrada de datos:
 - Ubicación en tiempo real de los buses en circulación.
 - Cantidad de pasajeros en cada uno de los buses.
 - Hora de inicio de la ruta.
 - Tiempo estimado de llegada al paradero.
 - Retrasos en la vía.

- Distancia entre Buses de la misma ruta.
- Periodicidad de salida de la ruta.
- Tipo de bus.
- Buses en circulación.
- Buses en talleres.
- Operaciones para realizar con los datos
 - Calcular los tiempos que tardaría un bus en llegar al paradero.
 - Establecer nuevas rutas.
 - Periodicidad de envío de rutas.
 - Tipos de buses por cada ruta.
- Datos de salida y reportes
 - Brindar con exactitud a los usuarios un tiempo estimado de llegada de la ruta a usar.
 - Brindar al usuario la mejor ruta para su destino.
 - Tiempo estimado de llegada al paradero final.
 - Cantidad de pasajeros movilizadas por rutas.
- Usuarios que interactúan con el sistema
 - Personal de rutas
 - Desarrolladores

6.6. Requerimientos No Funcionales

- Rendimiento

Para que el rendimiento del software sea el adecuado se realizaran diferentes pruebas orientadas a la optimización de este con el fin de mejorar su eficacia.

- Pruebas de Carga. Se comprueba si el sistema es capaz de asumir la carga esperada, con tiempos de respuesta aceptables y consumos de recursos que no pongan en peligro la producción.
- Pruebas de Capacidad. Se obtienen los límites de funcionamiento del sistema y los elementos que limitan el rendimiento dentro de la plataforma.
- Pruebas de Estabilidad. Permiten garantizar el correcto uso de los recursos por parte de la aplicación durante un periodo prolongado de tiempo.
- Pruebas de Estrés o sobrecarga. Se somete al sistema a un nivel de carga por encima de lo esperado, pero que puede llegar a producirse bajo determinadas circunstancias.
- Pruebas de Picos. Se comprueba el comportamiento del sistema ante cambios bruscos en la carga.
- Pruebas de Aislamiento. Se comprueba el correcto funcionamiento de cada uno de los elementos que forman arquitecturas complejas.
- Pruebas de Regresión. Se compara el rendimiento actual de una aplicación con el que tenía antes de una implantación.

(MTP, s.f.)

- **Confiabilidad**

Se mantendrá una precisión adecuada para mantener los errores mínimos en el proceso y tener controlado lo máximo posible las fallas más comunes:

- Comprobación inadecuada
- Problemas relacionados con cambios en la administración
- Falta de control y análisis continuados
- Errores en las operaciones

- Código poco consistente
- Ausencia de procesos de diseño de software de calidad
- Interacción con aplicaciones o servicios externos
- Condiciones de funcionamiento distintas (cambios en el nivel de uso, sobrecargas máximas)
- Sucesos inusuales (errores de seguridad, desbordamientos en la difusión)
- Errores de hardware (discos, controladores, dispositivos de red, servidores, fuentes de alimentación, memoria, CPU).
- Problemas de entorno (red eléctrica, refrigeración, incendios, inundaciones, polvo, catástrofes naturales)

(Carolina, 2005)

- Disponibilidad

El sistema tendrá la capacidad de soportar una operación bastante alta, es decir que la disponibilidad deberá ser 24/7, para lograr esto no debe presentar ningún error, y para evitarlo se realizarán prevenciones dentro del software el cual van a utilizar mecanismos que garanticen la continuidad del sistema. Otro punto importante para recalcar es que si se llega a presentar una falla el sistema emitirá una alerta, para que este incidente se pueda solucionar en la mayor brevedad posible.

- Seguridad

Se implementarán políticas de seguridad definidas por el organismo de transporte SITP, y, además, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Autenticación: esto se podrá realizar a través del aplicativo por medio de un usuario y una contraseña.

- Roles: Una vez adentro del aplicativo se podrá controlar la forma de cómo se visualice o que podrá mostrar y que no, esto se hará a través de los siguientes roles:
 - ✓ Administrador (Personal encargado de manejar la aplicación)
 - ✓ Usuario (Personas ajenas a la aplicación)
 - ✓ Desarrollador (Personal encargado del software)

Cada uno de los roles anteriores tendrá una serie de limitaciones en el sistema, ya sea de Creación, modificación, Inhabilitación y lectura.

- **Mantenibilidad**

Este nuevo sistema entrara en una fase de pruebas antes de su lanzamiento, para corregir error que no se pudieron tener en cuenta en la fase de ejecución, sin embargo, una vez en funcionamiento, también se podrán corregir fallos detectados y dar un soporte adecuado, hacer modificaciones que permitan que el software tenga un crecimiento y a su vez se pueda adaptar a los cambios influyentes en el sistema de transporte.

7. Marco de Referencia

7.1. SITP

Es el Sistema de Transporte Integrado de Bogotá estructurado “como instrumento que garantizará mejor calidad de vida de los ciudadanos, optimizando los niveles de servicio para viajes que se realizan en la ciudad” (Transmilenio, 2022). Por medio de correcta administración y continua implementación de los servicios de este sistema se busca llevar “un transporte más organizado, seguro, económico y accesible, garantizando calidad de vida y mayor eficiencia” (Transmilenio, 2022)

7.1.1. Servicios del Sistema

- **Troncales:** se le conoce así a la flota de vehículos rojos y largos que recorren corredores viales exclusivo, el Transmilenio, estos inician y terminan su recorrido en portales o estaciones de Cabecera y solo se pueden detener a dejar y recoger pasajeros en las estaciones, conforme a una planeación previa y a un riguroso control en tiempo real, el acceso al sistema se hace por medio de la tarjeta “tullave”. (Transmilenio, 2022)
- **Alimentadores:** es la flota de vehículos verdes que se integran con el servicio troncal y concentran la demanda de un sector específico hacia el Sistema Transmilenio. Su finalidad es dar acceso desde los barrios cercanos al sistema sin pagar doble viaje. (Transmilenio, 2022)
- **Urbanos:** a este servicio pertenece la flota de vehículos azules que transitan por los carriles mixtos y las principales vías de la ciudad. Cada ruta cuenta con un número específico de buses al igual que paraderos establecidos, para el ingreso a ellos se requiere pagar con la tarjeta “tullave” y detener el bus levantando un brazo, al igual que anunciar

la parada con anticipación para salir del sistema dado que, a diferencia del Transmilenio, no se detienen en cada paradero de la ruta. (SITP, 2019)

- Complementario: a este servicio pertenece la flota de vehículos naranja, su finalidad es movilizarse desde y hacia las zonas aledañas y a los accesos peatonales de algunas de las estaciones de Transmilenio. A diferencia del servicio urbano esta ruta no conecta diferentes zonas, por ejemplo, transitando solo por Usaquén, sin embargo, al igual que los buses azules se debe acceder haciendo uso de la tarjeta “tullave”. (SITP, 2019)
- Especial: se refiere a la flota de vehículos color Vinotinto, su objetivo es movilizar los usuarios desde y hacia las zonas periféricas de la ciudad, es decir aquellas a las que el sistema de transporte actual no llega. Al igual que en el servicio urbano, complementario y troncal se accede por medio de la tarjeta “tullave”. (SITP, 2019)

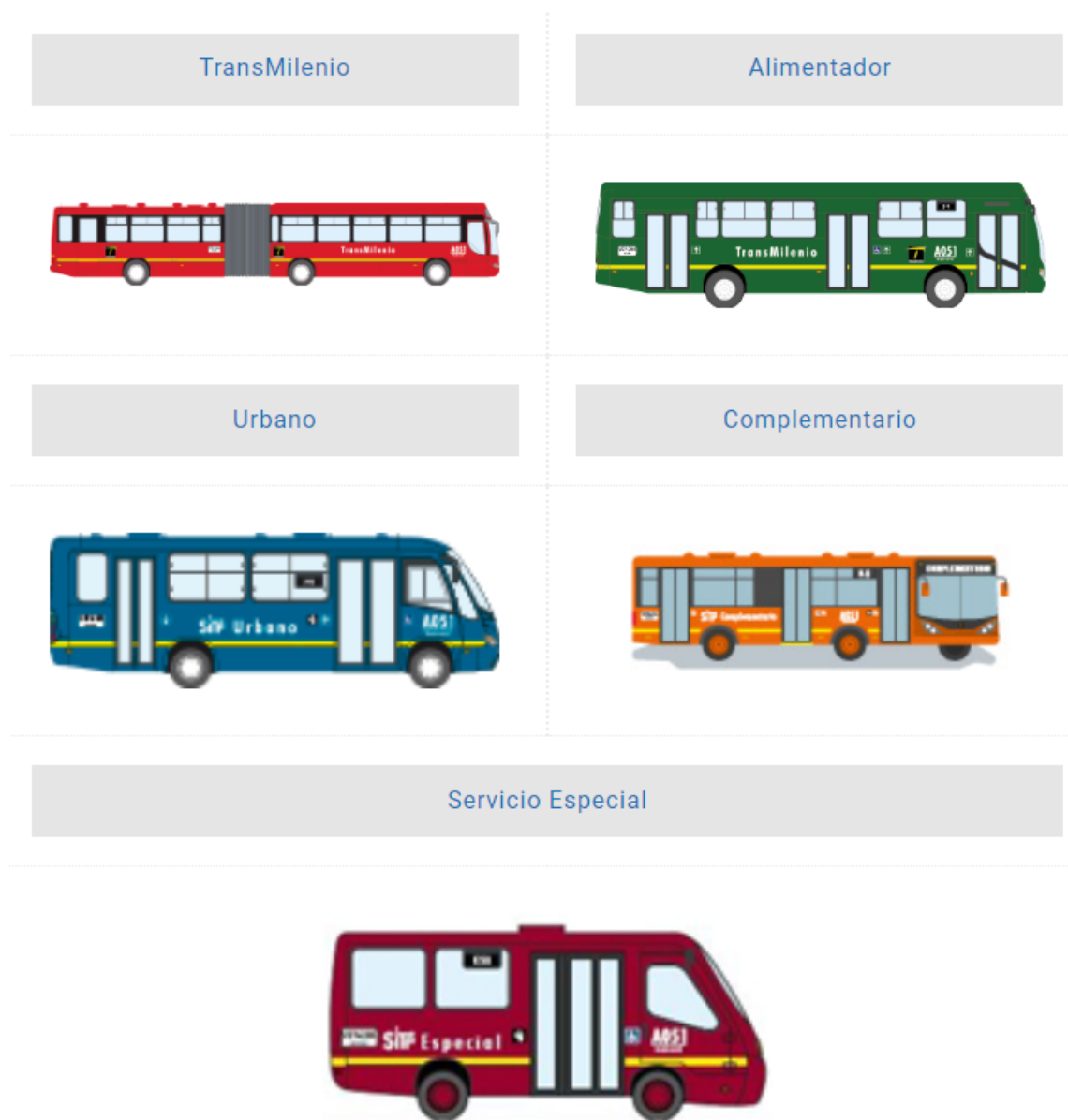


Ilustración 1. Servicios SITP

Fuente: SITP, 2020

7.2. Internet de las Cosas (IoT)

De acuerdo con la UIT (Unidad Internacional de Telecomunicaciones) IoT es una infraestructura de red global dinámica con capacidades de autoconfiguración basadas en protocolos de comunicación estándar e interoperables donde las cosas físicas y virtuales tienen

identidades, atributos físicos y personalidades virtuales, y usan interfaces de manera integrada en la red de información. (Llaneza, 2018)

