DISEÑO DE PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD URBANA INTELIGENTE Y SEGURA EN LAS VÍAS QUE COMPRENDEN LAS CALLES 15 Y 10 CON CARRERA PRIMERA Y QUINTA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ.

NICOLÁS DANIEL CÁRDENAS LUNA
LAURA VANESSA FANDIÑO BEJARANO
ANGIE FERNANDA SANTANA ROA

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
CAMPUS IBAGUÉ ESPINAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
IBAGUÉ
2021

DISEÑO DE PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD URBANA INTELIGENTE Y SEGURA EN LAS VÍAS QUE COMPRENDEN LAS CALLES 15 Y 10 CON CARRERA 1RA Y 5TA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ.

NICOLÁS DANIEL CÁRDENAS LUNA
LAURA VANESSA FANDIÑO BEJARANO
ANGIE FERNANDA SANTANA ROA

Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Civil
MODALIDAD: TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Humberto González Mosquera
Ingeniero Civil magister en proyectos de Infraestructura Vial
Fernando Gutiérrez Pórtela
Ingeniero de sistema magister en software libre

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA
CAMPUS IBAGUÉ ESPINAL
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
IBAGUÉ
2021

Nota de aceptación:

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

_____
Firma del jurado 1

_____
Firma del jurado 2

Ibagué 17 de agosto de 2021

DEDICATORIA

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos mas importantes para nuestras vidas.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que hoy en día somos. Ha sido un orgullo y privilegio ser sus hijos, son los mejores padres.

A nuestras familias por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que han contribuido en este proceso y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por bendecirnos la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a nuestros padres: German y Consuelo; Marcos y Marleny; y, Pedro y Bella, por ser los principales promotores de nuestros sueños, por confiar y creer en nuestras expectativas, por los consejos, valores y principios que nos han inculcado.

Agradecemos a nuestros docentes de la facultad de Ingenieros de la Universidad Cooperativa de Colombia, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de nuestra profesión, de manera especial, a los docentes Humberto González y Fernando Gutiérrez tutores de nuestro proyecto de investigación quienes han guiado con su paciencia, y su rectitud como profesores.

CONTENIDO

pág.

1. INTRODUCCIÓN 14
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA. 16
2.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO. 17
3. JUSTIFICACIÓN 19
4. OBJETIVOS. 21
4.1. OBJETIVO GENERAL. 21
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS. 21
5. MARCO TEÓRICO. 22
5.1 MARCO CONCEPTUAL 22
5.1.1 Uso de volúmenes de tránsito. 22
5.1.2 Señalización vial. 22
5.1.3 Crecimiento de tránsito. 23
5.1.4 Cruce peatonal. 23
5.1.5 Demarcación de paradero de buses. 24
5.1.6 Aforo vehicular. 24
5.3 MARCO NORMATIVO 27
5.4 MARCO GEOGRÁFICO 27
6. METODOLOGÍA. 29
6.1 FASE 1. IDENTIFICACIÓN: 29
6.2 FASE 2: ANÁLISIS: 29
6.3 FASE 3: DISEÑO: 37
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 39
7.1 INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL 39
7.2 AFOROS VEHICULARES 39
7.3 AFOROS PEATONALES 41
7.4 INVENTARIO VIAL 42
7.5 PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD 46
8. CONCLUSIONES. 51
9. RECOMENDACIONES. 53
BIBLIOGRAFÍA 54

10. ANEXOS 59

LISTA DE ILUSTRACIONES

Pág.

Ilustración 1. Diseño de paraderos de buses urbanos. 24

Ilustración 2. Zona de estudio. 28

Ilustración 3. Formato utilizado para la medición del aforo peatonal. 31

Ilustración 4. Delimitación área de estudio en la herramienta SUMO. 38

Ilustración 5. Resultados aforos peatonales realizados en el centro de la ciudad de Ibagué. 41

Ilustración 6. Modo demanda, plataforma SUMO. 42

Ilustración 7. Editor de tiempo de cambio semafórico, en SUMO. 44

Ilustración 8. Ingreso de tipo de vehículo según aforo SUMO 45

Ilustración 9. Modificación de aforos vehiculare con la condición de flujo en la ruta. 45

Ilustración 10. Simulaciones obtenidas SUMO. 46

Ilustración 11. Renderizado de paradero propuesto para la carrera cuarta entre calles 10 y 11. 47

Ilustración 12. isleta propuesta para el cruce de la carrera quinta con la calle decima. 48

Ilustración 13. Paso pompeyano propuesto en el cruce de la carrera segunda con calle decima. 49

Ilustración 14. Paso en diagonal 50

LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1. Categorías de vehículos en Colombia. 23

Tabla 2. Tipos de vehículos según su número de ejes. 30

Tabla 3. Cargas máximas por tipo de eje en la metodología AASHTO-93. 32

Tabla 4. Factor direccional. 33

Tabla 5. Tasas de crecimiento (Factor de proyección de transito). 35

Tabla 6. Rango nivel de tránsito. 36

Tabla 7. Formato empleado para la medición de aforo vehicular. 37

Tabla 8. Resultados cálculo de metodología P.C.A. 40

LISTA DE ECUACIONES

Pág.

Ecuación 1. Factor de protección de transito 33

Ecuación 2. Factor de carga equivalente. 33

Ecuación 3. Factor de carga equivalente para vehículos tipo bus. 33

Ecuación 4. Factor de carga equivalente en vehículos de tipo Camión C2P o furgón. 34

Ecuación 5. Calculo F.C.C. 34

Ecuación 6. Factor de Camión total. 34

Ecuación 7. Numero de ejes acumulados (NESE) de 8.2 toneladas. 35

Ecuación 8. Estimación del factor de proyección de tránsito. 36

LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Aforos vehiculares realizados. 59

Anexo B. Aforos peatonales realizados. 69

Anexo C. Duración del cambio semafórico en los diferentes cruces vehiculares evaluados. 74

Anexo D. Evaluación del estado de la malla vial en la zona evaluada. 76

Anexo E. Inventario señalización vertical del área evaluada. 80

Anexo F. Registro fotográfico de la señalización vertical 85

RESUMEN

Ibagué es la ciudad capital del departamento del Tolima, a pesar de contar con más de medio millón de habitantes, la zona del centro presenta problemas importantes de movilidad que no han sido evaluados y que además de perjudicar la calidad de vida de conductores y peatones los pone en riesgo. El objetivo de este proyecto fue evaluar el estado actual del anillo vial del centro de la ciudad de Ibagué y así aportar a una propuesta de movilidad inteligente para dicha zona. En el cumplimiento de este objetivo se realizó un estudio del estado actual de las vías en la zona centro de la ciudad Ibagué, ubicado en las áreas comprendidas entre las calles 10 y 15 y entre las carreras primera y quinta. Para este fin se realizaron inventarios viales y peatonales, así como una evaluación del estado actual de la malla vial y la señalización vertical y semafórica. Los estudios de implementación de movilidad inteligente son de vital importancia porque permiten la modernización y optimización de las ciudades, razón por la cual son cada vez más relevantes.

Se evidenció el mal estado tanto de la malla vial como de la señalización y semaforización en el centro de la ciudad, además de problemas en el tiempo de espera para el paso de peatones en algunos de los cruces. Como solución a estos problemas se realizaron propuestas renderizadas que mejorarían la movilidad en la zona y la harían más segura para peatones y conductores, este trabajo es de vital importancia ya que sienta bases sobre el estado actual del anillo vial del centro de la ciudad y permitirá la realización de más estudios a futuro los cuales deberían centrarse en otras problemáticas como son la ocupación del espacio público o la falta de respeto por las señales de tránsito.

Palabras clave: Ibagué, Movilidad inteligente, semaforización, movilidad.

ABSTRACT

Ibagué is the capital city of the department of Tolima, despite having more than half a million inhabitants, the downtown area presents significant mobility problems that have not been evaluated and that, in addition to damaging the quality of life of drivers and pedestrians, places at risk, the objective of this project was to evaluate the current state of the road ring in the center of the city of Ibagué and thus contribute to a proposal for intelligent mobility for said area.In compliance with this objective, a study of the current state was carried out of the roads in the downtown area of the city Ibagué, located in the areas between streets 10 and 15 and between the first and fifth races, for this purpose, road and pedestrian inventories were carried out as well as an evaluation of the current state of the road network and vertical and traffic light signaling, intelligent mobility implementation studies are of vital importance because it allows the modernization and optimization of the cities, which is why they are increasingly relevant.

The poor condition of both the road network and the signaling and traffic lights in the center of the city was evidenced, in addition to problems in the waiting time for the pedestrian crossing in some of the crossings, as a solution to these problems, proposals were made renderings that would improve mobility in the area and make it safer for pedestrians and drivers, this work is of vital importance as it lays the foundations on the current state of the city center road ring and will allow further studies to be carried out in the future. which should focus on other problems such as the occupation of public space or lack of respect for traffic signs.

Keywords: Ibagué, Smart mobility, traffic lights, mobility.

1. INTRODUCCIÓN

El concepto de ciudad inteligente ha variado con el paso del tiempo, pero en la actualidad emplea tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la búsqueda de mejorar la calidad de vida para los habitantes de dichas ciudades (Alvarado, 2017), Ibagué es una ciudad intermedia de Colombia, capital del departamento de Tolima y según el DANE (2005) para el 2020 se estimaban mas de 500,000 habitantes, su ubicación privilegiada en el centro de país orienta a Ibagué como la candidata ideal para la implementación de estrategias de modernización buscando transformarla en una ciudad inteligente.

A su vez en la actualidad no hay estudios realizados que muestren con claridad el estado actual de la malla vial, la red semafórica, la señalización vertical ni el aforo de vehículos o peatones, por lo cual surge la importancia de este proyecto que radica en brindar las bases necesarias para entender las dinámicas que ocurren en el área del centro de la ciudad y permite formular ideas y a futuro desarrollar planes integrados que mejoren la calidad de vida para los habitantes de la ciudad, teniendo en cuenta que el objetivo del trabajo es aportar a una propuesta para el mejoramiento de la movilidad urbana inteligente y segura en las vías que comprenden las calles 15 y 10 con carrera primera y quinta en el centro de la ciudad de Ibagué.

Lo anterior se realizó en tres diferentes etapas: en la primera etapa se tomaron los datos en el área de estudio, por medio de aforos peatonales, vehiculares, estudio del estado de la malla vial, se midió además el tiempo de cambio en los semáforos y la señalización vertical, posterior a esta etapa de obtención de información base se realizó el análisis la información obtenida en estos aforos para poder entender el estado actual del anillo vial y los puntos críticos del centro de la ciudad para finalmente en la tercer etapa realizar simulaciones con la herramienta SUMO (Simulation of Urban MObility) (Krajzewicz *et.al* 2002) las cuales permiten un mejor análisis y así poder generar propuestas que mejoren las problemáticas observadas.

El presente trabajo surge teniendo en cuenta diversos factores, como lo es la inseguridad que viven los peatones los cuales son las víctimas más vulnerables relacionadas con el transporte en el país. En Colombia, las lesiones son la segunda causa de muerte después de enfermedades cardiovasculares (Villaveces, 2012, pág. 291) . El incremento de automotores en las vías de las ciudades también ha aumentado la movilidad de personas en el cumplimiento de sus labores, los cuales requieren de un sistema de semaforización cada vez más robustos, en los que se vea priorizada la seguridad de estos.

La investigación de esta problemática se realizó por el interés que se vive actualmente, en un entorno de avances tecnológicos que con su adecuado uso contribuyen a un desarrollo sostenible e innovador en la sociedad en general, como son las llamadas “Ciudades inteligentes”. En esta nueva era tecnológica se encuentra uno de los aspectos más importantes que es la movilidad inteligente “Smart Mobility” que garantiza la calidad de vida del peatón, reduce el impacto medioambiental, mejora la planificación y eficiencia de los medios de transporte públicos, disminuye la congestión e inseguridad ciudadana, optimiza las plazas de aparcamiento y su gestión y prioriza al ciudadano en el ámbito de la movilidad. (Azahara, 2018,Pàrr.7).

2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

La falta de organización en el centro de las ciudades trae consigo diversos problemas entre los que destacan: mayor tiempo de recorrido de un lugar origen hacia un lugar destino, colas de vehículos en las zonas de semáforos, consumo excesivo de combustible de los vehículos por estar detenidos en las intersecciones, costo económico elevado, aumento de emisión de gases en los vehículos, contaminación ambiental, calentamiento global, estrés en los conductores y mal humor (Morales, 2019, págs. 4,5,6) además el más preocupante que es un aumento en los índices de accidentalidad y mortalidad que en Colombia por ejemplo es la segunda causa de muerte después de las afecciones cardiovasculares (Villaveces, 2012, pág. 291).

En el caso de Ibagué el nuevo Plan de Movilidad y Espacio Público le permitirá a la ciudad contar con instrumentos de planeación complementarios al Plan de Ordenamiento Territorial. “Estos planes agrupan todos los sistemas de movilidad de la ciudad y en ellos además se le da la prioridad al peatón. En este orden de ideas lo que se busca es diseñar un plan que nos diga cómo nos vamos a mover en la ciudad, que a nivel peatonal se establezca la ruta de andenes que conecte con las diferentes plazas, plazoletas, parques y barrios; y a la vez nos oriente sobre cómo nos podemos movilizar en los diferentes sistemas de transporte alternativo”, afirmó Cervera. (Cervera, 2017,Pàrr.3)

Sin embargo el plan sigue presentando falencia en cuanto a problemáticas actuales y futuras que afronta la ciudad especialmente en esta zona de gran flujo de peatones y vehículos como la ausencia de paraderos de trasporte inteligentes o la modernización de la red semafórica que en este momento tiene un funcionamiento mecánico y no automático teniendo en cuenta que estos segundos prestan un mejor servicio evitando problemas de sincronización entre la red semafórica además de

regularse según el tráfico lo que permite evitar congestiones vehiculares y mejor el paso para los peatones (Moscoi, 2014, pág. 39)

La función de un semáforo es facilitar el control del tráfico vehicular y de peatones, para que pasen de forma alternada en una intersección de manera controlada y segura por medio de unos tiempos suficientes que se le da a cada uno para lograr cierto cruce, además de evitar los accidentes y colisiones en las zonas de confluencia las cuales deben estar libres una vez el semáforo ha dado su cambio para permitir el flujo vehicular de otra vía. (PDA, 2015, Pàrr.2,3).

La falta de señalización y el deterioro de senderos peatonales son causantes de accidentes de tránsito, congestiones vehiculares, molestias por parte de la comunidad ya que, por causa de huecos, baches los transeúntes ven dificultoso y tedioso el paso por los andenes (Marco, 2013.Pàrr,4).

La informalidad de algunos conductores y pasajeros, también son causantes de la congestión vehicular presentada en el centro de la ciudad de Ibagué, al no aplicar adecuadamente las normas donde es prohibido recoger pasajeros, generando aparcamiento de busetas de forma no controlada. Esto se debe a la falta de estacionamientos para el servicio público en puntos estratégicos y reglamentarios para facilitar y controlar esta actividad.

2.1. DESCRIPCIÓN DEL LUGAR DE ESTUDIO.

El desarrollo de actividades como aforos vehiculares y peatonales se extendió en la zona comprendida desde la carrera primera hasta la carrera quinta, entre la calle 15 y la calle 10, esto en el centro de la ciudad de Ibagué, siendo esté el anillo de estudio.

Sectores viales ubicados en el centro de la ciudad de Ibagué, comprendidos de la siguiente manera: Carrera 5ª entre calles 12 y 10; Calle 10 entre carreras 5ª y 1ª; Carrea 2ª entre calles 10 y 15; Calle 11 entre carreas 1ª y 5ª; Calle 12 entre carreras 1ª y 5ª; Calle 13 entre carreas 1ª y 5ª; Calle 14 entre carreras 1ª y 5ª y por último calle 15 entre carreas 1ª y 5ª.

