

**PROPUESTA DE UN SIG PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RUTA 3 DEL  
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DEL MUNICIPIO DE PEREIRA, COLOMBIA**

**LUIS MIGUEL SEPÚLVEDA CASTAÑO**



**UNIVERSIDAD DE  
MANIZALES®**



**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2020**

**PROPUESTA DE UN SIG PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RUTA 3 DEL  
TRANSPORTE PÚBLICO URBANO DEL MUNICIPIO DE PEREIRA, COLOMBIA**

**LUIS MIGUEL SEPÚLVEDA CASTAÑO**

Trabajo de Grado presentado como opción parcial para optar  
al título de Especialista en Información Geográfica

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA  
MANIZALES  
2020**

## RESUMEN

El transporte público urbano de la ciudad de Pereira es de importancia para la conectividad entre diferentes puntos de la ciudad y la movilización de grandes cantidades de personas día a día, sin embargo, presenta problemáticas que hasta ahora no se han intervenido de manera concreta, como la carencia de datos en el sector, ligado a la ausencia de un sistema de información geográfica que sintetice la información de los usuarios, además de la información de los tiempos de salida de cada ruta, paradas y cobertura configurando un escenario de falta de información necesaria para brindar un buen servicio, planificar la ruta y tomar decisiones a nivel administrativo.

Debido a lo anterior, se evidencia la necesidad de levantar la información de las paradas de recolección de pasajeros y caracterización básica de la población en la Ruta 3, formular los módulos de la aplicación del usuario, realizar la propuesta gráfica de los módulos de la aplicación del conductor y del administrador de ruta y proponer los requerimientos de validación de pasajeros necesarios para el SIG que conlleven a construir un sistema de información geográfica de la ruta 3 del transporte público urbano en el municipio de Pereira, Colombia a través del uso de diferentes herramientas SIG y de diseño para el levantamiento y sistematización de la información, beneficiando a los principales actores involucrados en el servicio de transporte (administradores, conductores, usuarios, autoridades y gobernantes), logrando intervenir las problemáticas actuales del transporte público y mejorando la administración y prestación del servicio.

Entre los aportes significativos del proyecto se destaca la disposición de información a los usuarios y conductores, para favorecer la mejora en la prestación del servicio e incentivar a los ciudadanos a hacer uso de un sistema de transporte que está en proceso de sistematización.

**PALABRAS CLAVES:** SIG, Pereira, Sistema, Transporte.

## **ABSTRACT**

The urban public transport of the city of Pereira is important for the connectivity between different points of the city and the mobilization of large numbers of people every day, however, it presents problems that until now have not been specifically intervened, such as the lack of data in the sector, linked to the absence of a geographic information system that synthesizes user information, in addition to information on the departure times of each route, stops and coverage, setting up a scenario of lack of necessary information to provide good service, plan the route and make decisions at the administrative level.

Due to the above, it is evident the need to collect information on passenger pick-up stops and basic characterization of the population on Route 3, formulate the modules of the user application, make the graphic proposal of the modules of the application of the driver and route administrator and propose the necessary validation requirements for the GIS that lead to building a geographic information system for route 3 of urban public transport in the municipality of Pereira, Colombia through the use of different GIS tools and design for the collection and systematization of information, benefiting the main actors involved in the transport service (administrators, drivers, users, authorities and rulers), managing to intervene the current problems of public transport and improving the administration and provision of the service.

Among the significant contributions of the project, the provision of information to users and drivers stands out, to favor the improvement in service provision and encourage citizens to make use of a transport system that is in the process of being systematized.

**KEY WORDS:** GIS, Pereira, System, Transport.

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
1. ÁREA PROBLEMÁTICA.....	2
2. OBJETIVOS .....	7
3. JUSTIFICACIÓN .....	8
4. REFERENTE TEÓRICO.....	10
5. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	19
5.1.1. Levantamiento de información.....	19
5.1.2. Formulación de los módulos de la aplicación del usuario.....	23
5.1.3. Propuesta gráfica de los módulos de la aplicación del conductor y del administrador del parque automotor. ....	25
5.1.4. Propuesta de componente adicional de validación de pasajeros. ....	30
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	32
6.1. Levantamiento de Información .....	32
6.2. Formulación de los módulos de la aplicación del usuario.....	33
6.3. Propuesta gráfica de los módulos de la aplicación del conductor y del administrador del parque automotor .....	37
6.4. Propuesta de componente adicional de validación de pasajeros.....	41
7. CONCLUSIONES .....	42
8. RECOMENDACIONES.....	44
9. BIBLIOGRAFÍA.....	45

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Cuadrantes de la matriz de Vester .....	4
Figura 2 Árbol de problemas.....	6
Figura 3 Crecimiento vehicular entre 2006 y 2012 en Pereira, Colombia.....	8
Figura 4 Conceptualización de un SIG como elemento integrador.....	12
Figura 5 Área de estudio.....	18
Figura 6 Recorrido y paradas de la Ruta 3 .....	20
Figura 7 Cobertura de la Ruta 3 .....	21
Figura 8 Formulario de registro de pasajeros .....	22
Figura 9 Paradas efectivas de la Ruta 3.....	23
Figura 10 Módulos básicos de la aplicación del usuario.....	25
Figura 11 Módulo de conteo de pasajeros en el vehículo.....	25
Figura 12 Módulo de conteo de pasajeros consultando por la ruta .....	26
Figura 13 Módulo de cronómetro de ruta.....	26
Figura 14 Módulo de Ganancias de ruta.....	27
Figura 15 Módulo de consumo promedio de combustible .....	28
Figura 16 Módulo SOS .....	28
Figura 17 Módulos básicos de la aplicación de los Administradores.....	30
Figura 18 Cámara estereoscópica para conteo de pasajeros.....	30
Figura 19 Zonas de mayor recolección de pasajeros .....	32
Figura 20 Caracterización de género de los pasajeros.....	33
Figura 21 Resultados de Inicio de sesión por cédula y teléfono.....	34
Figura 22 Resultado de dashboard con mapa principal.....	34
Figura 23 Resultado de casilla de consulta básica Origen-Destino .....	35
Figura 24 Resultados de Icono de "Mi Ubicación" .....	35
Figura 25 Resultado de icono de consulta "Cerca de mi".....	36
Figura 26 Resultado de icono de Información General.....	36
Figura 27 Resultado de icono de PQRS.....	37
Figura 28 Resultados de opiniones sobre la aplicación del conductor .....	38
Figura 29 Resultado de icono de filtro de Ruta.....	39
Figura 30 Resultados de Galería de Ruta .....	39
Figura 31 Resultado de módulo de PQRS.....	40
Figura 32 Resultado de módulo de monitoreo de ruta.....	40

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Matriz de Vester.....	3
Tabla 2 Información base de conteo de pasajeros .....	31

## GLOSARIO

Es importante destacar que para la elaboración del glosario se tomaron las definiciones de los términos de manera textual, por tal razón, estas se presentan como tal.

**Aplicación:** *Es un programa diseñado para ser ejecutado en teléfonos, tablets y otros dispositivos móviles, que permite al usuario realizar actividades profesionales, acceder a servicios y/o mantenerse informado (Softcorp, 2010).*

**Administrar:** *Proceso de planificar, organizar, dirigir y controlar. Conjunto de actividades dirigido a aprovechar los recursos de manera eficiente y eficaz con el propósito de alcanzar uno o varios objetivos o metas de la organización (Oliveira Da Silva, R. 2002).*

**Bus:** *Vehículo automotor destinado al transporte colectivo de personas y sus equipajes, debidamente registrado conforme a las normas y características especiales vigentes (Ley 769 del 2002).*

**Cartografía:** *La cartografía es la rama del grafismo que se ocupa de los métodos e instrumentos utilizados para exponer y expresar ideas, formas y relaciones en un espacio bi o tridimensional. La cartografía parte del principio de que los seres vivos, los fenómenos físicos y sus interrelaciones ocurren en un contexto temporal y espacial y que por lo tanto es posible mapearlos (Fallas, J. 2003).*

**Conductor:** *Persona habilitada y capacitada técnica y teóricamente para operar un vehículo (Ley 769 del 2002).*

**Frecuencia de Despacho:** *Es el número de veces por unidad de tiempo en que se repite la salida de un vehículo (Decreto 1079 de 2015).*

**Oferta de Transporte:** *Es el número total de sillas autorizadas a las empresas para ser ofrecidas a los usuarios, en un período de tiempo y en una ruta determinada (Decreto 1079 de 2015).*

**Organismo de tránsito:** *Son unidades administrativas municipales distritales o departamentales que tienen por reglamento la función de organizar y dirigir lo relacionado con el tránsito y transporte en su respectiva jurisdicción (Ley 769 del 2002).*

**Ruta:** *Es el trayecto comprendido entre un origen y un destino, unidos entre sí por una vía, con un recorrido determinado y unas características en cuanto a horarios, frecuencias, paraderos y demás aspectos operativos (Decreto 1079 de 2015).*

**Sistema de información:** *Conjunto de herramientas que dan soporte a las operaciones empresariales, la gestión y la toma de decisiones, proporcionando a*



*las personas la información que necesitan mediante el uso de las tecnologías de la información. Las empresas y, en general, cualquier organización, los utilizan como un elemento estratégico con el que innovar, competir y alcanzar sus objetivos en un entorno globalizado. Los sistemas de información integran personas, procesos, datos y tecnología, y van más allá de los umbrales de la organización, para colaborar de formas más eficientes con proveedores, distribuidores y clientes (Fernández, V. 2006).*

**Tarifa:** *Es el precio que pagan los usuarios por la utilización del servicio público de transporte (Decreto 1079 de 2015).*

**Tiempo de Recorrido:** *Es el que emplea un vehículo en recorrer una ruta entre el origen y destino, incluyendo los tiempos de parada (Decreto 1079 de 2015).*

**Transporte Público:** *De conformidad con el artículo 3 de la Ley 105 de 1993, el transporte público es una industria encaminada a garantizar la movilización de personas o cosas, por medio de vehículos apropiados, en condiciones de libertad de acceso, calidad y seguridad de los usuarios, sujeto a una contraprestación económica.*

**Usuario:** *Persona que hace uso de manera frecuente o esporádica de un bien o servicio.*

**Vía:** *Zona de uso público o privado, abierta al público, destinada al tránsito de vehículos, personas y animales (Ley 769 del 2002).*

**Vehículo de servicio público:** *Vehículo automotor homologado, destinado al transporte de pasajeros, carga o ambos por las vías de uso público mediante el cobro de una tarifa, porte, flete o pasaje (Ley 769 del 2002).*

## INTRODUCCIÓN

El transporte público urbano del municipio de Pereira, Colombia, es uno de los elementos integradores y dinamizadores de la ciudad fundamentales para el desarrollo económico y social del municipio, durante décadas, los usuarios o pasajeros del transporte público han sido testigos de la evolución de los procesos y la mejora de algunos aspectos que componen el servicio, sin embargo, actualmente y con la entrada en vigencia de la era tecnológica, se evidencian de manera drástica algunas problemáticas como la ausencia de datos en el sector transporte, la falta de sistematización de procesos, el desconocimiento por parte de los usuarios de datos fundamentales para la toma de decisiones en el abordaje del transporte público, además de la insatisfacción manifestada por los usuarios con la prestación del servicio, el incremento de vehículos particulares en las vías y la congestión de la red vial, conllevan a la elaboración del presente trabajo en el cual se busca construir un sistema de información para el transporte público que intervenga de alguna forma estas problemáticas que por parte de las administraciones de turno no se percibe mayor interés por solucionar.

La construcción de un sistema de información geográfico debe proyectarse a la recolección de datos básicos de los usuarios, acceso a la información de tiempos, recorridos, paradas y costos, además de proponer funcionalidades enfocadas a la sistematización de procesos administrativos y la presentación de información necesaria para los conductores antes, durante y después de cada recorrido, no obstante, el presente proyecto se limita por los tiempos y acceso a recursos para desarrollar las funcionalidades y materializarlas en una aplicación, sin embargo, la realización de pruebas piloto de campo permitirán obtener información conducente a la toma de decisiones posteriormente en futuros proyectos.

## 1. ÁREA PROBLEMÁTICA

En la actualidad, algunos vehículos del transporte público cuentan con equipos de rastreo satelital que le permiten al ente administrador del parque automotor realizar controles sobre los recorridos de los vehículos y la ubicación de éstos. Lo anterior representa una estrategia de monitoreo y control, pero sólo se limita a eso, perdiendo oportunidades de interacción con el usuario a través de datos de interés para lograr una mejor prestación del servicio, movilidad eficiente y ciudad sostenible.

En los últimos años las autoridades han aumentado los controles viales que incluyen la verificación de determinados aspectos a los prestadores del servicio público, priorizando el cumplimiento de las normas de tránsito, pero aun así se siguen presentando accidentes por excesos de velocidad, vehículos en estado de deterioro, agotamiento de los conductores y omisión de las señales de tránsito (Vargas, D. 2018), a esto se le suman eventos de altas precipitaciones, deslizamientos y obstáculos en las vías; además, se evidencia que los conductores no tienen paradas fijas para recoger a los usuarios, esto se configura a raíz no solo de la inadecuada planeación del desarrollo urbano, sino también a raíz de la inadecuada asignación salarial, según uno de los conductores de la empresa *LIPSA S.A.*, quien solicita no publicar su nombre, indica que la mayoría de los conductores de buses urbanos no cuentan con salario, sino que ganan un porcentaje por pasajero (alrededor de COP \$280 por pasajero) (Morales, D. 2015).

Los medios de transporte urbano e intermunicipal son indispensables para mantener la dinámica urbana en términos de movilidad, permitiendo la conectividad entre diferentes puntos geográficos, además, movilizan una gran cantidad de usuarios potenciales de otros productos de entretenimiento, aseo, alimentación, etc. por esta razón es importante la relación entre el sistema de transporte y los sistemas de información geográfica, debido a que provee valor agregado en la gestión, optimización y aprovechamiento de la información del sector (Urrutia, M. 1981).

Según el DANE en el boletín técnico de la encuesta de transporte urbano de pasajeros (ETUP) realizada en el II trimestre 2018, se movilizaron 948.594 pasajeros en 8 áreas metropolitanas de 15 ciudades de Colombia, entre la cual se contempla la ciudad de Pereira, esta cifra de pasajeros movilizadas, representa un decrecimiento con respecto a la misma época en el año anterior, esto se debe principalmente al aumento de los ingresos per cápita y las posibilidades de adquirir otros medios de transporte, inconformidad con el servicio por parte de los usuarios, adicionalmente, el sistema de transporte a través de plataformas particulares, ha disminuido la cantidad de pasajeros disponibles en el sector del transporte público (DANE, 2018).

Sin embargo, existe una creciente preocupación por el aumento de vehículos en las calles, lo que condiciona la ciudad a desmejorar la calidad del aire por

concentraciones de gases emitidos por los vehículos (Thompson, I. 2001), teniendo en cuenta que éstos pasan mucho tiempo en las vías debido a que la red vial no basta para brindar una movilidad adecuada en la ciudad.

La carencia de datos en el sector del transporte público, ligado a la ausencia de un sistema de información geográfica que sintetice la información de los usuarios, además de la información de los tiempos de salida de cada ruta, paradas y cobertura configuran un escenario de falta de información necesaria para brindar un buen servicio, planificar la ruta y tomar decisiones a nivel administrativo (Site et al, 2011). En este sentido, se evidencia la necesidad de proponer un sistema de información geográfica que permita recopilar información asociada a los usuarios, tiempos y recorridos y sistematizar la información de procesos que se requieren actualmente para mejorar la gestión de la prestación del servicio público urbano en el municipio de Pereira, Colombia.

A través de un análisis causal, apoyado en la Matriz de Vester (Cañedo, C. 2008) en un momento inicial, se realiza una identificación e interconexión de los problemas, logrando mayor asertividad en la propuesta de los componentes del sistema.

Con base en los problemas identificados, se realizó la construcción de la matriz de Vester, dichos problemas fueron seleccionados basados en la descripción del problema, la cual a su vez se formuló por la experiencia del investigador utilizando el transporte público. En la **Tabla 1** se presenta la matriz de Vester.