Lo anterior es traducido por la consultora Gartner como la red de objetos físicos con tecnología embebida que les permite comunicar, sentir o interactuar con su estado interno o con su entorno exterior (). Este concepto engloba la comunicación de diferentes artefactos “desde juguetes, lavadoras, neveras, televisores hasta marcapasos, bombas de insulina, ascensores, coches o aviones altamente autónomos” (Llaneza, 2018)

La interconexión entre estos dispositivos genera datos “que son recogidos para conocer el comportamiento del individuo que los usa, pero, también, de manera acumulada, para definir patrones de comportamiento” (Llaneza, 2018). Esta información recolectada es usada en algoritmos e inteligencia artificial con el fin de mejorar el software de los elementos IoT y su capacidad de interpretación. (Llaneza, 2018)

7.2.1. Componentes de los Artefactos IoT

- **Sensores:** por medio de estos se puede recoger y transmitir información, física o química, a través de variables eléctricas o alteraciones de su entorno, por ejemplo, distancia, temperatura, aceleración, presión, sonido, posicionamiento GPS, entre otros. Estos permiten que los artefactos sientan su entorno antes de interactuar con él (Llaneza, 2018).
- **Actuadores:** por medio de estos se puede modificar las magnitudes físicas mediante la acción de encender, apagar, variar la potencia, la presión o la velocidad de diversos elementos como lámparas, válvulas, motores, termostatos, frenos, interruptores, etc. Estos permiten afectar e influir su entorno por medio de la realización de tareas o el cambio, a partir de la información recogida por medio de los sensores. (Llaneza, 2018)

- Hubs o Controladores: “centralizan las tareas de gestión, monitorización y control del resto de objetos o dispositivos IoT, y que aportan al dispositivo algunas capacidades de comunicación a corto, medio y largo alcance” (Llaneza, 2018).
- Comunicaciones: estas se dan a través de artefactos, por ejemplo, entre un monitor y unas gafas de realidad virtual. Estas comunicaciones pueden ser locales o extendidas como redes LAN (Local Area Network), redes domésticas, M2M (Machine to machine), wifi, entre otros. (Llaneza, 2018 cap1)

7.2.2. Tecnologías Usadas en el IoT

De acuerdo con Oracle (2022), entre las tecnologías que han hecho posible el IoT se encuentran:

- Acceso a sensores de bajo costo
- Conectividad, dada la gran cantidad de protocolos de red para internet que facilita la conexión y transferencia de datos entre artefactos.
- Plataformas de informática en la nube
- Aprendizaje automático y analítica, gracias a las plataformas en la nube se puede recopilar la información de forma más rápida y sencilla.
- Inteligencia artificial conversacional, por medio del procesamiento del lenguaje natural a los dispositivos IoT, un ejemplo son los asistentes de voz como Alexa o Siri.

7.2.3. IoT en la Industria

La aplicación del IoT en la industria hace referencia a su uso “especialmente con respecto a la instrumentación y control de sensores y dispositivos que utilizan tecnologías en la nube” (Oracle, 2022). El internet de las cosas es usado principalmente en la automatización y control inalámbrico de procesos, sin embargo, con el uso de otras tecnologías como las plataformas en la

nube, las industrias pueden las industrias pueden lograr una nueva capa de automatización y con ella crear nuevos ingresos y modelos de negocio (Oracle, 2022).

Algunas áreas de la industria en la que se puede ver su aplicación son: la fabricación, la automotriz, comercio minorista, sector público, seguridad y transporte y logística, entre otras (Oracle, 2022). A través del IoT las diferentes organizaciones podrán administrar y optimizar procesos, mejorar la experiencia del cliente, reducir costos de operación, tomar decisiones de acuerdo con eventos externo, como por ejemplo el cambio climático, detectar fallas en artefactos, etc. (Oracle, 2022).

7.3. Big Data

El concepto Big Data nace a partir de la obtención masiva de datos de las áreas de la astronomía y la genética, y la imposibilidad de procesar la gran cantidad de información por medio de técnicas tradicionales (Casas y Nin, 2019). Por lo tanto, Big Data es “el conjunto de estrategias, tecnologías y sistemas para el almacenamiento, procesamiento, análisis y visualización de conjuntos de datos complejos” (Casas y Nin, 2019)

7.3.1. Atributos del Big Data

De acuerdo con Doug Laney, los atributos principales del Big Data son tres: volumen, velocidad y variedad. Sin embargo, se consideran otros dos como secundarios: veracidad y valor (López y Zarza, 2017).

- Volumen: “representa la frontera que separa aquellos problemas que para ser abordados y resueltos de forma correcta y eficiente requieren del manejo de tal cantidad de información que limita la aplicación de métodos de cómputo tradicionales” (López y Zarza, 2017. Pág. 61).

- Velocidad: hace referencia a una característica propia de los problemas relacionados con Big Data, manejar un flujo constante de datos. Parte de dos derivaciones: el buffering, es decir la adquisición de datos a procesar, y la segunda el procesamiento a alta velocidad dentro de un tiempo definido (López y Zarza, 2017. Pág. 61).
- Variedad: “propiedad que refleja la diversidad tanto en el origen como en el formato de los datos que se utilizan en el cómputo, incluyendo datos estructurados y no estructurados” (López y Zarza, 2017. Pág. 61).
- Veracidad: esta se relaciona con el principio de certeza de los datos y al proceso de entrada de datos (López y Zarza, 2017. Pág. 61).
- Valor: esta propiedad, a diferencia de la veracidad, se relaciona con el resultado obtenido. Lo anterior, dado que “permite obtener un mayor valor estratégico y de negocio” (López y Zarza, 2017. Pág. 61).

7.3.2. Big Data y el Transporte

A partir de los datos recogidos por medio del Big Data y los componentes de los artefactos IoT, como los sensores, se ha logrado “monitorizar y analizar diferentes procesos de la movilidad urbana” (). Entre algunos de los datos recogidos resaltan “las velocidades de circulación, la distribución de los viajes, la carga de la red, los problemas de agrupamientos de autobuses, los accidentes de tráfico, etc.” (Gutiérrez et al, 2020).

Dado al crecimiento del parque automotor en varias ciudades del mundo por medio del Big Data se busca avanzar en modelos de planificación y gestión sostenibles, que garanticen el funcionamiento del sistema económico, promuevan la equidad social y sean respetuosos con el medio ambiente por medio de uso eficiente y equilibrado del transporte, especialmente una planificación más inteligente del transporte público (Banister citado por Gutiérrez et al, 2020).

Esta obtención de datos se hace por medio de la geolocalización a través de dispositivos GPS que “registran, con gran precisión, la localización de los individuos y los vehículos en el espacio y en el tiempo, suministrando información de gran calidad sobre las características de los viajes” (Gutiérrez et al, 2020).

7.4. Inteligencia Artificial

De acuerdo con Oracle (2022) la Inteligencia Artificial “se refiere a sistemas o máquinas que imitan la inteligencia humana para realizar tareas y pueden mejorar iterativamente a partir de la información que recopilan”, algunas formas en las que se presenta son en chatbots, asistentes digitales, motores de recomendación, entre otros.

El objetivo de la inteligencia artificial es desarrollar modelos conceptuales, procedimientos de reescritura formal de esos modelos y estrategias de programación y máquinas físicas para reproducir de la forma más eficiente y completa posible las tareas cognitivas y científico-técnicas más genuinas de los sistemas biológicos a los que hemos etiquetado de inteligentes (Mira y Delgado, 1995b citado por Méndez, 2008).

7.4.1. Inteligencia Artificial, Beneficios y Usos

Dado que la finalidad de la Inteligencia Artificial es replicar la percepción y reacción de los humanos de su entorno, esta se ha vuelto un gran avance de innovación que puede agregar valor a diferentes áreas al “proporcionar una comprensión más completa de la abundancia de datos disponibles y confiar en las predicciones para automatizar tareas excesivamente complejas o mundanas” (Oracle, 2022).

Gracias a la automatización de procesos y tareas a través de IA el rendimiento y productividad de una empresa aumenta sustancialmente, por ejemplo, “Netflix utiliza el machine learning para

proporcionar un nivel de personalización que ayudó a la empresa a aumentar su base de clientes en más del 25% en 2017” (Oracle, 2022).

De acuerdo con Harvard Business Review (citado por Oracle, 2022) los usos de la Inteligencia Artificial son principalmente:

- Detectar y disuadir intrusiones de seguridad
- Resolver problemas tecnológicos de los usuarios
- Reducir el trabajo de la gestión de producción
- Medir el cumplimiento interno en el uso de proveedores aprobado

7.5. Geolocalización

La geolocalización “es una herramienta de comunicación entre la oferta y la demanda en un mundo SoLoMo (social, local y móvil) que diariamente genera una cantidad ingente de información” (López, 2016). De acuerdo con el Laboratorio Inteco (citado por López,2016) “el término geolocalización comprende la conjunción de una serie de tecnologías que tienen como fin la utilización de información vinculada a una localización geográfica del mundo real”.

La geolocalización comprende tres elementos:

- Dispositivo hardware: este “actúa como plataforma en la que se desarrolla el proceso (puede tratarse de un ordenador de sobremesa, un ordenador portátil, un dispositivo móvil, un navegador GPS, una cámara de fotos, etc.” (López, 2016)
- Programa de software: el cual “ejecutará el proceso de geolocalización según su implementación” (López, 2016).
- Conexión a Internet: esta actúa como “medio de obtención e intercambio de información y, en ocasiones, como sistema de almacenamiento y procesamiento” (López, 2016).

8. Análisis de Restricciones

8.1. Ambientales

Uno de los objetivos del sistema de gestión de seguimiento de rutas, es que aporte datos que ayuden a que la movilidad de la ciudad de Bogotá sea más eficiente y que se pueda tomar una decisión más precisa acerca de las rutas. Por ende, cabe la posibilidad que el software sugiera el aumento de rutas en ciertas zonas de la ciudad. Lo cual la contaminación ambiental tendría un incremento significativo.

Según la red de monitoreo de calidad del aire de Bogotá Para el año 2021, los promedios anuales de las estaciones Carvajal - Sevillana y Puente Aranda fueron los más altos de la ciudad, con 2138.0 y 1131.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente, con lo cual predominan las altas concentraciones de CO al suroccidente de la ciudad, mientras que el menor promedio se observó en Colina con 484.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. (Bogotá, 2022). Es decir que, si llega el caso de incrementar el flujo de rutas en estos sectores, sería un gran problema para el medio ambiente lo cual imposibilitaría tomar una buena decisión para el transporte público.

Para el primer trimestre del 2022 Se observa que la condición “favorable” se registró en mayor proporción en la mayoría de las estaciones, registrando el mayor porcentaje de datos en Centro de Alto Rendimiento y Min Ambiente, con un 99% del mes. Las estaciones Kennedy y Móvil Fontibón registraron un porcentaje alto de la condición “moderada” con un 44 y 48% del mes respectivamente. (Bogotá R. d., 2022).