3. JUSTIFICACIÓN

En la ciudad de Ibagué se hace necesario aplicar la movilidad inteligente en los diferentes problemas que actualmente se presentan en la ciudad Ibagué los cuales se han ido intensificando con el tiempo debido a la gran demanda que se presenta en el transporte urbano y en el cumplimiento de las diferentes actividades humanas, suponiendo una significativa perdida de la habitabilidad de las ciudades (mala calidad de vida). (Monteagudo, 2014,Pàrr.1), una mejora en la organización del centro de la ciudad traerá consigo una mejora en los tiempos de desplazamiento, contaminación auditiva, seguridad de vehículos y peatones y en general mejoraría la calidad de vida de los habitantes de sector y las personas que a diario deben transitar por la zona (Briceño, 2019, págs. 33,35).

Una de las necesidades es disminuir el uso de los vehículos, siendo el medio de transporte que más energía y espacio consume, provocando congestión vehicular en puntos críticos como: Carrera cuarta y quinta con Calle 10 y Carrera segunda entre las calles 13 y 15. La optimización de los paraderos del transporte público para fomentar el buen uso del servicio con base en la implementación de paraderos inteligentes para el beneficio del usuario generando información oportuna (Espinal, 2017, págs. 48,49). Por otro lado, el sector de la semaforización presenta varias dificultades en el manejo del tiempo y fallas técnicas que no son tratadas inmediatamente lo que genera altos índices de accidentabilidad y la acumulación de grandes flujos vehiculares principalmente en las horas pico, dando como solución la modernización del sistema de semáforos de acuerdo con las necesidades que se presenten en cada uno de los puntos de estudio.

Por último, es habitual que muchas veces las infraestructuras están pensadas en los vehículos a motor con grandes espacios para ellos y, por lo contrario, estrechos y en mal estado para los peatones, el transeúnte es el más vulnerable frente a otros modos de transporte; un choque entre dos personas deja en ellos algunas contusiones, pero entre un vehículo a motor y un peatón puede ser fatal o dejar mal

herido a quien se movilice a pie. (Monteagudo, 2014, pág. 1) La protección de los ciudadanos que transitan por las calles es primordial, se deberá contar con espacios más grandes, más visibles y protectores para la integridad de este, además de respetar las normas y señales de tránsito en su complejidad y el derecho a transitar por la zona destinada para el peatón. Es por ello por lo que practicar la cultura vial significa actuar con valores representados en acciones como: ceder el paso, acatar las señales, cuidar las infraestructuras del sistema de transporte y lo más importante cuidar la vida propia y la de los demás. (Cortés, 2015,Pàrr.4).

Tradicionalmente los referentes de ciudades inteligentes no pertenecen al cono sur del continente americano y están casi que exclusivamente ubicadas en el hemisferio norte, según el instituto Eden Strategy, para el 2018, las 20 ciudades mas inteligentes del mundo se ubican principalmente en los Estados Unidos y el continente europeo, y aunque en el mundo es cada vez mas evidente la importancia de integrar las TIC en el funcionamiento en las ciudades, en Colombia el proceso ha sido lento, aunque ya se han generado documentos por parte del ministerio de las TIC para el desarrollo de este tipo de ciudades, teniendo como pilares la Vida inteligente, gobernanza inteligente, movilidad inteligente, economía inteligente y entorno inteligente (MIN TIC, 2020,Pág. 98) en el país destacan propuestas realizadas en los planes de desarrollo de Medellín 2016-2019 (Alcaldía de Medellín, 2016, Pág. 184) y en el plan de desarrollo del departamento de Antioquia 2016-2019 (gobernación de Antioquia, 2016, Pág. 43,45), los cuales en estos momentos se encuentran en procesos de evaluación del alcance obtenido.

4. OBJETIVOS.

4.1. OBJETIVO GENERAL.

Presentar una propuesta para el mejoramiento de la movilidad urbana inteligente y segura en las vías que comprenden las calles 15 y 10 con carrera primera y quinta en el centro de la ciudad de Ibagué.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Diagnosticar mediante levantamiento de aforos e inventarios viales el estado actual de las señales de tránsito, movilidad de vehículos y peatones en el sector de estudio.

Analizar los tiempos de los semáforos actuales, ubicación de paraderos de buses, señalizaciones, andenes y senderos peatonales.

Simular mediante herramientas computacionales el escenario de una movilidad vehicular y peatonal inteligente.

Proponer mediante la renderización una mejora para los espacios y cruces peatonales existentes.

5. MARCO TEÓRICO.

5.1 MARCO CONCEPTUAL

5.1.1 Uso de volúmenes de tránsito. Los estudios sobre volúmenes de tránsito tienen como finalidad obtener datos del flujo vehicular que hay en un sector en específico, los cuales se miden en relación con el tiempo, para poder obtener una base de proyección que permita poner en evidencia la problemática que se está presentando allí y así conocer la calidad del servicio que se le está presentando al usuario (peatones). (INVIAS, 2016, Pág. 11,12)

Para estudios de seguridad vial también puede ser utilizado como en este caso, para poder determinar nuevas metodologías para el control del tránsito que está generando diversos efectos como afectaciones al medio ambiente, seguridad peatonal e incluso dificultando la movilidad en el centro de la ciudad de Ibagué.

5.1.2 Señalización vial. La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada con miras a garantizar la seguridad, fluidez, orden y comodidad. En efecto, a través de la señalización se indica a los actores del tránsito la forma correcta y segura de circular por las vías, evitar riesgos, facilitar la circulación y optimizar los tiempos de viaje. (Ministerios de Transporte, 2015, Pág. 9)

El Manual de Señalización Vial de Colombia establece los criterios y los lineamientos técnicos para el diseño, construcción, ubicación, instalación, uso, mantenimiento, conservación y aplicación de los distintos dispositivos para la regulación del tránsito en las autopistas, vías expresas, calles, carreteras, moto rutas, ciclo rutas y vías peatonales. Si por alguna razón se decide no seguir los parámetros al pie de la letra, se requiere justificar y documentar técnica y convenientemente las determinaciones tomadas en cada proyecto elaborado por el ingeniero. (Ministerios de Transporte, 2015, Pág. 9).

5.1.3 Crecimiento de tránsito. Los principales factores del tránsito en una vía están relacionados con el desarrollo y crecimiento general de la zona, como por ejemplo los aspectos relacionados con la planificación de la movilidad y el transporte por otro lado, tenemos los aspectos de contexto político, económico y social. (INVIAS, 2010, págs. 8,13)

El objeto de los conteos manuales es establecer la magnitud y clase de vehículos que transitan por un sector determinado de calles. Con la ayuda de cartillas para conteos manuales de tránsito, proporcionadas por la Subdirección de Apoyo Técnico del INVIAS, los aforadores se sitúan en una estación y deben clasificar los vehículos de acuerdo con las siguientes categorías: (Ver tabla 1).

Tabla 1. Categorías de vehículos en Colombia.

1. Automóviles	(A)
2. Buses	(B)
3. Camiones pequeños de dos ejes	(C2-P)
4. Camiones grandes de dos ejes	(C2-G)
5. Camiones de tres ejes y cuatro ejes	(C3-C4)
6. Camiones de cinco ejes	(C3-S2)
7. Camiones de seis o más ejes	(C3-S3)

Fuente: (INVIAS, 2010).

5.1.4 Cruce peatonal. Son demarcaciones transversales que se emplean para indicar el lugar y la trayectoria que deben seguir los peatones al querer cruzar una calzada y definir el área donde el conductor debe detenerse y esperar o anticipar el cruce de un peatón, ciclistas, personas discapacitadas. Deben ser de color blanco y existen 5 tipos:

Cruce cebra.

Cruce sendero peatonal.

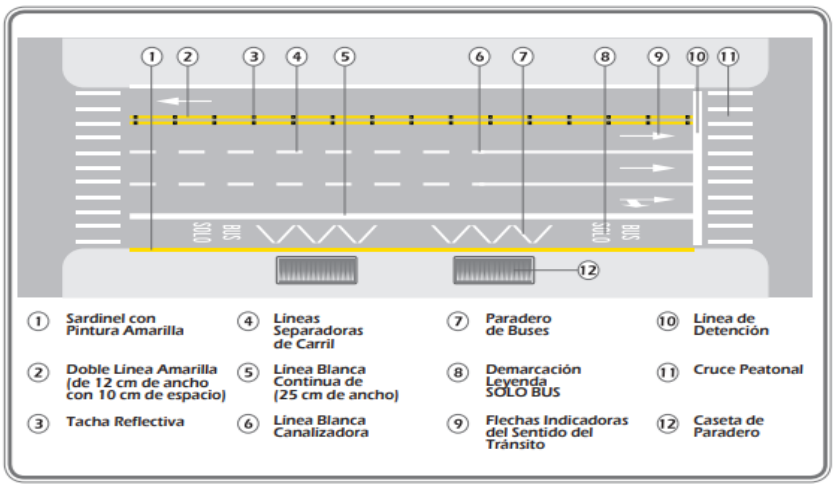
Cruce peatonal TODO ROJO, permitiendo al peatón cruzar en diagonal.

Paso peatonal con resalto tipo trapezoidal o pompeyano.

Cruce escolar. (MinTrasporte, 2015, pág. 384).

5.1.5 Demarcación de paradero de buses. Esta demarcación tiene por objeto delimitar un área de detención para la parada de buses. En la ilustración 1 se puede evidenciar el diseño de un paradero. El largo del área de detención depende de la demanda de buses, dependiendo de la hora a la que se someta el paradero.

Ilustración 1. Diseño de paraderos de buses urbanos.



Fuente: (MinTrasporte, 2015, pág. 399)

5.1.6 Aforo vehicular. Un aforo vehicular consta del conteo del número de vehículos que transitan por un lugar en específico, diferenciando los tipos de vehículos pesados y livianos con su composición de carga de la cual se puede analizar el tráfico, velocidad y comportamiento de la vía con el tránsito de estos y así mismo determinar si es necesario alguna prevención ante la movilidad vehicular (Monetti *et.al* 2018, Págs. 839,840).

5.2 ESTADO DEL ARTE

En algunas ciudades del continente europeo la movilidad inteligente a menudo se destaca como un sistema sostenible, analizando e implementado una serie de soluciones inteligentes en el contexto del desarrollo de estas ciudades. Muchas de

las soluciones planteadas por sus gobiernos se basan en las TIC e incluyen un sistema de navegación para vehículos, estacionamiento electrónico, boleto electrónico, señalización de información y movilidad, transporte que responde a la demanda, uso compartido de automóviles y uso compartido de bicicletas (Sanja, Tullio, & Aleksandra, 2019, págs. 2,3).

Por otro lado, la falta de un simulador de tráfico en zonas urbanas para la evaluación de las iniciativas de movilidad es un gran desafío para los entes de control y proveedores de servicios de movilidad; ya que, dado el elevado número de variables a considerar, los efectos no están garantizados. En particular, los aspectos difíciles a considerar son las interacciones entre los diferentes servicios de movilidad disponibles en una zona urbana determinada y la aceptación de una iniciativa de movilidad determinada por parte de los habitantes de la zona. Es por ello que Tangramob es uno de los softwares implementados en ciudades, que se enfoca en el desarrollo de un marco de simulación basado en agentes, capaz de evaluar los impactos de una iniciativa de movilidad inteligente dentro de un área urbana de interés. Tangramob simula cómo se espera que el tráfico urbano evolucione a medida que los ciudadanos comienzan a experimentar nuevas soluciones de viaje ofrecidas. Su utilización ha sido eficaz ya que se simulan y comparan tres iniciativas de movilidad en el mismo escenario demostrando cómo es posible realizar experimentos comparativos para alinear las iniciativas de movilidad con los objetivos del usuario (Corradini, y otros, 2020, págs. 1188-1201).

El primer avance tecnológico con respecto a este tema se sitúa en la ciudad de Medellín a partir del año 2013, El Sistema Inteligente de Movilidad de Medellín (SIMM) es un proyecto innovador en el país que busca la transformación a una ciudad inteligente con el uso de tecnologías, comunicación (Sistemas Inteligentes de Transporte – ITS) y cultura ciudadana para mejorar las condiciones en que se movilizan las personas por las calles de la ciudad. Dentro de este sistema existe un conjunto de estrategias y acciones para mitigar los impactos negativos de la

circulación vehicular y, además mejora los tiempos de atención de incidentes. (Área Metropolitana, 2019, Pàrr. 2,4,6,8).

Los componentes que integran el Sistema Inteligente de Movilidad hacen parte fundamental del proyecto. El primero se trata de la aplicación de cámaras de foto detección que permiten la reducción de accidentalidad, en segundo lugar, se cuenta con un centro de control de tránsito compuesto por 80 cámaras que permite el seguimiento en tiempo real del flujo vehicular, también se realizará la optimización de los semáforos con su mayor atractivo en la maximización de las olas verdes y por último la aplicación de software con tecnologías web 2.0 que funcionan a través de la generación de alertas en cualquier situación. Esta innovación ha logrado diferentes reconocimientos en el país y el exterior para el SIMM y se reconoce como una de las alternativas de movilidad inteligente más novedosas de América Latina y que sin duda es hoy en día un ejemplo que seguir para las demás ciudades colombianas. (Alcaldia de Medellin, 2013, Pàrr.2).

La segunda ciudad de Colombia que le hace la apuesta a la implementación de una movilidad inteligente es la capital, Bogotá, en donde su principal objetivo es disminuir la gran congestión vehicular que existe, ya que es la tercera ciudad a nivel mundial según la consultora Inrix, que monitorea el tráfico en diferentes lugares del globo. Por eso la Secretaria de Movilidad a partir del año 2019 puso todas sus apuestas en tres aspectos importantes: Modernización de los semáforos, implementación de un sistema inteligente de estacionamientos y la circulación de taxis con tecnología avanzada. (Movilidad, 2019, págs. 6-13).

El revolcón amarillo es llamado a la consolidación de la circulación de taxis inteligentes, que cuenta con un sistema similar al “Waze” en donde el pasajero y/o conductor puede escoger su ruta más conveniente y además tiene la opción de calificar el servicio. Por otro lado, la inversión del sistema de semaforización supero los 170.000 millones de pesos pero que no fueron en vano. Pues una de las ventajas

es que, a través de sensores, los semáforos se sincronizan de forma automática y según el tráfico en tiempo real; también se piensa en la población en general, ya que en este sistema no solo se regulan vehículos sino también peatones y ciclistas. Los semáforos vienen con contadores regresivos para que los peatones sepan cuánto tiempo tienen para pasar la calle y el ícono que identifica los semáforos peatonales es una mujer, esta nueva figura representa un símbolo de inclusión y representa el respeto por la vida de los peatones. Por último, en el Sistema de Semáforos Inteligente (SSI) de semáforos utilizan luces LED que, al ser más visibles, son más seguras y de mejor calidad para un tiempo de mayor trabajo y poseen alertas sonoras para personas con discapacidad visual. (Movilidad S. d., 2019, págs. 3,4).

5.3 MARCO NORMATIVO

- Manual de Señalización Vial. Dispositivos uniformes para la regulación del tránsito en calles, carreteras y Ciclorrutas de Colombia, 2015. (MinTrasporte, 2015).
- Cartilla de Volúmenes de tránsito, INVIAS (Ministerio de & INVIAS)
- Cartilla de andenes, secretaria Distrital de planeación, Bogotá D.C (Secretaria, 2018)

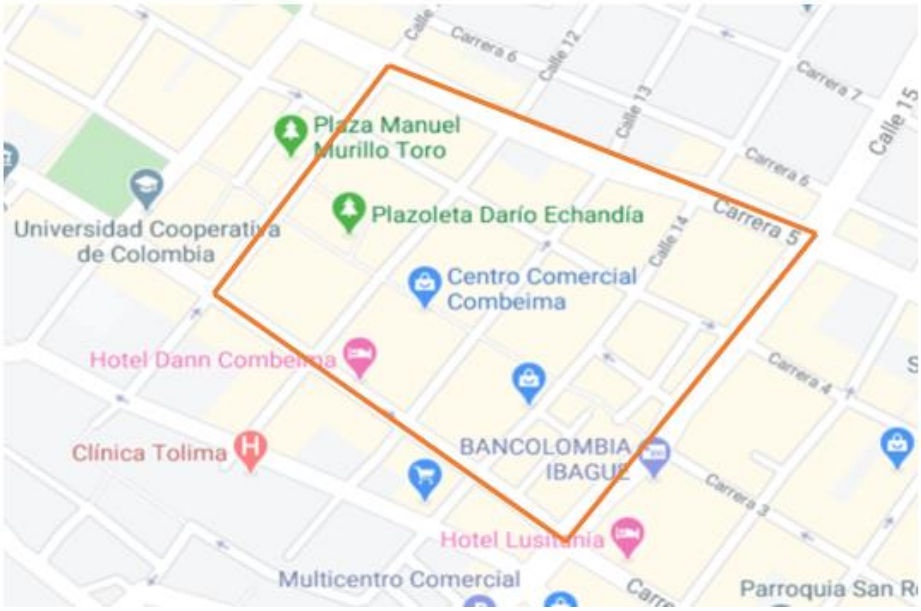
5.4 MARCO GEOGRÁFICO

El municipio de Ibagué está ubicado en el centro-occidente de Colombia. Sobre la cordillera central de los Andes entre el cañón del Combeima y el valle del Magdalena, en cercanías del nevado del Tolima. presenta una altitud de 1285 msnm y una extensión de 1.439 km2. (Tolima, 2019, pág. 5).