Tabla 1. Matriz de Vester

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total Influencia-Causa (X)
A	X	3	1	1	0	2	2	2	0	3	14
B	3	X	0	0	0	0	2	1	0	1	7
C	1	3	X	0	0	0	0	0	0	2	6
D	2	1	1	X	0	2	0	0	0	0	6
E	1	1	2	1	X	2	0	1	0	0	8
F	3	1	0	1	0	X	1	0	3	1	10
G	2	3	1	1	2	3	X	1	0	1	14
H	3	1	0	0	3	3	0	X	3	1	14
I	3	1	0	1	1	0	3	0	X	3	12
J	2	1	0	1	1	1	3	0	1	X	10
Total Dependencia Efecto (Y)	2 0	1 8	4	6	8	1 2	1 1	4	7	1 2	

Fuente: Propia

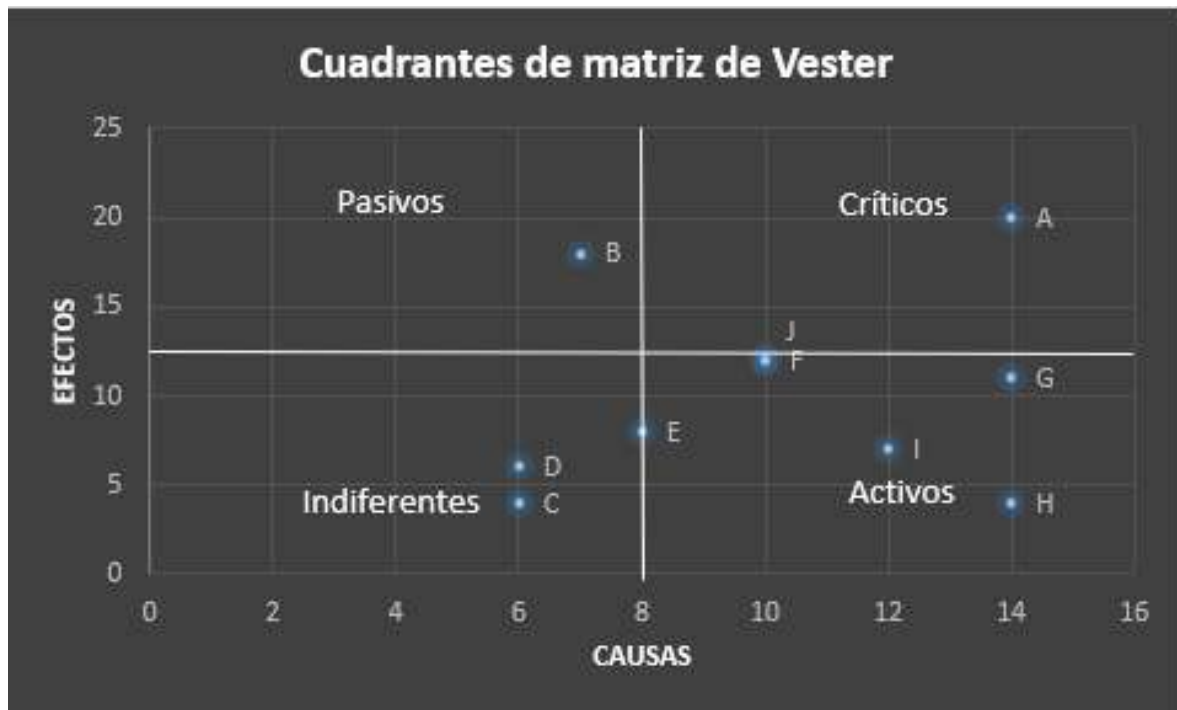
- A. Falta de un sistema de información del transporte público.
- B. No hay acceso a la información del transporte público.
- C. Inadecuadas asignaciones salariales a los conductores del transporte público.
- D. Sobrecarga laboral para los conductores.
- E. Vehículos antiguos y en estado de deterioro.

- F. Inadecuada movilidad vial.
- G. Insatisfacción de la población con el servicio de transporte.
- H. Disminución en la calidad del aire a nivel urbano.
- I. Exceso de vehículos particulares.
- J. Aumento del transporte a través de plataformas digitales.

La lectura de dicha matriz se realiza analizando si los problemas ubicados en las filas son causa de los problemas ubicados en las columnas, de esta manera se les califica de 0 a 3, teniendo en cuenta la siguiente interpretación de los valores:

- **0:** No lo causa.
- **1:** Lo causa indirectamente o tiene una relación de causalidad muy débil.
- **2:** Lo causa de forma semidirecta o tiene una relación de causalidad media.
- **3:** Lo causa directamente o tiene una relación de causalidad fuerte.

El resultado de la matriz de Vester se gráfica según como se observa en la **Figura 1**, la cual contiene los cuadrantes que permiten distinguir el nivel de influencia e importancia de cada uno de los problemas:



Fuente: Propia

Figura 1 Cuadrantes de la matriz de Vester

Según los resultados anteriores, la falta de información del transporte público se clasifica como un problema crítico, el cual será eje central de la presente investigación, además, se considera como un problema causal y a su vez, efecto de otros problemas.

Como problemas activos, encontramos la inadecuada movilidad vial, insatisfacción de la población con el servicio de transporte, disminución de la calidad del aire a nivel urbano, exceso de vehículos particulares y aumento del transporte público a través de plataformas digitales, estos son punto de partida para la propuesta de los elementos que componen el sistema de información y que buscan dar respuesta a las necesidades de la población y del sector transporte.

En la clasificación de los problemas pasivos, encontramos la carencia de acceso a la información del transporte público (Ministerio de transporte. 2004), este problema se deberá disminuir al intervenir los problemas activos y el problema crítico como eje central.

Cómo problemas indiferentes encontramos los problemas de inadecuada asignación salarial para los conductores y sobrecarga laboral para los mismos, estos problemas se deben en gran parte a la falta de información y sistematización del servicio, por lo tanto, la intervención del problema central puede ser insumo para disminuir los problemas indiferentes.

El problema asociado a los vehículos antiguos y en estado de deterioro se encuentra en entre la clasificación de activo e indiferente, por lo tanto, se asumirá como indiferente, debido a que no alcanza a llegar mínimo la mitad más uno de la clasificación del cuadrante de los problemas activos.

Para jerarquizar los problemas clasificados anteriormente, se utiliza el árbol de problemas (**Figura 2**), el cual permite evidenciar las causas que se deben intervenir para dar respuesta los efectos negativos generados.



Fuente: Propia

Figura 2 Árbol de problemas

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GENERAL**

Proponer un Sistema de Información Geográfico de la ruta 3 del transporte público urbano en el municipio de Pereira, Colombia para el levantamiento y sistematización de información.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

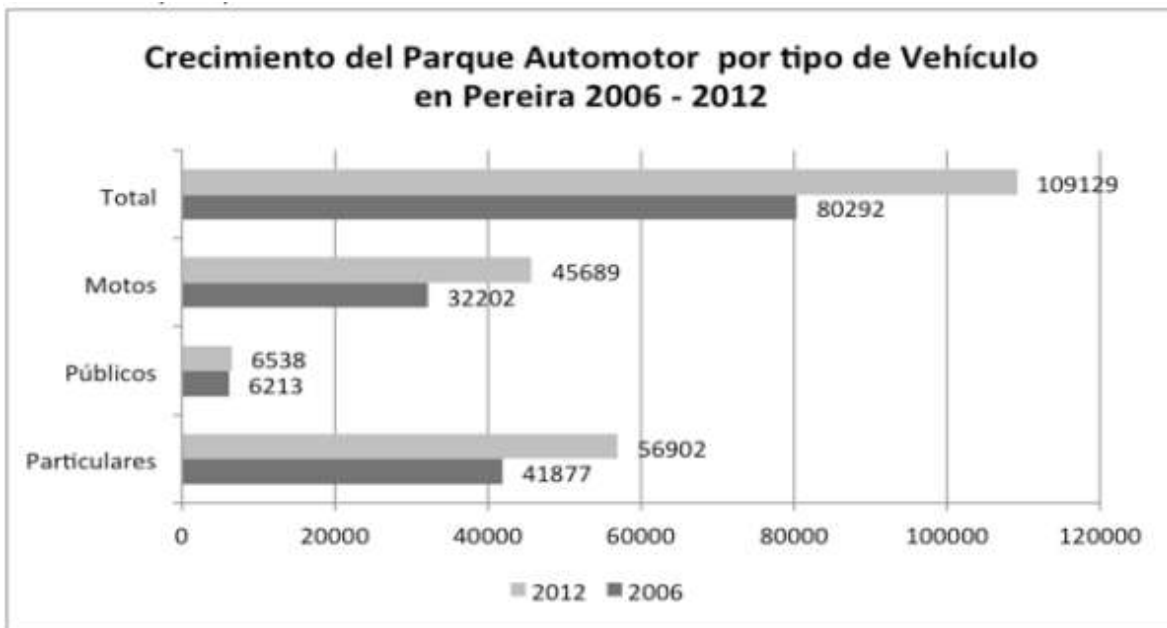
- Levantar información de paradas de pasajeros y caracterización básica de la población en la Ruta 3.
- Formular los módulos de la aplicación del usuario.
- Realizar la propuesta gráfica de los módulos de la aplicación del conductor y del administrador de ruta.
- Proponer los requerimientos de validación de pasajeros necesarios para el SIG.



### 3. JUSTIFICACIÓN

Si bien las flotas de buses urbanos cuentan con sistemas de geolocalización, esta información no llega a los pasajeros o usuarios, con los cuales se podría lograr una relación más estrecha al brindarles datos precisos sobre el posicionamiento del vehículo que en ese momento cubre la ruta de su interés. Adicionalmente, la población manifiesta de manera generalizada la inconformidad en la eficiencia del servicio, teniendo que esperar durante lapsos de tiempo muy extensos, el vehículo que los llevara a su destino, lo que ha generado que la población recurra a adquirir otros medios de transporte como el carro y la moto, generando mayor impacto negativo en términos de movilidad (Congestión de vías) y en términos ambientales (Disminución de la calidad del aire urbano) (Barón. nd.).

Según el Instituto Municipal de Tránsito y Transporte de Pereira, entre los años 2004 y 2012, el aumento del parque automotor privado fue de un 61,7%, mientras que la cantidad de buses disminuyó. En la **Figura 3** se presenta un comparativo del crecimiento del parque automotor por tipo de vehículo entre los años 2006 y 2012.



Fuente: Instituto Municipal de Tránsito de Pereira, 2012.

Figura 3 Crecimiento vehicular entre 2006 y 2012 en Pereira, Colombia

El estado de las vías, conductores y vehículos es un tema de interés para la investigación, teniendo en cuenta que los tiempos de viaje con históricos promedio de las velocidades disponibles en las vías en ciertas horas del día, varía drásticamente, además, en muchas ocasiones la población ha tenido que intervenir en el proceso de transporte, solicitando a los conductores detener el vehículo al evidenciar síntomas de agotamiento por extensas jornadas laborales, lo que pone en riesgo a los pasajeros y a otros vehículos o peatones que transitan por las vías

y andenes respectivamente; a esto se le suma el desfase en kilómetros por vehículo para realizar mantenimientos preventivos, teniendo en cuenta que en ciertas épocas del año la demanda de vehículos aumenta y por ende, el ritmo laboral de los buses es mayor al igual que su desgaste (Rojas, M. 2019). A raíz de lo anterior, surge la necesidad de proponer un sistema de información que logre intervenir estas problemáticas en términos de movilidad, buscando favorecer diferentes sectores económicos, población en general y configurar el sistema de transporte público de Pereira como un componente de la dinámica de ciudades sostenibles. Adicionalmente, integrar a todos los actores del servicio de transporte público, es algo importante que se tiene en cuenta en la construcción del SIG, valorando la importancia de que cada actor aporte información al sistema de manera integrada con los otros actores y componentes, además, el SIG del transporte público se configura como una herramienta que favorece la toma de decisiones a nivel de planeación del transporte y el desarrollo urbano, buscando siempre la satisfacción del actor principal, los usuarios del servicio de transporte (Bass et al., 2011).

A corto plazo de la implementación del SIG, se espera tener la suficiente información en términos de demanda del servicio, para tomar las decisiones iniciales referentes a la caracterización de la población y el enfoque del servicio, adicionalmente, se espera que se tenga un mayor control sobre los recorridos y brindar seguridad a la población y que los usuarios identifiquen que el servicio está siendo innovado y repensado para mejorar, este enfoque hacia la población es fundamental para que sean actores activos del proceso, sin embargo el alcance del presente trabajo de grado es sólo propositivo, con pruebas piloto en campo que consolidan los resultados y su relación con los referentes teóricos planteados en relación al área problemática.

#### **4. REFERENTE TEÓRICO**

El transporte público hace parte integral de todo un Sistema de movilidad urbana, que comprende no sólo los elementos viales y motores, sino también actores trascendentales en la optimización del mismo, pero para comprender la relación entre cada uno de estos elementos y actores, se hace necesario partir de la definición de cada uno de estos elementos, tal y como lo propone Gutiérrez (2009) quien indica que el transporte es un elemento material que compone la movilidad y a su vez, la movilidad se expresa en el transporte, sin embargo, el transporte público se diferencia del transporte particular, por sus actores e importancia en el desarrollo territorial (García, 2013).

El transporte público urbano facilita la movilidad y conectividad entre distintos puntos geográficos, se concibe como un instrumento clave en la dinámica de vida de las personas y en el impacto ambiental urbano, además, sirve como canal de flujo de información, debido a que, de todos los sistemas de transporte, el urbano junto con el masivo, se caracterizan por movilizar gran cantidad de personas en pequeños lapsos de tiempo a nivel municipal (Gutiérrez, 2003).

En las ciudades como Pereira, el transporte público ha sido concebido por los gobernantes como un sistema lucrativo dejando a un lado las relaciones existentes entre este sistema y diferentes sectores como el económico, social, cultural y tecnológico, en ese sentido es importante tener en cuenta referentes teóricos de la adaptación del transporte público a las nuevas dinámicas de automatización de la movilidad a nivel mundial, con la intención de mostrar los avances de la industria automotriz en cuanto a la automatización de la conducción basada en datos y otros elementos que facilitan la movilidad y poner al transporte público en esta dinámica de automatización.

En el caso de Buehler, R. (2018), se hizo una comparación entre la demanda del servicio de transporte público en Estados Unidos y otros países, para dar herramientas al gobierno que puedan usar para automatizar el servicio público en términos de innovación del sector automotriz, logrando identificar dinámicas del sector transporte en países con alta y baja densidad poblacional, al igual que su impacto en el desarrollo de nuevas tecnologías asociadas a estrategias de mejora de la movilidad y analizar la posibilidad de que el transporte público se adapte a nuevas tecnológicas y compita con vehículos automatizados.

Dentro de la propuesta de Buehler, R. (2018) se incluye la adaptación del servicio público a diferentes tecnologías conectadas y sus aplicaciones geográficas, partiendo de las necesidades de cada territorio, además de proponer la importancia de realizar una comparación entre la demanda del sector público en diferentes países, pero también con otros medios de transporte urbano para determinar la viabilidad del sistema en términos actuales y futuros, este tipo de análisis puede llevar también a posibles integraciones del sistema de transporte público con otros

sistemas de movilidad, para desarrollar un sistema público de movilidad eficiente en zonas con alta densidad poblacional.

Como referente normativo de la interacción del transporte público con otros sistemas, se destaca la base jurídica de la ley 1753 del 2015 la cual se toma en consideración para la integración del transporte público a través de rutas asociadas al SITP-AMCO, lo cual está siendo trabajado actualmente por el AMCO y ha sido ejecutados en 2 de 3 fases en el primer semestre del 2020, buscando lograr no solo sostenibilidad y equilibrio económico, sino también eficiencia y pertinencia en términos de movilidad urbana.

Pero es importante tener en cuenta también que en zonas de alta densidad poblacional, hay poca información sistematizada o generada sobre él, debido a la inexplorada importancia dada a este sistema, además, se ha identificado según Buehler, R. 2018 que en estas zonas el transporte público no está siendo accesible para la mayoría de la población debido a componentes culturales y extensión territorial, sin embargo, este caso puntual es un elemento importante para tener en cuenta al momento de realizar el análisis de viabilidad o expansión del servicio urbano.

El conocer y analizar las nuevas tecnologías del sector transporte, permite hacer más eficiente el transporte público, genera impactos positivos para una movilidad eficiente en términos ambientales y sociales, sin embargo, se ha evidenciado que hay pocos casos de aplicaciones enfocadas a la sistematización del transporte público urbano en zonas de alta densidad poblacional, lo que motiva el presente trabajo del teniendo la posibilidad de desarrollar un sistema de transporte público automatizado.

Si bien estamos en una era tecnológica, hay una falencia en la actualidad que se presenta en la implementación de un sistema de transporte público automatizado, debido a las dinámicas de poblamiento de los territorios y a las dinámicas económicas, esto se debe a que en zonas de baja densidad poblacional, la posibilidad de acceder a tecnologías y datos automatizados es baja, en zonas de alta densidad poblacional, la posibilidad de implementar un sistema automatizado de movilidad, se dificulta por tantos elementos del sistema, pero es importante enfatizar en las ventajas de la sistematización del servicio como mayor claridad sobre la toma de decisiones, basados en la rentabilidad de un sistema y en la solución de situaciones cotidianas de movilidad (Pastos, G. 2017).

