

MOVI-INNOVA 2022



MEMORIAS MOVI-INNOVA 2022





MEMORIAS MOVI-INNOVA 2022



SECRETARÍA DE
MOVILIDAD



SECRETARÍA DISTRITAL DE MOVILIDAD

Deyanira Ávila Moreno

Secretaria Distrital de Movilidad

Oscar Julián Gómez Cortés

Subsecretario de Política de Movilidad

Alimar Benítez Molina

Directora de Inteligencia para la Movilidad

Equipo técnico MOVI-INNOVA

Sandra Patricia Cuervo Andrade

Jeimmy Lizeth Enciso Garcia

Yamile Hernández Toro

Diego Germán Uribe Cuellar

Jeff Vargas González

Edición

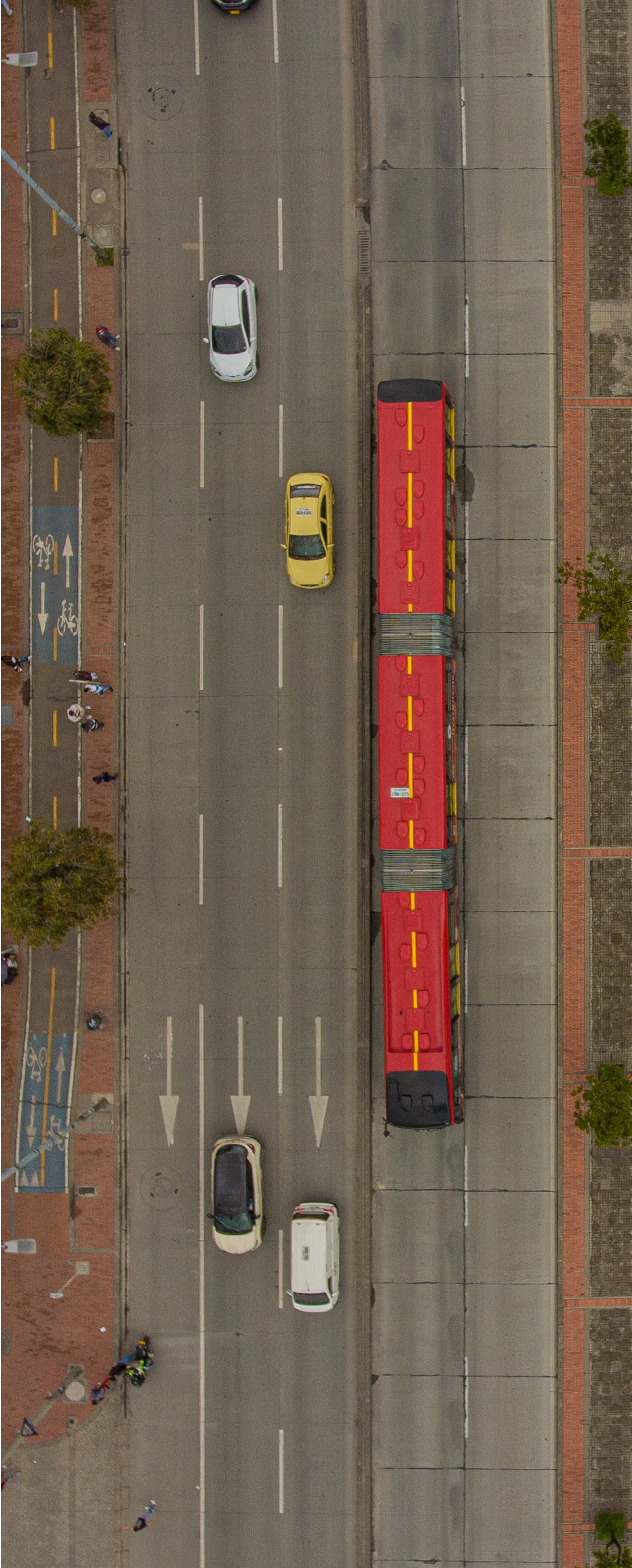
Sandra Patricia Cuervo Andrade

Jeimmy Lizeth Enciso Garcia

Diseño y diagramación

Javier Benavides Ortiz

Bogotá, marzo 2023



PREFACIO

La innovación es un proceso en el que se plantean formas diferentes de abordar necesidades o problemáticas que queremos satisfacer. En el caso de la innovación pública se busca mejorar la calidad en la prestación de servicios, optimizar los recursos disponibles o ampliar las coberturas que se han venido registrando previamente y que a su vez responda a desafíos colectivos. En otras palabras, la innovación nos invita a pensar con diferentes perspectivas y visiones para proponer nuevas formas de actuar frente a las situaciones que se presentan día a día, lo cual, representa un reto importante para las personas involucradas en el proceso, entendiendo que, si esperamos resultados diferentes, debemos actuar de una manera diferente.