El clima predominante en la ciudad de Ibagué es tropical seco. Tiene una población de 529.635 habitantes. Las actividades más importantes de la ciudad son: La agroindustria, la industria textil y el comercio. (Varon & Beltran, 2010, Pàrr. 1,3)

La zona de estudio se conforma de un anillo, comprendido entre las calles 10 y 15 y carrera 5ª y carrera 2ª, siendo este el punto más crítico del centro de la ciudad de Ibagué (ilustración 2).

Ilustración 2. Zona de estudio.



Fuente: Elaboración propia (Maps, 2020).

6. METODOLOGÍA.

La investigación se llevó a cabo bajo un enfoque cualitativo, es una investigación de acción participativa, cuya finalidad es comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente de movilidad en el centro de la ciudad de Ibagué (Sampieri, 2014, pág. 7).

El proyecto se desarrolló en las siguientes etapas:

6.1 FASE 1. IDENTIFICACIÓN:

Mediante la obtención de datos teóricos de los problemas que presenta la movilidad vehicular y peatonal, realizando un inventario vial en cada uno de los puntos críticos que conforman el sitio de estudio.

- El inventario vial consiste en conocer las dimensiones que tienen las calles, andenes y separadores. También se evaluó el estado de la vía y se realizó un análisis previo de su estado, no solo del pavimento, sino también, de la señalización que se encuentra allí, para su posterior comparación con lo reglamentado por INVIAS.

6.2 FASE 2: ANÁLISIS:

- Se realizaron aforos peatonales con el fin de determinar el volumen de tránsito peatonal que se moviliza por cada una de las calles y carreras, se utilizó un formato adecuado para ello que se puede ver en la ilustración 4. En el que se clasificaron el tipo de peatones que transcurren en ese determinado tiempo, los cuales pueden ser: personas con discapacidad, niños, jóvenes, personas adultas mayores, mujeres y hombres.

- Para conocer el flujo vehicular que transcurre en las calles evaluadas de la ciudad de Ibagué. Para el presente análisis se realizó un aforo vehicular en horarios

de máxima demanda durante un día; en la mañana, al medio día y en la noche. Se realizó el aforo cada 15 minutos en el lapso de 1 hora en cada intersección crítica de estudio. El aforo se llevó a cabo de manera manual, se empleó la aplicación de apoyo TVS AFOROS suministrado por docentes de la Universidad Cooperativa de Colombia, junto con un formato de información detallado que contiene:

- Ubicación
- Fecha
- Horario
- Periodo de aforo
- Tipo de vehículo
- Esquema direccional (ilustración 3).

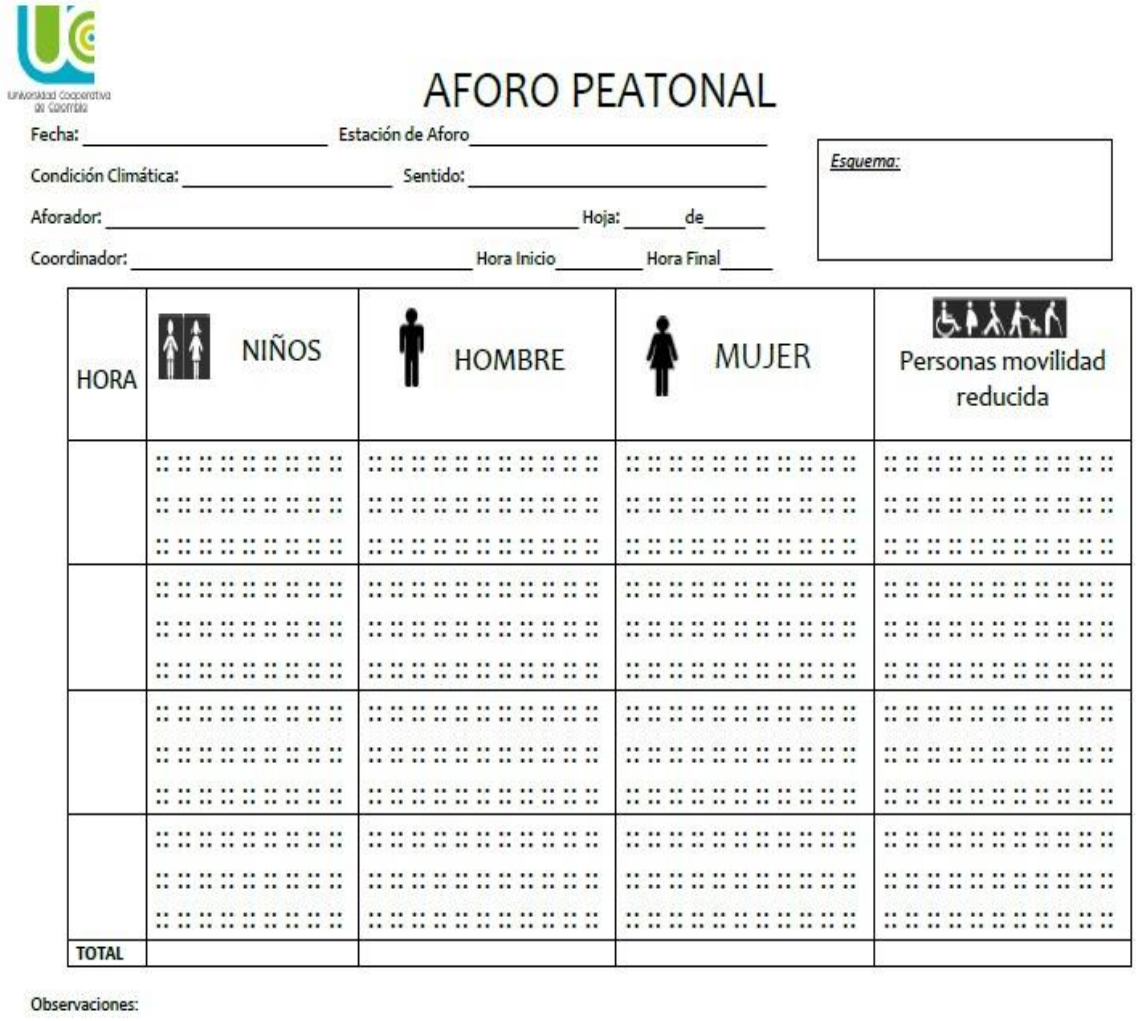
Según la resolución 4100 de 2004 se obtuvo la clasificación de los vehículos de acuerdo con sus ejes y carga, para el análisis en los aforos, se tienen tres tipos de vehículos; vehículos livianos, buses y camión C2P tipo furgón. (Invias, 2004, Pág. 2).

Tabla 2. Tipos de vehículos según su número de ejes.

Tipo de eje	Peso máximo por eje, kg
Eje sencillo	
Dos llantas	6.000
Cuatro llantas	11.000
Eje tandem	
Cuatro llantas	11.000
Seis llantas	17.000
Ocho llantas	22.000
Eje tridem	
6 llantas	16.500
8 llantas	19.000
10 llantas	21.500
12 llantas	24.000

Fuente: Invias, 2004.

Ilustración 3. Formato utilizado para la medición del aforo peatonal.



AFORO PEATONAL

Fecha: _____ Estación de Aforo _____

Condición Climática: _____ Sentido: _____

Aforador: _____ Hoja: _____ de _____

Coordinador: _____ Hora Inicio _____ Hora Final _____

Esquema:

HORA	NIÑOS	HOMBRE	MUJER	Personas movilidad reducida
TOTAL				

Observaciones:

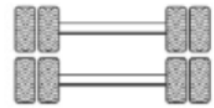
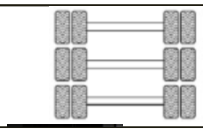
Fuente: Estudiantes UCC.

- Para estimar los tiempos que tiene cada semáforo en los puntos evaluados, se realizaron mediciones con la ayuda de cronómetros; la ubicación se hizo en cada uno de los semáforos, tomando tiempo que tarda en rojo y el tiempo que tarda en verde. Esta operación se repitió tres veces por cada uno, con el fin de disminuir el margen de error y obtener datos más precisos.
- Se calculó el TPD (Transito promedio diario) siendo este la estimación del número de ejes circulantes por un carril y su distribución en diferentes grupos de carga, presentando variabilidad respecto a días, semanas meses o periodos de

mayor tránsito de vehículos, en el análisis se tiene el resultado de TPD total que surge del conteo de vehículos livianos correspondiente a los particulares y a los vehículos comerciales de los cuales hace referencia a los buses y camiones realizando una sumatoria total y con ello se procede a tener un porcentaje por cada tipo de vehículo.

- Se estimó la metodología AASHTO-93 para diseño de estructuras de pavimento flexible, en la cual se presenta un modelo con el que se obtiene el parámetro llamado número estructural (SN) cuyo valor además de ser un indicativo del espesor total requerido del pavimento en función del tránsito de vehículos. (García, 2015, Párr. 5). Para este método se deben tener en cuenta las cargas máximas por tipo de eje (tabla, 3).

Tabla 3. Cargas máximas por tipo de eje en la metodología AASHTO-93.

CARGAS MAXIMAS POR TIPO DE EJE			
DESCRIPCION	**CONFIGURACION**	**PESO**	**PESO PATRON**
EJE SIMPLE DIRECCIONAL		6 Ton	7 Ton
EJE SIMPLE LLANTA DOBLE		11 Ton	8 Ton
EJE TANDEM LLANTA DOBLE		22 Ton	15 Ton
EJE TRIDEM LLNTA DOBLE		24 Ton	23 Ton

Fuente: Invias, 2004.

El primer paso para calcular esta metodología es encontrar el factor de proyección de transito teniendo en cuenta el TPD observado en campo (Tabla, 4), todo esto con la finalidad de definir el nivel de tránsito (NT) (Tabla, 5) presente en el estudio teniendo como base el NESE (número de ejes equivalentes).

Para obtener el Factor Proyección de tránsito se realizó empleando la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Factor de protección de tránsito

$$F.P.T = \frac{(1+T)^n - 1}{LN(1+T)}$$

Siendo:
T: la tasa de crecimiento (0.045)
n: Periodo de diseño

Se debe tener en cuenta el factor direccional que se define según su número de carril y calzada del diseño de tránsito como lo muestra la tabla 4.

Tabla 4. Factor direccional.

FACTOR DIRECCIONAL fd		
0,5	0.45	0.40
1 calzada 2 carriles	Multicarril	Doble calzada

Fuente: Invias, 2004.

Cumpliendo con el diseño con 1 calzada y 2 carriles lo que corresponde a un factor direccional de 0.5.

Se procede a obtener el Factor de Carga Equivalente de la siguiente manera:

Ecuación 2. Factor de carga equivalente.

$$\sum \left(\frac{Peso_{eje}}{Peso_{Patron}}\right)^4$$

Un bus consta de:
- Un eje simple direccional
- Un eje simple llanta doble

Lo que en la ecuación se desarrolló de la siguiente manera:

Ecuación 3. Factor de carga equivalente para vehículos tipo bus.

$$\left(\frac{6}{6{,}6}\right)^4 + \left(\frac{11}{8.2}\right)^4$$

F.C.E bus= 3,92

El camión C2P tipo furgón consta de:

- Dos ejes simples direccionales

Lo cual su ecuación se desarrolló de la siguiente manera:

Ecuación 4. Factor de carga equivalente en vehículos de tipo Camión C2P o furgón.

$$\left(\frac{6}{6{,}6}\right)^4 + \left(\frac{6}{6{,}6}\right)^4$$

F.C.E Camión C2P= 1,37

Luego se procede a identificar el Factor camión de camiones (F.C.C) el cual se tiene en cuenta solamente para camiones de carga pesada de la siguiente manera:

Ecuación 5. Calculo F.C.C.

$$\frac{\sum(\%Ci) \ * \ (F.C.E\ ci)}{100\%}$$

Siendo:
Ci: el porcentaje del tipo de camión
F.C.E ci: factor camión equivalente del tipo de camión

$$\frac{2\% \ * \ 1{,}37}{100\%}$$

F.C.C= 0,03

Con los dos factores obtenidos previamente proseguimos con el cálculo de un último factor de camión total.

Ecuación 6. Factor de Camión total.

$$F.C = \frac{(\%bus * F.C.Eb) + (\%Camiones * F.C.C)}{\%Vc}$$

$$F.C = 3.20$$

Siendo:
%bus: Porcentaje de buses totales
F.C.Eb: factor de carga equivalente del bus
%Camiones: porcentaje de camiones totales
F.C.C: factor camión de camiones
%Vc: porcentaje de Vehículos comerciales totales

Se obtuvo el Número de ejes acumulados de ejes simples de rueda doble (NESE) de 8,2 Toneladas en el periodo de diseño (10 años)

Ecuación 7. Numero de ejes acumulados (NESE) de 8.2 toneladas.

$$TPDS * \frac{\%Vc}{100} * Fd * F.P.T * Fc * 365$$

NESE= 9,348,225

Siendo:
TPDS: transito promedio diario
%Vc: porcentaje de vehículos comerciales
Fd: factor direccional (1 calzada y 2 carriles, 0.5)
F.P.T: Factor de proyección de transito
Fc: Factor camión

Tabla 5. Tasas de crecimiento (Factor de proyección de transito).

TPDS	TASA DE CRECIMIENTO (%)	
	Total vehículos	Vehículos Comerciales
< 500	6.0 - 6.5	5.5 - 6.0
500 - 1.000	5.7 - 6.3	5.5 - 6.0
1.000 - 2.500	4.5 - 5.5	4.0 - 5.0
2.500 - 5.000	4.5 - 5.5	4.0 - 5.0
5.000 - 10.000	4.5 - 5.5	4.0 - 5.0
> 10.000	4.0 - 6.0	3.0 - 5.0

Fuente: Elaboración propia con base en datos de Invías (2019). 2004.

Tabla 6. Rango nivel de tránsito.

NIVEL DE TRANSITO NT	NT1 <	500,000	
	NT2	500,000	5,000,000
	NT3 >	5,000,000	

Fuente: Elaboración propia con base en datos de InvÍas (2019). 2004.

- También se calculó el P.C.A (Portland Cement Association) el cual es un índice empleado para el diseño del espesor del pavimento, tiene en cuenta variables como la erosión de la cimentación (Bryan, 2015), este método se aplica para el diseño de pavimentos rígidos o hidráulicos con un tiempo mínimo de 20 años.

Ecuación 8. Estimación del factor de proyección de tránsito.

$$F.P.T = (1+T)^2$$

Siendo:

T: el factor de índice de tasa de crecimiento (0.045; 1 carril- 2 calzadas)
Para su proyección a 20 años se inicia con el valor de TPD total obtenido en el aforo vehicular, y cada año que transcurre se debe multiplicar por el FPT (factor de proyección de transito) y en su final obtener la sumaria de cada tipo de vehículo siendo multiplicado por 365 que son los días del año.

Posteriormente se obtuvo la repetición de carga por eje teniendo en cuenta que tipo de eje presentaron los vehículos y estos son sumados, es decir que se clasifican los tipos de ejes y se identifica la cantidad de ejes que tiene cada vehículo y se suman en totalidad.

Tabla 7. Formato empleado para la medición de aforo vehicular.