Teniendo en cuenta el gran flujo de información y personas que tiene el transporte público, se hace necesaria la implementación de nuevas tecnologías que aporten a la recolección, almacenamiento, análisis y aprovechamiento de dicha información, la cual es definida como una serie de datos seleccionados y ordenados con un propósito específico según Czinkota y Kotabe (2001).

Para efectos del presente estudio, la información recopilada va acompañada de datos geográficos, poseen una georreferenciación, además, componen un sistema el cual es gestionado a través de diferentes herramientas, buscando optimizar procesos y aprovechar al máximo la información para conocer las soluciones de la población y generar soluciones acordes a dichas necesidades (Sarria, F. ND.)

En ese sentido, un SIG puede ser concebido como un elemento complejo que se compone de otros elementos y que conlleva la integración de información la obtención de un objetivo específico, siendo también un elemento integrador de tecnologías, personas, procesos y datos (Olaya, V. 2014). En la **Figura 4** evidenciamos la adaptación del término al presente trabajo.



Figura 4 Conceptualización de un SIG como elemento integrador

Es importante tener en cuenta también al momento de definir un SIG, tomar como una de las bases la ideología generada por este en los años 60's, donde se conocían netamente como elementos geográficos que configuraban una composición, basados en esta premisa inicial de los SIG, el sistema de información geográfico propuesto recopila en gran parte elementos geográficos que enfocan su análisis final en el desarrollo territorial, buscando aportar finalmente no solo satisfacción al cliente, sino también insumos para planificar y moldear el territorio (Burrough et al. 2000).

Para dar continuidad al soporte teórico de la definición de SIG, es importante tener en cuenta un concepto integrador como lo es el concepto de ambiente, definido por Leff, E. (1998) como un saber emergente concebido en términos de integralidad de la diversidad, además, no solo de proceso naturales sino de procesos ecológicos, culturales, tecnológicos y sociales; es en ese sentido que la importancia del concepto ambiental emerge como un referente y base para la adaptación del

sistema de información no solo a procesos culturales en la mejora del servicio, sino también a la integración de elementos tecnológicos con un objetivo común, además de mejora de los procesos económicos de diferentes actores del servicio.

Entrando en materia en términos de movilidad urbana, podemos partir de la asociación de éste término con las dinámicas de desarrollo social y económico, para comprender el concepto como un elemento contribuyente al desarrollo metropolitano, sustentabilidad y gestión urbana eficiente, entiendo y definiendo el concepto a partir de la búsqueda de soluciones del presente trabajo como una construcción no solo social, sino también física y económica; en ese sentido, podemos definir el término movilidad como la cualidad movable y dinámica de un territorio, no solo en términos de tránsito vehicular, sino también en desarrollo social, económico y físico, que conllevan a mejorar la calidad de vida de la población afectada en términos positivos (Cruz, F. 2018)

La calidad de vida vista desde la perspectiva de países que adoptan el término con bases técnicas estrictamente y sin tener en cuenta aspectos empíricos, lo que ha sido motivo de discusión frente a la integración de éste en contextos culturales y cotidianos como los procesos de transporte público (Schneider, 2013), sin embargo el enfoque empírico y cultural es el que será referente para nuestro trabajo, debido a la necesidad de ver el sistema de transporte como un integrador urbano de diferentes actores y procesos y un elemento fundamental en el desarrollo de ciudad, ahora bien, el concepto de calidad de vida abordado para nuestra investigación se basa en la influencia que pueda tener no solo el entorno físico, sino también el ambiente cultural y el aspecto económico en el desarrollo cotidiano de una persona o población, enfatizando en la posibilidad de ocio o productividad teniendo en cuenta la premisa de uso adecuado de los tiempos de tránsito (Lambiri, Biagi & Royuela, 2006).

Es importante tener en cuenta en la conceptualización de calidad de vida, la asociación con la escala geográfica de medición, además de las concepciones sociales que una población pueda tener con respecto al grado de satisfacción en su espacio físico, entorno cultural y condiciones económicas.

El Transporte urbano entendido como un sistema, se ha empezado a trabajar desde el año de 1970, cuando se evidenció que en grandes ciudades como Barcelona y Madrid la cantidad de viajes en promedio llegaba a los 7,5 millones, dando cuenta de la gran importancia de la movilidad y evidenciando conexión entre el impacto ambiental generado a partir de la dinámica del sector transporte y especialmente en las áreas metropolitanas, esto conlleva a visualizar y definir el transporte público como un sistema (García, A. 1978).

Para la década de los años 80's, en Colombia se identificó la importancia del transporte público urbano y a su vez, afectaciones no solo de la calidad del aire, sino también de la satisfacción del usuario en términos de prestación del servicio, debido a que anualmente unos 10 millones de habitantes de la capital colombiana

abordaban el sistema de transporte urbano, el cual se destacaba por su incomodidad y largos tiempos en sus recorridos (Martínez, A. 2003)

En los 90's, se concebían los sistemas de transporte público alternativo como el metro y el tren, como la opción más viable para liberar carga en las vías y tener una mejor movilidad urbana, pero esto sólo llevaba una gran inversión, además no solucionaba la problemática de la movilidad en las grandes ciudades (Thomson, I. 1997), años más tarde, en el nuevo milenio, el gobierno nacional de Colombia implementaría una nueva política para tener en las ciudades con más de 500.000 habitantes, sistemas de transporte integrado para el caso de Pereira, años más tarde sería MEGABUS, no obstante, esta implementación no dio resultado como una estrategia que lograra mejorar la movilidad, debido a que no cumplía con la necesidad de los usuarios de lograr una movilidad económica y sin largos tiempos de espera.

Hasta el 2005, todos los gobiernos coincidían en algo y era en la problemática del transporte público como una problemática ambiental, que afectaba drásticamente la calidad de vida de los habitantes de una ciudad, es por eso que en el año 2012 en la ciudad de Bogotá, se empieza a desarrollar el sistema de información del transporte público enfocado al usuario, configurándose como una herramienta que no solo contemplaba las necesidades del cliente, sino que permitía tener estadísticas e información de manera más exacta, lo anterior, permite retroalimentar la información disponible para los encargados de la administración y operación del transporte público y dar cumplimiento a las necesidades de los usuarios del sistema de transporte, evitando así que estos tengan que acudir a medios alternativos de transporte y generen mayor congestión y contaminación urbana.

De manera complementaria, en el año 2016 se identifica la necesidad de disponer información a los usuarios, para que estos puedan realizar sus viajes de manera efectiva y a la vez se puedan mantener informados de las oportunidades que ofrece el entorno y el mercado, es por eso que se plantea la posibilidad de aprovechar los entornos físicos de los vehículos, como opción para brindar información a los usuarios, además de utilizar software y hardware que complemente dicho proceso de comunicación al usuario.

La aplicación de los sistemas de información Geográfica al transporte público ha logrado generar nuevos servicios que facilitan la mejora de la prestación del servicio y favorecen tanto a prestadores del servicio, como al usuario; adicionalmente, se evidencia la factibilidad de implementar estos sistemas como herramientas adecuadas de planeación que mantienen la prestación del servicio a la vanguardia tecnológica (Quesada, P. Et al. 2018).

Si bien, el sistema de transporte público no es tenido en cuenta en la planificación urbana de Pereira [POT], este sistema es importante debido a que (Alan, T. Et al. 2004) participa en el aumento de la competitividad de un territorio, mejora de la

calidad de vida de los usuarios, además es fundamental en la movilidad de la mayoría de los ciudadanos que se ven afectados de manera positiva o negativa por el crecimiento territorial.

El sistema de transporte objeto del estudio, es considerado público, debido a que opera con rutas fijas y horarios predeterminados, además puede ser utilizado por cualquier persona a cambio del pago de una tarifa previamente establecida (Pastor, G. 2017) adicionalmente, se podría clasificar también, según el tipo de tecnología requerida para su adecuado funcionamiento y gestión, partiendo de la premisa de que las tecnologías enfocadas a este sistema son de operación y prestación del servicio.

Las tecnologías enfocadas al sistema de transporte, deben tener como base la resolución de problemas específicos y la mejora de la calidad del servicio en todos los niveles, usuarios y actores involucrado, si bien, en ocasiones no es posible concretar un beneficio pleno, se debe buscar un beneficio colectivo, es por eso que desde la propuesta de BOKU (2010), se parte de la propuesta de tecnologías que brinden al usuario información clara sobre la cobertura, horarios y duración de viajes en tiempo real, además de tarifas justas, estas últimas permiten beneficiar a los conductores y a las empresas prestadoras del servicio público de manera directa. En el marco de la implementación de sistemas innovadores de información en el transporte público, se contempla también un nuevo concepto que es fundamental para la duración del sistema en el tiempo: sostenibilidad.

En concordancia con lo anterior, es importante tener en cuenta el concepto de sistematización desde las bases de las comunidades primitivas, las cuales plasmaron en rocas la necesidad de comunicar un mensaje y diferentes registros no solo numéricos sino también simbólicos, posteriormente, René descartes sería un gran expositor de lo que sería la sistematización de la geometría al proponer diferentes métodos y técnicas para recopilar y plasmar la información (Rodríguez, L. 2015), sin embargo, no fue hasta finales del Siglo XVII que en la comunidad de la cartografía se empezó a establecer un sistema de medición de coordenadas para representar diferentes ubicaciones dentro de un mapa, sistematizando los datos geográficos en conjuntos de interés.

A partir del siglo XX, se empezó a relacionar el término sistematización no como la organización de diferentes entidades en conjuntos, sino también al establecimiento de relaciones entre cada uno de los conjuntos a los cuales pertenecen las entidades (Sarria, F. nd), en el marco del presente trabajo, la sistematización se concibe como la organización de diferentes conjuntos de datos para obtener información de interés en la toma de decisiones, esto, apoyado en la digitalización de los datos.

Las aplicaciones móviles han tomado fuerza con respecto a su usabilidad en la última década, en ese sentido, es importante tener en cuenta dentro del planteamiento de las fases de investigación conceptualizar el término no solo en función de lo que es, sino de la finalidad, partiendo de esto, una aplicación es un



software diseñado para satisfacer necesidades de manejo, presentación, sistematización o procesamiento e interpretación de la información, si bien, hay diferentes factores que influyen en la aceptación de las aplicaciones móviles por parte del usuario final, lo más importante al momento de asegurar la aceptación y usabilidad es la pertinencia y calidad de la aplicación, lo anterior, proponiendo la misma no solo basados en los criterios de calidad establecidos para el desarrollo de software, sino teniendo en cuenta a los usuarios finales en procesos de pruebas piloto para lograr mayor asertividad y aceptación del producto final (Enríquez et al. 2013).

La implementación de las TICs en los sistemas de transporte, ha sido fundamental con respecto a los planes de austeridad implementados por los administradores del parque automotor y entes gubernamentales, teniendo en cuenta que esta estrategia es más viable en términos económicos con respecto a la intervención de la infraestructura vial y el equipamiento urbano, por tal razón la gestión del servicio y la administración del mismo ha sido repensada en términos de las herramientas usadas y en ese sentido la cobertura y prestación del servicio, además de su control, se enmarcan en el uso de las TIC, buscando la mejor y más eficiente manera de operar el sistema eficiente y eficazmente (GDS+. 2018).

Dentro de los instrumentos normativos y legales que establecen los actores, alcances, límites y directrices del servicio público en El territorio nacional, se encuentra la Ley 361 de 1997 que establece mecanismos de integración social de las personas con limitación física, a procesos de movilidad urbana, posteriormente y siguiendo la dinámica de la inclusión, la Ley 1504 de 1998, la cual reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial y constituye un instrumento clave para establecer todo el equipamiento urbano en términos de movilidad. Como documento rector del sistema de transporte y movilidad, se formula la Ley 769 de 2002 mediante la cual se establece el Código Nacional de Tránsito Terrestre.

Posteriormente, se desarrollan los Documentos CONPES 3230 de 2003 y 3416 de 2006, los cuales se configuran como punto de partida del sistema integrado del servicio público urbano y de transporte masivo de pasajeros del área metropolitana del centro occidente AMCO y establece los mecanismos e instrumentos de seguimiento al transporte público. De acuerdo con el desarrollo de la movilidad en la ciudad, se van desarrollando de manera transversal planes que son adoptados regionalmente; dado el crecimiento de la ciudad, se aplica la Ley 1083 de 2006 que reglamenta la planeación urbana sostenible.

Para el año 2010, la Ley 1383 reforma el código nacional de tránsito, a la par se formula el Decreto 798 de 2010 que reglamenta estándares urbanísticos básicos para el desarrollo de la vivienda, los equipamientos y los espacios públicos, necesarios para su articulación con los sistemas de movilidad. Dados los altos índices de accidentabilidad, en Colombia se formula la Ley 1503 de 2011, la cual promueva la formación de hábitos, comportamientos y conductas seguras en la vía.

A nivel metropolitano e incluyendo el territorio pereirano como epicentro de ésta área, El Acuerdo Metropolitano 009 de 2002, establece los derechos que se causan por los trámites y servicios prestados en materia de transporte público, masivo, colectivo, individual y mixto en el Área Metropolitana del Centro Occidente, es el acuerdo, de manera complementaria se formula el Convenio Interadministrativo 014 de 2004 De operación del sistema integrado de transporte masivo del Área Metropolitana del Centro Occidente MEGABUS el cual no hace parte específica del presente trabajo, pero configura un escenario de oferta para el transporte público a nivel urbano, de manera integrada. Se dictan disposiciones especiales en los modos de servicio del transporte público, en jurisdicción del área metropolitana, a través del acuerdo metropolitano 017 de 2005.

Según Giraldo, A y Rodas, M. “La abundancia de la norma – como en cualquier otro aspecto – no significa el éxito o que las instituciones y los ciudadanos las acaten. Sin embargo, para nuestro contexto es menester reconocer la existencia de dos tipos de planes: los Planes de Movilidad y los Planes de Ordenamiento Territorial”. Por lo cual se contempla a nivel metropolitano, el plan maestro de movilidad para el año 2006, el cual fue adoptado en diciembre de 2011. El municipio de Pereira se adhiere a este plan de movilidad, a través de la creación de un plan municipal de movilidad a través del Decreto Municipal 570 de 2008.

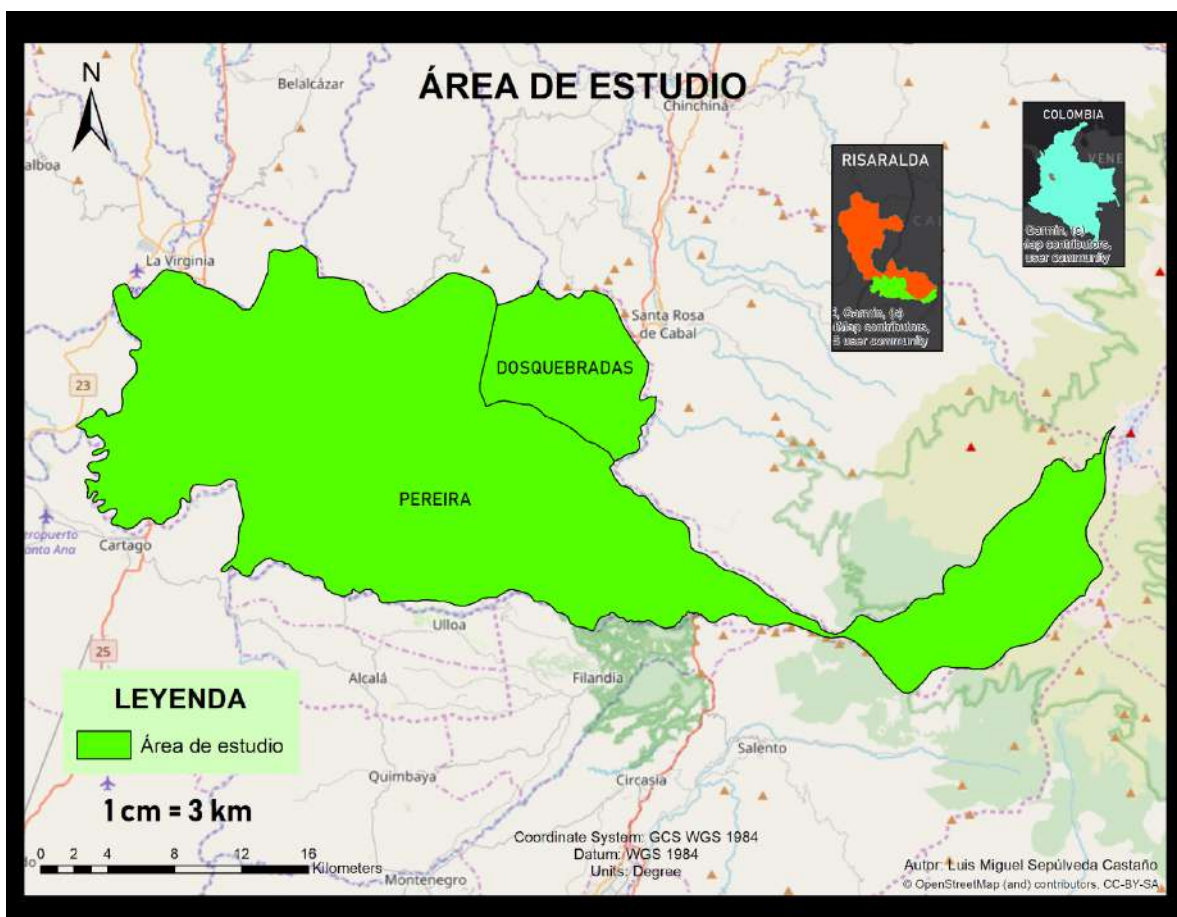
Lo anterior refleja la desconexión y desarticulación que hay entre la ejecución del plan de movilidad, con respecto a las necesidades de la población, dado a que los Planes de ordenamiento territorial no son instrumentos de interés para la movilidad Urbana en términos políticos, el sistema no ha tenido proyección y se ha invertido financieramente en el desarrollo de la infraestructura y equipamiento de medios alternos de transporte como lo es el masivo, pero no se ha priorizado y potencializado el transporte público urbano, lo que representa un escenario preocupante para el desarrollo de la ciudad en términos de movilidad, productividad y sostenibilidad.