Bogotá es una ciudad con una alta concentración de habitantes (cerca de 6.800 habitantes por km²)¹, con un crecimiento poblacional promedio anual de 1% aproximadamente², y un desarrollo urbano que ha venido creciendo a otro ritmo. Lo anterior genera retos importantes en aspectos tales como salud, educación, oportunidades laborales, recreación y esparcimiento,

¹ Proyección de población 2020 del DANE para Bogotá 8.380.801 y área urbana cálculo SDM 1.226,72 Km².

² Tasa de crecimiento anual compuesta con base en datos de población de la ciudad de Bogotá, extraída del DANE.

así como en la movilidad de sus habitantes, la cual permite acceder a derechos y al disfrute de la ciudad. En este sentido, la movilidad se vuelve un elemento fundamental para la sociedad y el desarrollo económico de la comunidad a la que pertenecen. Por lo anterior, esta administración trabaja en incorporar la innovación pública en la planeación e implementación de estrategias de movilidad, con el propósito de lograr un mejor aprovechamiento del espacio público, prestación de servicios y reducir la inequidad a la que se exponen las poblaciones más vulnerables.

Los siguientes proyectos evidencian la estrategia de Bogotá por mejorar la movilidad a partir de la innovación pública:

Barrios vitales el cual se enfoca en mejorar las condiciones de caminabilidad a partir de una gestión del tráfico vehicular que revitaliza y devuelve a la comunidad el espacio público.

Sistema de bicicletas compartidas que promueve la micro movilidad sostenible y amigable con el medio ambiente, a partir del adecuado aprovechamiento económico del espacio público, que además innova en la inclusión de bicicletas de carga y vehículos de



micromovilidad para personas con movilidad reducida como son las **manocletas**³ desarrolladas de manera conjunta entre la Secretaría Distrital de Movilidad y microempresarios de la zona, además de atender de una manera más adecuada los viajes del cuidado en una parte de la ciudad.

Proyectos piloto de micro logística para agilizar el proceso de desconsolidación de mercancías con enfoque de género,

Operadora pública de transporte orientada en su mayoría a la participación de mujeres, en un sector históricamente masculinizado.

Zonas urbanas por un mejor aire que le apuestan a mejorar la calidad de vida de sus habitantes a partir de la reducción de emisiones contaminantes de GEI y de material suspendido que afecta de manera directa la calidad del aire y genera problemas de salud, que puede llegar a enfermedades respiratorias y algunos casos hasta la muerte.

Ciclovías temporales que aportaron en los momentos críticos de movilidad generados por la declaración de emergencia sanitaria por COVID 19.

Recorre Bogotá en Mapas que es un libro digital que se construyó para contarle a la ciudadanía de una manera integrada, los avances en materia de movilidad en la ciudad.

Es importante destacar que tanto el piloto de micro logística como las ciclovías temporales cuentan con reconocimiento internacional. Estos proyectos, sumados a otros de gran importancia como el **Centro de Orientación para Víctimas de Siniestros Viales-ORVI** y el **Sistema de Semaforización Inteligente presentados en MOVI-INNOVA 2022**, se describen en detalle en el presente documento. Los impactos positivos de estas estrategias innovadoras soportan la implementación de nuevas iniciativas que permitan

mejorar la movilidad en la ciudad, con la participación del sector privado, el sector público, universidades y la ciudadanía en general, quienes tienen aportes para mejorar la forma de movilizarnos.

Conscientes de lo anterior, el evento institucional denominado *Feria del Conocimiento y la Innovación* se transformó en **MOVI-INNOVA**, el cual tuvo su primera versión el 27 de septiembre de 2022 y se constituyó en un espacio abierto a otras entidades públicas e instituciones de educación superior. El evento MOVI-INNOVA es una estrategia enmarcada dentro de la política de gestión del conocimiento y la innovación de la Secretaría Distrital de Movilidad y tiene como finalidad generar un espacio de socialización que promueve el aprovechamiento en el intercambio de experiencias y prácticas que aporten al mejoramiento de la movilidad. Este evento impulsa la creación de redes de trabajo con los diferentes actores involucrados en la búsqueda de alternativas de solución a las necesidades de movilidad. Así las cosas, MOVI-INNOVA permitió conocer 11 propuestas innovadoras, presentadas por entidades públicas e instituciones de educación superior en las categorías de movilidad sostenible, seguridad vial, siniestralidad vial y tránsito y transporte.