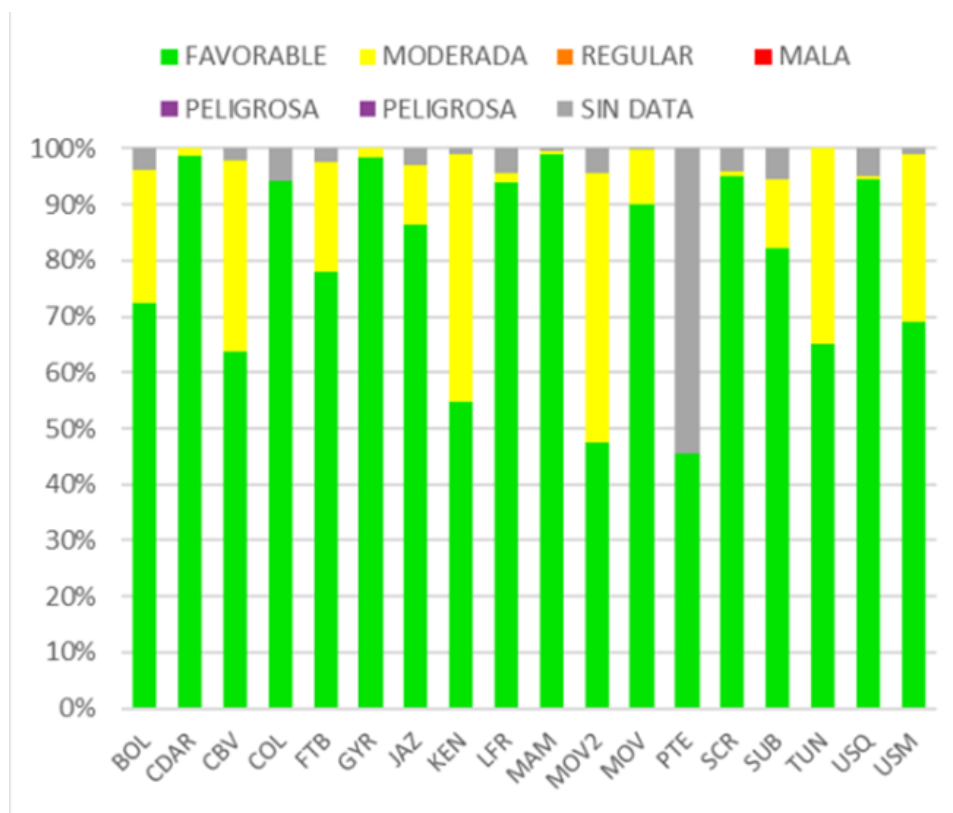


Ilustración 2. Calidad de aire Bogotá

Fuente: (Bogotá R. d., 2022)

Muchos estudios realizados por la Universidad Nacional, la Universidad de los Andes y la Universidad de la Salle han demostrado que los vehículos contribuyen de manera significativa las emisiones del contaminante atmosférico. Ya sean camionetas, buses, busetas, taxis, camiones, motos, etc. Y más importante aún es que aquellos vehículos que funcionan con combustibles diésel, generar más emisiones de material particulado, especialmente si estos motores tienen tecnología adecuada para el control de emisiones, como lo son los filtros de partículas.

Es un alivio que Los buses del Sistema Transmilenio son de tecnologías euro II, euro III, euro IV y euro V, los cuales cuentan con niveles bajos de emisión de gases contaminantes; razón por la cual cumplen con la normatividad vigente para la protección del medio ambiente y reducción

de los índices de contaminación expedidos por el Ministerio de Ambiente, secretaria Distrital de Ambiente y Secretaría de Movilidad.

En términos medio ambientales, la transformación de la ciudad con la aparición del sistema es evidente en términos visuales y de percepción urbanística. Los buses del Sistema Transmilenio cada vez adquieren más tecnología para que bajen los niveles de emisión de gases contaminantes.

8.2. Económicas

los recursos del Estado Colombiano serán siempre una preocupación constante sobre las entidades que ejercen el control, de los ciudadanos y de los diferentes medios de comunicación. Es por lo que Invertir en ciencia, tecnología e innovación, es muy importante para el desarrollo económico del país y el progreso social. Actualmente, la investigación y los avances en el campo de las tecnologías sostenibles han contribuido al progreso económico y social al mismo tiempo que se crea un respeto por el medio ambiente y se construyen sociedades aún más inclusivas y ecológicas. Además, la UNESCO apoya a los países en sus inversiones en materia de CTI para el desarrollo sostenible.

La financiación del sistema de gestión de seguimiento de rutas es un problema grande. Ya que se requieren una serie de políticas claras para financiar la Ciencia la tecnología y la innovación, con una asignación directa del presupuesto general de la nación. El presupuesto estatal debe mantenerse y crecer progresivamente de acuerdo con las necesidades del sistema y del país.

En la gran mayoría de los gobiernos entrantes prometen muchos incrementos en el porcentaje del PIB para fortalecer la Ciencia la tecnología y la innovación, promesas que se vuelven mentiras, Además de que se han visto casos que han disminuido los recursos ya asignados para tal actividad. Entonces, Para que Colombia se desarrolle como un país tecnológico es fundamental invertir dinero de forma constante y que realmente signifique un aporte grande para

esta actividad. Está comprobado que solo cuando el Estado ha demostrado su compromiso con la financiación de la ciencia, la tecnología y la innovación, la empresa privada comienza a interesarse en este tipo de inversión.

8.3. Legales

La investigación en una nación, la conlleva a superar rápido el desarrollo científico y tecnológico y a llegar a tener una posición entre las mejores del mundo. “Es por esto por lo que los países desarrollados destinan entre el 1.5 y el 3.9 por ciento de su producto interno bruto para investigación y desarrollo, lo que les permite ejecutar proyectos estratégicos que les aumentan la productividad, o repercuten en mejoras de su calidad de vida”. (Bank, 2007)

Países como China, Japón, algunos de Europa y recientemente Corea, han basado su expansión y posicionamiento político en la inversión en investigación científica y tecnológica.

Al contrario, un país que no invierte en investigación y que no innova en su tecnología, se está hundiendo a continuar dependiendo de los avances de otros, pagando precios muy altos que tiene la adquisición de estas nuevas tecnologías.

Colombia es un país que adopta las tecnologías rápidamente y esto hace que esté pagando también el costo que implica su adquisición, gran parte del cual es asumido en primera instancia como gasto privado, bien sea de las empresas o las personas. De esta manera las empresas mejor posicionadas y las personas con mejores ingresos son las que se benefician primero de las nuevas tecnologías, comportamiento inequitativo desde el punto de vista socioeconómico.

La nueva Ley de Ciencia, Tecnología e Innovación, pretende articular precisamente el sector productivo con el sector académico (Universidad - Empresa) a fin de que se pueda hacer una sinergia que le permita a este país salir de su estado de consumidor crónico de tecnologías e investigaciones desarrolladas por otros, a ser un país que las genere buscando el bien de todos, en

la consolidación de una nueva sociedad y economía basadas en el conocimiento (Artículo 7, numeral 4 Ley 1286 de 2009 (enero 23)).

Adicionalmente, la Ley busca promover nuevas generaciones de "investigadores, emprendedores, desarrolladores tecnológicos e innovadores" (Artículo 3, numeral 6 Ley 1286 de 2009 (enero 23)).

8.4. Salud y seguridad

A pesar de que el SITP es uno de los principales servicios de transporte público en la ciudad de Bogotá, sus usuarios están medianamente conformes, y con el transcurso del tiempo su inconformidad va en aumento siendo la inseguridad uno de los aspectos principales de esta opinión. Podemos comprender rápidamente este sentimiento gracias al documento “Resultados encuesta de percepción a los usuarios sobre las condiciones, calidad y servicio del Transmilenio, SITP y TPC – 2016” (Cámara de Comercio de Bogotá, 2016) el cuál es el estudio más reciente realizado por esta institución. Tras el análisis de los datos se observa que la satisfacción de los ciudadanos usuarios del SITP va disminuyendo con el pasar de los años, teniendo una media de satisfacción de 2.6 (hasta el año 2015) en un rango del 1 al 5 (siendo 5 muy satisfecho y 1 insatisfecho). Adicional a esto, vemos que a pesar de que los usuarios recomendarían el servicio en un 50%, el 80% de los encuestados volverían a usar el SITP.

Estos datos son preocupantes debido a que se evidencia que los usuarios manifiestan que la inseguridad de este servicio va en aumento año tras año. Uno de los escenarios de mayor inseguridad que se presenta es en los paraderos y estaciones, comprendiéndose como los paraderos más peligrosos; “007b11 Lucero Sur; 341a11 Meissen, 593a11 San Carlos, 031b11 Arborizadora baja, 012a13 Atenas, 154a06 Av. Ferrocarril, 154d08 Providencia Norte, 207a08

La Guaca, 335a08 Milenio Plaza y 002a11 San Benito, con un total de 46 hurtos.” (Gómez Posada, 2022).

Si nos dirigimos a varias de las estaciones ubicadas al sur de la ciudad, encontraremos que los paraderos están en mal estado, con los carteles rotos, los postes de señalización arrancados, y la ubicación en zonas muy solitarias, lo que lleva a que el servicio tenga una mala popularidad entre los ciudadanos y usuarios de este. (ilustración 3)

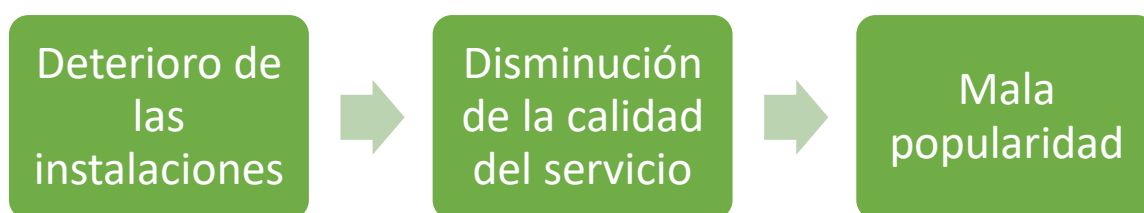


Ilustración 3. Secuencia de impopularidad, creación propia

Fuente: elaboración propia

Ya que el proyecto busca poner una pantalla en cada paradero para que los usuarios tengan libre acceso a ellas, se debe buscar la manera de que los ciudadanos no se sientan vulnerables mientras hagan uso del dispositivo, para ello se pondrán los monitores en puntos estratégicos de la ciudad, evitando los paraderos con mayor inseguridad como los mencionados anteriormente, y enfocando las primeras instalaciones en aquellos puntos de la ciudad con menor riesgo para la salvaguardar a los usuarios.

8.5. Sociocultural

Dentro de las restricciones socioculturales que se pueden presentar cuando el proyecto esté en su primer piloto en producción están:

- **Accesibilidad:** Teniendo presente que los usuarios de SITP pueden tener diferentes limitaciones físicas, el sistema debe estar diseñado para que pueda ser de fácil acceso a la mayoría de los ciudadanos. Esto se puede abarcar desde dos puntos:

- **Seguir las buenas prácticas para el desarrollo de software inclusivo**

Actualmente existen muchas formas de desarrollar software accesible para personas con diversas limitaciones, una de ellas es la que nos expone el consorcio World Wide Web (W3C), donde nos presenta unos principios de accesibilidad que se pueden implementar en el momento de desarrollos de un aplicativo, donde se pueden encontrar lineamientos para las siguientes categorías (Shadi Abou, 2019):

- Información perceptible e interfaz de usuario
- Navegación e interfaz de usuario operable
- Información comprensible e interfaz de usuario
- Contenido robusto e interpretación confiable

- **La instalación debe ser adecuada para el fácil acceso de adultos mayores, personas en sillas de ruedas y gente pequeña.**

El sistema integrado, ha trabajado para que dentro de los vehículos exista la facilidad de acceso a las personas en silla de rueda brindando plataformas en algunos buses y diseñando el espacio interior para que fácilmente se puedan acomodar. A los adultos mayores también es brindan el uso de las sillas azules que

están destinadas exclusivamente a ellos. Pero en lo referente a los lectores ubicados en las estaciones y las taquillas para recargar el pasaje. Están a una altura de difícil acceso tanto para personas en sillas de ruedas como para personas de baja estatura.