Adicionalmente y no menos importante, también se debe tener en cuenta el contexto de la política de tratamiento de datos personales (basados en la Ley 1581 de 2012) que debe surgir en la presente propuesta según Calle, 2011, teniendo en cuenta que se recopilará información de interés no sólo en términos de planeación del servicio, sino también en términos comerciales.

El departamento de Risaralda se ubica en el sector central de la región andina Colombiana, su extensión es de 3.592 kms, abarcando el 0,3% del territorio nacional, si bien no tiene una gran extensión, su ubicación es estratégica por ser parte del triángulo del café, el cual tiene una gran importancia a nivel de conectividad con otras regiones (Gobernación de Risaralda, 2018 ), según el DANE (2005) la población total del departamento en el año 2015 era de 951.945 habitantes, entre ellos 463.438 habitantes de género masculino y 488.507 habitantes de género femenino, ubicados en su mayoría en el área urbana de los

municipios del departamento, principalmente Dosquebradas y Pereira, los cuales hacen parte del Área Metropolitana Centro Occidente – AMCO, la cual rige el sistema de transporte urbano, incluida la ruta 3, siendo esta entidad de interés para nuestro estudio. Entre las principales actividades económicas de los municipios que abarca la ruta 3, se destaca la producción industrial y manufactura, sector servicios y comercio, en una pequeña proporción la producción agrícola.

Si bien, se ha caracterizado por ser un departamento agrícola e industrial, en los últimos años ha tenido un gran crecimiento en términos de vivienda y prestación de servicios, lo que hace de Pereira y Dosquebradas específicamente, dos municipios claves para el crecimiento y desarrollo social del departamento y los cuales son geográficamente, el área de estudio (**Figura 5**).



Fuente: Propia

Figura 5 Área de estudio

Entre las muchas empresas prestadoras del servicio de transporte público urbano, se destaca la empresa LIPSA S.A, la cual tiene varias rutas, entre las cuales se encuentra la Ruta 3, se considera como una de las rutas más importantes por la conectividad que genera entre áreas rurales, domésticas, el centro de la ciudad, centros universitarios, industrias y terminales de transporte terrestre.

## 5. DESARROLLO DEL TRABAJO

El desarrollo metodológico se enfoca en lograr construir un sistema de información geográfico acorde a las necesidades de levantamiento y sistematización de la información, la elaboración de dicha construcción se fundamenta en la metodología de marco lógico, la cual se caracteriza por identificar los problemas de un sistema y sus causas, para ejecutar acciones al respecto, adicionalmente se complementa con la características de la investigación orientada a decisiones, buscando mejorar el servicio a futuro con los insumos recolectados y/o propuestos.

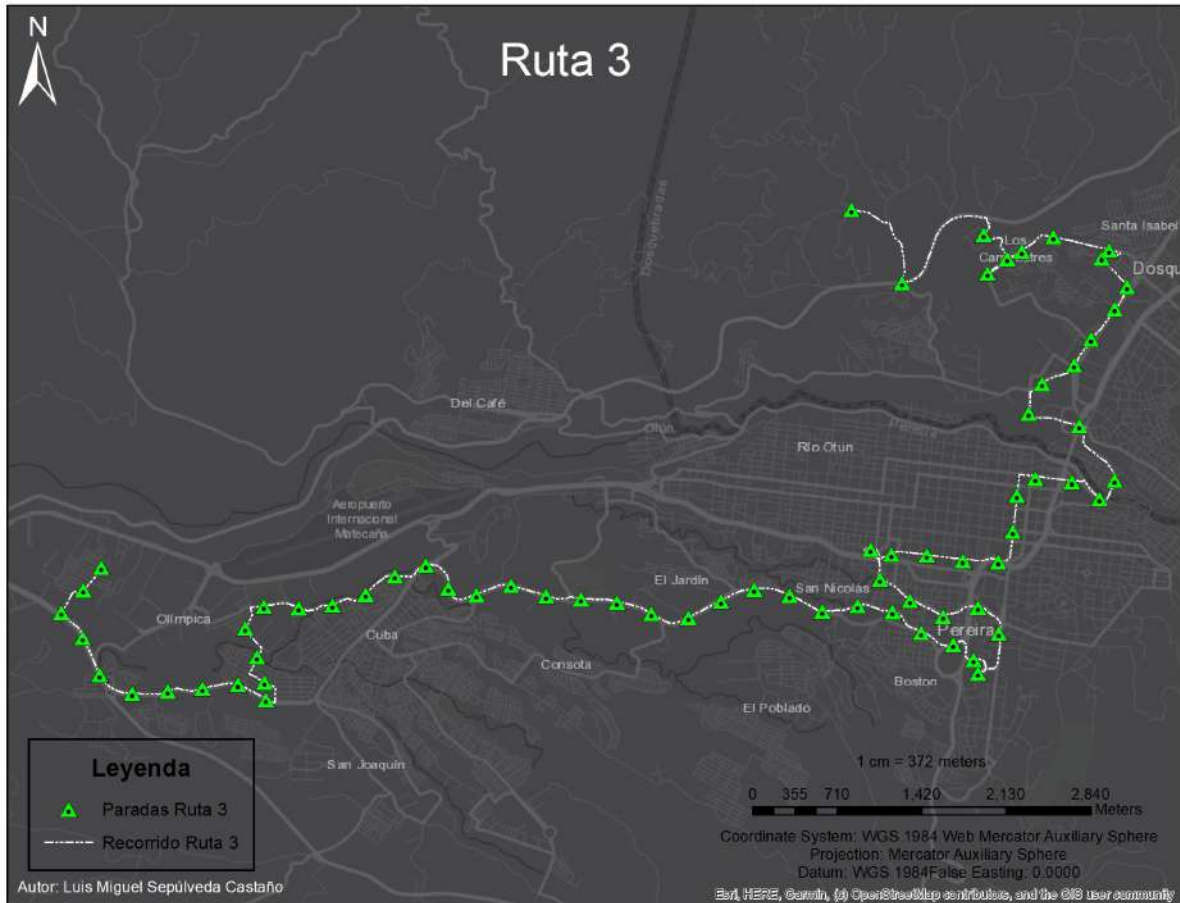
Para el desarrollo de cada una de las fases del proyecto se utilizaron diferentes herramientas, tales como ArcGIS Desktop y Online, Memento Database, Google Earth, Microsoft Excel, Google Forms y Adobe Illustrator, teniendo en cuenta el acceso gratuito a estas herramientas y contemplando la limitación presupuestal para la construcción del proyecto

Adicionalmente, se toman elementos de la investigación descriptiva y de la investigación explicativa, debido a que se realiza una recolección de datos y posteriormente se hace un análisis en los resultados contrastado con las propuestas teóricas y los objetivos de la investigación.

A continuación, se presentan cada una de las fases del proyecto, las cuales son fundamentales para el logro del objetivo general:

### 5.1.1. Levantamiento de información

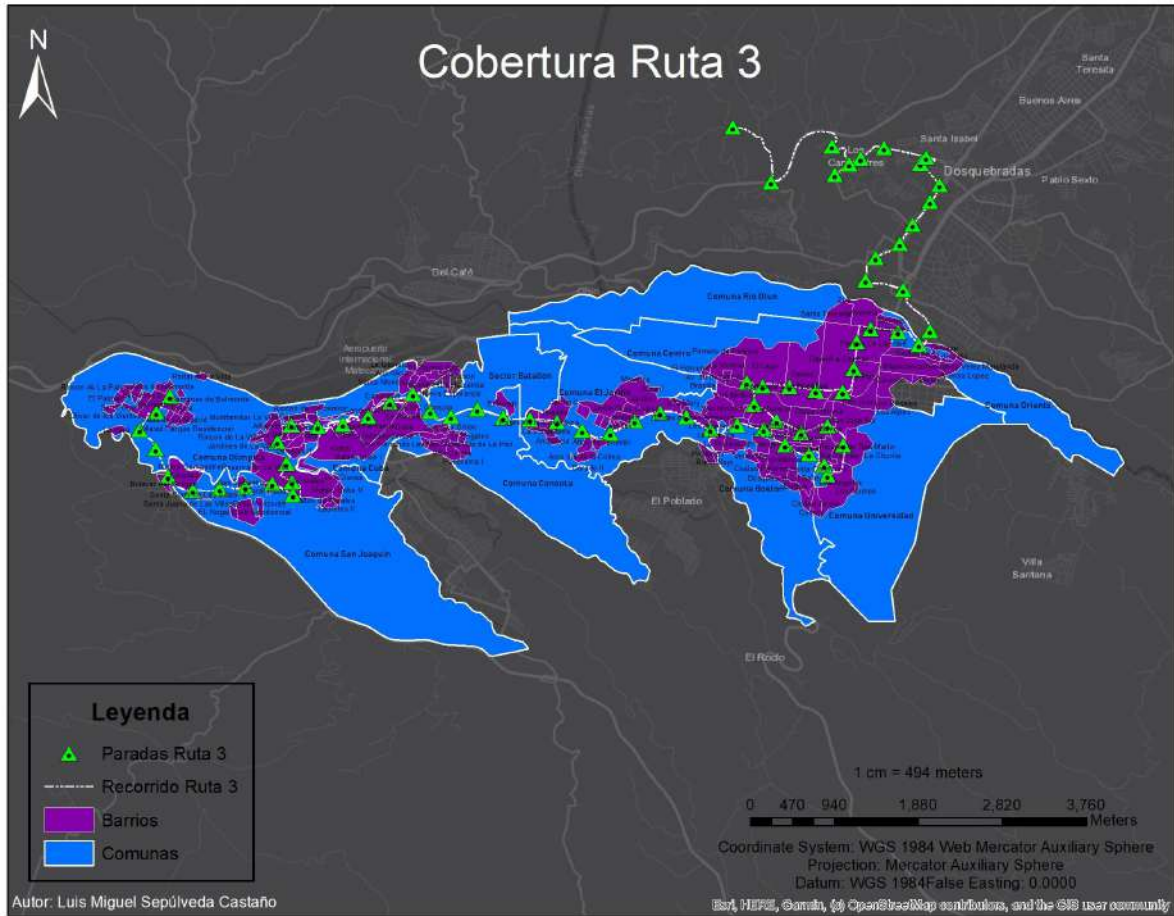
En la fase de levantamiento de información se utilizó la herramienta de *ArcGIS Desktop* para determinar la cobertura de la ruta 3 en el municipio de Pereira, abarcando comunas y barrios en dicha cobertura (Imagen 6), adicionalmente, con el apoyo de la herramienta *Avenza Maps*, se realizó el trazado de la ruta través de un mapa móvil en PDF, el cual llevamos durante la totalidad del recorrido de la ruta 3, posteriormente, se realizó el mapeo de esta información en *ArcGIS Desktop*, para determinar las paradas cada 300 metros para evitar congestión vial y finalmente se generó el mapa con la cobertura del servicio, el recorrido de la ruta y las paradas recomendadas durante el trayecto. (**Figura 6**).



Fuente: Propia

Figura 6 Recorrido y paradas de la Ruta 3

Es importante destacar que se adicionaron los shapes de barrios y comunas del municipio de Pereira, teniendo en cuenta la disponibilidad de la información (**Figura 7**) también con el ánimo de establecer límites geográficos, evidenciar la cobertura de la ruta y realizar consultas posteriormente, a través de minería de datos obtenidos a partir de la presente propuesta, sin embargo, esta no será objeto de estudio del proyecto.



Fuente: Propia

Figura 7 Cobertura de la Ruta 3

Se realizó a través de la herramienta *Memento Database* un formulario en el cual se registró la información de Fecha de recolección del pasajero, ubicación geográfica del lugar donde se llevó a cabo la recolección, género del pasajero y cantidad (**Figura 8**).

Flash Mobile 8% 21:18

✓ Crear entrada

Fecha de datos  
6 de mayo de 2020

Recolección de pasajero  
Cl. 28 #64, Dosquebradas,  
Risaralda, Colombia  
4.8199045, -75.6604959

AGREGUE LA UBICACIÓN DONDE HA REALIZADO LA PARADA

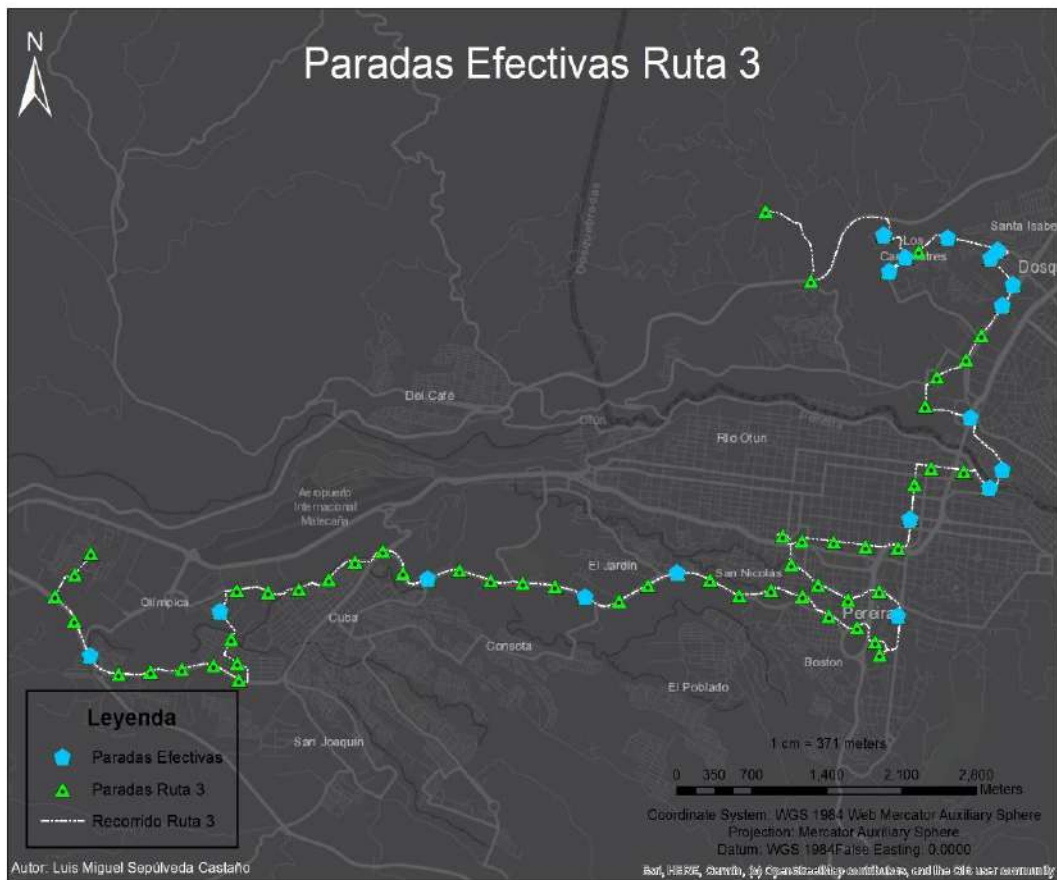
Género del pasajero  
Hombre

Cantidad  
1,0

Fuente: Propia

Figura 8 Formulario de registro de pasajeros

Con la información recolectada se logró realizar una prueba piloto para la caracterización de la población, además de identificar las zonas de recolección de pasajeros y su efectividad en comparación a las paradas propuestas cada 300 metros, a partir de esta prueba piloto, se generó un mapa con las paradas efectivas, definidas como aquellas que concuerdan con las paradas propuestas (**Figura 9**).