Con base en lo expuesto y dado el éxito del evento debido a los aportes presentados, la Secretaría Distrital de Movilidad trabaja en la siguiente edición de MOVI-INNOVA para el año 2023, considerando nuevas categorías de participación para que todas las ideas que puedan aportar a la movilidad en la ciudad de Bogotá se puedan dar a conocer y evaluar su implementación.

Así mismo, con el propósito de difundir las propuestas conocidas en la primera edición de MOVI-INNOVA, presentamos las memorias del evento, las cuales contienen la descripción de cada una de las 11 prácticas y experiencias innovadoras, su metodología, resultados y conclusiones, lo cual le permitirá al lector conocer el detalle y la reproducibilidad de cada una de ellas.

Alimar Benítez Molina

Directora Inteligencia para la Movilidad
Secretaría Distrital de Movilidad

³ 150 Manocletas en el Sistema de Bicicleta Compartida para movilización de personas con discapacidad reducida (personas que usan sillas de ruedas), son vehículos especiales creados para el Sistema de Bogotá.



TABLA DE CONTENIDO

1. Movilidad sostenible	9
• Sistema de movilidad sostenible integral	10
• Aplicación móvil mapas Bogotá bici	15
2. Movilidad y seguridad ciudadana	21
• Sistema de detección de placas gemeleadas mediante analítica de video en la ciudad de Bogotá.	22
3. Siniestralidad y seguridad vial	29
• Centro de Orientación para Víctimas de Siniestros Viales-ORVI	30
• Modelación de la severidad en colisiones de tránsito, caso de aplicación al municipio de Sabaneta, Antioquia, Colombia	33
4. Tránsito y transporte	41
• Reconocimiento de eventos de audio en entornos exteriores urbanos para la detección de vehículos motorizados de combustión	42
• Sistema de semaforización inteligente	47



1. MOVILIDAD SOSTENIBLE

La movilidad sostenible se ha convertido en una meta para las ciudades contemporáneas, pero también en un método de transformación que aporta a mejorar la calidad del medio ambiente, el espacio público y en entornos más democráticos, promueve el acceso integral a todos los actores en la ciudad. Con el tiempo han surgido diferentes estrategias, intervenciones puntuales y/o planes estructurados para promover la movilidad sostenible y la ciudad de Bogotá no ha sido la excepción, ya sea desde las entidades estatales de la administración local como desde otros grupos de valor. Desde el Plan de ordenamiento territorial - POT vigente Decreto 555 del año 2021⁴, se establece para Bogotá nuevas pautas para la movilidad sostenible y activa y nueva infraestructura que las promueven, así mismo, plantear una visión integral de la movilidad según la pirámide invertida que establece como primer actor a los peatones, luego los biciusuarios, el transporte público, transporte especial y de carga y finalmente el vehículo particular. Dentro de lo comprendido como lineamientos para intervenciones futuras en las calles y el espacio público, según los artículos 153 y 154 del

mismo decreto, se resalta la importancia de diseñar espacios que por un lado contempla un área adecuada para los actores de la movilidad activa, pero a su vez consideren la implementación de métodos para la mitigación de impactos ambientales, como por ejemplo las franjas de control ambiental. En cuanto al transporte público, se plantea la creación de corredores verdes de alta, media y baja capacidad que aporten a una transformación del comportamiento de viajes promoviendo el uso del transporte público sostenible, seguro y eficiente según la sección 2 en el subcapítulo 2 del POT.

Bajo este contexto, a la ciudad de Bogotá le depara una transformación progresiva hacia una movilidad integral, multimodal y sostenible, cambiando el comportamiento de transporte y promoviendo nuevas maneras de moverse en el entorno urbano, que a su vez genera grandes transformaciones que no solo aporten a un transporte sostenible, sino que el transporte mismo se convierta en un eje de sostenibilidad y renovación de la ciudad.

4 Decreto 555, Plan de Ordenamiento territorial "Bogotá Reverdece 2022-2035" (2021). Secretaria distrital de planeación, Alcaldía mayor de Bogotá.