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA	REGISTRO AFORO VEHICULAR	MUNICIPIO:

FECHA | HOJA | DE | FOLIO NUMERO | ESQUEMA | N

CONDICION CLIMATICA | HORARIO INICIO

LOZALIZACIÓN | HORA FINAL

MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MOTO	BICICLETA
											
	TOTAL										

OBSERVACIONES:

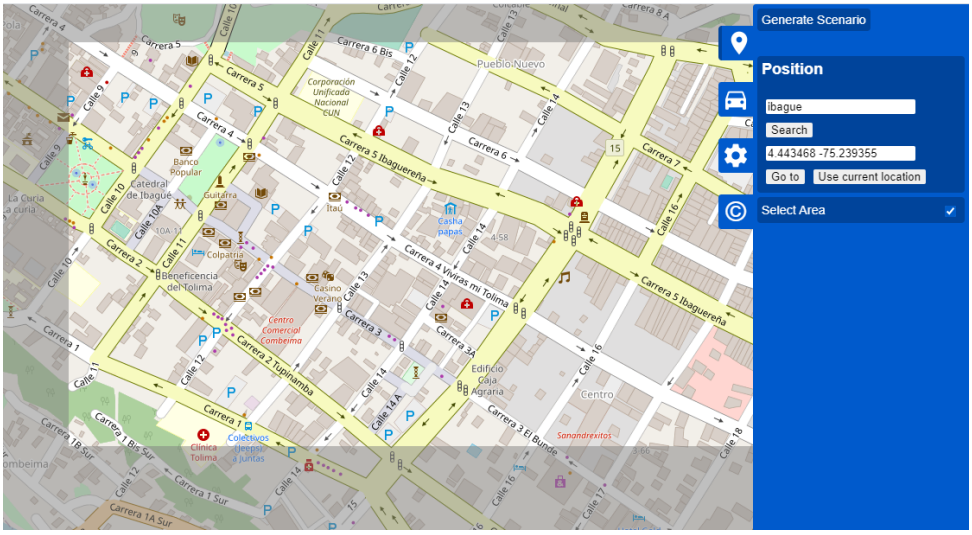
AFORADOR : | SUPERVISOR:

Fuente: Estudiantes UCC.

5.3 FASE 3: DISEÑO:

- Se realizaron simulaciones en la herramienta computacional SUMO, para ilustrar los datos obtenidos en campo, y así comprender y resolver los factores que componen la problemática en el centro de la ciudad de Ibagué, para esto se obtuvo del programa osm web wizard un open street map del área de estudio insertando las coordenadas y luego cargándolas al programa SUMO (Ilustración, 4). A partir del área seleccionada que se obtiene en SUMO se editó el mapa en el programa net edit, empezando por eliminar las calles y nodos que no hacen parte del área de estudio de este Proyecto. Luego de tener el mapa deseado se procedió a ingresar la información de los aforos vehiculares obtenidos en campo.

Ilustración 4. Delimitación área de estudio en la herramienta SUMO.



Fuente: Elaboración propia (SUMO, 2020)

- Se realizó la propuesta de un diseño para la movilidad vehicular y peatonal inteligente, tomando como referencia proyectos similares ya realizados en algunas ciudades, con esta propuesta se pretende optimizar el ciclo de los semáforos, implementación de tecnología en los paraderos de buses, mejoramiento de las señalizaciones horizontales y verticales, con el fin de garantizar la seguridad peatonal (ilustraciones)

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 INVENTARIO DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Se evaluó el estado de la señalización vertical (señales de tránsito) en el área evaluada (Anexo E) además se tomaron fotografías del estado de las señales de tránsito (Anexo F), en este recorrido se evidenció que todas las señales presentan problemas de visibilidad generados por la falta de mantenimiento, incluso se evidenciaron señales sin recubrimiento reflectivo (Carrera quinta con calle 10) y ubicadas sobre postes de alumbrado público y no en los parales respectivos (Carrera cuarta con calle 15), la falta de visibilidad de las mismas hace aún más difícil que estas sean conocidas y respetadas por la comunidad, y la falta de respeto hacia las señales de tránsito son causantes de un aumento en la accidentalidad así como que perjudica la movilidad urbana (Rivero et al. 2019) teniendo en cuenta además que no cumple con la normatividad urbana actual para Colombia (Mintransporte, 2015), lo cual es aún más grave teniendo en cuenta que Ibagué es una ciudad capital.

También se evidenció que algunas señales no estaban soportadas sobre parales como lo indica la norma ya mencionada y las que tienen el paral, este está doblado incumpliendo con la altura mínima de acuerdo con el manual de señalización vial. La señalización horizontal en algunas calles o esquinas en específico requieren de un mantenimiento en su pintura ya que por el desgaste que genera la fricción de las llantas de los cientos de vehículos que transitan por este corredor vial, se está perdiendo visibilidad de estas.

7.2 AFOROS VEHICULARES

Se realizó un total de ocho aforos vehiculares a lo largo de diferentes horas del día (Anexo A), en total fueron contabilizados 9530 vehículos livianos, 1038 buses y 237 camiones C2P, los datos obtenidos de los aforos fueron analizados con la

metodología P.C.A. (Tabla 8) la cual muestra que el parque automotor presentará un crecimiento continuo en la ciudad por lo cual es momento de comenzar a realizar acciones que permitan preparar a la ciudad para las condiciones futuras, teniendo en cuenta que la zona del centro de la ciudad no ha presentado alguna intervención importante en los últimos años.

Tabla 8. Resultados cálculo de metodología P.C.A.

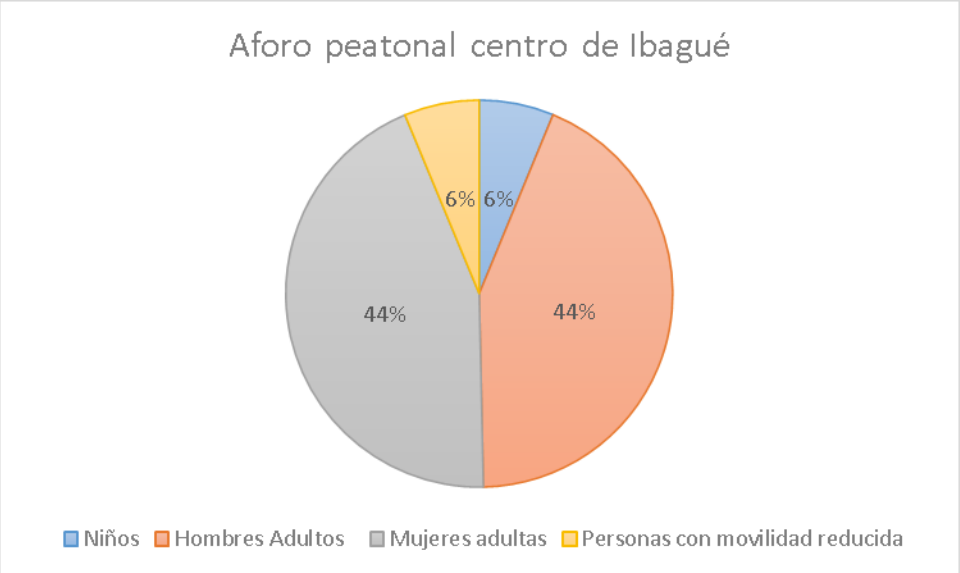
TABLA DE CÁLCULO DEL MÉTODO P.C.A						
AÑO	**V.L**	**B**	**C2P**	**C2G**	**C3**	**>C5**
2020	9530	1038	237	0	0	0
2021	10407	1134	259	0	0	0
2022	11365	1238	283	0	0	0
2023	12411	1352	309	0	0	0
2024	13553	1476	337	0	0	0
2025	14800	1612	368	0	0	0
2026	16162	1760	402	0	0	0
2027	17649	1922	439	0	0	0
2028	19273	2099	479	0	0	0
2029	21047	2292	523	0	0	0
2030	22984	2503	571	0	0	0
2031	25099	2733	624	0	0	0
2032	27409	2985	681	0	0	0
2033	29931	3260	744	0	0	0
2034	32685	3560	812	0	0	0
2035	35693	3888	887	0	0	0
2036	38978	4246	969	0	0	0
2037	42565	4637	1058	0	0	0
2038	46482	5064	1155	0	0	0
2039	50760	5530	1261	0	0	0
SUMATORIA	498783	54329	12398	0	0	0
Σ * 365	182.055.795	19.830.085	4.525.270	0	0	0

Fuente: Elaboración propia

7.3 AFOROS PEATONALES

Se realizaron ocho aforos peatonales en diferentes sitios del área evaluada (Anexo C) en estos aforos se registró el tráfico de 2344 personas, del total de personas que transitan por la zona el 12% corresponde a niños y personas con movilidad reducida (ilustración 5) sin embargo, en la actualidad algunos cruces semafóricos como los ubicados en la carrea quinta con calle 10 y la en la carrera segunda con calle 10 presentan intervalos demasiado cortos para el tránsito de los peatones con 20 segundos (Anexo C), este tiempo es insuficiente para el tránsito de estos grupos de personas, lo cual obliga generar una pronta solución para el tránsito de estas personas como por ejemplo el poder solicitar un aumento en la duración del tiempo en verde cuando esto llegara a ser necesario o la implementación de los conocidos como semáforos inteligentes (Molina-Navarro et al. 2016)

Ilustración 5. Resultados aforos peatonales realizados en el centro de la ciudad de Ibagué.



Fuente: Elaboración propia

7.4 INVENTARIO VIAL

El corredor vial estudiado, presenta daños superficiales sobre la capa asfáltica como piel de cocodrilo, fisuras longitudinales, ahuellamientos y hundimientos, arrojando un porcentaje de daño no superior al 8%, no siendo significativo, pero que si requiere de una intervención por parte de las entidades locales, ya que muchas veces generan accidentes de tráfico provocando gran congestionamiento vehicular, también ha generado accidentes en los peatones aumentando la inseguridad en el centro de la ciudad de Ibagué.

Todos los datos obtenidos fueron ingresados en el simulador SUMO, el cual permitió evaluar de manera global el área en tiempo real, esta simulación fue anexada en medio digital (CD) a este trabajo y además esta subida con acceso libre en la plataforma YouTube en el siguiente link:

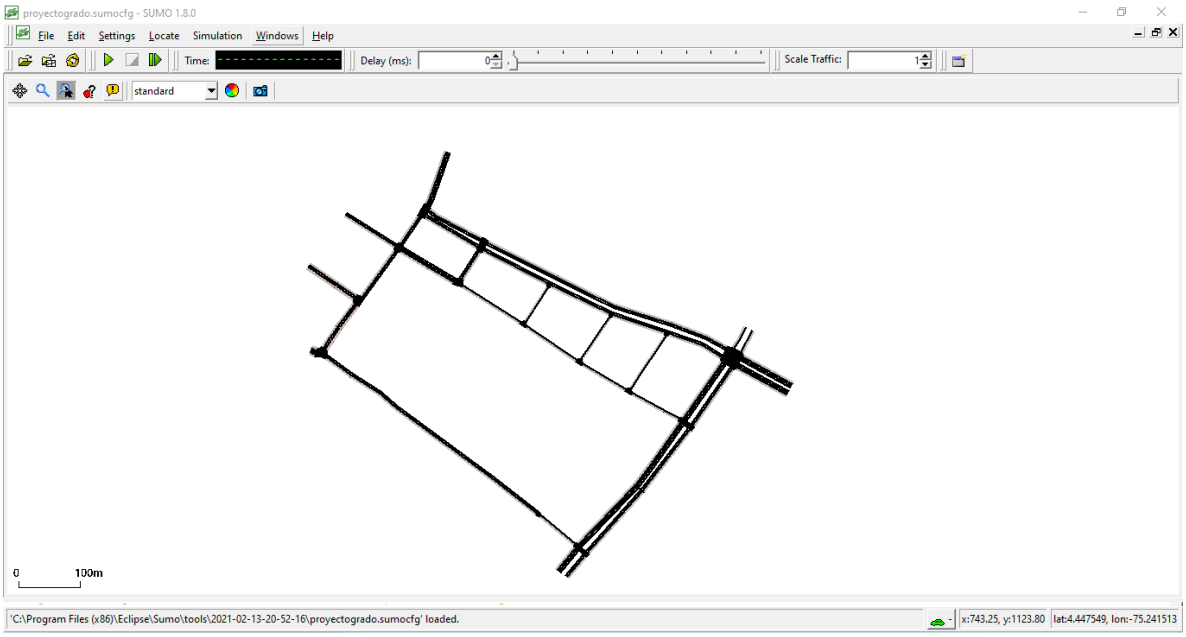
https://youtu.be/f_FB2xDgP2I

Por medio del programa osm web wizard se logra extraer un open street map del área de estudio insertando las coordenadas y luego cargarlo al programa sumo. A partir del área seleccionada que se obtiene en sumo se edita el mapa en el programa net edit, empezando por eliminar las calles y nodos que no hacen parte del área de estudio de este Proyecto. Luego de tener el mapa deseado se procede a ingresar la información de los aforos vehiculares obtenidos en campo.

Como primer paso hay que dirigirse al modo demanda para entrar al modo ruta e identificar las rutas, en las cuales de acuerdo con el sentido del carril se seleccionan eligiendo la ruta que va a llevar el vehículo, según la información obtenida en campo como se muestra (ilustración 6), luego se da en el botón de finalizar ruta para poder crear otra distinta. Después de esto es importante guardar las rutas escogidas como un archivo xml para poder introducir el aforo vehicular sobe estas.

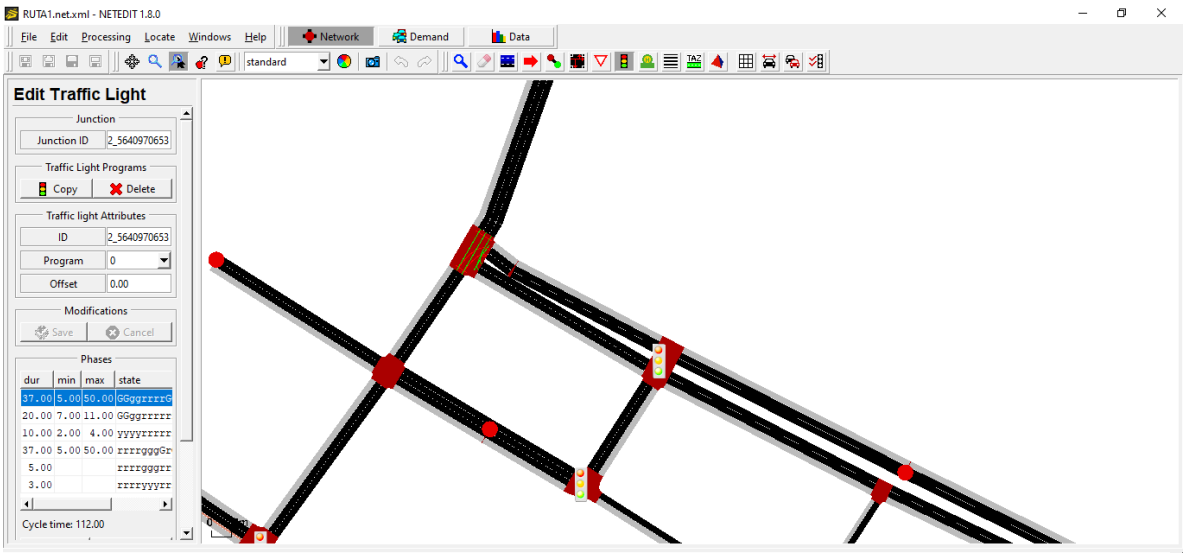
Como una de las finalidades de este estudio es demostrar el estado actual del sistema semafórico en la ciudad de Ibagué, se ingresó al modo de inspección para poder seleccionar y modificar los tiempos de cada uno de los semáforos (ilustración 7) y se identificó una de las problemáticas que ocasionan la gran congestión vehicular en la zona de estudio.

Ilustración 6. Modo demanda, plataforma SUMO.



Fuente: Autores.