Fuente: Propia

Figura 9 Paradas efectivas de la Ruta 3

### 5.1.2. Formulación de los módulos de la aplicación del usuario.

Si bien, el desarrollo de una Aplicación depende en gran medida del presupuesto y habilidades del desarrollador, a continuación se formulan algunos de los componentes básicos de la aplicación que son adecuados para satisfacer las necesidades en el servicio de transporte público y basados en experiencias exitosas de la interacción entre los usuarios y tecnologías asociadas al transporte público en Queensland, Australia (Foth y Schroeter, 2010), esta formulación se realizó a partir del uso de la herramienta ArcGIS Online, tomando también elementos de la fase 1 como la cobertura del servicio, el recorrido de la ruta y las paradas propuestas (**Figura 10**).

- **Inicio de sesión por Cédula y teléfono:** como inicio, la aplicación del Usuario tiene la opción de realizar el inicio de la sesión con la cédula como Usuario y el registro telefónico de contraseña, esto se configura como una estrategia de mercadeo y a la vez una facilidad para que las personas puedan acceder al aplicativo sin necesidad de tardar largo tiempo registrando gran cantidad de información, al dar clic en el botón iniciar, se despliega una ventana emergente que



le permite al usuario confirmar los datos y recordarlos para posteriores accesos a la plataforma.

**Dashboard con mapa principal:** este mapa principal es de Open Street Maps, con el ánimo de simplificar la vista y familiarizar al cliente con una propuesta funcional y visual acorde a lo presentado por plataformas de servicio de transporte particular (Uber, InDriver, Cabify, Beat, etc).

**Casillas de consulta básica (Origen, destino):** Permite al usuario realizar consultas acerca de la ruta óptima para llegar desde su ubicación a un punto ubicado cerca de las zonas de paradas de la ruta 3 o a algún otro destino y realizar un comparativo con la cercanía que tiene su destino y/o origen con el recorrido de la ruta.

**Icono de “Mi ubicación”:** Le permite al usuario conocer su ubicación en el mapa y visualizar puntos de su interés alrededor del mapa y cerca de su ubicación.

**Icono de consulta “Cerca de mí”:** A través de esta opción, el usuario puede visualizar cual es la parada más cercana para abordar el transporte de la Ruta 3.

**Icono de PQRS:** Este Icono tiene enlace directo a través de una central de atención al cliente, la cual deberá operar en el horario de 5:00 am a 10:00 pm, horario en el cual opera el servicio de transporte de la Ruta 3 o según criterio de los administradores del parque automotor.

**Icono de información general:** Este listado desplegable permite al usuario conocer frecuencia de despacho de buses, origen, destino y valor del pasaje.



Fuente: Elaborado con ArcGIS Online

Figura 10 Módulos básicos de la aplicación del usuario

### 5.1.3. Propuesta gráfica de los módulos de la aplicación del conductor y del administrador del parque automotor.

#### Aplicación del conductor

Para realizar esta propuesta gráfica, se consultó con 5 conductores de la ruta 3 acerca de los elementos básicos que debería tener una aplicación para facilitarles el proceso de manejo de la información en 3 momentos del transporte: Antes, Durante y Después, adicionalmente se tuvieron en cuenta las premisas de tiempo, costo y comodidad que deben caracterizar al servicio de transporte (Millonig et al. 2010); se utilizó la herramienta *Adobe Illustrator*, teniendo en cuenta que solo es una propuesta gráfica de los módulos, a continuación se detalla acerca de la funcionalidad de cada uno de los módulos:

**Conteo de pasajeros en el vehículo:** Este módulo de la aplicación del conductor, permitirá conocer la cantidad de pasajeros que lleva, independientemente del estado (Sentados o de pie) lo cual se validará con la ficha técnica de cada vehículo la cual indica la cantidad total de pasajeros que puede transportar el vehículo (**Figura 11**), adicionalmente la aplicación generará una alerta para el conductor y los entes de control, los cuales podrán visualizar en qué momento se empieza a sobrepasar la capacidad de pasajeros máxima del vehículo, lo cual puede generar afectaciones graves en caso de un accidente de tránsito.



Figura 11 Módulo de conteo de pasajeros en el vehículo.

**Conteo de pasajeros consultando por la ruta:** Esta información se obtendrá de la cantidad de usuarios que ingresen la consulta en el módulo de *Información de ruta*, lo que le permitirá al conductor conocer la demanda a groso modo del servicio

en determinado momento y lo comparará con la capacidad disponible del vehículo (Figura 12).



Figura 12 Módulo de conteo de pasajeros consultando por la ruta

**Cronómetro de ruta:** será una herramienta útil para conocer los tiempos promedio día a día de cada recorrido y en determinado momento del día, lo cual le brindará información útil al usuario al momento de realizar la consulta general de la información de la ruta y conocer en promedio cuánto tardará en realizar determinado recorrido, adicionalmente, el conductor podrá conocer estos tiempos e informar los casos en los que hayan retrasos en los recorridos, para que los organismos de tránsito y movilidad de la ciudad puedan resolver cualquier inconveniente presentado en términos de movilidad vial (Figura 13).



Figura 13 Módulo de cronómetro de ruta.

**Ganancias de ruta:** se proporcionará a partir de la cantidad de pasajeros transportados, el valor del pasaje y el costo total del combustible integrado\*, lo cual se toma a partir de la siguiente fórmula:

*(Cantidad de pasajeros transportados x Precio unitario del pasaje) – (Costo total de combustible integrado)*

\*Cabe destacar que el costo total del combustible integrado es un valor que deberá registrar día a día el conductor, a partir de la integración de combustible en las estaciones de servicio.

La información de ganancias de ruta solo estará disponible una vez el conductor haya finalizado el recorrido, durante el recorrido aparecerá el mensaje que se aprecia en la **Figura 14**.

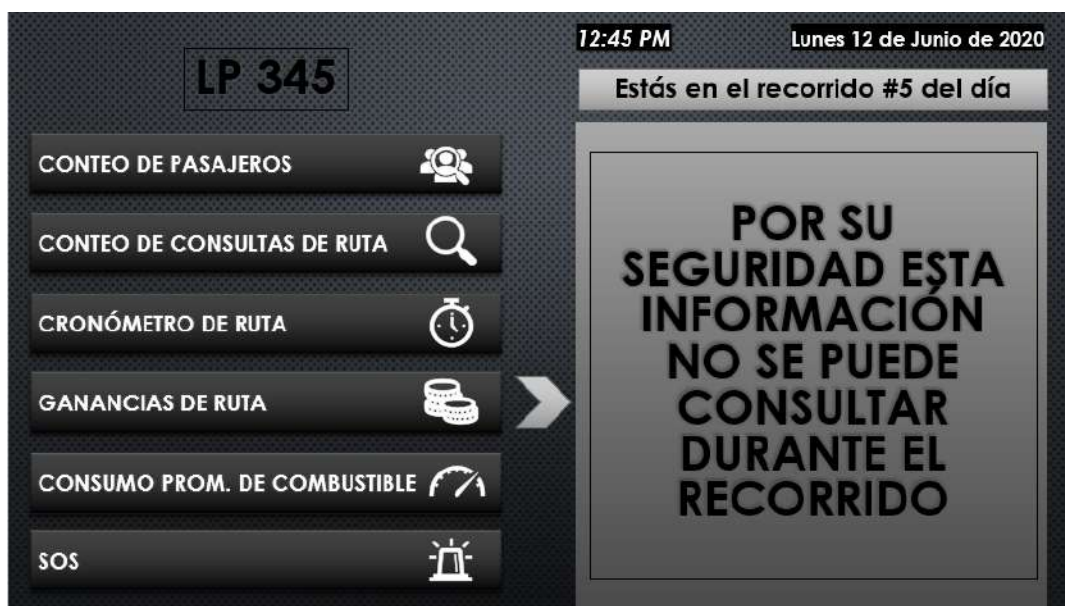


Figura 14 Módulo de Ganancias de ruta

**Consumo promedio de combustible:** este consumo se medirá a partir del recorrido realizado y la configuración previa del consumo de combustible promedio de cada vehículo (Kms x Galón), de esta forma el sistema determinará según la distancia recorrida, cuantos galones ha consumido (**Figura 15**).



Figura 15 Módulo de consumo promedio de combustible

**Módulo SOS:** El módulo SOS de la aplicación del conductor, estará conectado al botón de pánico del sistema de rastreo y monitoreo del vehículo, el cual al ser presionado enviará una alerta a la policía, empresa de transporte y organismos de tránsito, para que acudan de inmediato a la ubicación del vehículo enviada en el momento y se pueda atender la situación (Figura 16).



Fuente: Propia

Figura 16 Módulo SOS

## Aplicación del administrador

Este componente del sistema se propuso también en términos gráficos y está enfocado a los administradores del parque automotor y autoridades del sector transporte, a través de la información recopilada y brindada por las plataformas de rastreo, las cuales ya prestan este servicio a los vehículos de la ruta 3, con el ánimo de realizar seguimiento al comportamiento de los vehículos durante el recorrido, se compone por una serie de herramientas que permiten unificar la información y permiten determinar cuál ha sido el trazado o recorrido de un vehículo y validar el cumplimiento de la ruta establecida (**Figura 17**)

Adicionalmente, se proyecta por parte de los administradores del parque automotor que los sistemas de rastreo se integren también registro fotográfico asociado al dispositivo GPS, la cual registraría en determinados intervalos de tiempo, imágenes fotográficas de los usuarios del servicio del transporte, en ese sentido este sistema se propuso para la aplicación de los administradores, el módulo de galería de ruta, en el cual pueden visualizar todas las imágenes capturadas durante el recorrido, adicionalmente se propuso un filtro de ruta, para seleccionar el vehículo de interés y al cual se le va a consultar la información, además de la posibilidad de visualizar los recorridos realizados por cada vehículo, lo anterior, se configura como un elemento que brinda seguridad a los usuarios y conductores al tener registro de las novedades ocurridas durante los recorridos, cabe destacar que los componentes de esta parte del sistema varían dependiendo del proveedor seleccionado para brindar este servicio de rastreo a través de registro de imágenes.

Adicionalmente se incorpora la funcionalidad de PQRS asociadas a cada vehículo, las cuales podrán ser registradas en tiempo real por el usuario y que deberán ser atendidas por los administradores del parque automotor o quienes se designen por ellos para dicha labor; este componente tiene relación con el componente de atención al cliente de la aplicación del usuario.

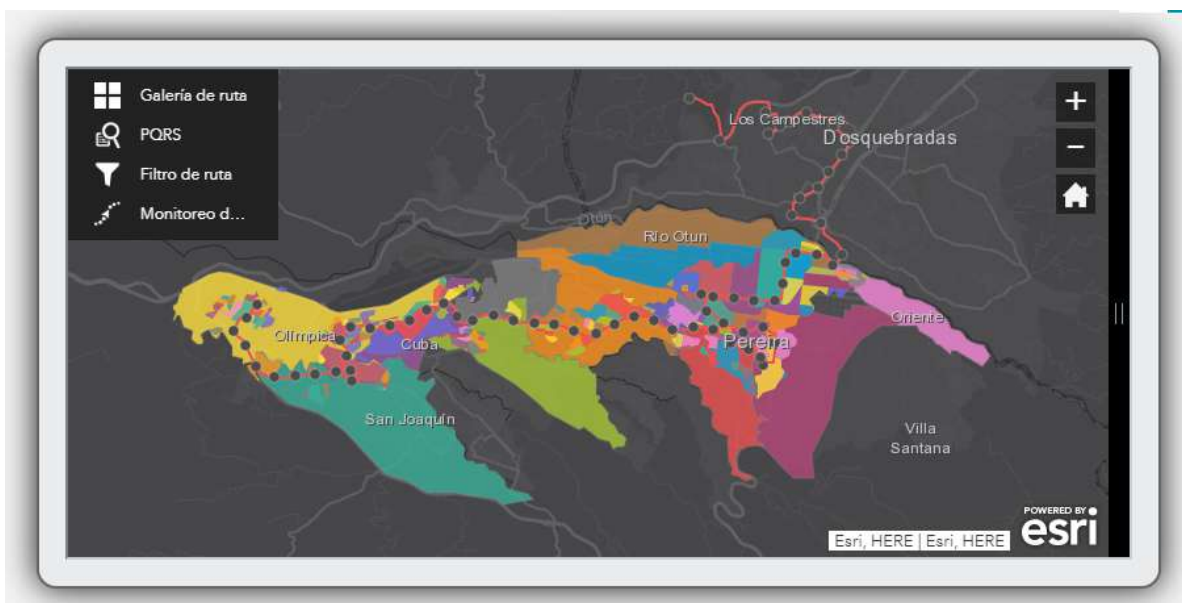


Figura 17 Módulos básicos de la aplicación de los Administradores.

#### 5.1.4. Propuesta de componente adicional de validación de pasajeros.

El sistema de validación de pasajeros se configura como componente fundamental sin embargo requiere mayor inversión por parte de los administradores del parque automotor y la vinculación con otras empresas que prestan este servicio, este sistema es importante en el desarrollo de un SIG efectivo para el sistema de transporte, debido a la información recolectada a través de este.

se propone usar en los vehículos un sistema de conteo de pasajeros basado en cámaras estereoscópicas (**Figura 18**), las cuales se caracterizan por tener mayor exactitud en el registro de los pasajeros que ingresan y egresan del vehículo, logrando así brindar mayor seguridad a los conductores y certeza en la ponderación de los usuarios que utilizan el servicio, para establecer valores exactos de oferta y demanda. Este sistema de conteo de pasajeros es muy favorable para el sector, debido a que permite tener en la plataforma brindada por el proveedor, las estadísticas de la cantidad de pasajeros que hacen uso del sistema de transporte público y puede ser de importancia para mejorar el seguimiento a la demanda y la oferta en el despacho de vehículos.



Busae, 2018

Figura 18 Cámara estereoscópica para conteo de pasajeros

A continuación, se presenta una propuesta de información base de conteo de pasajeros que podría ser de interés para los administradores del parque automotor, este sistema aporta datos valiosos para que los encargados de administrar el

parque automotor conozcan la utilidad por recorrido y tengan insumos para la toma de decisiones frente a la asignación salarial de los conductores (**Tabla 2**).

**Tabla 2 Información base de conteo de pasajeros**

Placa	Fecha	Número del recorrido	Distancia	Número de tiquetes de entrada	Número de tiquetes de salida	Valor del tiquete	Ganancias de ruta	Consumo promedio de combustible
Identifica el vehículo	Identifica el día en el cual se está haciendo la consulta de la información	Se define a partir de los eventos de dispositivo encendido y apagado del GPS	Indica la cantidad de kilómetros por recorrido	Cantidad de pasajeros que ingresan (Oferta)	Cantidad de pasajeros que salen del vehículo	Costo del pasaje por viaje asumido por el pasajero	Valor del tiquete X Cantidad de Tickets de entrada	Distancia recorrida X consumo por galón de combustible

Fuente: Propia



## 6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados generalizados por fases, en esta etapa del proyecto se contemplan no solo los resultados obtenidos en campo con el uso de algunos elementos del SIG, sino la percepción de conductores y usuarios acerca de los componentes del SIG, con respecto a la solución o intervención de una necesidad en específico.