Sistema de movilidad sostenible integral

Esteban David Arce Pardo

Universidad del Rosario

gestionambiental@urosario.edu.co

Resumen

El cambio climático provocado por los patrones de consumo del ser humano es una realidad innegable que está obligando a la humanidad a tomar decisiones asertivas para prevenir y mitigar los impactos socio ambientales. La movilidad en nuestra ciudad es parte de dichas causantes de contaminación con químicos que generan enfermedades respiratorias y liberación de gases de efectos nocivos, invernaderos y acidificación del ciclo del agua. Por esta razón la Universidad del Rosario ha tomado la decisión de evolucionar los patrones de movilidad de su comunidad generando estrategias cimentadas en estudios que promuevan la movilidad sostenible y eficiente desde diferentes frentes de trabajo, de manera que sea posible reducir de manera impactante nuestra huella de carbono.

1. Introducción

La pandemia obligó a cambiar la forma de comprender y cambiar radicalmente nuestros estilos de vida, uno de ellos la movilidad para evitar contagio; una herramienta implementada por el gobierno nacional fue el Plan de Movilidad Segura (PMS) de obligatorio cumplimiento para la reactivación económica. Dicho documento incorporaba a la totalidad de trabajadores y estudiantes en el año 2020 e información demográfica (días y horarios de movilización, trayectos, medios de movilidad, punto de partida-llegada, entre otros). En la Universidad del Rosario aprovechamos dicha información para generar un diagnóstico de movilidad de nuestra comunidad para proyectar las necesidades a futuro debido al cambio generado por el COVID 19.

Hoy en día existen diversas formas de afrontar el reto de olvidar el automóvil y la motocicleta particular como medio principal de transporte en la ciudad de Bogotá, se han desarrollado proyectos de infraestructura que resultan en 600Km de ciclorruta, próximamente el SBUC público con estaciones de taller a nivel distrital y la accesibilidad a APP para promover la micromovilidad.

Es un tiempo preciso para tomar acciones concretas para reconvertir la movilidad.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Promover los patrones de movilidad sostenible de la comunidad Rosarista – Universidad del Rosario (Bogotá).

2.2. Objetivos específicos

- Realizar diagnóstico de movilidad y demográfico
- Diseñar estrategias para promover la movilidad sostenible
- Implementar estrategias de movilidad sostenible.

3. Justificación

En 2022 nuestra distribución de género corresponde a 60% mujeres y 40% hombres con datos del PMS indicando que el 40,5% de nuestra población está asentada en Usaquén y Suba con uso del transporte público del 52,3% y el 32% se moviliza en

automóvil y la mayoría presenta cercanías de menor de 10Km a nuestras sede del Emprendimiento, Innovación y Creación GSB o Quinta de Mutis, se fortalecieron y crearon nuevas estrategias durante el año 2022 para promover un retorno más sostenible y eficiente que permita la movilización de las actividades estudiantiles comprendiendo los factores socio ambientales de nuestra ciudad, descritos por la SDA:

“La generación de material particulado en la ciudad de Bogotá fue de 1.847 T en 2018 siendo los mayores aportantes los transportes particulares los mayores aportantes (41,5%): automóviles (16,6%), camionetas (16.8%) y motocicletas (8,1%), superando al transporte de carga de 38,3%. El mismo caso se observa cuando se detallan las emisiones de monóxido de carbono de las motocicletas y automóviles que aportan el 64% de la huella de movilidad (Ambiente, 2019)”.