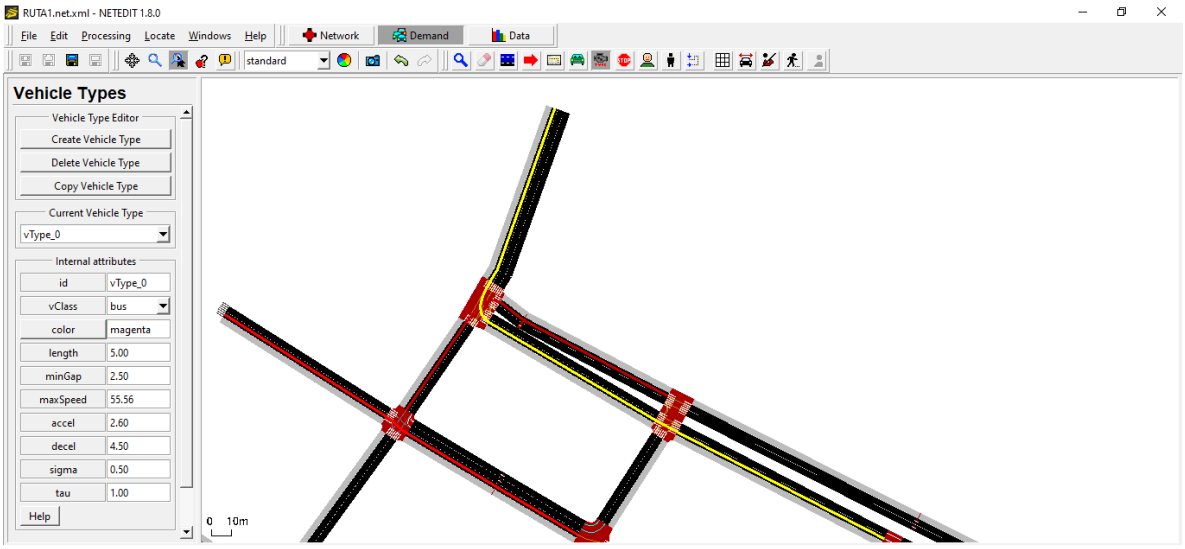
Ilustración 7. Editor de tiempo de cambio semafórico, en SUMO.



Fuente: Autores.

El siguiente paso fue la creación de los diferentes tipos de vehículos que se encontraron en los aforos vehiculares. En la opción “Vehicle Types” (ilustración 8) se seleccionó “crear tipo de vehículo”, donde se pueden elegir distintos diseños y características que cuenta el programa para cada uno de estos. En este caso se identificaron 3 tipos de automotores según la norma invias que circulan por el centro de la ciudad de Ibagué los cuales fueron: vehículos livianos compuesto por vehículos particulares y taxis; vehículos tipo bus y vehículos tipo C2 que los componen buses y camiones de 2 ejes.

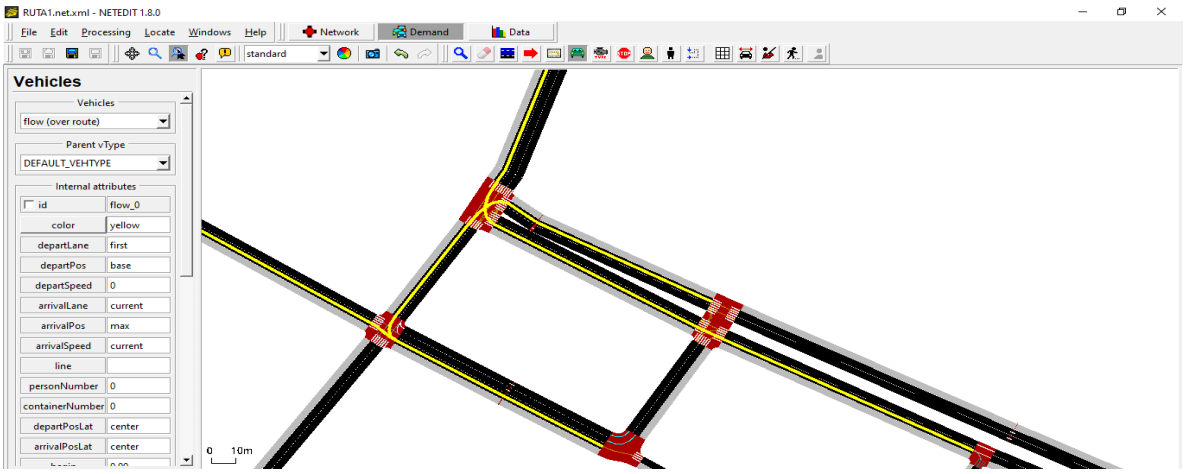
Ilustración 8. Ingreso de tipo de vehículo según aforo SUMO



Fuente: Autores.

Finalmente se insertaron los aforos vehiculares ingresando en la opción *Vehicles* en donde se va a introducir el aforo mediante la condición flujo (sobre ruta) ya que esta opción permite ingresar de una manera más rápida la cantidad de vehículos totales y por hora además permitirá seleccionar el tipo de vehículo que va a transitar sobre la ruta según los mencionados anteriormente (ilustración 9)

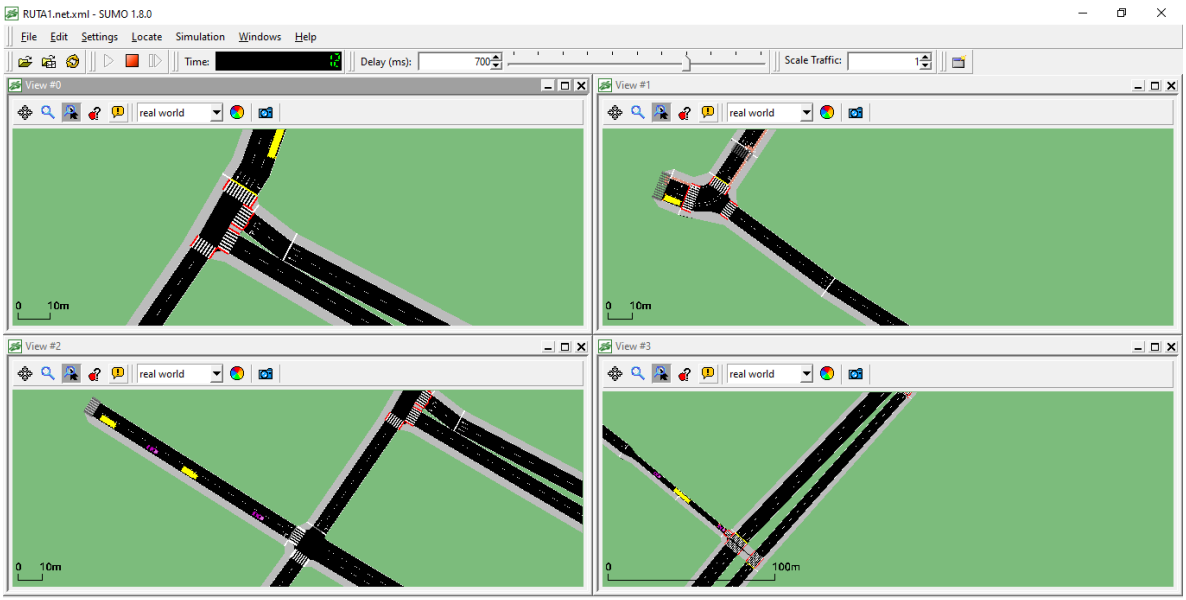
Ilustración 9. Modificación de aforos vehiculare con la condición de flujo en la ruta.



Fuente: Elaboración propia.

Para poder simular lo ingresado en el netedit, es necesario volver a abrir todas estas modificaciones en el sumo, allí se eligió la velocidad de la simulación en Milisegundos (Delay (Ms)) Luego de definir esta variable, se logró simular el flujo vehicular en el centro de la ciudad de Ibagué mediante el programa sumo en donde permitió identificar las falencias presentes en este sistema de tránsito y movilidad. (ilustración 10)

Ilustración 10. Simulaciones obtenidas SUMO.



Fuente: Autores

7.5 PROPUESTAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD

Se realizaron diversas propuestas renderizadas con ideas que deberían ser tenidas en cuenta a la hora de intervenir el anillo vial del centro de la ciudad.

Implementar un paradero de buses (ilustración 11) brindará un espacio para que de manera organizada los usuarios accedan y desciendan del servicio de transporte público y también ayudaría a reducir la congestión vehicular que provoca el parar de los buses en la calle 10 con 4ª que en horas pico se convierte en un paradero de

bus no autorizado cuando salen las personas de las universidades y de sus trabajos. Es por ello por lo que implementarlo en este punto incentivará a la gente a esperar su ruta cómodamente y así se lograría un mejor flujo vehicular; en general se deben implementar paraderos en las zonas críticas del anillo vial, pero además de implementarlos es importante que se concientice a la ciudadanía y los conductores para que estos sean los únicos sitios permitidos para ascenso y descenso de pasajeros.

Ilustración 11. Renderizado de paradero propuesto para la carrera cuarta entre calles 10 y 11.



Fuente: Elaboración propia

Una isleta es un espacio delimitado en el suelo de la vía que facilita el paso de los peatones y también permitiría ordenar el tráfico, ya que en este punto es muy común que los conductores realicen un giro en “U” en el sentido de la carrera 5ª hacia la calle 10 para bajar por la carrera 5ª hacia la calle 15 lo que no solo infringen con la señal de transito SR-10 prohibido girar en “U”, sino que representa un gran peligro para los peatones que desean cruzar esta carrera. Con la implementación de la isleta se pretende brindar un espacio único y exclusivo para el paso peatonal (Ilustración 12).

Ilustración 12. isleta propuesta para el cruce de la carrera quinta con la calle decima.



Fuente: Elaboración propia.

Un paso pompeyano consta de una construcción de un elemento sobre la calzada de la vía para dar un paso continuo y seguro al igual que prioritario para el peatón (ilustración 13 y 14), obligando a los vehículos a reducir su velocidad y ceder el paso, dando una exclusividad al paso peatonal, esto pensando también en las personas con movilidad reducida. En este punto es crítico el paso peatonal ya que para cruzar se debe realizar un paso en “Diagonal” como se demuestra en la (ilustración 15), además durante el desarrollo de los aforos peatonales, se evidenció que las personas prefieren correr un gran riesgo y no realizar dicho tipo de cruce, adicional los tiempos de semáforo no son los óptimos para personas con movilidad reducida, con la implementación del pompeyano, se incentivará a la gente a realizar el cruce como debe ser para no representar un riesgo en su integridad y de igual manera se lograría el objetivo que es la priorización del peatón sobre la zona centro de la ciudad de Ibagué.

Ilustración 13. Paso pompeyano propuesto en el cruce de la carrera segunda con calle decima. (Vista Norte Oeste)



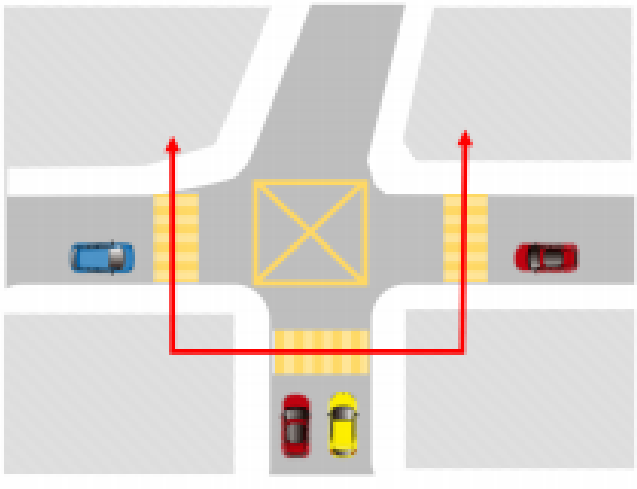
Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 14. Paso pompeyano propuesto en el cruce de la carrera segunda con calle decima. (Vista Norte)



Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 15. Paso en diagonal.



Fuente: Secretaría Distrital de Planeación, (2018).

8. CONCLUSIONES.

A partir del registro fotográfico realizado como parte del inventario vial en la determinación del estado actual de las señales verticales y horizontales presentes en la zona de estudio, se logró evidenciar que estas señales se encuentran en un estado de deterioro, lo cual genera problemas de implementación y respeto de las mismas por parte de la ciudadanía, por ello es necesario realizar el mantenimiento de las señales, tomándolas como base para una buena movilidad del flujo vehicular y peatonal que allí circula, esto se hace más evidente al evaluar los aforos vehiculares donde se constató un alto flujo de vehículos livianos durante la hora pico entre las 8 a 11 am, en cuanto a vehículos tipo bus la hora pico se evidencia en horas de la mañana, medio día y noche cuando la gente retorna de sus trabajos y se dirigen a casa y viceversa convirtiéndose en horas de alta probabilidad de riesgo y/o peligro en la accidentabilidad de vehículos involucrando a los peatones.

El sistema actual de urbanismo de la zona centro de Ibagué como andenes y senderos peatonales son inseguros para los usuarios al no ser multimodales, al estar diseñados tanto los tiempos de semáforos como la infraestructura de andenes para gente sin ningún tipo de discapacidad lo cual dificulta el desplazamiento de la comunidad en general y pone en riesgo a personas con movilidad reducida.

Por medio del simulador SUMO, se pudieron representar en tiempo real todos los datos obtenidos en campo como aforos vehiculares y peatonales de la situación actual presentada en la zona de estudio en cuanto a movilidad vehicular y peatonal presentando un gran represamiento vehicular en cada semáforo lo que genera problemas como mayor consumo de combustible en vehículos, mayor contaminación ambiental por emisión de gases excesiva, estrés en usuarios del transporte público y de los mismos conductores de los automotores que a su vez ocasiona mayor accidentalidad en la zona. A partir de ello, se logró implementar por medio de un renderizado una representación de la propuesta a implementar en los

puntos críticos que se logró identificar mediante la simulación como lo fueron los pompeyanos, paraderos de bus y una isleta, todo con el fin de dar prioridad a la seguridad del peatón.

La finalidad de este proyecto de grado fue diseñar un planeamiento urbano basándose en el manual de señalización vial 2015 y la cartilla de andenes, logrando obtener unos diseños que brindaran seguridad y confort a los peatones a la hora de circular por las calles del centro de la ciudad de Ibagué y así aportar ideas para que la gente pueda desplazarse tranquilamente en la zona centro de la ciudad así como aumentar la movilidad de peatones promoviendo a su vez el uso de transporte público para disminuir la cantidad de vehículos que transitan por las calles de Ibagué.

9. RECOMENDACIONES.

Algunos espacios públicos están siendo totalmente invadidos por vendedores ambulantes provocando una reducción en los senderos peatonales, incluso hay algunos vendedores que invaden parte del carril por donde transitan los vehículos siendo una de las causas de la congestión vehicular, es por ello por lo que se recomienda habilitar un punto donde se puedan concentrar los mencionados para que puedan seguir distribuyendo sus productos sin ocasionar afectación económica ya que es el sustento de los mismos.

Los postes de la iluminación y telecomunicación pública son grandes invasores en los reducidos andenes a lo largo del anillo de estudio, es por eso por lo que se recomienda eliminar este método e implementar la solución del cableado por vía subterránea para brindar más espacio en los andenes y así optimizar el uso de estos, lo que tendría relevancia en la reducción de los accidentes donde se ven involucrados peatones.

Un constante mantenimiento de la red vial y su señalización es de vital importancia para disminuir al riesgo de accidentalidad, ya que el deterioro de estas mismas representa desinformación al no cumplir con la normatividad como visibilidad de las señales horizontales y verticales y en el caso de la capa de rodadura los hundimientos, ahuellamientos o piel de cocodrilo generan mayor desgaste de los vehículos y aumento de congestión vehicular.

Campañas donde se promueva el uso del transporte público para reducir la congestión vehicular al igual que el uso del transporte personal es importante para poder optimizar un poco la movilidad en el centro de la ciudad de Ibagué.

BIBLIOGRAFÍA

Albornoz, V. M. (2011). Obtenido de https://bbibliograficas.ucc.edu.co:3458/servlet/articulo?codigo=6364485

Alcaldia de Medellin. (2013). *Secretaria de Movilidad de Medellin*. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/simm/

Alcaldía de Medellín. (2016). Anteproyecto Plan de Desarrollo: Medellín Cuenta con Vos 2016 - 2019. Plan de Desarrollo Medellín Cuenta con Vos 2016-2019 (Vol. 1). Medellín. https://doi.org/10.1017/ CBO9781107415324.004

Alvarado, R. (2017). Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva. Revista de Tecnología y Sociedad e-ISSN: 2007-3607

Área Metropolitana, V. d. (2019). *Metropol*. Obtenido de https://www.metropol.gov.co/noticias/elmetropolitano-movilidad/sistema-inteligente-de-movilidad

Azahara. (31 de Mayo de 2018). Obtenido de https://geographica.com/es/blog/que-es-smart-mobility/

Briceño, J. (2019). *Análisis de la relación entre el proceso de movilidad urbana con la calidad de vida de los empleados administrativos de una institución de educación superior.* Bogota: Universidad Exernado de Colombia.