Para que un usuario que alcanza cierta altura pueda acceder al panel propuesto en este proyecto se debe evaluar, como lo mencionó el arquitecto Ron Mace, un **diseño universal**, el significado de este término es “[...] para describir el concepto de diseñar todos los productos y el entorno construido para que sean estéticos y utilizables en la mayor medida posible por todos, independientemente de su edad, habilidad o estado en la vida.” (Center for Universal Design, 2008). En este caso se debe tener en cuenta los principios del diseño universal (DENISSE BERNARDA, 2017, pág. 10) a la hora de la creación del prototipo, los cuales son:

- Uso equitativo
 - Uso flexible
 - Simple e intuitivo
 - Información perceptible
 - Con tolerancia al error
 - Esfuerzo físico reducido
 - Tamaño y espacio para el acceso y uso
- **Tiempos:** Inicialmente al lanzar el proyecto piloto, el servicio no será 100% preciso, ya que la IA debe tener un cierto número de datos base para poder aprender del comportamiento de los usuarios, además del tiempo que debe tardar en recolectar la información necesaria para que con el tiempo sea más preciso. Se espera que los primeros

usuarios no reaccionen de la mejor manera a la poca probabilidad de imprecisión con los datos arrojados por el sistema, esto ligado a la inexactitud que actualmente experimentan los usuarios de los aplicativos que cumplen la función de estimar los tiempos de llegada de los buses.

A medida que el sistema vaya siendo más preciso, se espera que la percepción de los usuarios hacia el uso del sistema sea positiva, incentivando a más ciudadanos a hacer uso del SITP.

- **Aceptación tecnológica:** Se comprende como un desafío para las personas mayores que tiene poco o nulo conocimiento en el manejo de las nuevas tecnologías. Si se quiere que esta población pueda hacer uso de los paneles para la consulta de información asociada a las rutas del SITP, se debe buscar la manera de que los adultos mayores se familiaricen con el uso de esta herramienta, buscando que sea intuitiva y que brinde ayuda en el paso a paso de la realización de una consulta. Hay que tener presente que aún con el estudio para un diseño adecuado de esta tecnología para un fácil manejo, las personas llegan a cierto límite de edad donde van a requerir apoyo en sus actividades de otras personas, por lo que esta restricción no se podrá contrarrestar en su totalidad.

9. Metodología para la Selección y Desarrollo de la Solución

El presente trabajo se llevará a cabo desde un enfoque documental, teniendo en cuenta previas investigaciones y aplicaciones de la solución propuesta, seguimiento en tiempo real a buses de transporte público, tanto a nivel nacional como internacional. Esto con el fin de analizar la documentación encontrada e identificar aquellos puntos sobresalientes o con posibilidad de mejora y aplicarlos a nuestro trabajo, logrando satisfacer la problemática identificada.

Además de lo anterior, se hará uso de la metodología de investigación mixta (cuantitativa y cualitativa) dado que buscamos examinar la forma en que los usuarios perciben y experimentan el servicio actual de transporte público SITP profundizando en sus puntos de vista, interpretaciones y significados (Lindlof et al citado por Hernández y Mendoza, 2014. P. 430), principalmente relacionados con tiempos de espera, confiabilidad, eficacia, actualización y capacidad de la flota Urbana.

9.1. Población y Muestra

Se definió como objeto de estudio a aquellas personas entre los 15 y 60 años, ubicados en la ciudad de Bogotá y que hagan uso frecuente del sistema urbano SITP (buses azules). Por otro lado, también entrarán como parte del estudio aquellas personas que hagan uso de aplicaciones, como TransmiApp o Moovit, para obtener información referente a la ubicación y tiempo real de los buses antes mencionados.

9.2. Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos

Para la recolección y análisis de datos se tendrá en cuenta los siguiente:

- Definición de la finalidad de la información, es decir que busca responder.
- Establecimiento de las fuentes primarias y secundarias, todas deben representar un alto nivel de confiabilidad y veracidad.

- Aplicación de los instrumentos para la recolección de datos en la muestra definida.
- Organización de la información de acuerdo con los requerimientos definidos para el desarrollo del prototipo propuesto.

Los instrumentos de recolección a utilizar son:

- **Encuesta**

Se llevará a cabo encuestas con preguntas cerradas, esto con el fin de “reducir la ambigüedad de las respuestas y favorecer las comparaciones entre las respuestas (Johnson y Morgan, 2016; Burnett, 2009 citado por Hernández y Mendoza, 2018. Cap.9). Logrando obtener una percepción más objetiva del usuario frente al sistema de SITP Urbano relacionados con eficacia, rapidez y confiabilidad.

Lo anterior con el fin de determinar y analizar que las funcionalidades que se busca implementar en el prototipo efectivamente solucionen la problemática descrita.

- **Recopilación documental**

El uso de esta técnica tiene como finalidad conocer acerca de otros proyectos de este tipo tanto a nivel nacional como internacional, para así lograr identificar aquellas características propias e impacto positivo o negativo frente a la problemática, principalmente a nivel social, económico y ambiental; y a partir de ello determinar las funcionalidades y requerimientos del prototipo a proponer.

9.3. Selección de la alternativa

Para la selección de la mejor alternativa se tuvieron en cuenta los requerimientos funcionales y no funcionales, las restricciones, alcance y viabilidad, principalmente económica y temporal, para su desarrollo. Teniendo en cuenta los anterior, a continuación, se presentan las opciones analizadas.

Tabla 2. Opción 1 Desarrollo App

Opción 1. Desarrollo App		
Descripción: Desarrollo de una aplicación donde se encuentre la información en tiempo real de la ubicación y rutas actualizadas de los buses de SITP Urbano, disponible para iOS o Android.		
Criterios para evaluar	Descripción	Calificación
Alcance de la población	Personas con acceso a internet y celular	2
Diseño, desarrollo e implementación	Disponibilidad Android y iOS	5
Servicio del servidor	Almacenamiento de datos en la Nube	5
Disponibilidad	Disponible 24/7	5
Costos	Desarrollo, implementación, licencias, etc.	5
Tiempo de ejecución	Gradual, de 4 a 8 meses	4
Beneficios para el servicio	Acceso a un grupo limitado de usuarios, desconocimiento de su existencia, no disponible de forma inmediata, etc.	3
Promedio		4,14

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Opción 2 Desarrollo sistema de infraestructura tecnológica en las estaciones de SITP

Opción 2. Desarrollo sistema de infraestructura tecnológica en las estaciones de bus		
Descripción: Desarrollo de un sistema de gestión de seguimiento en tiempo real de los buses urbanos SITP por medio de GPS desde un terminal de consulta y transmitida en una red de pantallas ubicada en cada una de las estaciones.		
Criterios para evaluar	Descripción	Calificación
Alcance de la población	Todos los usuarios del sistema	5
Diseño, desarrollo e implementación	Disponibilidad en cada estación y centro de control	5
Servicio del servidor	Almacenamiento de datos en la Nube	5
Disponibilidad	Disponible 24/7	5
Costos	Desarrollo, implementación, licencias, etc.	3
Tiempo de ejecución	Gradual, de 12 a 24 meses	3
Beneficios para el servicio	Acceso inmediato a la información, acceso de personas con discapacidades, de la tercera edad o sin disponibilidad de internet o celular, etc.	5
Promedio		4,43

Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis de los criterios a evaluar se optó por la segunda opción, aunque está presente un mayor costo y tiempo para la implementación, el servicio estará disponible para todos

los usuarios que hagan uso del sistema de transporte urbano de manera inmediata, además de que la información será de más fácil recolección permitiendo que se tomen decisiones de manera oportuna para el mejoramiento del sistema, lo que a su vez generara un mayor beneficio relacionado con costo, tiempo, confiabilidad, organización, entre otros.

9.4. Análisis de Datos

Se realizó una encuesta (Anexo 1. Encuesta) de 14 preguntas a 90 personas, por medio de la cual se buscaba obtener información respecto a la percepción de los usuarios frente al servicio prestado en el SITP Urbano (buses azules).

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

1. ¿A qué grupo de edad pertenece?

[Más detalles](#)

Información

Menor de 18 años	3
18 a 25 años	48
26 a 36 años	27
37 a 46 años	3
46 años o más	9




Ilustración 4. Grupo de edad

Fuente: Google Forms

El servicio de SITP Urbano es usado principalmente por personas entre los 18 y 25 años, representando el 53% de los encuestados, seguido por el grupo de personas entre los 26 y 36 años, representando el 30% de encuestados.

2. ¿A qué estrato socioeconómico pertenece?

[Más detalles](#)

 Información




	Estrato 1 o Estrato 2	35
	Estrato 3 o Estrato 4	51
	Estrato 5 o Estrato 6	4



Ilustración 5. Estrato socioeconómico

Fuente: Google Forms

Del total de encuestados el 57% pertenecen a los estratos 3 o 4, seguidos por el 39% perteneciendo a estratos 1 o 2 y finalmente siendo parte de los estratos 5 o 6 el 4%.

3. ¿Por que utiliza el medio de transporte SITP?

[Más detalles](#)






	Es mi único medio de transporte	42
	Es más seguro	3
	Es más económico	14
	Es más rápido para llegar a mi d...	17
	Otras	14




Ilustración 6. Usos del SITP

Fuente: Google Forms

De acuerdo con los resultados el 47% de los encuestados usa el servicio de SITP Urbano porque es su único medio de transporte. Entre otras razones relevantes se encuentran rapidez para llegar al destino, es más económico o debido al pico y placa.

4. ¿Cuántas veces a la semana usa el SITP Urbano? (buses azules)

[Más detalles](#)

 Información





	1 a 3 veces	45
	4 a 6 veces	28
	7 a 9 veces	8
	10 o más	9



Ilustración 7. Frecuencia de uso

Fuente: Google Forms

El 50% de los encuestados hacen uso del servicio entre 1 a 3 veces por semana, el 31% entre 4 a 6 veces por semana y el 19% 7 veces o más.

5. ¿Qué otro medio de transporte usa para moverse?

[Más detalles](#)






	Transmilenio	65
	Automóvil	29
	Moto	14
	Bicicleta	22
	Otras	3



Ilustración 8. Transportes alternativos

Fuente: Google Forms

A parte de hacer uso del SITP Urbano, el 49% de los encuestados hace uso del Transmilenio, el 22% de automóvil y el 17% bicicleta. Otros medios de transporte usado son moto y caminar.

6. ¿Ha considerado adquirir una bicicleta, moto o automóvil en los últimos 6 meses?

[Más detalles](#)

Información

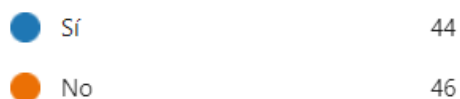


Ilustración 9. Compra medio de transporte

Fuente: Google Forms

El 51% de los encuestados no ha considerado adquirir moto, bicicleta o automóvil en los últimos 6 meses, por otro lado, el 49% sí.