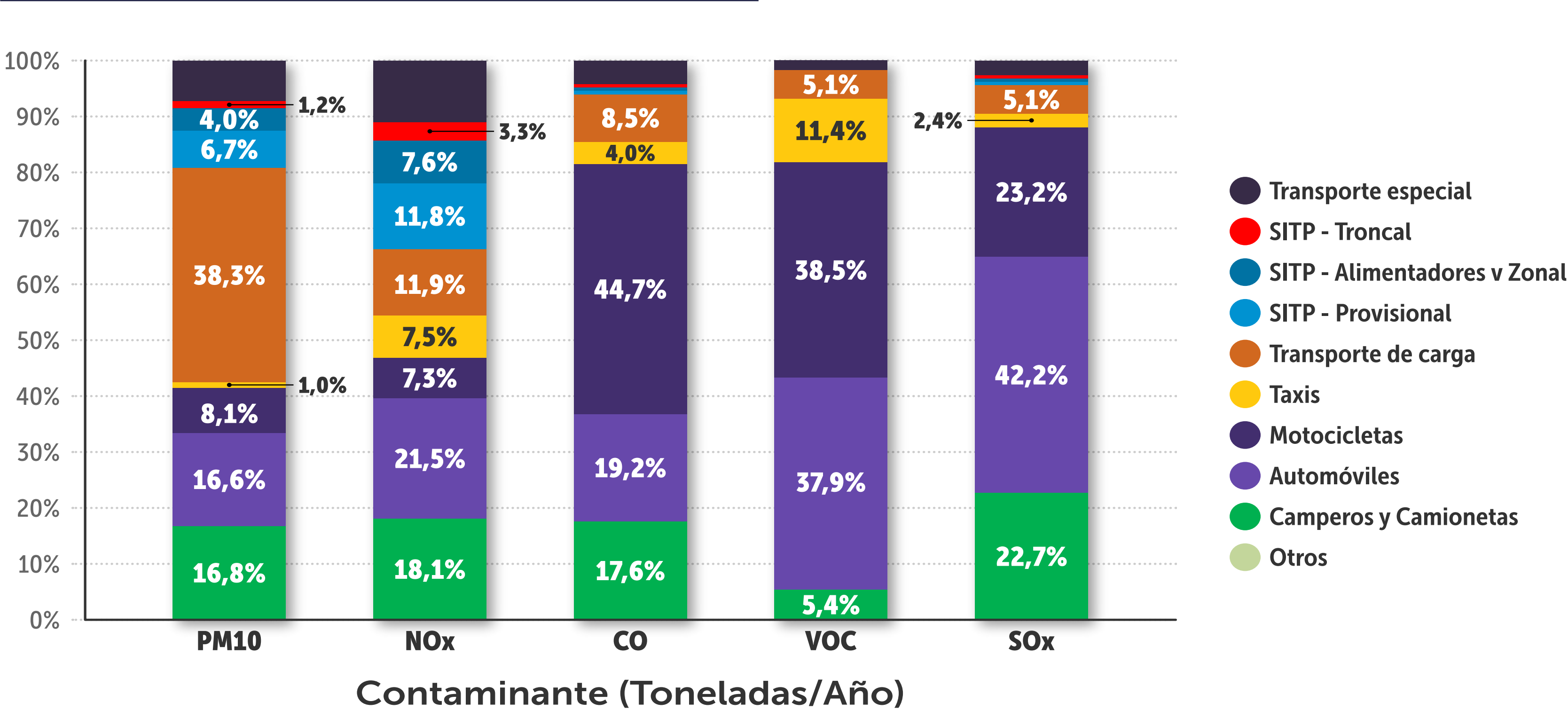


Tabla 1. Inventarios de gases 2018 – Movilidad SDA 2019

Los anteriores argumentos de movilidad y sostenibilidad conlleva a pensar en estrategias que disminuyan el uso de automóvil particular y motocicletas, optimizar el uso de transporte público, aprovechar los 600 KM de ciclorruta de la ciudad para los últimos 10 km – 8 km alrededor de la población cercana a las sedes y empoderar el papel de la mujer.

4. Marco Teórico

Bajo el liderazgo del rector, José Alejandro Cheyne García y los colegiales, se está desarrollando la ruta 2025, donde uno de sus pilares es “Sostenibilidad y Hábitat”, cuyo objetivo macro es ser sostenibles

desde el ámbito económico y socio ambiental, generando experiencias transformadoras para la comunidad. Igualmente, el 2 de mayo de 2022 fue firmado la “Declaración del Compromiso con la Sostenibilidad de la Universidad del Rosario” entre nuestro rector y el colectivo estudiantil ECOUR en la visita de campo interdisciplinar en el Parque Natural de Chingaza, donde se establecen metas estratégicas como:

“Universidad del Rosario en su compromiso decidido por aportar con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en el marco de la agenda 2030 declara los siguientes postulados en aras de facilitar el tránsito de nuestra comunidad universitaria hacia estilos de vida más sostenibles.



Fortalecer los programas de manejo ambiental de la estrategia campus sostenible: residuos, agua, energía, aire y flora y fauna, de tal forma que la infraestructura de la universidad se consolide como un laboratorio vivo que potencie los aprendizajes en sostenibilidad de toda la comunidad universitaria y se relacione positivamente con sus entornos”.

El programa de aire en mención tiene el objetivo de contribuir a la mejora de la calidad del aire distrital de acuerdo con nuestras fuentes de emisión, en este caso la movilidad de nuestra comunidad hacia sus actividades académicas y administrativas (la UR no tiene fuentes fijas; el área destinada para estudios de anatomía se volvió digital), todo descrito en el micrositio de gestión ambiental

Igualmente, la Secretaría Distrital de Movilidad realizó la invitación a las organizaciones de la Red Muévete Mejor para promocionar medios de movilidad más sostenible debido a las obras en proceso de construcción del metro que disminuyen la disponibilidad de la malla vial y genera mayores presiones sobre la movilidad distrital.

Los anteriores fundamentos son la base de la presente experiencia innovadora.