Bryan, C. (2015). Analisis De Los Criterios De Diseño De Pavimento Rigido Bajo La Optica De Las Condiciones Especiales De La Isla De San Andres Y Especificaciones Tecnicas De La Secretaria De Infraestructura De La Gobernacion Departamental. trabajo de grado para obtener el titulo de especialista en pavimentos, Universidad Catolica de Colombia- Bogota.

Cervera, H. (1 de Marzo de 2017). *Plan de movilidad y Espacio Público, un instrumento de planificación para Ibagué*. Obtenido de https://www.ibague.gov.co/portal/seccion/noticias/index.php?idnt=2393

Corradini, F., De Angelis, F., Polini, A., Castagnari, C., de Berardinis, J., & Forcina, G. (2020). *ProQuest.* Obtenido de https://bbibliograficas.ucc.edu.co:2149/compscijour/docview/2330963754/C5BF02E569FD4A4EPQ/1?accountid=44394

Cortés, J. (17 de Abril de 2015). Obtenido de https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/lanzan-campana-de-cultura-ciudadana-para-la-movilidad

DANE. (2005). Resultados y proyecciones (2005-2020) del censo 2005. Consultado el 9 de junio de 2021

D. Krajzewicz, G. Hertkorn, C. Rössel, P. Wagner. 2002. "SUMO (Simulation of Urban MObility); An open-Source Traffic Simulation" Proceedings of the 4th Middle East Symposium on Simulation and Modelling (MESM2002), Edited by: A.~Al-Akaidi, pp. 183 - 187, SCS European Publishing House, ISBN 90-77039-09-0

Eden Strategy Institute. (2018). Smart City Governments. Singapore. Retrieved from https://static1.squarespace. com/static/5b3c517fec4eb767a04e7 3 f f / t / 5 b 5 1 3 c 5 7 a a 4 a 9 9 f 62d168e60/1532050650562/Eden-OXD_ Top+50+Smart+City+Governments.pdf

FINDETER. (Abril de 2018). *Plan maestro de movilidad y espacio público.* Obtenido de http://cimpp.ibague.gov.co/wp-content/uploads/2018/08/PMMEP-ABRIL-2018.pdf

García, A. 2015. DISEÑO DE PAVIMENTO ASFÁLTICO POR EL METODO AASHTO-93 EMPLEANDO EL SOFTWARE DISAASHTO-93. trabajo de grado para obtener el titulo de especialista en ingeniería de pavimentos, facultad de ingeniería civil, universidad militar nueva granada, Bogotá-Colombia.

Gobernación de Antioquia. (2016). Bases del Plan de Desarrollo de Antioquia “Pensando en Grande 2016- 2019.” Medellín.

https://www.invias.gov.co/index.php/normativa/resoluciones-circulares-otros/1067-resolucion-n-004100-de-2004-1/file

INVIAS. (2010). Obtenido de https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/volumenes-de-transito-2008/1921-volumenes-de-transito-2010-2011/file

INVIAS. (2016). Obtenido de https://invias.maps.arcgis.com/apps/MapJournal/index.html?appid=e2355a35b5e3480db40ee5f83832dada

M, E. (2017). Obtenido de https://bbibliograficas.ucc.edu.co:2149/docview/1993302097?accountid=44394&rfr_id=info%3Axri%2Fsid%3Aprimo

Maps, G. (2020). Obtenido de https://www.google.com/maps/place/Gobernaci%C3%B3n+del+Tolima/@4.4444271,-75.2439852,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x8e38c484999b5b69:0xba1b1c06484a7c5f!8m2!3d4.4444218!4d-75.2417965

Marco, V. (2 de Octubre de 2013). Obtenido de https://prezi.com/op6czygchocu/consecuencias-de-la-falta-de-senalizacion-en-el-sector-de-la/

Ministerio de, T., & INVIAS. (s.f.). *Galeria de Volumenes de Tránsito.* Obtenido de https://hermes.invias.gov.co/volumenes/

Ministerio de, T., INVIAS, & ANI. (2015). *Manual de Señalización Vial*. Obtenido de https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3825-manual-de-senalizacion-vial-2015

Ministerios deTransporte, d. C. (9 de Julio de 2015). *INVIAS*. Obtenido de INVIAS: https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3825-manual-de-senalizacion-vial-2015

Min TIC (2020). Documento de recomendaciones para el desarrollo de ciudades y territorios inteligentes, Versión 30/10/2020.

Molina-Navarro, A., Zamora-Castro, S., Remess-Pérez, M & Lagunes-Lagunes, E. (2016). Los semáforos inteligentes en la logística urbana sustentable. Revista de aplicaciones de la ingeniería. Vol.3 No.9 26-33

Monetti, j., Contreras, M., Navarro, M & Sevillano, G. (2018). PROPUESTA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA AFORO VEHICULAR. XX Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación. 26 y 27 de Abril de 2018 RedUNCI - UNNE - ISBN 978-987-3619-27-4

Monteagudo. (2014). Obtenido de https://bbibliograficas.ucc.edu.co:2201/article/10.1007/s12615-013-9070-7

Morales, J. j. (2019). *Problemas de Sincronía de Semáforos en la Movilidad Vial de la ciudad de Culiacán, Sinaloa.* Culiacan: Universidad Abierta y a Distancia de México.

Moscoi, M. V. (2014). SEMÁFOROS INTELIGENTES PARA LA REGULACIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR. *Rev. Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 37-45.

Movilidad. (15 de Septiembre de 2019). *Semana*. Obtenido de https://www.semana.com/contenidos-editoriales/bogota-la-vida-fluye/articulo/movilidad-inteligente-como-mejorar-el-transito-en-bogota/623942

Pangbourne, K. (Octubre de 2019). *ScienceDirect.* Obtenido de https://bbibliograficas.ucc.edu.co:2152/science/article/pii/S0967070X1930527X

PDA. (4 de Enero de 2015). Obtenido de https://www.peritosdeaccidentes.com/ciclo-semaforico/

Ruiz Rivero, M. S., Astorga Bustillos, F. R., & Villa Herrera, J. E. (2019). La Importancia de las Señales de Tránsito en las Vías Terrestres. FINGUACH. Revista De Investigación Científica De La Facultad De Ingeniería De La Universidad Autónoma De Chihuahua, 5(17), 10,11. Recuperado a partir de https://vocero.uach.mx/index.php/finguach/article/view/359

Sampieri, R. H. (2014). Obtenido de http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf

Secretaria distrital de planeación (2018). Cartilla de andenes Bogotá D.C. Alcaldía de Bogotá- Colombia.

Sanja, S., Tullio, G., & Aleksandra, D. (24 de Septiembre de 2019). *ScienceDirect.* Obtenido de https://bbibliograficas.ucc.edu.co:2152/science/article/pii/S2352146520302131

Secretaria de Movilidad. (6 de Diciembre de 2019). *Alcaldía Mayor de Bogotá*. Obtenido de https://www.movilidadbogota.gov.co/web/Noticia/con_la_instalacion_de_contadores_regresivos_y_camaras_de_deteccion_vehicular_avanza_el

Secretaria, D. d. (2018). Obtenido de http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/cartilla_andenes_modificacion_07-06-2018.pdf

Tolima, G. (Diciembre de 2019). *Tolima*. Obtenido de https://www.tolima.gov.co/publicaciones/20434/municipio-de-ibague/

Varon, G. P., & Beltran, O. F. (2010). *Proyectos comunitarios y ambientales*. Obtenido de https://acueductoscomunitariosibague.wordpress.com/marco-referencial/marco-geografico/

Villaveces, A. N. (2012). Obtenido de https://bbibliograficas.ucc.edu.co:2149/docview/1780962878/fulltext/BB35347EA9BA4E9DPQ/1?accountid=44394

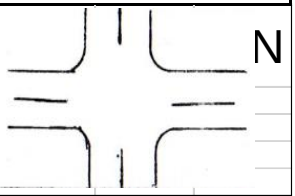
Zhong, Z., Nejad, M & Lee, E. (2020). Autonomous and Semi-Autonomous Intersection Management: A Survey. DOI:10.1109/MITS.2020.3014074 (IN PRESS) 2

10. ANEXOS

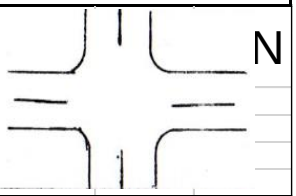
Anexo A. Aforos vehiculares realizados.

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA				REGISTRO AFORO VEHICULAR					MUNICIPIO: IBAGUÉ		
FECHA		**HOJA**	**DE**		**FOLIO NUMERO**			E			
								S			
CONDICION CLIMATICA					**HORARIO INICIO**		7:02	Q			
								U			
LOZALIZACIÓN					**HORA FINAL**		19:35	E			
Calle 10 con carrera 5ta hacia la calle 15								M			
								A			
MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MOTO	BICICLETA
	7:02 7:17										
		47	21								
	7:17 7:32										
		42	17								
	7:32 7:47										
		43	18								
	7:47 8:02										
		64	17								
	18:35 18:50										
		30	17								
	18:50 19:05										
		40	12	1							
	19:05 19:20										
		46	13								
	19:20 19:35										
		41	10								
	TOTAL										
		353	125	1							
OBSERVACIONES:											
AFORADOR :							SUPERVISOR:				

Fuente: Autores

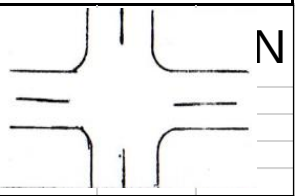
REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA					REGISTRO AFORO VEHICULAR				MUNICIPIO: IBAGUÉ		
FECHA		HOJA	DE		FOLIO NUMERO			E			
								S			
CONDICION CLIMATICA					HORARIO INICIO		8:25	Q			
								U			
LOZALIZACIÓN					HORA FINAL		9:45	E			
Calle 10 con carrera 4ta hacia la calle 15								M			
								A			
MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MOTO	BICICLETA
											
	8:25 8:40										
		147	17	2							
	8:40 8:55										
		113	13								
	8:55 9:10										
		196	19								
	9:10 9:25										
		159	15	3							
	8:45 9:00										
		111	15	3							
	9:00 9:15										
		139	16	3							
	9:15 9:30										
		125	13	1							
	9:30 9:45										
		133	17	2							
	TOTAL										
		1123	125	14							
OBSERVACIONES:											
AFORADOR :							SUPERVISOR:				

Fuente: Autores

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA				REGISTRO AFORO VEHICULAR					MUNICIPIO: IBAGUÉ		
FECHA		HOJA	DE		FOLIO NUMERO			E			
								S			
CONDICION CLIMATICA					HORARIO INICIO		9:40	Q			
								U			
LOZALIZACIÓN					HORA FINAL		11:20	E			
Calle 10 con carrera 2da hacia la calle 15								M			
								A			
MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO 	BUSES 	C2P 	C2G 	C3 	C4 	C5 	>C5 	MOTO 	BICICLETA 
	9:40 9:55										
		169	5	3							
	9:55 10:10										
		131	6	4							
	10:10 10:25										
		181	3	2							
	10:25 10:40										
		152	5	4							
	10:20 10:35										
		172	4	6							
	10:35 10:50										
		116	4	1							
	10:50 11:05										
		171	3	4							
	11:05 11:20										
		137	3	2							
	TOTAL										
		1229	33	26							
OBSERVACIONES:											
AFORADOR :							SUPERVISOR:				

Fuente: Autores

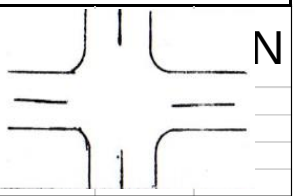
REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA				REGISTRO AFORO VEHICULAR					MUNICIPIO: IBAGUÉ		
FECHA	HOJA	DE		FOLIO NUMERO			E				
							S				
CONDICION CLIMATICA				HORARIO INICIO		11:20	Q				
							U				
LOZALIZACIÓN				HORA FINAL		17:00	E				
Calle 15 con carrera 2da esquina							M				
							A				



MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MOTO	BICICLETA
	11:20 11:35										
		118	32	1							
	11:35 11:50										
		114	20	5							
	11:50 12:05										
		114	19	6							
	12:05 12:20										
		116	26	2							
	16:00 16:15										
		88	19	3							
	16:15 16:30										
		100	22	6							
	16:30 16:45										
		107	18	3							
	16:45 17:00										
		114	24								
	TOTAL										
		871	180	26							

OBSERVACIONES:	
AFORADOR :	SUPERVISOR:

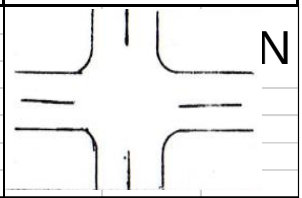
Fuente: Autores

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA				REGISTRO AFORO VEHICULAR					MUNICIPIO: IBAGUÉ		
FECHA		HOJA	DE		FOLIO NUMERO			E			
								S			
CONDICION CLIMATICA					HORARIO INICIO		12:35	Q			
								U			
LOZALIZACIÓN					HORA FINAL		18:00	E			
Calle 15 con carrera 5ta hacia la 10								M			
								A			
MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MOTO	BICICLETA
	12:35 12:50										
		126	28	1							
	12:50 13:05										
		138	20	3							
	13:05 13:20										
		119	31	2							
	13:20 13:35										
		66	14								
	17:00 17:15										
		227	33	1							
	17:15 17:30										
		138	22	2							
	17:30 17:45										
		146	26	1							
	17:45 18:00										
		112	22	3							
	TOTAL										
		1072	196	13							
OBSERVACIONES:											
AFORADOR :							SUPERVISOR:				

Fuente: Autores

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA	REGISTRO AFORO VEHICULAR	MUNICIPIO: IBAGUÉ

FECHA	HOJA	DE	FOLIO NUMERO		E
					S
CONDICION CLIMATICA			HORARIO INICIO	7:02	Q
					U
LOZALIZACIÓN			HORA FINAL	19:35	E
Calle 10 con carrera 5ta hacia la Carrera 4ta					M
					A

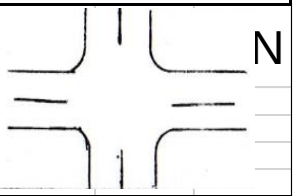


MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MOTO	BICICLETA
	7:02 7:17										
		168	11	1							
	7:17 7:32										
		137	11	5							
	7:32 7:47										
		182	10	3							
	7:47 8:02										
		195	12	5							
	18:35 18:50										
		177	5	3							
	18:50 19:05										
		185	8	8							
	19:05 19:20										
		181	5	1							
	19:20 19:35										
		182	2								
	TOTAL										
		1407	64	12							

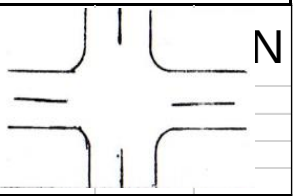
OBSERVACIONES:

AFORADOR :	SUPERVISOR:

Fuente: Autores

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA				REGISTRO AFORO VEHICULAR					MUNICIPIO: IBAGUÉ		
FECHA		HOJA	DE		FOLIO NUMERO			E			
								S			
CONDICION CLIMATICA					HORARIO INICIO		8:25	Q			
								U			
LOZALIZACIÓN					HORA FINAL		9:45	E			
Calle 10 con carrera 4ta hacia la carrera 3ra								M			
								A			
MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO 	BUSES 	C2P 	C2G  		C4 	C5 	>C5 	MOTO 	BICICLETA 
	8:25 8:40										
		161		11							
	8:40 8:55										
		129		1							
	8:55 9:10										
		135		3							
	9:10 9:25										
		128		2							
	8:45 9:00										
		115	1	5							
	9:00 9:15										
		107		4							
	9:15 9:30										
		138		2							
	9:30 9:45										
		126		4							
	TOTAL										
		1039	1	32							
OBSERVACIONES:											
AFORADOR :							SUPERVISOR:				