7. Cuánto tiempo le toma

[Más detalles](#)

■ 0 a 5 min ■ 5 a 10 min ■ 10 a 15 min ■ 15 a 20 min ■ 20 min o más

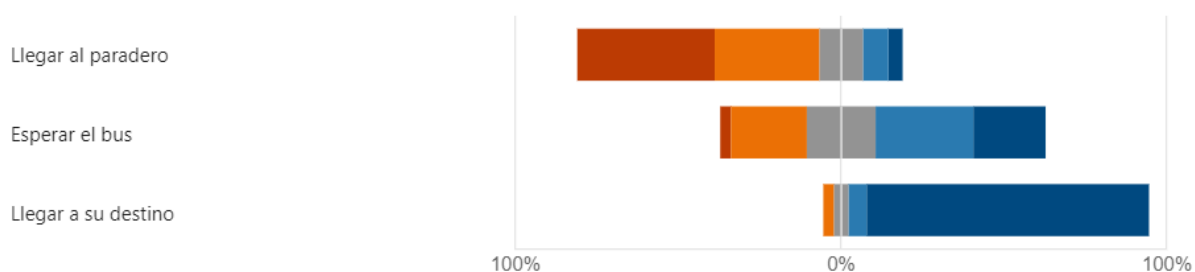


Ilustración 10. Tiempo en el servicio

Fuente: Google Forms

A la mayoría de encuestados (42.2%) le toma entre 0 y 5 minutos llegar al paradero de SITP más cercana. De igual manera al 30% le toma entre 15 y 20 min esperar que el bus llegue al paradero y al 86.7% le toma 20 minutos o más llegar al destino.

8. De 1 (siendo la menor calificación) a 5 (siendo la mayor calificación), califique los siguientes aspectos del SITP Urbano (buses azules)

[Más detalles](#)

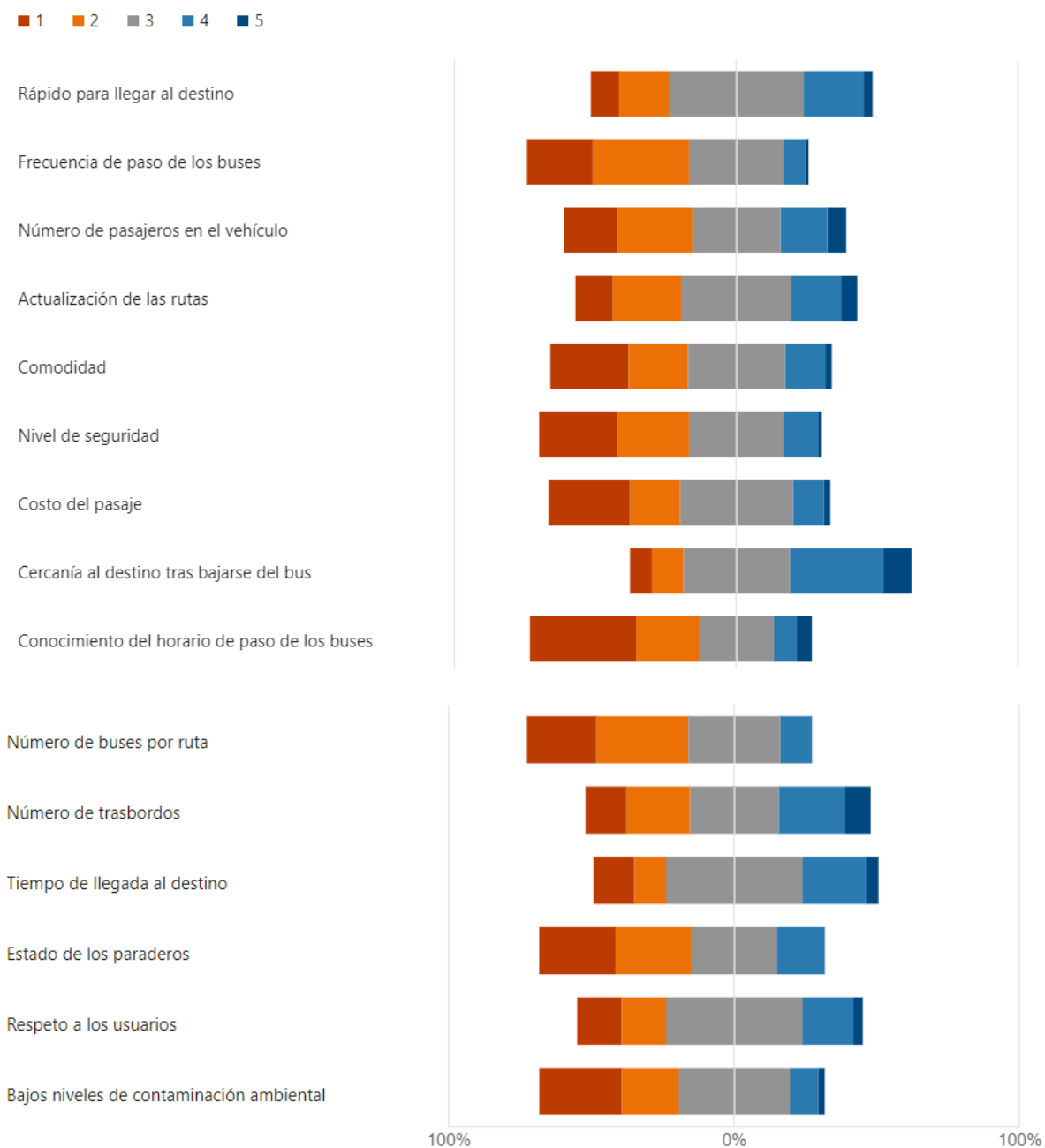


Ilustración 11. Calificación de factores

Fuente: Google Forms

Se puede observar que para la mayoría de los aspectos sobresalen las calificaciones 1, 2 y 3. Entre los factores con la menor calificación se encuentran la frecuencia de paso de buses, el conocimiento de los horarios de paso de los buses, el número de buses por ruta, el estado de los paraderos, el nivel de contaminación ambiental por parte del sistema, entre otros.

9. ¿Considera que el costo del pasaje es proporcional al servicio brindado en el SITP Urbano? (buses azules)

[Más detalles](#)

● Completamente de acuerdo	5
● De acuerdo	8
● Ni de acuerdo ni en desacuerdo	31
● En desacuerdo	32
● Completamente en desacuerdo	14



Ilustración 12. Costo pasaje vs servicio

Fuente: Google Forms

De acuerdo con los resultados el 36% de los encuestados no considera que el precio pagado por pasaje sea proporcional al servicio proporcionado por el sistema, el 34% no está ni de acuerdo ni en desacuerdo, el 16% completamente en desacuerdo y el 15% de acuerdo o completamente de acuerdo.

10. ¿Considera que el sistema de SITP Urbano (buses azules) ha mejorado en los últimos 2 años?

[Más detalles](#)

● Mejoró	30
● Sigue igual	46
● Empeoró	14



Ilustración 13. Calidad del servicio

Fuente: Google Forms

El 51% de encuestados considera que el servicio del sistema ha permanecido igual en los últimos 2 años, el 33% que mejoró y el 16% restante que empeoró.

11. ¿Conoce la aplicación "TransmiApp"?

[Más detalles](#)

[Información](#)

● Sí	66
● No	24



Ilustración 14. Conocimiento de TransmiApp

Fuente: Google Forms

De acuerdo con los resultados, el 73% de los encuestados conoce TransmiApp (aplicación del SITP), mientras que el 27% restante no.

12. A continuación, indique cuál de estas características le gustaría que se implementaran en el sistema de SITP Urbano (buses azules)

[Más detalles](#)

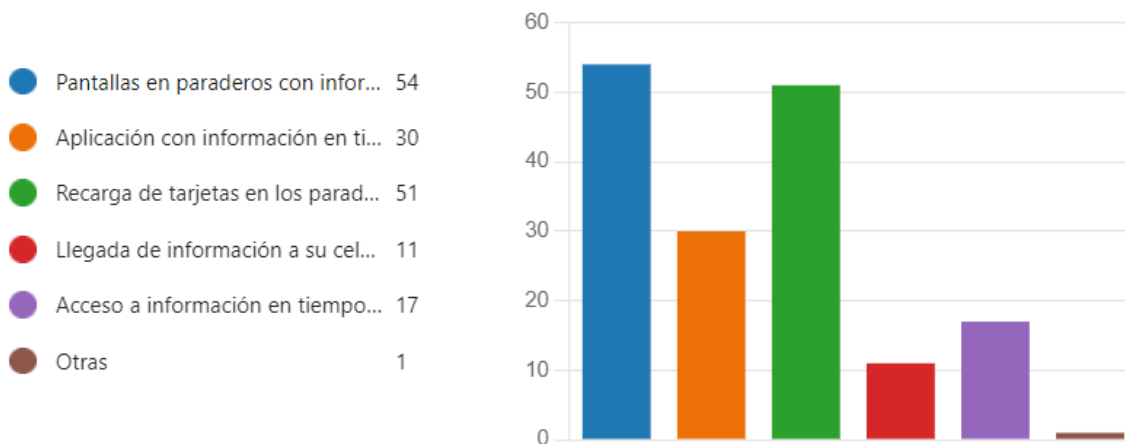


Ilustración 15. Características a implementar

Fuente: Google Forms

De acuerdo con los resultados, las características que más les gustaría a los encuestados que se implementaran en el sistema de transporte son pantallas en paraderos con información en tiempo real relacionada con los buses (tiempo de espera, ubicación del vehículo, rutas, número de vehículos por ruta, etc.) (54 respuestas), aplicación con información en tiempo real relacionada con los buses (tiempo de espera, ubicación del vehículo, rutas, número de vehículos por ruta, etc.) (30 respuestas) y recarga de tarjetas en los paraderos (51 respuestas).

13. A partir de la pregunta anterior, ¿considera que el servicio del SITP Urbano (buses azules) tendría una mejor calidad y eficiencia?

[Más detalles](#)



Ilustración 16. Aumento en la calidad del servicio

Fuente: Google Forms

El 92% de los encuestados considera que, con la implementación de las características de la pregunta anterior, el servicio del SITP Urbano mejoraría considerablemente en cuanto a calidad y eficacia.

14. Si se incluyera en el sistema de SITP Urbano (buses azules) alguna de las características de la pregunta 12, ¿consideraría hacer mayor uso del servicio?. Indique por qué sí o por qué no

[Más detalles](#)

Información

90

Respuestas

Respuestas más recientes

"Sí, podría planificar mejor mis viajes o buscar la mejor alternati...

"Si, según el día podría planificar y disponer de la ruta mas adec...

"Consideraría utilizarlo de manera mas frecuente, dado que con...

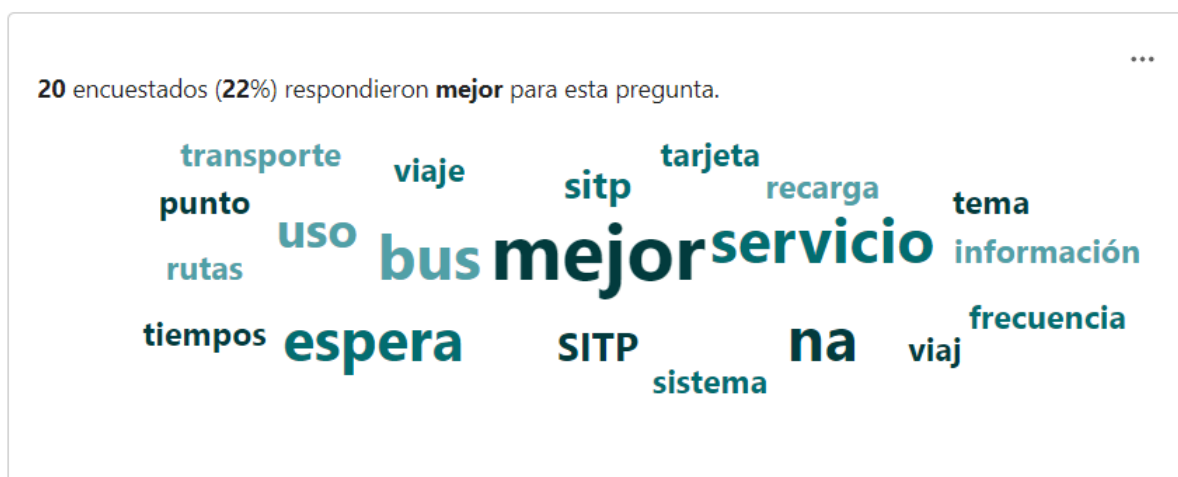


Ilustración 17. Aumento en el uso del servicio

Fuente: Google Forms

A manera general se puede observar que, con la implementación de un sistema de pantallas, aplicación, puntos de recargas en los paraderos, entre otras características; los encuestados piensan que el servicio mejoraría ya que podrían organizar mejor sus viajes, evitar perder demasiado tiempo, el servicio se optimizaría, habría mayor nivel de confianza, etc.