5. Metodología

La actividad se desarrolló mediante el diagnóstico del Plan de Movilidad Segura de 2020 que incorpora datos de movilidad y demográficos de la comunidad Rosarista, exigido anteriormente por la emergencia sanitaria como pre-requisito de reactivación económica. De dicha base de datos es posible medir los hábitos de movilidad, ubicación inicial, destino y posibles horarios. Se realizaron mapas de calor y estudios de movilidad entre las diferentes sedes principales de nuestra universidad.

Los resultados, con relación a los impactos socio ambientales de cada medio de movilidad, fueron clave para entender los cambios que debemos promocionar

para lograr reducir el impacto de nuestra movilidad. Se diseñaron las estrategias desde los aspectos de bicicletas, carro compartido y optimización de rutas con la infraestructura de manera transversal para lograr impactar de manera integral. Posteriormente se presentaron los proyectos resaltando la posibilidad de movilizar a los estudiantes con cada tipo de estrategia y que permita el retorno de estos de manera presencial y sostenible.

Posterior a la aprobación y designación de presupuesto, se procedió a informar a las áreas a cargo de los lineamientos y los indicadores a tener en cuenta al momento de realizar las estrategias, requiriendo bastante diálogo y gestión del cambio.

6. Resultados

Después de implementar las estrategias, gracias al liderazgo de los directivos y colegiales, hemos logrado diferentes impactos socio ambientales positivas para nuestra comunidad y la ciudad de Bogotá:

En 2022 reducimos 2.472m² de área destinada para estacionamientos de movilidad motorizada a base de hidrocarburos: automóviles y motos (aproximadamente 100 parqueaderos para carros). La zona de antiguos parqueaderos de la sede Quinta de Mutis (2067m²) se convirtieron en zonas de bienestar para el goce de la comunidad Rosarista, y a futuro de la ciudad de Bogotá por el derrumbe de muros del Plan de Regulación y Manejo y apertura de la universidad. En la sede Claustro se inhabilitaron 405 m² destinados a parqueaderos de visitantes y docentes bajo el objetivo de disminuir la oferta de parqueaderos inicialmente en esta sede

En 2022 agosto logramos destinar 65,7% del total de capacidad instalada para estacionamientos a medios de movilidad sostenible, priorizando la movilidad activa y sostenible con 642 espacios en nuestras sedes. La prospectiva es incrementar la capacidad para medios de movilidad sostenible y disminuir los estacionamientos para carros y motos.

Carro compartido: Logramos tener 2026 usuarios registrados en 5 meses de uso que han publicado/conectado más de 4000 rutas en carro, transporte público, bici y peatón. Logrando retrasar la tala de 35 árboles, 750 recorridos en movilidad activa (bici y peatón) y el 61% de los usuarios son mujeres, siendo ellas las que más comparten sus recorridos en bicicleta.

En movilidad de bicicleta, Scooters y EBIKE hemos logrado tener más de 16,000 recorridos en 2022, superando la totalidad de 2021 en apenas siete meses, igualmente tenemos un sistema de bicicleta de uso compartido gratuito para la comunidad con 55 bicis que han recorrido más de 7000 KM durante 1 año, dejando de emitir 1,7 Ton de co₂eq, garantizando la movilidad activa de más de 100 usuarios registrados activos en los últimos 6 meses.

Las rutas circulares ubicadas estratégicamente de acuerdo con el Plan de Movilidad Segura permitieron establecer 4 rutas fijas: Estación Simón Bolívar, interna, Calle 170 y MAKRO han realizado 19,832 recorridos y movilizand a 172,848 miembros de nuestra comunidad hacia las sedes Quinta de Mutis y Sede del Emprendimiento e Innovación.

7. Conclusiones

La experiencia de tomar decisiones basado en una gran base de datos con muestras superiores a 30% de la población total han reflejado los resultados de las estrategias. Cada una ha logrado un impacto sinérgico entre ellas para disminuir nuestra huella de carbono y promover la movilidad inteligente y eficiente. Enfrentamos varias barreras teniendo en cuenta que la mayor apuesta fue eliminar parqueaderos a personas que estaban acostumbrados a tener su espacio propio durante decenas de años, el cambio fue facilitado por la conversión del área en un espacio de bienestar que cambia totalmente la forma de promocionar un proyecto que afecta el día a día de las personas.