### 6.1. Levantamiento de Información

En esta fase se lograron algunas ventajas significativas como claridad en la geolocalización de la información, orden en la ubicación de las paradas, visualización de la cobertura del servicio y a futuro la posibilidad de realizar análisis espacial con otros componentes de equipamiento urbano, adicionalmente, con respecto a la implementación del formulario inteligente, se logró identificar a través de un mapa de calor, las zonas donde hay mayor frecuencia de recolección de pasajeros (**Figura 19**)

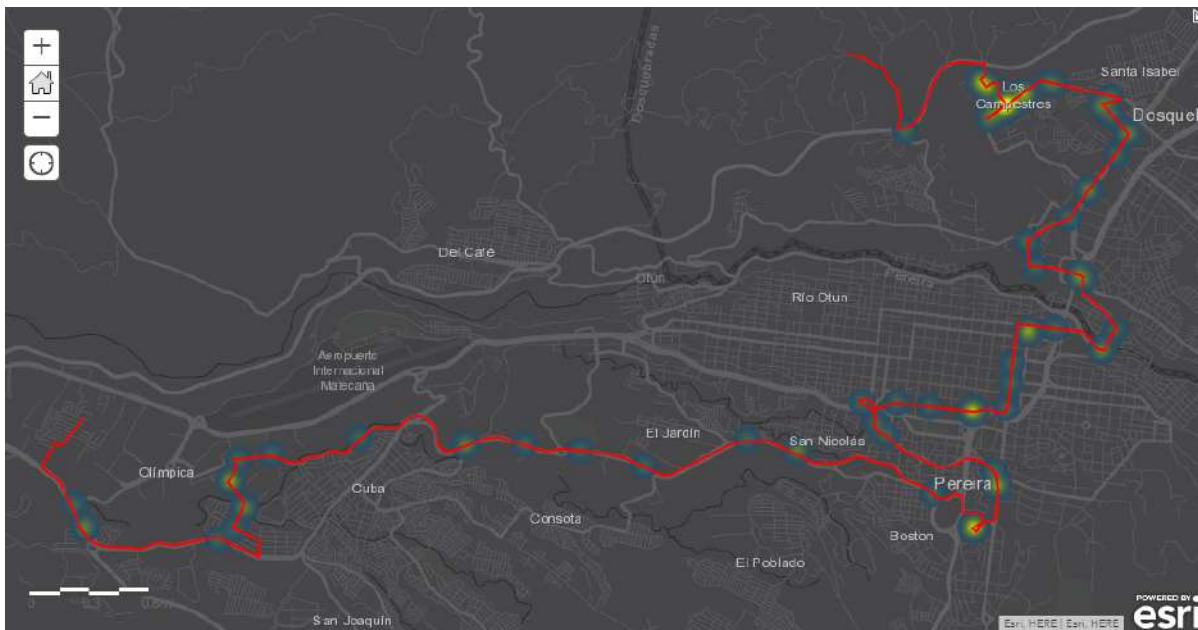


Figura 19 Zonas de mayor recolección de pasajeros

Adicionalmente se logró obtener una caracterización de género de la población a través de la implementación del formulario en ruta evidenciando que las mujeres son las principales usuarias del transporte, seguido por los hombres y finalmente por niños menores de 15 años según la percepción visual durante la encuesta en ruta (**Figura 20**):

**Estadística de Pasajeros - Porcentaje**  
● Hombre ● Mujer ● Niñ@

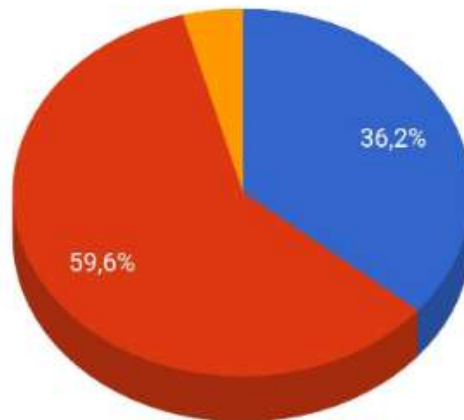


Figura 20 Caracterización de género de los pasajeros

Estos resultados influyen en términos de mejora la movilidad vial, dotando a la administración de insumos para planear la ciudad y establecer bahías donde los vehículos puedan realizar carga y descarga de pasajeros, principalmente en las zonas de mayor concentración de pasajeros, debido a que demoran más tiempo recolectando dichos pasajeros, adicionalmente, es un primer avance para permitir a los administradores del servicio de transporte, acceder a la información y compartirla con la administración municipal, para lograr importantes intervenciones.

## 6.2. Formulación de los módulos de la aplicación del usuario

Para esta fase se realizó la validación de cada uno de los componentes de la aplicación del usuario con una usuaria cotidiana del transporte público llamada Daniela Benjumea, a quién se le compartió el enlace de la aplicación creada en ArcGIS y se obtuvieron las siguientes percepciones por parte de la usuaria:

### Inicio de sesión por Cédula y teléfono:

*“El inicio de sesión a través de número de cédula y teléfono me parece una muy buena idea, pero funciona si las personas ponen datos reales, si bien, la necesidad de hacer un mayor seguimiento a la gente se lleva a cabo en muchas aplicaciones, esta no debería ser la excepción y más cuando los datos de alguien pueden ser bien usados con respecto a información de interés que pueda llegar a mi teléfono o que el gobierno sepa que soy usuaria de este servicio para implementar subsidios”*

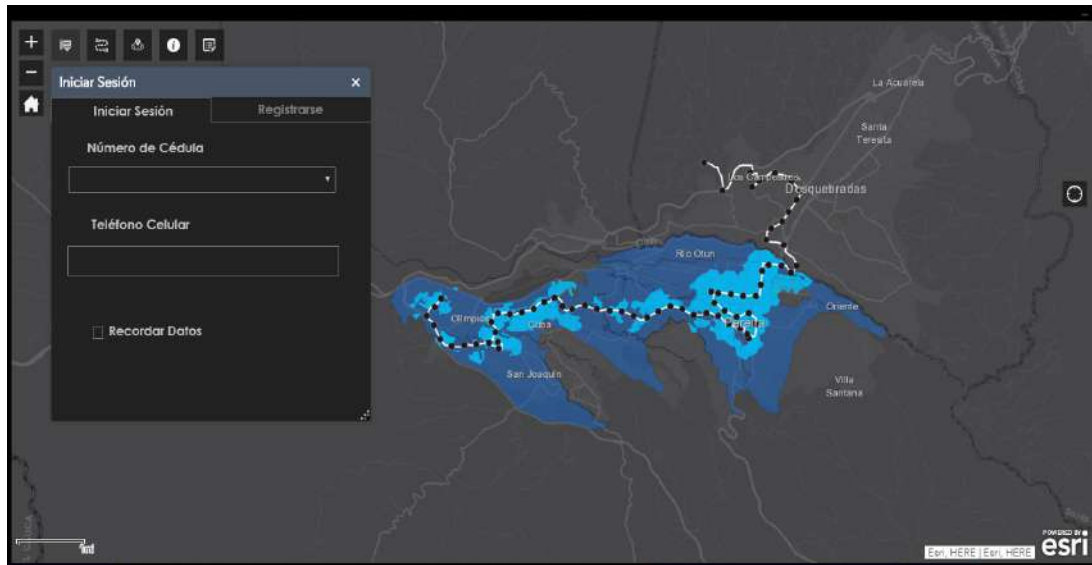


Figura 21 Resultados de Inicio de sesión por cédula y teléfono

#### Dashboard con mapa principal:

*“Este mapa al inicio de la aplicación me parece muy útil, además que me brinda información que no conocía como las paradas, todo el recorrido de la ruta y la cobertura que tiene, sinceramente no pensé que la ruta tuviera tanta cobertura y a lo largo del trayecto pudieran hacerse tantas paradas, además la primera percepción que tengo es de ubicación.”*

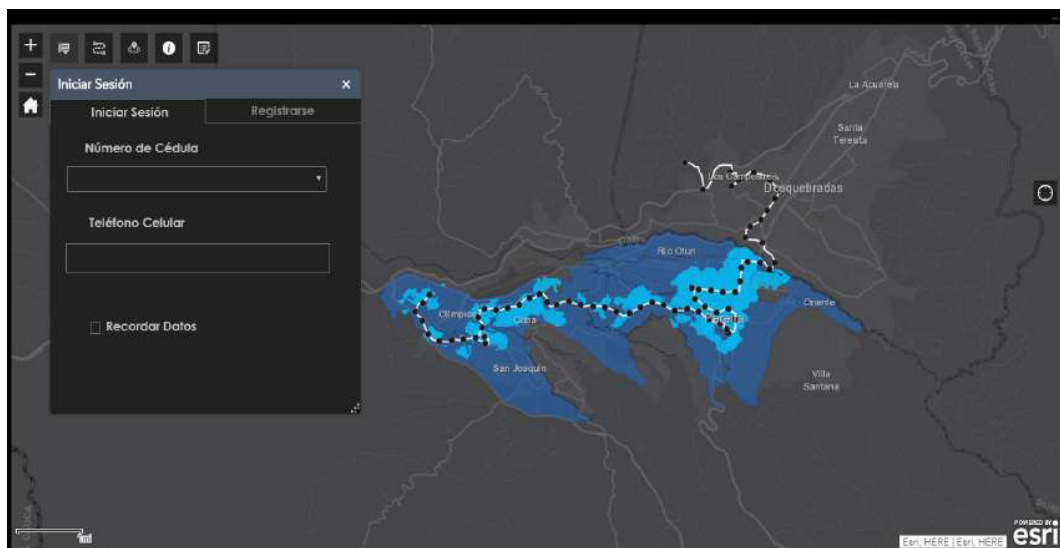


Figura 22 Resultado de dashboard con mapa principal  
Casilla de consulta básica de origen, destino:

*“Me parece muy útil debido a que me permite saber cuál es la ruta que yo tomaría en un vehículo particular versus la cercanía que tiene el recorrido de la ruta, veo que con respecto al trayecto cotidiano que realizo, si fuera mi primera vez usando esta aplicación, podría visualizar la cercanía de esta ruta con respecto al lugar hacia donde debo dirigirme, es muy buena herramienta.”*

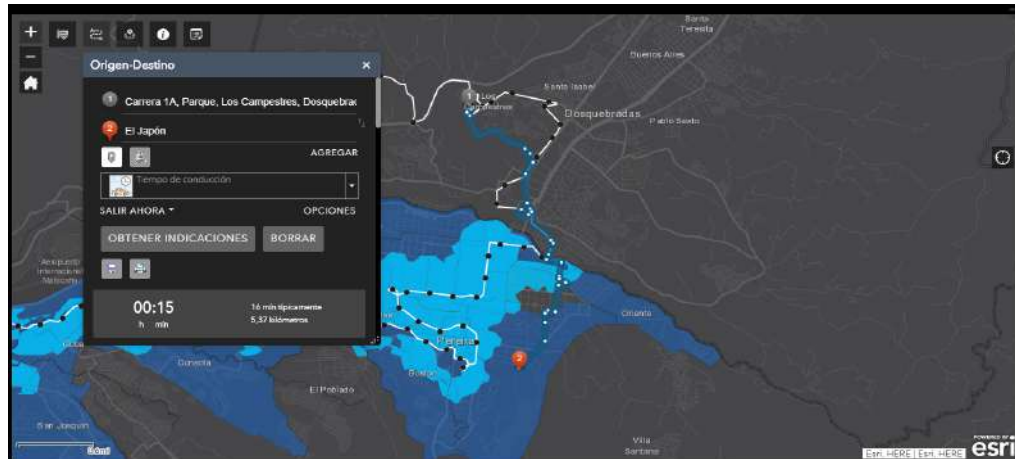


Figura 23 Resultado de casilla de consulta básica Origen-Destino

#### Icono de “Mi ubicación”:

*“Es muy sencillo, pero muy útil, porque yo por ejemplo no tengo mucha experiencia manejando mapas en el celular y a veces me muevo y sin ese icono de mi ubicación, sería difícil conocer exactamente dónde estoy.”*

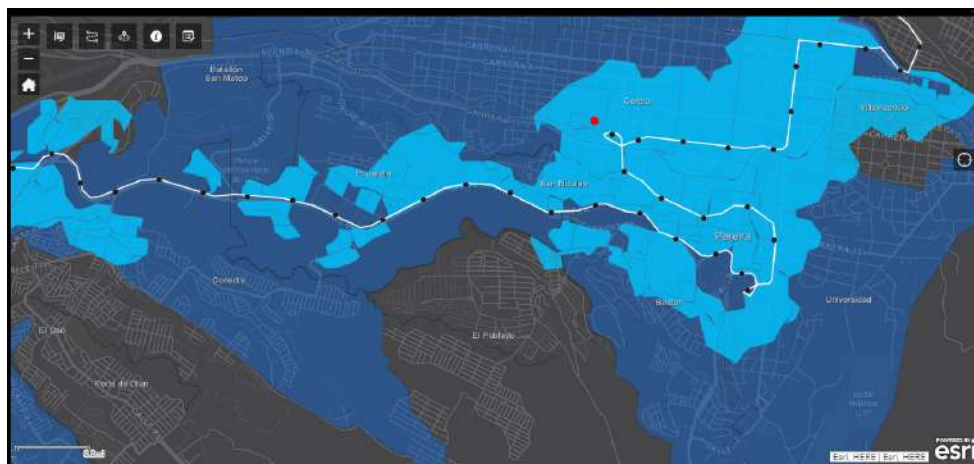


Figura 24 Resultados de Icono de "Mi Ubicación"

#### Icono de consulta “Cerca de mí”:

“Creo que esta herramienta es de las mejores para alguien nuevo en el uso del servicio de transporte, porque le permite identificar cual es la parada que está más cerca de su ubicación”.

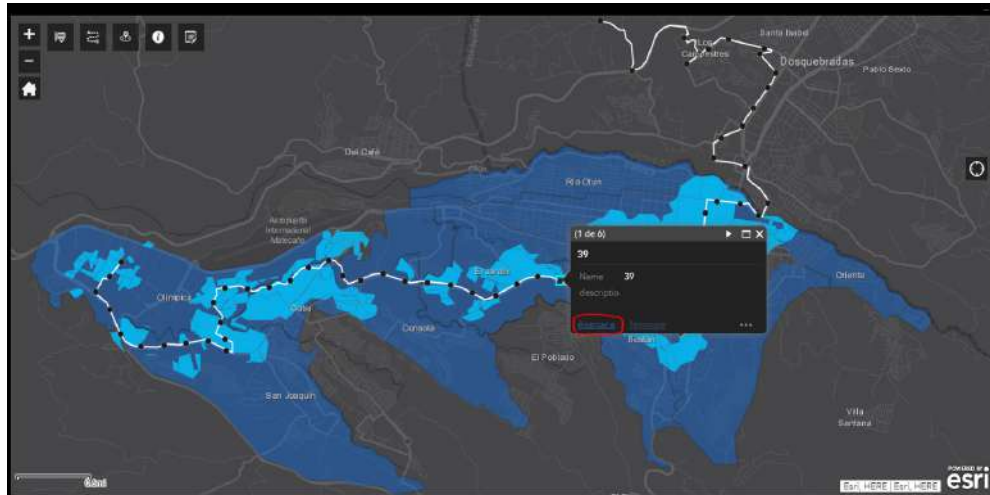


Figura 25 Resultado de icono de consulta "Cerca de mi"

#### Icono de información General:

“Esta herramienta también es muy útil para las personas nuevas, que quieren saber toda la información de la ruta, inclusive, creo que está muy completa la información, debido a que probando la herramienta me di cuenta de la frecuencia de despacho de la ruta, llevo más de 10 años usándola y no sabía cada cuanto salían los buses a ese nivel de detalle”.