Algunas de las respuestas a esta última pregunta son:

“Si, porque a pesar de que TransmiApp tiene la información de las rutas y los paraderos es importante saber también el horario en el que puede pasar el bus. En una ruta, el tiempo de espera entre buses puede ser de hasta mayor a 40 minutos, sería bueno saber el tiempo de espera y así

mismo la ubicación del vehículo para estar informados. De igual manera considero que debería haber más puntos de recarga, no solo en las estaciones de Transmilenio, sino si se toma SITP que haya en los paraderos.” (Anónimo)

“La incertidumbre del momento real en el que pasará el bus es demasiado alta al igual que la frecuencia de estas. Si esa información se tuviera sería muy agradable a fin de no perder tiempo valioso y mejorar la sensación de la importancia del usuario en el sistema. Como Coca Cola debe vender felicidad.” (Anónimo)

“Consideraría que es favorable tener información en detalle del servicio SITP para así tener mayor confiabilidad y seguridad en la gestión que desempeña la empresa, en términos generales garantizaría el conocimiento del estado actual del servicio de transporte.” (Anónimo)

10. Tecnologías a Usar en el Proyecto

Para la implementación del modelo propuesto, se requiere la utilización de un conjunto de tecnologías que permitan el correcto funcionamiento del prototipo desde las centrales de información del SITP hacia los usuarios. Dentro de las tecnologías requeridas tenemos:

10.1. Automatización del trabajo del conocimiento

Cuando se habla del trabajo del conocimiento se hace referencia a trabajos que dependen principalmente de la capacidad del individuo para trabajar con la información (Ricardo). Al automatizar el trabajo del conocimiento se busca que por medio del uso de las tecnologías se automaticen trabajos que normalmente son repetitivos esto gracias a programación de diversos comandos de software. Esto nos permite hacer el uso de instrumentos de planificación y gestión de movilidad, como lo son:

- **Software de modelística avanzada:** modelística matemática “es la actividad que consiste en representar, manipular y comunicar objetos del mundo real con fórmulas y contenidos matemáticos y que, en alguna forma, permitan la simulación de procesos complejos, generen hipótesis y sugieran experimentos o métodos de validación.” (Mora & Arturo, 2017, pág. 20). Por lo sistematizar este proceso nos brinda herramientas de software de modelística avanzada que ayuda en la planificación de operaciones.
- **Sistemas de predicción de tráfico:** Este debe permitir el uso de modelos avanzados de análisis de datos del tráfico en la ciudad de Bogotá en tiempo real, permitiendo la recolección de información desde diferentes puntos de manera simultánea, lo que ayuda a realizar predicciones en el sistema. (hmong, s.f.)

10.2. Internet de las cosas

Conociéndolo como una red de objetos físicos conectados a través de internet, dan paso a la interacción y comunicación entre objetos, lo cuales pueden acceder a internet para recolectar datos que les permitan interactuar con humanos y el cual es producto de la cuarta revolución industrial. (Quiñones Muñoz, 2019).

Se implementará por medio de sensores viales que permitan el monitoreo y la supervisión del tránsito. Utilizando el tipo de sensor que haga uso de la red, esto con el fin de obtener gran cobertura en las zonas seleccionadas.

10.3. Realidad aumentada

Esta tecnología potencia los sentidos por medio de una lente la cual unifica la información del mundo real por medio de un mundo digital generando imágenes que representan al mundo en tiempo real (telefónica, 2011). Se dispondrá de una realidad aumentada simple de forma que sea accesible para todo el mundo. Se logrará así, simular la ruta de los buses según la necesidad del usuario, indicando también puntos altos y/o bajos de tráfico, rutas posibles, carreteras o vías por las que se transitará, etc.

10.4. Inteligencia artificial

Cuando una máquina tiene el potencial intelectual que le aporte la facultad de conocer, entender o comprender lo que ocurre en su entorno, es a lo que se le denomina inteligencia artificial (Inteligencia artificial: modelos, técnicas y áreas de aplicación, 2003). Esta ciencia tecnológica incorpora conocimiento a los procesos o actividades para que la máquina que los implemente tenga éxito en sus resultados.

Al utilizar esta tecnología se logra la analítica de video en los sistemas de control de tráfico, debido a la gran cantidad de cámaras que capturan imágenes y videos y la información que

pueden obtener todos los sensores instalados en la ciudad, el alto volumen de estos archivos almacenados podrán ser fácilmente analizados por la IA aumentando la eficiencia y rapidez de respuesta para la toma de decisiones y a su vez se estarán optimizando recursos (personal humano, instalaciones, equipos de cómputo, tiempo, etc.)

10.5. Pantallas con información entiendo real

Por medio de una pantalla ubicada en cada paradero, el usuario podrá recibir información como por medio de imágenes, gráficos, video y/o texto. En este caso, el usuario obtendría datos como la hora de llegada del servicio SITP, la información de las rutas, la disponibilidad de buses, estado del tráfico, etc. El beneficio de la implementación de este tipo de pantallas radica en cómo se presenta la información siendo accesible de manera visual y auditiva, y deberán estar dotadas con sensores táctiles infrarrojos para la interacción del usuario con el dispositivo.

Es requerido la resistencia del dispositivo, ya que estará en la intemperie por lo que su durabilidad, resistencia a impactos y al clima debe ser alta

10.5.1. Pantallas industriales:

Pantallas que se utilizan en establecimiento comerciales para transmitir información de forma especializada, ya que permite visualizar de manera correcta la imagen aun estando expuesta bajo el brillo de la luz solar, gracias a sus bombillos LED se puede ver con mayor claridad y luz la imagen reflejada. Otro factor importante es su duración ya que este dispositivo debe estar en funcionamiento 24/7, por ello es fabricado con materiales de mayor resistencia.

También se destaca su interactividad donde por medio de los puntos de toque, y por la tecnología infrarroja tiene una precisión y tiempo de respuesta rápida, y este sistema táctil también tiene su durabilidad teniendo tolerancia a la durabilidad y a la humedad del ambiente.

(rentadvisor, s.f.)

10.6. Tecnologías que usa el sistema actualmente

El sistema SITP tiene actualmente un centro de cómputo, donde por medio de un monitoreo el personal se encarga de analizar la información recibida de los buses SITP. Se estaría requiriendo la implementación de las mismas tecnologías de software para que haya una armonía en la implementación de cambios y mejoras. El software que actualmente se utiliza es:

Tabla 6. Inventario de computadores del centro de cómputo

SISTEMAS DE PLATAFORMA	
BDD ORACLE	Plataforma: Motor de base de datos relacional
DHCP	Plataforma: Administración dinámico de direcciones IP
DC	Plataforma: Controlador de dominio
DNS	Plataforma: Servidor de nombres de dominio y direcciones IP
ADFS	Plataforma: Directorio activo de usuarios, single sign on
DCMAIN	Plataforma: Backup del controlador de dominio
IIS	Plataforma: Internet Information Server, servidor de aplicaciones

Tabla 7. Sistemas de Hiperconvergencia

SISTEMAS DE HIPERCONVERGENCIA	
LIBRERÍA DE RESPALDO	Plataforma: Servidor y librería de backup
	Plataforma de servidores virtuales

Ilustración 18, Tecnología del centro de cómputo SITP.

Tomado de: (S.A., 2020, pág. 47) ,

11. Análisis de costos

11.1. Planificación de Implementación

Principalmente se realiza la estimación general en días sobre la estructuración y el desarrollo del software de Gestión del Seguimiento en Tiempo Real de los Buses, el cual tomara un tiempo estimado de 327 días, teniendo en cuenta que se labora de lunes a viernes con un total de 8 horas diarias, además, en estos días se incluirá una capacitación sobre el framework sobre el cual se realizara la aplicación, con el fin de que todos los integrantes estén en sintonía y en capacidad para desarrollar y así cumplir los tiempos especificados.

Tabla 4. Estimaciones de tiempo

#	Actividad	Fecha inicio	Duración (días)	Fecha terminación
1	Desarrollo e implementación de una red de pantallas para el SITP	24/01/2023	327	17/12/2023
2	Contextualización de la situación e identificación de la necesidad a resolver	24/01/2023	6	30/01/2023
3	Reunión inicial con gerente de SITP	24/01/2023	1	25/01/2023
4	Recopilación de la información general del SITP	25/01/2023	3	28/01/2023
5	Delimitación del problema	28/01/2023	2	30/01/2023
6	Planificación y análisis del proyecto	30/01/2023	32	03/03/2023
7	Evaluación de la viabilidad de ejecución	30/01/2023	15	14/02/2023
8	Estudio financiero	30/01/2023	5	04/02/2023

9	Determinación de viabilidad legal y ambiental	04/02/2023	5	09/02/2023
10	Determinación de viabilidad técnica	09/02/2023	5	14/02/2023
11	Determinación de costos	14/02/2023	6	20/02/2023
12	Definición de costos estimados	14/02/2023	2	16/02/2023
13	Determinación de presupuesto total	16/02/2023	2	18/02/2023
14	Establecimiento de control de costos	18/02/2023	2	20/02/2023
15	Estimación de riesgos	20/02/2023	3	23/02/2023
16	Planificación y distribución de tareas	23/02/2023	2	25/02/2023
17	Análisis y levantamiento de requerimientos funcionales y no funcionales	25/02/2023	3	28/02/2023
18	Definición de recursos técnicos	28/02/2023	3	03/03/2023
19	Diseño del sistema	03/03/2023	49	21/04/2023
20	Definición de la interfaz	03/03/2023	9	12/03/2023
21	Definición de los módulos	03/03/2023	3	06/03/2023
22	Definición de elementos de la interfaz	06/03/2023	3	09/03/2023
23	Determinación del diseño gráfico	09/03/2023	3	12/03/2023
24	Definición de la arquitectura de software	12/03/2023	5	17/03/2023
25	Diseño base de datos	17/03/2023	5	22/03/2023
26	Grafo del sistema de rutas (Pantallas)	22/03/2023	30	21/04/2023
27	Desarrollo del sistema	21/04/2023	100	30/07/2023

28	Desarrollo Front end	21/04/2023	30	21/05/2023
29	Desarrollo Back end	21/05/2023	30	20/06/2023
30	Desarrollo de la base de datos	20/06/2023	30	20/07/2023
31	Integración del sistema	20/07/2023	10	30/07/2023
32	Pruebas y aprobación	30/07/2023	13	12/08/2023
33	Ejecución pruebas funcionales	30/07/2023	5	04/08/2023
34	Ajustes al sistema	04/08/2023	7	11/08/2023
35	Aprobación	11/08/2023	1	12/08/2023
36	Despliegue del sistema	12/08/2023	36	17/09/2023
37	Capacitación a usuarios	12/08/2023	20	01/09/2023
38	Evaluación	01/09/2023	16	17/09/2023
39	Pruebas de aceptación	01/09/2023	5	06/09/2023
40	Análisis de los resultados	06/09/2023	3	09/09/2023
41	Realización cambios al sistema	09/09/2023	5	14/09/2023
42	Actualización del sistema	14/09/2023	3	17/09/2023
43	Cierre	17/09/2023	91	17/12/2023
44	Reunión final y entrega de documentación (manuales y certificado de garantía)	17/09/2023	1	18/09/2023
45	Seguimiento al sistema	18/09/2023	90	17/12/2023