Igualmente eliminar parqueaderos con lleva a usar otras formas como transporte público completado por

rutas circulares, bicicletas de la cual ofrecemos gratis y compartir tus recorridos en cualquier medio para optimizar los vehículos en los recorridos de manera más segura dado que el acceso a la APP es solamente por parte de la comunidad Rosarista. El hecho que se haya realizado el lanzamiento de manera estratégica en la reactivación pos-pandemia, permitió integrar a más personas que buscaban formas más bioseguras de llegar a la universidad/casas compartido sus recorridos, principalmente en carros.

Es importante proyectar espacios exclusivos y con beneficios para las personas que lleguen en su vehículo compartiéndolo, como tarifas y espacios asegurados, es un pendiente de nosotros que debemos buscar soluciones más impactantes. Un parqueadero sello oro para carro compartido, posiblemente. En relación a las bicicletas, es un gran orgullo mantener números tan altos a pesar del uso de automóviles y motocicletas, igualmente el sistema de bici compartido le genera mayor confianza al estudiante para su uso constante, normalmente el sistema estaba concebido para su uso promocional para adquirir a futuro tu propia bici, pero partiendo de la pandemia las personas prefieren usar la bici un número de tiempo ilimitado y no devolverla o no cambiarla, son comportamientos pos-pandémicos.

Las rutas circulares tienen un comportamiento similar donde las personas se sienten más cómodas en un servicio de la universidad que utilizar el transporte privado hacia las diferentes sedes, incluso facilitando el uso de transporte público o caminar para algunos usuarios, partiendo del hecho que la mayoría vive a 8km o 10km de distancias de las sedes. Son muchos análisis que se pueden lograr por los resultados.

Pero creemos que el mejor análisis es continuar está dinámica y continuar analizando la información para dar respuesta a las estrategias claves del proyecto, la cual requiere lo más importante en proyectos de sostenibilidad, la voluntad de tomar la decisión.



8. Impactos a corto, mediano y largo plazo

A corto plazo esperamos que más estudiantes se animen a usar medios de movilidad sostenible a diferencia del automóvil y motocicletas a base de hidrocarburos.

A mediano plazo es una meta analizar el comportamiento de la comunidad para tomar decisiones asertivas para continuar posicionando y estableciendo los criterios necesarios para lograr el objetivo de disminuir la huella de carbono.

A largo plazo y si es viable de acuerdo con el contexto, eliminar los parqueaderos para vehículos a base de hidrocarburos de uso único, y promover a las personas que sí usan medios más sostenibles.

9. Referencias bibliográficas

[1] Secretaría Distrital de Ambiente, Inventario de Emisiones. Obtenido de: <https://www.ambientebogota.gov.co/documents/10184/397082/Inventario+de+Emisiones+de+Bogota+portal+nuevo.pdf/972994eb-7f5842c2-a801-0f8579937919>

[2] Fitt, H., & Curl, A. (2020). The early days of shared micromobility: A social practices approach. Journal of Transport Geography, - Vol 86, 34. Obtenido de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096669232030106X>



Aplicación móvil mapas Bogotá bici

Carlos Fernando Mora Molina

Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital

cfmora@catastrobogota.gov.co

Resumen

Mapas Bogotá BICI es la aplicación móvil en la cual se aprovechan las bondades de los dispositivos móviles para facilitar la movilidad al promover un medio de transporte sostenible y mejorando así la calidad de vida de los ciudadanos de Bogotá. Esta aplicación utiliza datos abiertos geográficos del distrito capital dispuestos por entidades Distritales como la Secretaría Distrital de Movilidad, el Instituto de Desarrollo Urbano y Catastro Distrital y que son actualizados permanentemente para mantener a los ciclistas urbanos al día con los avances en infraestructura y servicios alrededor de la bicicleta.

En el diseño y actualizaciones de la APP se han identificado necesidades, requerimientos y expectativas de los usuarios. En cuanto a su desarrollo se dispone de APIs o componentes propios realizados por Catastro Distrital y terceros, que se han integrado en algunas de las principales plataformas tecnológicas geográficas de la Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá (IDECA).

1. Introducción

Con el paso del tiempo, el mundo ha experimentado fuertes daños medioambientales que han causado estragos en el planeta, dentro de estos tenemos la disminución en la calidad del aire a causa de las emisiones de material particulado que aportan los diferentes medios de transporte. Dado lo anterior, la humanidad ha empezado a tomar conciencia de tal daño y ha empezado a utilizar medios de transporte alternativos como la bicicleta, que en medio de situaciones de emergencia como la vivida con la propagación del Covid-19 se constituyó como un medio de transporte que contribuye a

la mejora de la salud, la sostenibilidad de las ciudades y la descongestión del tráfico automotor.