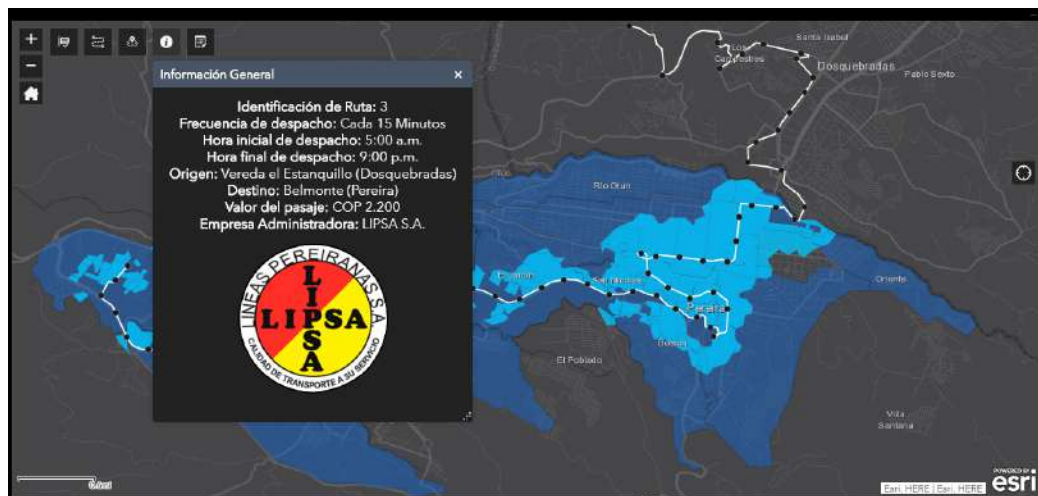


Figura 26 Resultado de icono de Información General

#### PQRS:

*“Esta herramienta es lo mejor que te pudiste inventar, porque uno si tiene muchos inconvenientes con los conductores, inclusive cuando van manejando, utilizan una mano para hablar por teléfono o fumar y la otra mano para manejar y eso es poner en riesgo la vida de las personas, pero con esa opción de uno enviar una queja, creo que se siente uno más seguro y respaldado, siente uno que de verdad les importa el usuario”.*

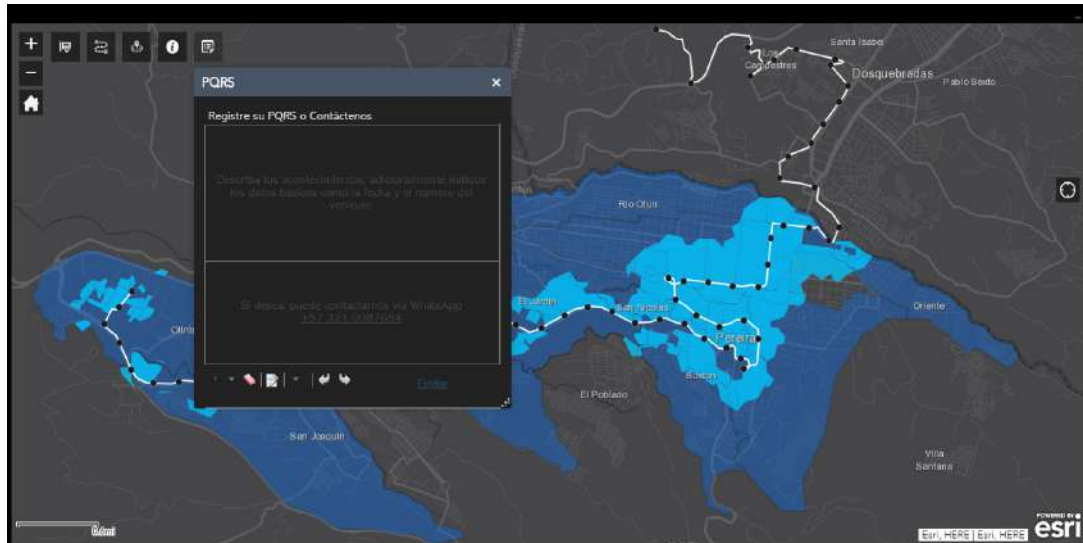


Figura 27 Resultado de icono de PQRS

Teniendo en cuenta las apreciaciones de la usuaria en la prueba piloto de la aplicación en campo, se puede determinar que la aplicación permite tener información de contacto de los usuarios, su Identificación (solo número), almacenamiento de historial de viajes de cada usuario, consulta de cartografía asociada al servicio de transporte por parte de los usuarios, guía al cliente sobre el servicio y registro inmediato de PQRS, lo que interviene en una primera instancia la problemática no solo del acceso a la información de transporte público, sino también ayuda a la sistematización de la información de los usuarios, demanda y calidad del servicio, interviniendo además, la insatisfacción de la población con el servicio de transporte público.

### **6.3. Propuesta gráfica de los módulos de la aplicación del conductor y del administrador del parque automotor**

#### **Aplicación del conductor:**

Para analizar la propuesta realizada a los conductores en términos gráficos y lo que podría llegar a ser esta aplicación, se realizó un Google Forms, donde se realizó una encuesta donde se les consultó si estaban o no de acuerdo con los resultados gráficos de cada módulo, además de la interpretación y funcionalidad que se propone para cada uno de éstos; de acuerdo con la opinión de 5 conductores para

la formulación de dicho módulo, el conglomerado de los resultados se presenta a continuación:

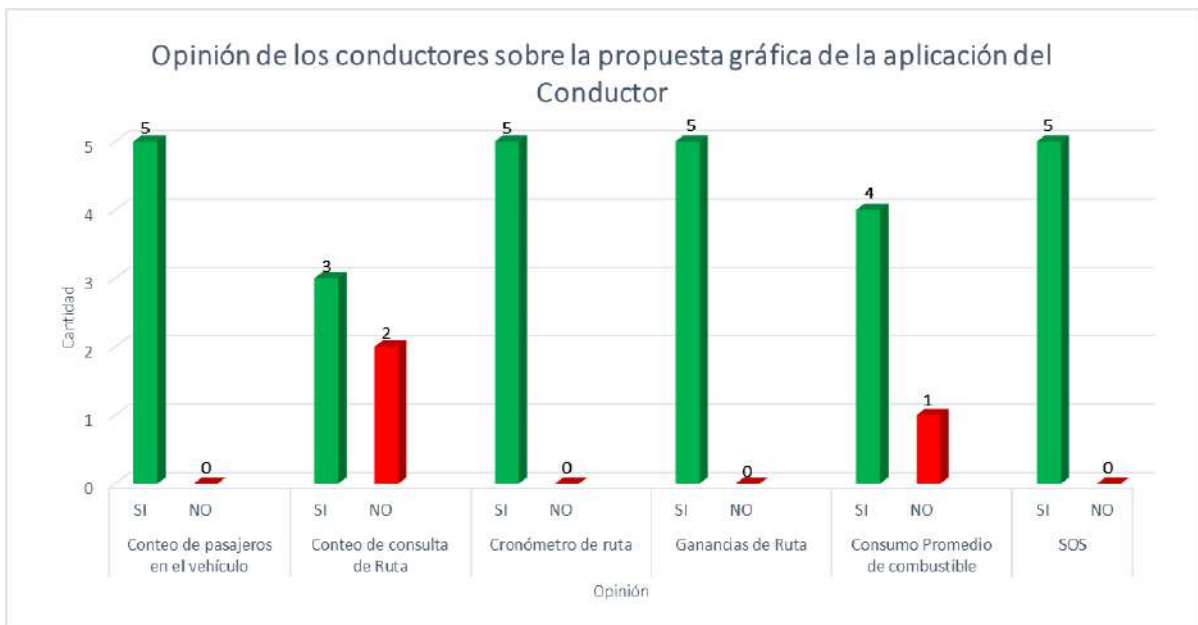


Figura 28 Resultados de opiniones sobre la aplicación del conductor

### Comentarios de los conductores:

#### Conteo de consulta de ruta:

1. Personalmente creo que esta información sirve más a los administradores y al despachador que a nosotros.
2. Esta información no me es de utilidad, porque ya con el conteo de los pasajeros es suficiente para mí.

#### Consumo promedio de combustible:

1. El carro tiene computador, entonces me da ese dato, no lo necesitaría en una aplicación.

En general los conductores valoran como útil la aplicación donde se llegase a la fase de desarrollo e implementación, soportados en 27 opiniones a favor de la propuesta gráfica frente a 3 opiniones en contra y solo de dos componentes, adicionalmente, consideran que si requieren de más herramientas tecnológicas para poder brindar un mejor servicio. Entre las principales ventajas percibidas en esta propuesta gráfica, se encuentran: Balance de cantidad de pasajeros para evitar sobrecupo, proyección de la cobertura del servicio desde el despacho, seguimiento a los tiempos promedio de los recorridos, identificación de novedades en la ruta, cuantificación de ganancias y registro del consumo de combustible para proyectar gastos.

## Aplicación del administrador

Si bien, esta propuesta es sólo gráfica, se realizó una presentación a los administradores del parque automotor, acerca de las funcionalidades que se proponen para esta aplicación y se presentaron los siguientes resultados:

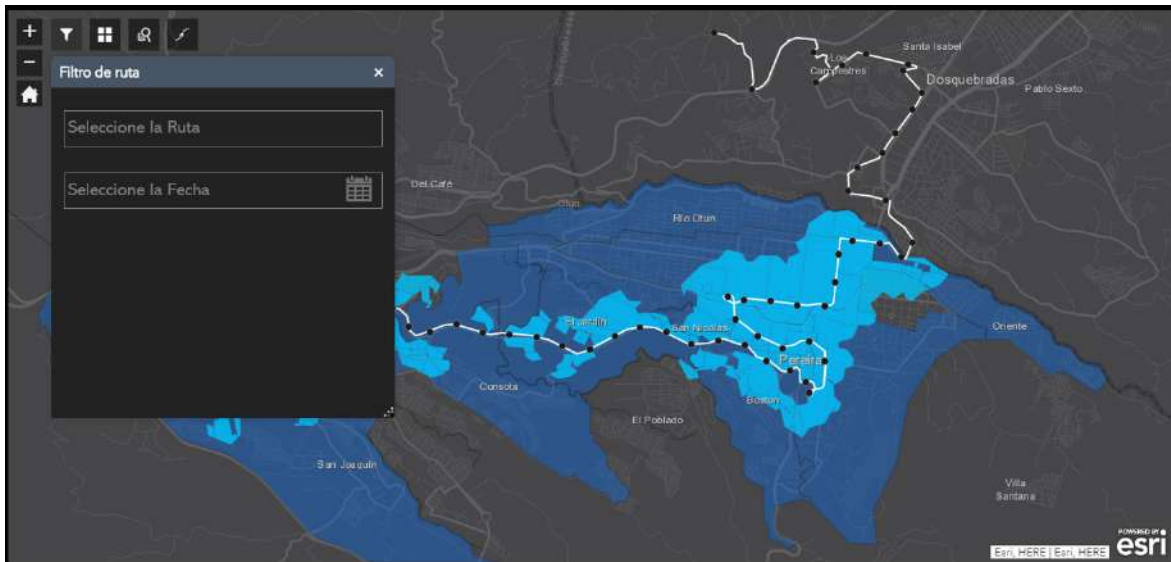


Figura 29 Resultado de icono de filtro de Ruta

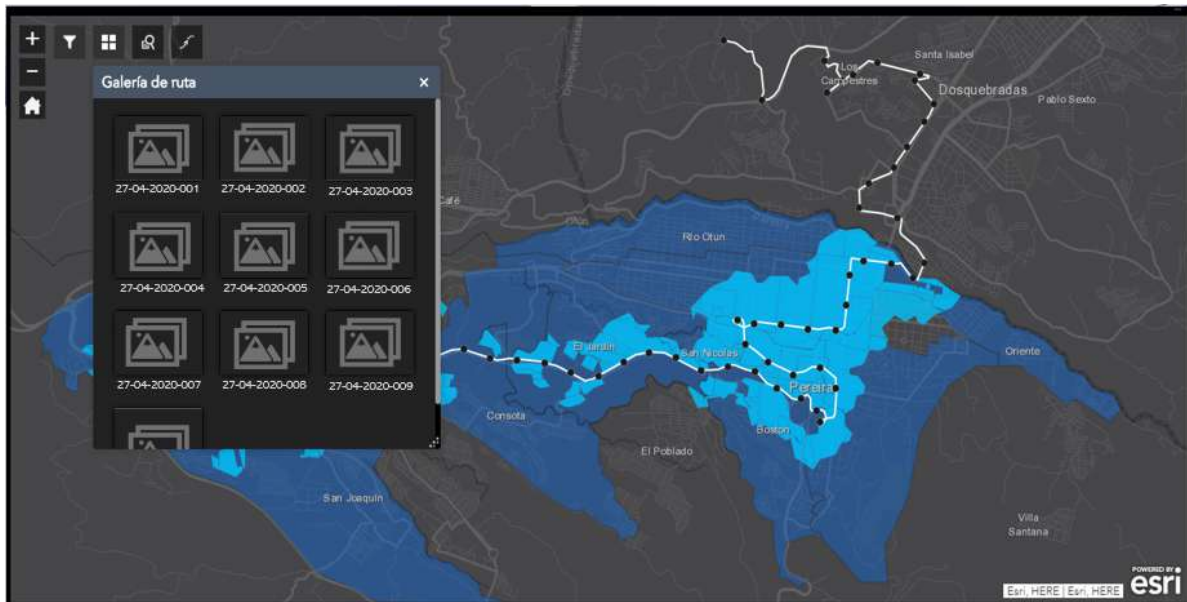


Figura 30 Resultados de Galería de Ruta



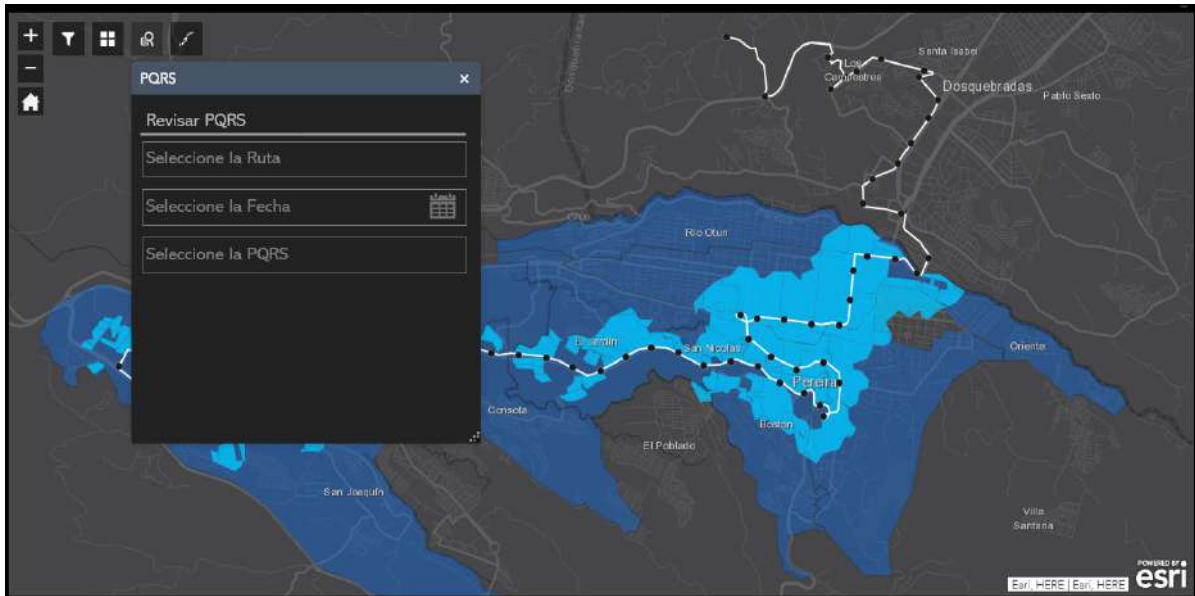


Figura 31 Resultado de módulo de PQRS

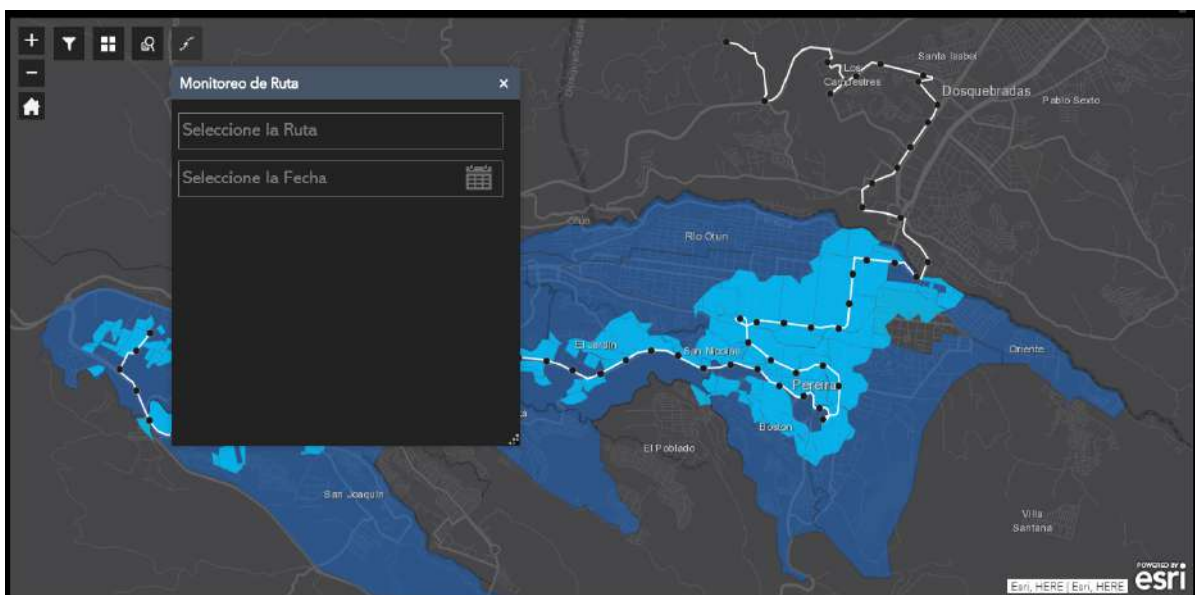


Figura 32 Resultado de módulo de monitoreo de ruta

En general la percepción de los administradores fue de practicidad, una herramienta que les permite tener consolidada información que actualmente no existe, no está unificada o no está sistematizada. con respecto al módulo de monitoreo de ruta recibimos una retroalimentación y fue tener en esa casilla al desplegarla, el enlace de la plataforma de rastreo del vehículo, teniendo en cuenta que todos los vehículos se encuentran con proveedores diferentes, adicionalmente, destacaron el módulo de las PQRS, debido a que si han percibido que por parte de los usuarios hay mucho malestar referente a la no respuesta de las solicitudes o quejas por parte de la empresa prestadora del servicio de transporte público. Entre

las principales ventajas que se identificaron en este módulo, se destacan: Seguridad en los recorridos, control del promedio de distancia recorrida para futuros mantenimientos, control en la exactitud y totalidad de los recorridos y mejora en el servicio al cliente.