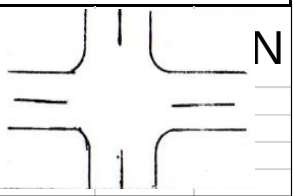
Fuente: Autores

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA				REGISTRO AFORO VEHICULAR					MUNICIPIO: IBAGUÉ		
FECHA		HOJA	DE		FOLIO NUMERO			E			
								S			
CONDICION CLIMATICA					HORARIO INICIO		9:40	Q			
								U			
LOZALIZACIÓN					HORA FINAL		11:20	E			
Calle 12 con carrera 2da hacia la calle 15								M			
								A			
MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO 	BUSES 	C2P 	C2G 	C3 	C4 	C5 	>C5 	MOTO 	BICICLETA 
	9:40 9:55										
		120	6	8							
	9:55 10:10										
		141	9	11							
	10:10 10:25										
		164	8	7							
	10:25 10:40										
		159	10	6							
	10:20 10:35										
		151	8	4							
	10:35 10:50										
		118	8	2							
	10:50 11:05										
		174	5	8							
	11:05 11:20										
		101	4	4							
	TOTAL										
		1128	58	50							
OBSERVACIONES:											
AFORADOR :							SUPERVISOR:				

Fuente: Autores

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA				REGISTRO AFORO VEHICULAR					MUNICIPIO: IBAGUÉ		
FECHA		HOJA	DE		FOLIO NUMERO			E			
								S			
CONDICION CLIMATICA					HORARIO INICIO		11:20	Q			
								U			
LOZALIZACIÓN					HORA FINAL		17:00	E			
Calle 15 con carrera 2da hacia la Carrera 5ta								M			
								A			
MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO 	BUSES 	C2P 	C2G 	C3 	C4 	C5 	>C5 	MOTO 	BICICLETA 
	11:20 11:35										
		79	15	3							
	11:35										
	11:50										
		88	21	6							
	11:50										
	12:05										
		94	18	10							
	12:05										
	12:20										
		110	23	10							
	16:00 16:15										
		69	13	3							
	16:15 16:30										
		65	19	4							
	16:30 16:45										
		86	16	6							
	16:45 17:00										
		66	19	3							
	TOTAL										
		657	144	45							
OBSERVACIONES:											
AFORADOR :							SUPERVISOR:				

Fuente: Autores

REPUBLICA DE COLOMBIA DEPARTAMENTO DEL TOLIMA				REGISTRO AFORO VEHICULAR					MUNICIPIO: IBAGUÉ		
FECHA		HOJA	DE		FOLIO NUMERO			E			
								S			
CONDICION CLIMATICA					HORARIO INICIO		12:35	Q			
								U			
LOZALIZACIÓN					HORA FINAL		18:00	E			
Calle 15 con carrera 5ta esquina bajando								M			
								A			
MOV	PERIODO CADA 15 MINUTOS	VEHICULO LIVIANO	BUSES	C2P	C2G	C3	C4	C5	>C5	MOTO	BICICLETA
											
	12:35										
	12:50										
		93	11	2							
	12:50										
	13:05										
		72	14	3							
	13:05										
	13:20										
		84	11	3							
	13:20										
	13:35										
		48	11	3							
	17:00										
	17:15										
		63	13	1							
	17:15										
	17:30										
		98	18	5							
	17:30										
	17:45										
		90	13	1							
	17:45										
	18:00										
		103	21								
	TOTAL										
		651	112	18							
OBSERVACIONES:											
AFORADOR :							SUPERVISOR:				

Fuente: Autores

Anexo B. Aforos peatonales realizados.

AFORO PEATONAL

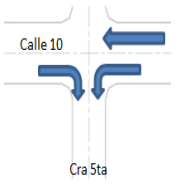
FECHA: _____ **ESTACIÒN DE AFORO:** Calle 10 con carrera 5ta

CONDICIÒN CLIMATICA: Soleado **SENTIDO:** _____

AFORADOR: Fandiño Laura - Cardenas Nicolas - Santana Angie **HOJA** 1 **DE** 1

COORDINADOR: _____ **HORA INICIO:** 10:18 **HORA FINAL:** 11:18

ESQUEMA:



HORA	NIÑOS	HOMBRE	MUJER	PERSONAS MOVILIDAD REDUCIDA
10:18 11:18	50	193	218	21
TOTAL	50	193	218	21

Fuente: Autores

AFORO PEATONAL

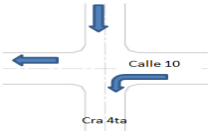
FECHA: _____ **ESTACIÒN DE AFORO:** Calle 10 con carrera 4ta

CONDICIÒN CLIMATICA: Soleado **SENTIDO:** _____

AFORADOR: Fandiño Laura - Cardenas Nicolas - Santana Angie **HOJA** 1 **DE** 2

COORDINADOR: _____ **HORA INICIO:** 10:20 **HORA FINAL:** 11:20

ESQUEMA:



HORA	NIÑOS	HOMBRE	MUJER	PERSONAS MOVILIDAD REDUCIDA
10:20 11:20	X X X X X X X	X X	X X	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X
TOTAL	7	149	122	32

Fuente: Autores

AFORO PEATONAL

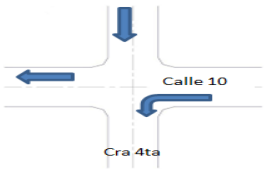
FECHA: _____ **ESTACIÒN DE AFORO:** Calle 10 con carrera 4ta

CONDICIÒN CLIMATICA: Soleado **SENTIDO:** _____

AFORADOR: Fandiño Laura - Cardenas Nicolas - Santana Angie **HOJA** 2 **DE** 2

COORDINADOR: _____ **HORA INICIO:** 10:20 **HORA FINAL:** 11:20

ESQUEMA:



HORA	NIÑOS	HOMBRE	MUJER	PERSONAS MOVILIDAD REDUCIDA
10:20 11:20	X X X X X X X X X	X X	X

Fuente: Autores

AFORO PEATONAL

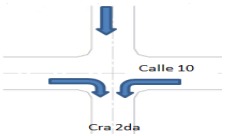
FECHA: _____ **ESTACIÒN DE AFORO:** Calle 10 con carrera 2da

CONDICIÒN CLIMATICA: Soleado **SENTIDO:** _____

AFORADOR: Fandiño Laura - Cardenas Nicolas - Santana Angie **HOJA** 1 **DE** 1

COORDINADOR: _____ **HORA INICIO:** 8:45 **HORA FINAL:** 9:45

ESQUEMA:



HORA	NIÑOS	HOMBRE	MUJER	PERSONAS MOVILIDAD REDUCIDA
8:45 - 9:45	17	130	114	18
TOTAL	17	130	114	18

Fuente: Autores

AFORO PEATONAL

FECHA: _____ **ESTACIÒN DE AFORO:** Calle 12 con carrera 2da

CONDICIÒN CLIMATICA: Soleado **SENTIDO:** _____

AFORADOR: Fandiño Laura - Cardenas Nicolas - Santana Angie **HOJA** 1 **DE** 2

COORDINADOR: _____ **HORA INICIO:** 8:50 **HORA FINAL:** 9:50

ESQUEMA:

Duraciòn semaforo peatonal:

50 Sg

HORA	NIÑOS	HOMBRE	MUJER	PERSONAS MOVILIDAD REDUCIDA
8:50 - 9:50	8	72	65	33
TOTAL	8	72	65	33

Fuente: Autores

AFORO PEATONAL

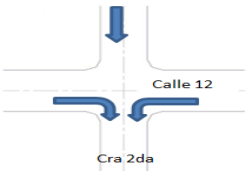
FECHA: _____ **ESTACIÒN DE AFORO:** Calle 12 con carrera 2da

CONDICIÒN CLIMATICA: Soleado **SENTIDO:** _____

AFORADOR: Fandiño Laura - Cardenas Nicolas - Santana Angie **HOJA** 2 **DE** 2

COORDINADOR: _____ **HORA INICIO:** 8:50 **HORA FINAL:** 9:50

ESQUEMA:



HORA	NIÑOS	HOMBRE	MUJER	PERSONAS MOVILIDAD REDUCIDA
8:50	X X X X	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X X
9:50				
TOTAL	4	36	44	11

Fuente: Autores

AFORO PEATONAL

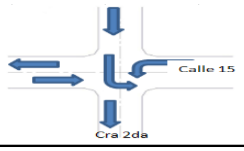
FECHA: _____ **ESTACIÒN DE AFORO:** Calle 15 con carrera 2da

CONDICIÒN CLIMATICA: Soleado **SENTIDO:** _____

AFORADOR: Fandiño Laura - Cardenas Nicolas - Santana Angie **HOJA** 1 **DE** 1

COORDINADOR: _____ **HORA INICIO:** 15:45 **HORA FINAL:** 16:45

ESQUEMA:



HORA	NIÑOS	HOMBRE	MUJER	PERSONAS MOVILIDAD REDUCIDA
15:45 16:45	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X

AFORO PEATONAL

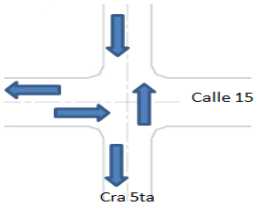
FECHA: _____ **ESTACIÒN DE AFORO:** Calle 15 con carrera 5ta

CONDICIÒN CLIMATICA: Soleado **SENTIDO:** _____

AFORADOR: Fandiño Laura - Cardenas Nicolas - Santana Angie **HOJA** 1 **DE** 1

COORDINADOR: _____ **HORA INICIO:** 17:05 **HORA FINAL:** 18:05

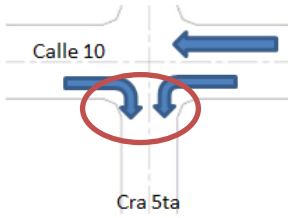
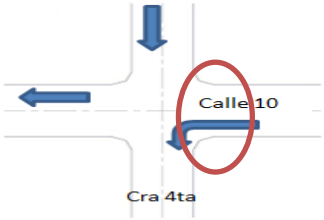
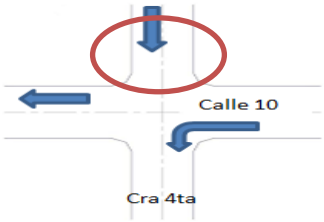
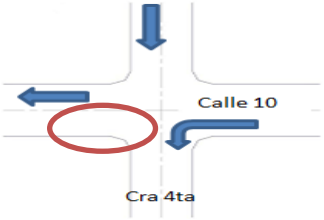
ESQUEMA:



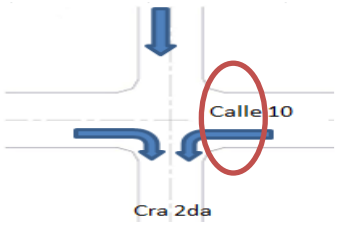
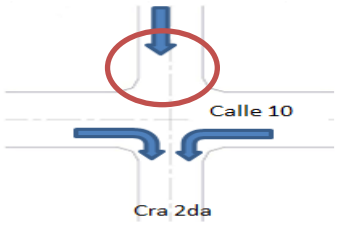
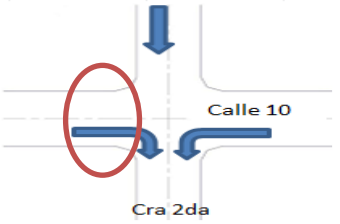
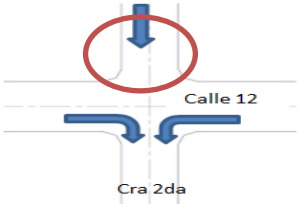
HORA	NIÑOS	HOMBRE	MUJER	PERSONAS MOVILIDAD REDUCIDA
17:05 18:05	X X X X	X X	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	
TOTAL	**4**	**114**	**94**	**0**

Fuente: Autores

Anexo C. Duración del cambio semafórico en los diferentes cruces vehiculares evaluados.

UBICACIÒN	TIPO SEMAFORO		DESCRIPCIÒN
	PEATONAL	VEHICULAR	
			**Peatonal** COLOR: VERDE TIEMPO: 20 Sg
			**Peatonal** COLOR: VERDE TIEMPO: 44 Sg **Vehicular** COLOR: VERDE TIEMPO: 52 Sg
			**Peatonal** COLOR: VERDE TIEMPO: 61 Sg **Vehicular** COLOR: VERDE TIEMPO: 35 Sg
			**Peatonal** COLOR: VERDE TIEMPO: 35 Sg

Fuente: Autores

UBICACIÒN	TIPO SEMAFORO		DESCRIPCIÒN
	PEATONAL	VEHICULAR	
			**Peatonal** COLOR: VERDE TIEMPO: 70 Sg **Vehicular** COLOR: VERDE TIEMPO: 26 Sg
			**Peatonal** COLOR: VERDE TIEMPO: 60 Sg **Vehicular** COLOR: VERDE TIEMPO: 38 Sg
			**Peatonal** COLOR: VERDE TIEMPO: 70 Sg **Vehicular** COLOR: VERDE TIEMPO: 20 Sg
			**Vehicular** COLOR: VERDE TIEMPO: 66 Sg COLOR: ROJO TIEMPO: 51 Sg

Fuente: Autores

Anexo D. Evaluación del estado de la malla vial en la zona evaluada.

	INVENTARIO DE LA RED VIAL TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO **NOMBRE DEL TRAMO:** CRA 5 DESDE LA CALLE 10 HASTA LAS CALLE 15			**INTEGRANTES:** Laura V. Fandiño Bejarano, Angie F. Santana Roa y Nicolas D. Cárdenas Luna		**FACULTAD:** Ingeniería Civil		**DEPARTAMENTO:** TOLIMA			**MUNICIPIO:** IBAGUÉ									
PUNTO		**ANCHO DE CALZADA (M)**	**VELOCIDAD DE LA VÍA (Km/H)**	**TIPO DE TERRENO**		**AREA AFECTADA**			**ESTADO SUPERFICIE**			**TIPOS DE DAÑO**										
												FISURAS			**DEFORMACIONES**			**DESPRENDIMIENTOS**			
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	**DESCRIPCIÓN**			**PAV. RÍGIDO**	**PAV. FLEXIBLE**	**AREA LOCAL**	**AREA TOTAL VÍA**	**% DAÑO**	**BUENA**	**REGULAR**	**MALA**	**FISURAS LONGITUDINALES (FL)**	**FISURAS TRANSVERSALES (FT)**	**PIEL DE COCODRILO (PC)**	**ABULTAMIENTO (AB)**	**AHUELLAMIENTO (AH)**	**HUNDIMIENTOS (HU)**	**BACHE (BCH)**	**PARCHE (PCH)**	**DESCASCARAMIENTO (DC)**	**PERDIDA DE AGREGADOS (PA)**
1.272,00	Calle 15 con carrera 5ta.	7,0	32,71		X	146,00	4.119,50	3,5%			X						X				
1.267,00	Calle 14 con carrera 5ta	7,0	32,71		X	27,60	4.119,50	0,7%		X						X					
1.271,00	Calle 13 con carrera 5ta	7,0	32,71		X	0,00	4.119,50	0,0%	X												
1.273,00	Calle 12 con carrera 5ta	7,0	32,71		X	124,01	4.119,50	3,0%			X	X		X			X				
1.276,00	Calle 11 con carrera 5ta	7,0	32,71		X	31,90	4.119,50	0,8%		X		X				X					

Fuente: Autores

	INVENTARIO DE LA RED VIAL TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO **NOMBRE DEL TRAMO:** Calle 10 entre carrera 5ta y calle 2da	**INTEGRANTES:** Laura V. Fandiño Bejarano, Angie F. Santana Roa y Nicolas D. Cárdenas Luna	**FACULTAD:** Ingeniería Civil	**DEPARTAMENTO:** TOLIMA	**MUNICIPIO:** IBAGUÉ