Fuente: Elaboración propia

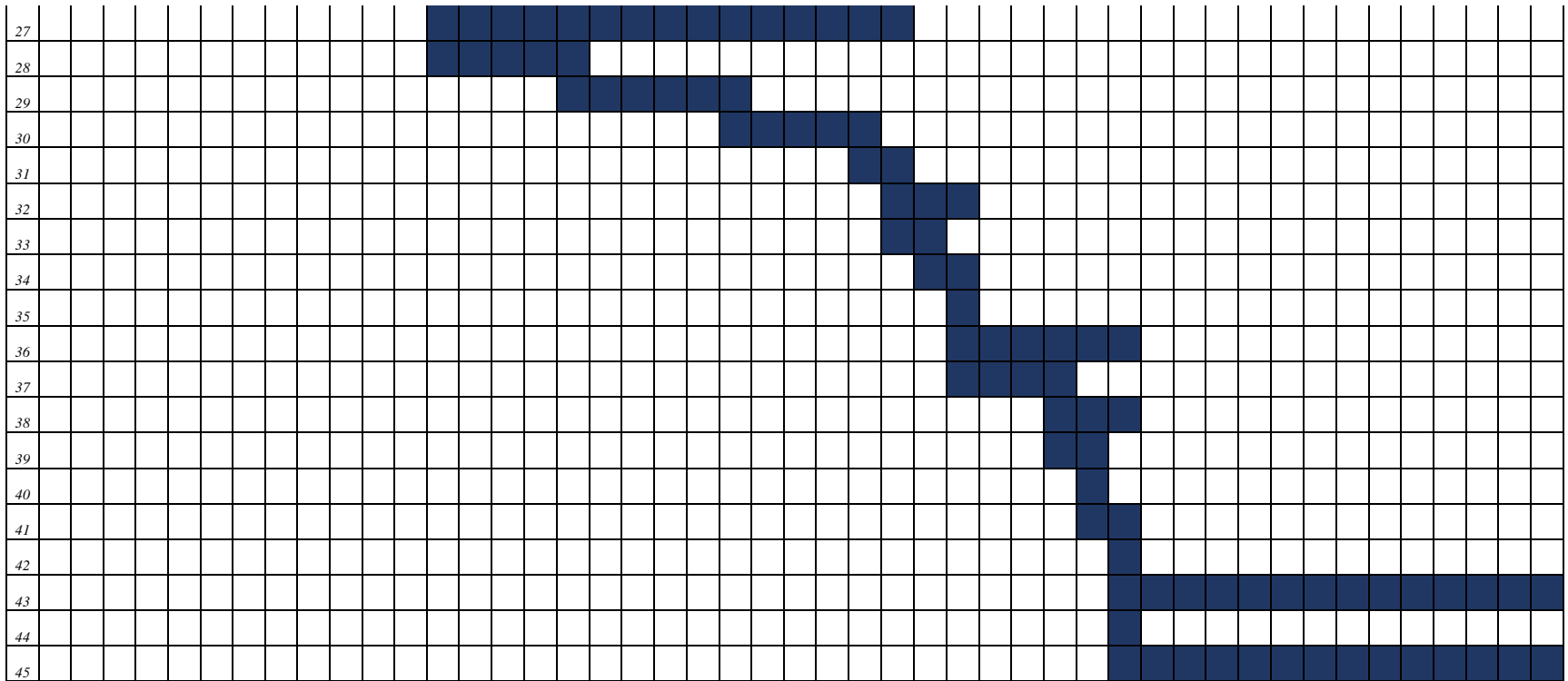


Ilustración 19. Diagrama de Gantt

Fuente: elaboración propia

11.2. Costos directos Software

Los costos directos para la realización del software son bajos en comparación de los costos de los dispositivos GPS y plantillas, ya que la principal herramienta que se utilizará será un computador por cada desarrollador que con antelación tendrá estipulado una tarea. Estos computadores al ser nuevos ya tendrán una licencia de trabajo de Windows el cual están incluidos en el precio de este. Los entornos de desarrollo serán open source, lo que quiere decir que son gratuitos, además, de que se contara con un sistema de gestor de versiones Git que también es gratuito. El equipo SCRUM, constara por los realizadores de este proyecto el cual se escogió un salario mensual de 3.000.000 de pesos mensuales durante los 6.1 meses que durara la realización del software. En cuanto a la publicación de software se contemplaron PlayStore para Android y AppStore para iPhone.

Tabla 5. Costos directos de software

Costos directos Software	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Computador (8Gb de RAM, 512 SSD, Core i5, Windows 10)	unid.	3	4.000.000	12.000.000
Equipo SCRUM	Pago Mensual	6,1	9.000.000	54.900.000
Publicación en PlayStore de Android	Único Pago	1	100.000	100.000
Publicación en AppStore de iPhone	Pago Anual	1	400.000	400.000
Total			13.500.000	67.400.000

Fuente: Elaboración propia

11.3. Costos directos Dispositivos GPS y Pantallas

Para los costos de los dispositivos GPS y pantallas, se promediaron los precios de cada uno, el cual se podría obtener un contrato representativo para bajar estos precios los cuales son muy altos por tener demasiados buses y paraderos el sistema integrado de transporte publico de Bogotá, por otro lado, la instalación de cada uno de ellos también dependerá de un contrato, pero por el

momento se estima que por cada uno de ellos su valor promedio es de 50.000, incluyendo pólizas de seguro sueldos y demás, para las personas que los instalen.

Tabla 6. Costos directos dispositivos GPS y Pantallas

Costos directos Dispositivos GPS y Pantallas	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Dispositivos GPS	Unid.	7387	300.000	2.216.100.000
Pantalla de 21 pulgadas	Unid.	7531	500.000	3.765.500.000
Instalación de GPS	Unid.	7387	50.000	369.350.000
Instalación pantallas	Unid.	7531	50.000	376.550.000
Total			900.000	6.727.500.000

Fuente: Elaboración propia

11.4. Costos fijos

Los costos fijos solo se contemplarán durante la realización del software, los cuales corresponden a 6.1 meses y que se reducen a los servicios públicos que pueden ocasionar esta implementación. No habrá un lugar especificado para la concentración del personal, ya que cada uno podría realizar su labor home office y en los casos fortuitos donde se requiera una reunión se harán en espacios coworking en centros comerciales, además que se realizara la reunión diaria de desarrollo, donde se solventaran dudas y problemáticas acerca de proceso.

En este rubro se incluyó la capacitación de los desarrolladores la cual se realizará en la plataforma de platzi.com, ya que cuenta con certificaciones al terminar el proceso que servirá para mejorar el perfil profesional.

La constitución de la empresa se tiene que hacer por la cámara de comercio de Bogotá y tiene un pago único de 106.000 pesos, lo cual servirá para hacer la presentación oficial del software a la entidad encargada de realizar este tipo de contratos.

Se van a tener en cuenta los imprevistos que puedan suceder a lo largo del desarrollo de la aplicación por esta razón se estima que puede ser un total de 1.200.000, el cual no quiere decir que se van a usar.

Tabla 7. Costos fijos

Costos fijos	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Total
Servicio de Internet	Pago mensual	6,1	100.000	610.000
Servicio de energía	Pago mensual	6,1	50.000	305.000
Servicio de agua	Pago mensual	6,1	50.000	305.000
Imprevistos	Pago mensual	6,1	200.000	1.220.000
Constitución de la empresa	Único Pago	1	106.000	106.000
Capacitación en platzi	Pago Anual	1	1.000.000	1.000.000
Total			1.506.000	3.546.000

Fuente: Elaboración propia

11.5. Costo del producto

El costo total del producto sería de 6.731.046.000 pesos, el cual es un costo elevado, sin embargo, esto se debe a toda la implementación de dispositivos GPS y pantallas, porque la realización del software se podría decir que tendría un costo de casi 70.000.000 de pesos, que equivaldrían al 1% del total, esto supondría que para iniciar el proyecto habría que realizar una inversión poco significativa.

Tabla 8. Costos del producto

Tipo de costo	Precio Unitario	Total
Costo directo Software	13.500.000	67.400.000
Costo directo dispositivos GPS y Pantallas	900.000	6.727.500.000
Costo fijo	1.506.000	3.546.000
Total	15.906.00	6.731.046.000

Fuente: Elaboración propia

11.6. Capital de trabajo

Para que empiece a funcionar este proyecto se hará una inyección de capital inicial la cual contemplara la compra de computadores con las especificaciones anteriormente mencionadas, los cuales tienen un precio aproximado de 12.000.000, esta inversión se hará por parte de las personas que pertenecen a este proyecto lo que significara utilizar sus recursos para esta compra. El salario de ellos estará contemplado en ahorros propios y por ayudas del núcleo familiar de

cada uno, lo cuales podrían solventar el proceso de la realización del software que está estimado en 6.1 meses.

12. Conclusiones

A partir del desarrollo del proyecto se determinó que el SITP Urbano, uno de los servicios de transporte público más usados en la ciudad de Bogotá, presente una serie de factores que afectan su confiabilidad, calidad y seguridad a la hora de su uso. Entre las situaciones más frecuentes se encuentran: desactualizaciones en las rutas, poca frecuencia de paso de buses, demora de los buses y acceso a poca información relacionada con el estado actual de las rutas.

Además de lo anterior, se identificó que, aunque el SITP cuenta con su propia aplicación para mejorar e informar a los usuarios, con el fin de que estos puedan planificar sus trayectos, la misma cuenta con una mala reputación puesto que los datos proveídos, en su mayoría, no son certeros y por lo tanto son de poca utilidad para las personas.

Dada las diferentes afectaciones del sistema se propone la implementación de una red de pantallas que les permita acceder a los usuarios a información en tiempo real relacionada con ubicación, ocupación, tiempo de llegada y partida, etc.; por medio de tecnologías como IoT, realidad aumentada e inteligencia artificial, que no solo permita un avance innovativo tecnológico, sino que también permita el desarrollo del sistema en cuanto a responsabilidad social, económica y social en conjunto con la alcaldía local.

Al implementar el proyecto se logrará aumentar gradualmente los niveles de confiabilidad, lo que a su vez incrementará el flujo de usuarios, puesto que habría una mejora en la percepción de calidad del sistema. Por medio del proyecto el acceso a la información facilitará una mejor planificación de recorridos junto con un mayor control por parte del personal a cargo de la movilidad de estos buses, dado que a partir de los datos se tomarán decisiones en pro del mejoramiento del sistema, logrando a su vez posicionarlo a nivel nacional e internacional.