#### **6.4. Propuesta de componente adicional de validación de pasajeros.**

Junto con la aplicación de los administradores, se presentó esta propuesta de sistema de validación de pasajeros, lo que resultó ser Innovador para ellos, debido a que actualmente los vehículos cuentan con doble sensor de movimiento infrarrojo en las puertas traseras y delanteras, pero estos sensores no permiten llevar un control exacto de la cantidad de pasajeros transportados, generando al final de cada conteo, desfases en los movimientos registrados y la cantidad total de pasajes que presenta el conductor al controlador, en ese sentido, realizar una inversión en este sistema, requiere de un análisis financiero previo, sin embargo es una posibilidad que los administradores contemplan a mediano plazo (Más de un año), teniendo en cuenta que también se debe contemplar el acceso a internet durante el recorrido para que este sistema pueda operar y esto genera costos adicionales para los administradores, sin embargo y posiblemente, las pérdidas por falta de exactitud del conteo de pasajeros disminuyan.

## **7. CONCLUSIONES**

La sistematización de la información a través de las herramientas propuestas permite tener datos importantes en términos de demanda, para la planeación del transporte público a nivel administrativo y la planificación urbana, no obstante, se debe aumentar la muestra poblacional en términos de usuarios del transporte y detallar más acerca de la demanda, la información suministrada es un primer paso para planear la recolección de más información, lo anterior, se percibe como una falencia en la gestión actual del transporte público tal y como lo propone Buehler, R. (2018) quien indica que en ciudades con alta densidad poblacional hay poca información y sistematización de los datos del transporte público, en ese sentido y en un momento inicial, las propuestas realizadas permiten intervenir esta problemática no solo a través del levantamiento de información, sino a través de su sistematización.

Se evidenció que la presentación de información al usuario permite el conocimiento de la totalidad del servicio y la toma de decisiones al momento de abordar una ruta, lo que se configura como una estrategia de motivación a la población para que use el sistema de transporte y evite utilizar transporte particular, evitando así congestión vial por el uso excesivo de vehículos particulares, además, se reconfirma el concepto de SIG planteado por Olaya, V. (2014) como integrador de personas, datos, procesos y tecnologías en el marco de la gestión del servicio en el transporte público.

Si bien, existen falencias en la prestación del servicio no solo por parte de la administración del parque automotor, sino también por parte de los conductores, se evidencia que con la implementación del SIG, se interviene de manera positiva la calidad de la prestación del servicio, dotando a los conductores de información durante los recorridos que puede ser útil para evitar sobrecupo, cumplir con los tiempos de los recorridos, actuar unificadamente con las autoridades en caso de emergencia y tomar decisiones durante el recorrido en pro de la mejora del servicio, adicionalmente, la aceptación de la propuesta para la aplicación del conductor demuestra la voluntad de los conductores de estar a la vanguardia tecnológica en la prestación del servicio.

El abordaje a los administradores del parque automotor dejó al descubierto la necesidad no solo de sistematización, sino también de recolección de la información, sin embargo, desde la propuesta realizada, se logró no solo unificar la información, sino también brindar a los administradores herramientas tecnológicas para intervenir directamente la satisfacción del usuario frente a la resolución de PQRS y sistematizar el proceso de recolección de dicha información y posterior intervención, de esa forma, se enmarca el concepto ambiental de Leff, E. (1998) en la administración del sistema de transporte como un base para la adaptación del sistema de información no solo a procesos culturales en la mejora del servicio, sino

también a la integración de elementos tecnológicos con un objetivo común, además de mejora de los procesos económicos de diferentes actores del servicio.

La propuesta de sistema de información realizada en este estudio permite evidenciar una intervención directa sobre la falta de un sistema de información del transporte público, además de la falta de acceso a la información e intervención de la insatisfacción de la población con el sistema de transporte público, sin embargo la intervención de problemas como la disminución en la calidad del aire a nivel urbano (Morales et al. 2013), exceso de vehículos particulares y el aumento del transporte a través de plataformas digitales se intervienen de manera indirecta, lo que conlleva a tener una menor participación de estos en cada uno de los componentes, además, estos problemas requieren de la intervención de otros sectores de manera directa como el sector ambiental, económico y comercial.

Sin embargo y en términos de prestación del servicio, el sistema propuesto dota a los usuarios de información importante teniendo en cuenta la premisa de uso adecuado de los tiempos de tránsito (Lambiri, Biagi & Royuela, 2006), adicionalmente al definir el término movilidad como la cualidad movable y dinámica de un territorio, no solo en términos de tránsito vehicular, sino también en desarrollo social, económico y físico, que conllevan a mejorar la calidad de vida de la población afectada en términos positivos (Cruz, F. 2018) se evidencia que el SIG propuesto cumple con esa premisa y permite intervenir aspectos sociales, económicos para mejorar la calidad de vida de los actores del transporte público.

La sistematización de la información ya existente y la recolección de nueva información, permite no solo tener insumos para la toma de decisiones en términos de administración del sistema de transporte e integración con otros sistemas, sino también tener insumos para planear el territorio y mejorar la calidad en la prestación del servicio, tal y como lo expone Burrough et al. (2000). Al indicar que los SIG en el transporte público recopilan en gran parte elementos geográficos que enfocan su análisis final en el desarrollo territorial, administración adecuada del sistema buscando aportar también a la satisfacción al cliente, sino también insumos para planificar y moldear el territorio. Lo que conlleva en gran medida a validar la importancia de la construcción de un SIG para el levantamiento y sistematización de la información.

## **8. RECOMENDACIONES**

La presente propuesta de un sistema de información requiere de un análisis financiero para determinar cuáles deben ser las estrategias de financiación para lograr implementar los componentes que así lo requieran como es el sistema de validación de pasajeros, no obstante, esto no significa que otros componentes como la aplicación del usuario y la aplicación del conductor no requieran financiación.

El desarrollo de cartografía asociada al sector transporte requiere de más componentes como equipamiento urbano y levantamiento de información base, para determinar la viabilidad en la integración de diferentes sistemas de transporte, permitiendo así mayor eficiencia en la movilidad, cabe destacar que el apoyo por parte de la academia en este componente es fundamental, contando en la región con diferentes universidades que trabajan con sistemas de información geográfica y cartografía, además de los entes territoriales.

Si bien, la información acerca del estado del tráfico es pública y se puede consultar en Google maps, no es posible la descarga o manipulación de esta información para su análisis y procesamiento, lo que dificulta la toma de decisiones y por eso se hace fundamental la implementación del sistema de monitoreo en el transporte público, debido a que se pueden obtener datos de manera recurrente y posteriormente se pueden realizar análisis para la toma de decisiones y cambios en la planeación del sistema de transporte y la movilidad.

La mejora en la calidad del servicio a través de un sistema de información se ve reflejada en todos los actores del sistema, analizando datos y determinando asignaciones salariales acordes a la demanda del servicio, implementando estrategias de mercadeo para generar ingresos y disminución en los tiempos de traslado de un lugar a otro para los usuarios, además de una disminución en los tiempos de espera del vehículo en los paraderos por parte de los usuarios.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

Alan, T. Et al. 2004. La Planificación del Transporte y su Incidencia en la Competitividad de las Ciudades. Boletín FAL No. 212 - Edición Abril. Santiago de Chile, Chile. Pp 2.

Barón, E. n.d. Un vistazo a la experiencia Colombiana en IDE. ICDE. Bogotá Colombia. Pp 68.

Bass, P.; Donoso, P. y Munizaga, M. 2011. A model to assess public transport demand stability. Transportation Research Part A: Policy and Practice. Pp 45.

Buehler, R. 2018. Can Public Transportation Compete with Automated and Connected Cars?. Journal of Public Transportation. University of South Florida. Estados Unidos. Pp12 - 17

Burrough,P.A. & McDonnell,R.A.; 2000: Principles of Geographical Information Systems Oxford University Press, Oxford, Inglaterra. 333 pp.

Calle, S. B. 2009. Apuntes jurídicos sobre la protección de datos personales a la luz de la actual norma de habeas data en Colombia. Precedente: Revista Jurídica. Bogotá, Colombia. Pp 119.

Cañedo, Carlos. 2008. "Estrategia Didáctica para contribuir a la formación de la habilidad profesional esencial "realizar el paso del sistema real al esquema de análisis" en el Ingeniero Mecánico", Edición Universidad de Cienfuegos. Cuba. Pp 147. Edición electrónica gratuita. Recuperado de: [www.eumed.net/tesis/2008/cmci/](http://www.eumed.net/tesis/2008/cmci/)

Congreso de Colombia. 1993. Ley 105. Por la cual se dictan disposiciones básicas sobre el transporte, se redistribuyen competencias y recursos entre la Nación y las Entidades Territoriales, se reglamenta la planeación en el sector transporte y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia. Pp 14

Cruz Muñoz, Fermín. 2018. La movilidad urbana: dimensiones y desafíos. EURE. ISSN: 0250-7161.Santiago de Chile, Chile, Pp 7 Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=196/19656548013>

Czinkota, Michael. Kotabe, Masaaki. 2001. Administración de Mercadotecnia: Segunda edición. International Thomson Editores. Pp 115.

Oliveira Da Silva, Reinaldo. 2002. Teorías de la administración. International Thompson Editores. Brasilia Brasil. Pp. 6.

DANE, 2018. Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros ETUP. Gobierno De Colombia. II trimestre de 2018. Recuperado de:

[https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/transporte/bol\\_transp\\_IItrim18.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/transporte/bol_transp_IItrim18.pdf).

Decreto 1079. Presidencia de la República. 2015. Sector Transporte. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Transporte. Bogotá, Colombia. Pp 12-15.

Enríquez, J. G., & Casas, S. I. (2014). Usabilidad en aplicaciones móviles. Informes Científicos Técnicos - UNPA. Buenos Aires, Argentina. Pp. 5

Fallas, Jorge. 2003. Conceptos Básicos de Cartografía. Sistemas integrados de información geográfica. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Pp. 1

Fernández, Vicenç. 2006. Desarrollo de sistemas de información: una metodología basada en el modelado. Aula politécnica, Edición UPC. Cataluña, España. Pp 34.

Foth, M. Schroeter, R. 2010. Enhancing the experience of public transport users with urban screens and mobile applications. Proceedings of the 14th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments. Tampere, Finlandia.

García, Alfonso. 1978. El Transporte Urbano: Una Perspectiva Científica para el Futuro. Sistemas de transporte en las grandes ciudades. El País. Edición América. Edición electrónica, Bogotá, Colombia. Recuperado de: [https://elpais.com/diario/1978/05/12/sociedad/263772008\\_850215.html](https://elpais.com/diario/1978/05/12/sociedad/263772008_850215.html).

García Schilardi, María Emilia, 2013. Transporte público colectivo: su rol en los procesos de inclusión social. Bitácora 24. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Pp 35.

GDS+. 2018. Esquemas de implantación de tecnologías inteligentes de transporte en América Latina: estudios de casos y recomendaciones. Corporación Andina de Fomento. Buenos Aires, Argentina. Pp 7-8

Giraldo, Adriana. Rodas Arenas, Mario, 2013. ¿Cómo Se Mueve Pereira? Una Perspectiva no Motorizada es un artículo preparado especialmente para la revista digital del Colectivo Ciudadano Espacio y Ciudad.

Gobernación de Risaralda. 2018. Generalidad. Página Web Gobernación de Risaralda. Risaralda, Colombia. Recuperado de: <https://www.risaralda.gov.co/publicaciones/100015/generalidades/>

Gutiérrez, Andrea. 2003. Transporte público y exclusión social. Reflexiones para una discusión en Latinoamérica tras la década del noventa. XIII Congreso Latinoamericano de Transporte Público y Urbano. Centro de Investigación y de Asesoría del Transporte. Lima, Perú. Pp 14.

BOKU, 2010. Institute for Transport Studies, University of Natural Resources and Applied Life Sciences. Sistemas innovadores de información para el transporte público. CIVITAS.

Instituto Municipal de Tránsito de Pereira, 2012. Citado por: ¿Cómo Se Mueve Pereira? Una Perspectiva No Motorizada es un artículo preparado especialmente para la revista digital del Colectivo Ciudadano Espacio y Ciudad. Pereira, Colombia. Pp 5.

Lambiri, Dionysia; Biagi, Bianca & Royuela, Vicente. 2006. "Quality of life in the Economic and Urban Economic literature", Social Indicators Research, Vol. 84, pp.1-25.

Leff, Enrique. 1998 "Saber Ambiental, Sustentabilidad, Racionalidad, Complejidad y Poder" Ed. Siglo XXI. México, México. Pp. 47.

Rodríguez, Felisa. 2015. Una panorámica del concepto sistematización de resultados científicos. EduSol. Guantánamo, Cuba. Pp 7. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4757/475747194010>

Martínez, Antonio. 2003. Sistema de Transporte Urbano Masivo de Pasajeros de Bogotá, Transmilenio. Volumen 6, Número 7. Urbano. Universidad del Bio Bio. Concepción, Chile. Pp 32.

Millonig, A. Maierbrugger, G. Favry, E. 2010. Classifying trip characteristics for describing routine and non-routine trip patterns. Intelligent Transportation Systems (ITSC), 13th International IEEE Conference, Zúrich, Suiza. Pp 149-154.

Ministerio de Transporte. 2002. Ley 769: Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones. Bogotá, Colombia. Pp. 2-14.

Ministerio de Transporte. 2004. Sistema de Información Nacional de transporte: Enfoque General. Oficina de Regulación Económica. Bogotá, Colombia. Pp 7.

Morales, Diana. 2015. Factores de riesgo ergonómico y condiciones de trabajo asociados a sintomatología osteomuscular, en conductores de una cooperativa del sector de transporte público en tres municipios de Cundinamarca, Colombia. Universidad del Rosario. Bogotá, Colombia. Pp 4.

Morales, Tito. Arias, Jhon. 2013. Contaminación Vehicular en la Conurbación Pereira Dosquebradas. Luna Azul, Ed 37. Universidad de Caldas. Pp 101-119.

Olaya, Victoria. 2014. Sistemas de Información Geográfica. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos. Madrid, España. Pp. 8.



Pastos, Gustavo. 2017. Catedra: Transporte. Facultad de ingeniería. Universidad Nacional de Cuyo. Versión 1. Mendoza, Argentina. Pp 1.

Quesada, Pablo. Et al. 2018. Systems of support for the Planning, Programming, Operation and Administration of the Smart Urban Public Transport Service: Case study city of Loja. Research Gate. Quito, Ecuador. Pp 2.

Rojas, Miguel. 2019. Análisis de la Demanda de Transporte Publico en el Municipio de Gachancipá. Universidad Santo Tomas. Bogotá Colombia. Pp 13.

Sarria, Francisco. ND. Temario de geografía. Capítulo 9: Sistemas de gestión de bases de datos y SIG. Universidad de Murcia. Murcia, España. Pp 167.

Schneider, Ingrid. 2013. "Quality of live: Assesment for transportation performance measures". Minnesota Department of Transportation, Research Services Report. Recuperado de: <http://www.dot.state.mn.us/research/TS/2013/201305.pdf>.

Site, et al. 2011. Users preferences towards innovative and conventional public transport. Procedia. Social and Behavioral Sciences. Roma, Italia. Pp 906.

Softcorp. 2010. Definición y cómo funcionan las aplicaciones móviles. Miranda, Venezuela. Recuperado de: <https://servisoftcorp.com/definicion-y-como-funcionan-las-aplicaciones-moviles/>

Thompson, Ian. 1997. ¿Por qué las inversiones en el transporte público no reducen la congestión de tránsito urbano?. Revista de la CEPAL. Número 61. Santiago de Chile, Chile. Pp 34

Thompson, Ian. Bull, Alberto. 2001. La Congestión del Transito Urbano: Causas y Consecuencias Económicas y Sociales. Serie Recursos Naturales e Infraestructura. Santiago de Chile, Chile. Pp 12.

Urrutia, Miguel. 1981. "Evaluación del sistema de transporte público en Bogotá". Buses y Busetas. Bogotá, Colombia. Pp 11.

Vargas, Diana. 2018. Identificación de Problemas de Movilidad en la Ciudad de Bogotá. Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia. Pp 34.