PUNTO		ANCHO DE CALZADA (M)	VELOCIDAD DE LA VÍA (Km/H)	TIPO DE TERRENO		AREA AFECTADA			ESTADO SUPERFICIE			TIPOS DE DAÑO									
												FISURAS			DEFORMACIONES			DESPRENDIMIENTOS			
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	DESCRIPCIÓN			PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE	AREA LOCAL (m2)	AREA TOTAL VÍA (m2)	% DAÑO	BUENA	REGULAR	MALA	FISURAS LONGITUDINALES (FL)	FISURAS TRANSVERSALES (FT)	PIEL DE COCODRILO (PC)	ABULTAMIENTO (AB)	AHUELLAMIENTO (AH)	HUNDIMIENTOS (HU)	BACHE (BCH)	PARCHE (PCH)	DESCASCARAMIENTO (DC)	PERDIDA DE AGREGADOS (PA)
1.279,00	Calle 10 con carrera 5ta	7,0	17,87		X	0,00	3.240,75	0,0%	X												
1.284,00	Calle 10 con carrera 4ta	7,0	17,87		X	0,00	3.240,75	0,0%	X												
1.289,00	Calle 10 con carrera 3ra	7,0	17,87		X	0,00	3.240,75	0,0%	X												
1.285,00	Calle 10 con carrera 1ra y 2da	7,0	17,87		X	0,00	3.240,75	0,0%	X												
1.287,00	Calle 10 con carrera 2da.	7,0	17,87		X	0,00	3.240,75	0,0%	X												

Fuente: Autores

	INVENTARIO DE LA RED VIAL TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO **NOMBRE DEL TRAMO:** Cra 2da entre calles 10 y 15	**INTEGRANTES:** Laura V. Fandiño Bejarano, Angie F. Santana Roa y Nicolas D. Cárdenas Luna	**FACULTAD:** Ingeniería Civil	**DEPARTAMENTO:** TOLIMA	**MUNICIPIO:** IBAGUÉ

PUNTO		ANCHO DE CALZADA (M)	VELOCIDAD DE LA VÍA (Km/H)	TIPO DE TERRENO		AREA AFECTADA			ESTADO SUPERFICIE			TIPOS DE DAÑO									
												FISURAS			DEFORMACIONES			DESPRENDIMIENTOS			
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	DESCRIPCIÓN			PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE	AREA LOCAL (m2)	AREA TOTAL VÍA (m2)	% DAÑO	BUENA	REGULAR	MALA	FISURAS LONGITUDINALES (FL)	FISURAS TRANSVERSALES (FT)	PIEL DE COCODRILO (PC)	ABULTAMIENTO (AB)	AHUELLAMIENTO (AH)	HUNDIMIENTOS (HU)	BACHE (BCH)	PARCHE (PCH)	DESCASCARAMIENTO (DC)	PERDIDA DE AGREGADOS (PA)
1.286,00	Carrera 2da. Entre calle 10 y 11.	10,0	16,66		X	16,50	3.052,50	0,5%		X							X				
1.280,00	Carrera 2da. Entre calle 11 y 12.	10,0	16,66		X	15,98	3.052,50	0,5%		X				X							
1.278,00	Carrera 2da. Entre calle 12 y 13.	10,0	16,66		X	11,60	3.052,50	0,4%		X				X			X				
1.272,00	Carrera 2da. Entre calle 13 y 14.	10,0	16,66		X	17,79	3.052,50	0,6%		X				X		X	X				
1.269,00	Carrera 2da. Entre calle 14 y 15.	10,0	16,66		X	9,55	3.052,50	0,3%		X				X		X	X				

Fuente: Autores

	INVENTARIO DE LA RED VIAL TOMA DE INFORMACIÓN DE CAMPO **NOMBRE DEL TRAMO:** Cra 2da entre calles 10 y 15	**INTEGRANTES:** Laura V. Fandiño Bejarano, Angie F. Santana Roa y Nicolas D. Cárdenas Luna	**FACULTAD:** Ingeniería Civil	**DEPARTAMENTO:** TOLIMA	**MUNICIPIO:** IBAGUÉ

PUNTO		ANCHO DE CALZADA (M)	VELOCIDAD DE LA VÍA (Km/H)	TIPO DE TERRENO		AREA AFECTADA			ESTADO SUPERFICIE			TIPOS DE DAÑO									
												FISURAS			DEFORMACIONES			DESPRENDIMIENTOS			
ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	DESCRIPCIÓN			PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE	AREA LOCAL (m2)	AREA TOTAL VÍA (m2)	% DAÑO	BUENA	REGULAR	MALA	FISURAS LONGITUDINALES (FL)	FISURAS TRANSVERSALES (FT)	PIEL DE COCODRILO (PC)	ABULTAMIENTO (AB)	AHUELLAMIENTO (AH)	HUNDIMIENTOS (HU)	BACHE (BCH)	PARCHE (PCH)	DESCASCARAMIENTO (DC)	PERDIDA DE AGREGADOS (PA)
1.260,00	Calle 15 con cra 5	9,0	12,12		X	18,00	3.600,0	0,5%		X				X							
1.261,00	Calle 15 entre cra 4 y 5	9,0	12,12		X	12,50	3.600,0	0,3%		X				X							
1.262,00	Calle 15 con cra 4	9,0	12,12		X	1,30	3.600,0	0,0%			X						X	X			
1.265,00	Calle 15 con cra 2	9,0	12,12		X	180,00	3.600,0	5,0%			X			X		X					

Fuente: Autores

Anexo E. Inventario señalización vertical del área evaluada.

	INVENTARIO SEÑALIZACIÓN VERTICAL	
	INTEGRANTES:	Laura V. Fandiño Bejarano, Angie F. Santana Roa y Nicolas D. Cárdenas Luna
	FACULTAD:	Ingeniería Civil

Proyecto	DISEÑO DE PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD URBANA INTELIGENTE Y SEGURA EN LAS VÍAS QUE COMPRENDEN LAS CALLES 15 Y 10 CON CARRERA 1RA Y 5TA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ.														
Fecha	31/10/2020						**Tramo**	Calle 15 entre cra 2 y cra 5							
Tramo	**Costado**	**Clasificación**	**Nombre**	**Estado Tablero**			**Estado Paral**			**Dimensión (cm)**	**Cumple con el Manual De**			**Observaciones**
	Costado	**escripciónSR, SI o S**		**B**	**R**	**M**	**B**	**R**	**M**		**SI**	**NO**	**Capítulo**	
Calle 15 con cra 4	**Separador**	**SR-06**	Prohibido girar a la izquierda	**X**						**75**		**X**	**2.1.4.3**	En este tramo la señal no cuenta con paral, esta ubicada sobre un poste de la red eléctrica.
Calle 15 con cra 4	**Izq**	**SI-26**	Nombre de calles y nomenclatura urbana			**X**			**X**	**75**		**X**	**2.1.3.4 y 2.1.3.2**	Uno de los 3 tableros de las señales informativas se encuentra totalmente dañado, los otros ya no tienen la visibilidad con la que deben contar según la normatividad.
Calle 15 entre cra 3 y 2	**Der**	**SR-41**	Prohibido dejar o recoger pasajeros		**X**			**X**		**75**		**X**	**2.1.3.4 y 2.1.3.2**	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal. El paral se encuentra deteriorado en su pintura.
Calle 15 entre cra 3 y 2	**Der**	**SR-10**	Prohibido girar en "U"	**X**					**X**	**75**		**X**	**2.1.4.3**	El paral se encuentra doblado, no cumple con la altura mínima reglamentada afectando la visibilidad de los usuarios.

	INVENTARIO SEÑALIZACIÓN VERTICAL	
	INTEGRANTES:	Laura V. Fandiño Bejarano, Angie F. Santana Roa y Nicolas D. Cárdenas Luna
	FACULTAD:	Ingeniería Civil

Proyecto	DISEÑO DE PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD URBANA INTELIGENTE Y SEGURA EN LAS VÍAS QUE COMPRENDEN LAS CALLES 15 Y 10 CON CARRERA 1RA Y 5TA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ.														
Fecha	31/10/2020									**Tramo**	Cra 2 entre calle 10 y 15				
Tramo	**Costado (Izq o Der)**	**Clasificación**	**Nombre**	**Estado Tablero**			**Estado Paral**			**Dimensión (cm)**	**Cumple con el Manual De**			**Observaciones**
				B	**R**	**M**	**B**	**R**	**M**		**SI**	**NO**	**Capítulo**	
Cra 2 con calle 10	**Izq**	**SR-28A**	Prohibido parquear o detenerse			X	X			**75**		X	**2.1.3.4 y 2.1.3.2**	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal.
Cra 2 con calle 10	**Der**	**SR-29**	Prohibido pitar		X			X		**75**		X	**2.1.4.3**	El paral se encuentra doblado, no cumple con la altura mínima reglamentada afectando la visibilidad de los usuarios.
Cra 2 con calle 12	**Izq**	**SI-26**	Nombre de calles y nomenclatura urbana			X		X		**75**		X	**2.1.3.4 y 2.1.3.2**	Los tableros no son visibles debido a logotipos puestos sobre estos que son externos a la señal.
Cra 2 con calle 12	**Izq**	**SR-28**	Prohibido parquear		X			X		**75**		X	**2.1.3.4, 2.1.3.2 y 2.1.4.3**	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal y deterioro en su pintura reflectiva
Cra 2 con calle 13	**Der**	**SR-41**	Prohibido dejar o recoger pasajeros			X			X	**75**		X	**2.1.3.4, 2.1.3.2 y 2.1.4.3**	El paral se encuentra doblado, no cumple con la altura mínima reglamentada afectando la visibilidad de los usuarios.
Cra 2 con calle 14	**Izq**	**SR-28**	Prohibido parquear	X			X			**75**		X	**2.1.4.3**	El paral se encuentra doblado, no cumple con la altura mínima reglamentada afectando la visibilidad de los usuarios.
Cra 2 con calle 14	**Der**	**SR-41**	Prohibido dejar o recoger pasajeros			X			X	**75**		X	**2.1.3.4, 2.1.3.2 y 2.1.4.3**	El paral se encuentra doblado, no cumple con la altura mínima reglamentada afectando la visibilidad de los usuarios.

	INVENTARIO SEÑALIZACIÓN VERTICAL	
	INTEGRANTES	Laura V. Fandiño Bejarano, Angie F. Santana Roa y Nicolas D. Cárdenas Luna
	FACULTAD:	Ingeniería Civil

Proyecto	DISEÑO DE PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD URBANA INTELIGENTE Y SEGURA EN LAS VÍAS QUE COMPRENDEN LAS CALLES 15 Y 10 CON CARRERA 1RA Y 5TA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ.													
Fecha	31/10/2020						**Tramo**	Calle 10 entre cra 5 y cra 2						
Tramo	**Costado (Izq o Der)**	**Clasificación**	**Nombre**	**Estado Tablero**			**Estado Paral**			**Dimension (cm)**	**Cumple con el Manual De Señalización vial?**			**Observaciones**
				B	**R**	**M**	**B**	**R**	**M**		**SI**	**NO**	**Capítulo**	
Calle 10 con con cra 4	**Izq**	**SR-28**	Prohibido parquear		X		X			**75**		X	**2.1.3.4 y 2.1.3.2**	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal.
Calle 10 con cra 3	**Izq**	**SR-28**	Prohibido parquear		X			X		**75**		X	**2.1.3.4 y 2.1.3.2**	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal. El paral se encuentra deteriorado en su pintura.
Calle 10 con cra 3	**Der**	**SR-29**	Prohibido pitar		X			X		**75**		X	**2.1.3.4 y 2.1.3.2**	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal. El paral se encuentra deteriorado en su pintura.
Calle 10 entre cra 3 y cra 4	**Der**	**SR-28**	Prohibido parquear		X			X		**75**		X	**2.1.3.4 y 2.1.3.2**	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal. El paral se encuentra deteriorado en su pintura.
Calle 10 entre cra 3 y cra 4	**Der**	**SR-29**	Prohibido pitar		X			X		**75**		X	**2.1.3.4 y 2.1.3.2**	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal. El paral se encuentra deteriorado en su pintura.

		INVENTARIO SEÑALIZACIÓN VERTICAL													
		INTEGRANTES:	Laura V. Fandiño Bejarano, Angie F. Santana Roa y Nicolas D. Cárdenas Luna												
		FACULTAD	Ingeniería Civil												
Proyecto	DISEÑO DE PROPUESTA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD URBANA INTELIGENTE Y SEGURA EN LAS VÍAS QUE COMPRENDEN LAS CALLES 15 Y 10 CON CARRERA 1RA Y 5TA EN EL CENTRO DE LA CIUDAD DE IBAGUÉ.														
Fecha	31/10/2020						Tramo	Cra 5 entre calle 15 y calle 10							
Tramo	Costado (Izq o Der)	Clasificación	Nombre	Estado Tablero			Estado Paral			Dimension (cm)	Cumple con el Manual De Señalización vial?		Artículo	Observaciones	
				B	R	M	B	R	M		SI	NO			
Cra 5 con calle 10	Izq	SPO-02	Maquinaria en la vía			x	x			75		x	2.1.3.4 y 2.1.3.2	El tablero se encuentra sin pintura reflectiva.	
Cra 5 con calle 10	Der e Izq	SR-28	Prohibido parquear			x		x		75		x	2.1.3.4 y 2.1.3.2	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal.	
Cra 5 con calle 12 y 13	Der e Izq	SR-28	Prohibido parquear			x		x		75		x	2.1.3.4 y 2.1.3.2	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal.	
Cra 5 con calle 13	Izq	SR-38	Sentido único de circulación			x	x			75		x	2.1.3.4 y 2.1.3.2	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal.	
Cra 5 con calle 13 y 14	Der	SR-28	Prohibido parquear			x		x		75		x	2.1.3.4 y 2.1.3.2	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal.	
Cra 5 con calle 14 y 15	Der	SR-41	Prohibido dejar o recoger pasajeros			x		x		75		x	2.1.3.4 y 2.1.3.2	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal.	
Cra 5 con calle 14	Der	SR-41	Prohibido dejar o recoger pasajeros			x		x		75		x	2.1.3.4 y 2.1.3.2	El tablero no es visible debido a logotipos puestos sobre este que son externos a la señal.	
Cra 5 con calle 15	Izq	SR-06	Prohibido girar a la izquierda			x				75		x	2.1.4.3 y 2.1.3.4	No existe un paral, esta puesta sobre un poste de luz.	

Fuente: Autores

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

UNIVERSIDAD COOPERATIVA DE COLOMBIA

Anexo F. Registro fotográfico complementario del inventario vial (Anexo E)

- Carrera Quinta.

ESTADO ACTUALES DE SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES			
Tramo	**EVIDENCIA FOTOGRAFICA**	**Tramo**	**EVIDENCIA FOTOGRAFICA**
Cra 5 con calle 10		Cra 5 con calle 10	
Cra 5 con calle 12 y 13		Cra 5 con calle 13	
Cra 5 con calle 13 y 14		Cra 5 con calle 14 y 15	
Cra 5 con calle 14		Cra 5 con calle 15	

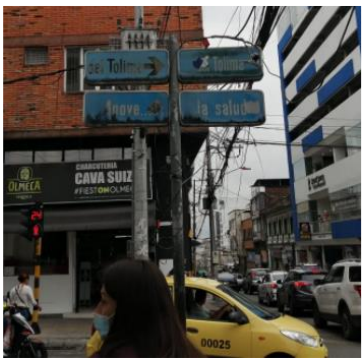
Fuente: Autores

- Calle 10

ESTADO ACTUALES DE SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES			
Tramo	**EVIDENCIA FOTOGRAFICA**	**Tramo**	**EVIDENCIA FOTOGRAFICA**
Calle 10 con con cra 4		Calle 10 con cra 3	
Calle 10 con cra 3		Calle 10 entre cra 3 y cra 4	
Calle 10 entre cra 3 y cra 4			

Fuente: Autores

- Carrera segunda

ESTADO ACTUALES DE SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES			
Tramo	**EVIDENCIA FOTOGRAFICA**	**Tramo**	**EVIDENCIA FOTOGRAFICA**
Cra 2 con calle 10		Cra 2 con calle 10	
Cra 2 con calle 12		Cra 2 con calle 12	
Cra 2 con calle 13		Cra 2 con calle 14	
Cra 2 con calle 14			

Fuente: Autores

- Calle 15

ESTADO ACTUALES DE SEÑALES DE TRANSITO VERTICALES			
Tramo	**EVIDENCIA FOTOGRAFICA**	**Tramo**	**EVIDENCIA FOTOGRAFICA**
Calle 15 con cra 4		Calle 15 con cra 4	
Calle 15 entre cra 3 y 2		Calle 15 entre cra 3 y 2	

Fuente: Autores