13. Referencias

- Albarracín, L. (s.f.). *Demoras en el SITP, el problema es frecuente*. Obtenido de ADN periódico:
<https://www.diarioadn.co/noticias/demoras-en-el-sitp-el-problema-es-frecuente+articulo+16886320>
- ALFONSO GALIPIENSO, M. I., CAZORLA QUEVEDO, M. A., COLOMINA PARDO, O., ESCOLANO RUIZ, F., & LOZANO ORTEGA, M. A. (2003). *Inteligencia artificial: modelos, técnicas y áreas de aplicación*. España: Paraninfo.
- Beltrán López, G. (2016). *Geolocalización online: la importancia del dónde*. Barcelona, Spain: Editorial UOC. Obtenido de la base de datos e-libro
- Buriticá Marín, C., & Pabón Dulcey, J. P. (2021). *Estrategia de marketing para mejorar la percepción de TransMilenio en Bogotá en estratos 4, 5 y 6*. Bogotá.
- Cámara de Comercio de Bogotá. (2016). *Resultados encuesta de percepción a los usuarios sobre las condiciones, calidad y servicio del TransMilenio, SITP y TPC - 2016*. Bogotá.
 Obtenido de
https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/18746/Resultados_Movilidad_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Casas Roma, J. Nin Guerrero, J. & Julbe López, F. (2019). *Big data: análisis de datos en entornos masivos*. Editorial UOC. Obtenido de la base de datos e-libro
- Center for Universal Design. (2008). *College of Design*. Obtenido de North Carolina State University:
https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_us/usronmace.htm#:~:text=In%201989%2C%20Ron%20established%20the,at%20the%20School%20of%20Design.

- DENISSE BERNARDA, C. C. (2017). *Diseño de espacio de interiores para las personas con síndrome de Laron*. Cuencia, Ecuador: Universidad de Azuay. Obtenido de file:///C:/Users/leidy/Downloads/13053.pdf
- Gómez Posada, J. M. (07 de septiembre de 2022). Pilas: revelan los portales, estaciones, rutas y paraderos de TransMilenio y SITP donde más atracan. *bluradio*. Obtenido de <https://www.bluradio.com/blu360/bogota/pilas-revelan-los-portales-estaciones-rutas-y-paraderos-de-transmilenio-y-sitp-donde-mas-atracan-rg10>
- Gutiérrez et al. (2020). *Cómo aplicar Big Data en la planificación del transporte: el uso de datos de GPS en el análisis de la movilidad urbana*. Banco Interamericano de Desarrollo. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Como-aplicar-Big-Data-en-la-planificacion-del-transporte-El-uso-de-datos-de-GPS-en-el-an%C3%A1lisis-de-la-movilidad-urbana.pdf>
- Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill. Capítulo 13. Disponible en la base de datos E-Book 7-24
- Herrera Puyana, Á. M., Gómez Rodríguez, L. D., & García Fonseca, M. F. (2018). ¿Por qué TransMilenio en Bogotá está en crisis? *Revista Ciudades, Estados y Política*, 103-118.
- hmong*. (s.f.). Obtenido de Sistema de estimación y predicción de tráfico: https://hmong.es/wiki/Traffic_estimation_and_prediction_system
- Llaneza González, P. (2018). *Seguridad y responsabilidad en la internet de las cosas (IoT)*. Wolters Kluwer España. Obtenido de la base de datos e-libro

Leifkarlen. (2017). *Case study: Displaying real-time bus occupancy levels in Seoul, South Korea*.

Obtenido de <https://iglus.org/case-study-displaying-real-time-bus-occupancy-levels-in-seoul-south-korea/>

López Murphy, J. J. y Zarza, G. (2017). *La ingeniería del big data: cómo trabajar con datos*.

Barcelona, Spain: Editorial UOC. Obtenido de la base de datos e-libro

Mora, M., & Arturo, J. (2017). Experiencia de modelación matemática como estrategia didáctica para la enseñanza de tópicos de cálculo. *Uniciencia*, 2215-3470. Obtenido de

<https://www.redalyc.org/journal/4759/475952089002/475952089002.pdf>

Oracle. (2022). *¿Qué es la inteligencia artificial? Obtenga más información sobre la inteligencia artificial*. Obtenido de <https://www.oracle.com/co/artificial-intelligence/what-is-ai/>

Oracle. (2022). *What is IoT?* Obtenido de [https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/#:~:text=The%20Internet%20of%20Things%20\(IoT\)%20describes%20the%20network%20of%20physical,and%20systems%20over%20the%20internet.](https://www.oracle.com/internet-of-things/what-is-iot/#:~:text=The%20Internet%20of%20Things%20(IoT)%20describes%20the%20network%20of%20physical,and%20systems%20over%20the%20internet.)

Palma Méndez, J. T. (2008). *Inteligencia artificial: métodos, técnicas y aplicaciones*. Madrid, Spain: McGraw-Hill España. Obtenido de la base de datos e-libro

Quiñones Muñoz, O. (2019). *Internet de las cosas (IoT)*. Ibukku.

rentadvisor. (s.f.). *rentadvisor*. Obtenido de La importancia de escoger la pantalla adecuada:

<https://www.rentadvisor.com.co/la-importancia-de-escoger-la-pantalla-adecuada/>

Ricardo. (s.f.). *Manage IT*. Obtenido de <https://manageit.com.pe/que-significa-realmente-para-ti-la-automatizacion-del-conocimiento/>

S.A., T. (Enero de 2020). *Transmilenio.gov.co*. Obtenido de PLAN ESTRATÉGICO DE TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (PETI):

<https://www.transmilenio.gov.co/buscar/?tk=20bcef226558b7dce7a6e4610326bf9c&q=P>

LAN%20ESTRAT%20C3%89GICO%20DE%20TECNOLOG%20C3%8DAS%20DE%20LA
%20INFORMACI%20C3%93N%20Y%20LAS%20COMUNICACIONES%20(PETI)

Shadi Abou, Z. (10 de mayo de 2019). *W3C*. Obtenido de Accessibility Principles :

<https://www.w3.org/WAI/fundamentals/accessibility-principles/>

SITP. (2022). Mapas. *El SITP organiza a Bogotá en zonas*. Obtenido de

[https://www.sitp.gov.co/publicaciones/40076/mapas-del-](https://www.sitp.gov.co/publicaciones/40076/mapas-del-sitp/#:~:text=El%20SITP%20dividi%C3%B3%20la%20ciudad,servicio%20a%20toda%20la%20ciudadan%C3%ADa.)

[sitp/#:~:text=El%20SITP%20dividi%C3%B3%20la%20ciudad,servicio%20a%20toda%20la%20ciudadan%C3%ADa.](https://www.sitp.gov.co/publicaciones/40076/mapas-del-sitp/#:~:text=El%20SITP%20dividi%C3%B3%20la%20ciudad,servicio%20a%20toda%20la%20ciudadan%C3%ADa.)

SITP. (2022). *Servicio Urbano*. Obtenido de

<https://www.sitp.gov.co/publicaciones/40083/urbano/>

telefónica, F. (2011). *Realidad aumentada: una nueva lente para ver el mundo*. España: Ariel.

Transmilenio y Sitp. (14 de 06 de 2022). Obtenido de

https://play.google.com/store/apps/details?id=com.rutasdeautobuses.transmileniositp&hl=es_CO&gl=US

Transmilenio, E. d. (abril de 2022). *Estadísticas de oferta y demanda del Sistema Integrado de Transporte Público SITP abril 2022*. Obtenido de

<https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/152831/estadisticas-de-oferta-y-demanda-del-sistema-integrado-de-transporte-publico-sitp-abril-2022/>

Transmilenio. (2020). *¿Qué es SITP?* Obtenido de

<https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/146263/que-es-sitp/>

Zytronic. (s.f.). *Zytronic Adds the Personal Touch to Seoul Bus Shelters with Projected*

Capacitive Technology. Obtenido de <https://www.zytronic.co.uk/news/zytronic-adds-the-personal-touch-to-seoul-bus-shelters-with-projected-capacitive-technology/>

14. Anexos

14.1. Anexo 1. Encuesta

Percepción del servicio del SITP Urbano

La siguiente encuesta tiene como finalidad dar a conocer la percepción de los usuarios frente al sistema de transporte público SITP Urbano (buses azules), para determinar las posibles mejoras a realizar, logrando un incremento en su calidad y eficiencia.

Encuesta realizada con fines académicos.

1. ¿A qué grupo de edad pertenece?
 - Menor de 18 años
 - 18 a 25 años
 - 26 a 36 años
 - 37 a 46 años
 - 46 años o más
2. ¿A qué estrato socioeconómico pertenece?
 - Estrato 1 o Estrato 2
 - Estrato 3 o Estrato 4
 - Estrato 5 o Estrato 6
3. ¿Por qué utiliza el medio de transporte SITP?
 - Es mi único medio de transporte
 - Es más seguro
 - Es más económico
 - Es más rápido para llegar a mi destino
 - Otras

4. ¿Cuántas veces a la semana usa el SITP Urbano? (buses azules)

- 1 a 3 veces
- 4 a 6 veces
- 7 a 9 veces
- 10 o más

5. ¿Qué otro medio de transporte usa para movilizarse?

- Transmilenio
- Automóvil
- Moto
- Bicicleta
- Otras

6. ¿Ha considerado adquirir una bicicleta, moto o automóvil en los últimos 6 meses?

- Sí
- No

7. Cuánto tiempo le toma

Opciones de respuesta: 0 a 5 min / 5 a 10 min / 10 a 15 min / 15 a 20 min / 20 min o más

- Llegar al paradero
- Esperar el bus
- Llegar a su destino

8. De 1 (siendo la menor calificación) a 5 (siendo la mayor calificación), califique los siguientes aspectos del SITP Urbano (buses azules)

- Rápido para llegar al destino
- Frecuencia de paso de los buses

- Número de pasajeros en el vehículo
 - Actualización de las rutas
 - Comodidad
 - Nivel de seguridad
 - Costo del pasaje
 - Cercanía al destino tras bajarse del bus
 - Conocimiento del horario de paso de los buses
 - Número de buses por ruta
 - Número de trasbordos
 - Tiempo de llegada al destino
 - Estado de los paraderos
 - Respeto a los usuarios
 - Bajos niveles de contaminación ambiental
9. ¿Considera que el costo del pasaje es proporcional al servicio brindado en el SITP Urbano? (buses azules)
- Completamente de acuerdo
 - De acuerdo
 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
 - En desacuerdo
 - Completamente en desacuerdo
10. ¿Considera que el sistema de SITP Urbano (buses azules) ha mejorado en los últimos 2 años?

- Mejoró
- Sigue igual
- Empeoró

11. ¿Conoce la aplicación "TransmiApp"?

- Sí
- No

12. A continuación, indique cuál de estas características le gustaría que se implementaran en el sistema de SITP Urbano (buses azules). Seleccione como máximo 2 opciones.

- Pantallas en paraderos con información en tiempo real relacionada con los buses (tiempo de espera, ubicación del vehículo, rutas, número de vehículos por ruta, etc.)
- Aplicación con información en tiempo real relacionada con los buses (tiempo de espera, ubicación del vehículo, rutas, número de vehículos por ruta, etc.)
- Recarga de tarjetas en los paraderos
- Llegada de información a su celular con respecto a las rutas, recorridos y frecuencia
- Acceso a información en tiempo real relacionada a la ocupación actual del vehículo
- Otras

13. A partir de la pregunta anterior, ¿considera que el servicio del SITP Urbano (buses azules) tendría una mejor calidad y eficiencia?

- Sí
- No

14. Si se incluyera en el sistema de SITP Urbano (buses azules) alguna de las características de la pregunta 12, ¿consideraría hacer mayor uso del servicio? Indique por qué sí o por qué no

Enlace encuesta:

<https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=WbVvwGgbhEuhT0fQ2Delq9K6cabhRiNLrg2-11qzrTdUQUUyUIJHWUxVWU9ZOERSVzINMzc0Tzg1Qi4u>