Con el auge en el uso de la bicicleta, el avance tecnológico ha jugado un papel importante en el desarrollo de aplicaciones para facilitar la vida de las personas, acortar distancias, mejorar los medios de transporte y comunicación, manteniéndolos conectados en todo momento. Es por esto por lo que desde la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital – UAECD como coordinador de IDECA abordó el desarrollo de una aplicación móvil denominada **Mapas Bogotá bici** que contempla el desarrollo nuevas funcionalidades y mejoramiento de las existentes y la creación de nuevas herramientas con un enfoque colaborativo por parte de los usuarios. Así mismo la disposición de nuevos datos que permita al usuario tomar una decisión respecto a que ruta rápida y segura utilizar.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Desarrollar una aplicación para dispositivos móviles en la cual se calculen rutas óptimas para la movilizarse en bicicleta en la ciudad de Bogotá.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar las necesidades de movilidad y las expectativas de usuarios permanentes de la bicicleta en la ciudad de Bogotá.
- Identificar los niveles de información geográfica dispuestos como datos abiertos geográficos que sean útiles para la aplicación móvil.



- Identificar la(s) interfaz(ces) de programación de aplicaciones (API) que sean adecuadas para el desarrollo de la aplicación.
- Realizar las pruebas de desempeño de la aplicación.
- Realizar la publicación de la aplicación en tiendas en línea oficiales de aplicaciones móviles para dispositivos con sistema operativo Android e iOS (iPhone Operative System).

3. Justificación

Con el paso del tiempo, el mundo ha experimentado fuertes daños medioambientales que han causado estragos en el planeta, dentro de estos tenemos la disminución en la calidad del aire a causa de las emisiones de material particulado que aportan los diferentes medios de transporte.

Dado lo anterior, la humanidad ha empezado a tomar conciencia de tal daño y ha empezado a utilizar la bicicleta como medio de transporte alternativo, que en medio de situaciones de emergencia como la vivida con la propagación del Covid-19 se constituyó como solución que contribuye a la mejora de la salud, la sostenibilidad de las ciudades y la descongestión del tráfico automotor.

4. Marco teórico

Mediante el Acuerdo 668 de 2017 se creó el programa “Parquea tu Bici, se institucionaliza la Semana de la Bicicleta, el Día del Peatón en el Distrito Capital y se dictan otras Disposiciones”, y mediante lo establecido en el párrafo primero se insta a la administración Distrital a desarrollar actividades con enfoques de ambiente, cultura ciudadana, transporte sostenible, salud, movilidad, educación, seguridad, recreación y deporte.

Gracias al Acuerdo 130 de 2004 (Concejo de Bogotá, 2004), la ciudad de Bogotá cuenta con un instrumento denominado “Infraestructura de Datos Espaciales de Bogotá – IDECA” que es coordinado por la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital (UAECD).

Mediante IDECA las autoridades del Distrito es posible identificar de manera constante la condición de movilidad, proyectos y necesidades de la ciudad de para tomar decisiones acertadas en beneficio de sus habitantes al disponer de elementos georreferenciados suficientes que le permiten a atender a la ciudadanía y conseguir la más acertada toma de decisiones.

Adicionalmente, el Decreto 653 de 2011 (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011), reglamentó IDECA y definió sus objetivos, entre los cuales se encuentran:

“Articular la producción, divulgación, acceso, uso y aprovechamiento de la información geográfica del Distrito Capital”.

“Maximizar los beneficios económicos, sociales y ambientales derivados del uso de la información geográfica, a partir del conocimiento e intercambio de las experiencias y tecnología”.

De otra parte, con el paso del tiempo, el mundo ha experimentado fuertes daños medioambientales que han causado estragos en el planeta, dentro de estos tenemos la disminución en la calidad del aire a causa de las emisiones de material particulado que aportan los diferentes medios de transporte automotor. Dado lo anterior, la humanidad ha empezado a tomar conciencia de tal daño y ha empezado a utilizar medios de transporte alternativos como la bicicleta, que en situaciones de emergencia como la vivida con la propagación del Covid-19 se constituyó como una alternativa de la movilidad que contribuye a la mejora de la salud, la sostenibilidad de las ciudades y la descongestión del tráfico vehicular.

El avance tecnológico ha jugado un papel importante en el desarrollo de aplicaciones para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, ha permitido acortar distancias y mejorar los medios de transporte y comunicación. Es por esto por lo que la UAECD, como coordinador de IDECA, planteó el desarrollo de una aplicación móvil denominada “Mapas Bogotá bici” que contempla el desarrollo y mejoramiento las funcionalidades para facilitar y promover la movilidad

en Bicicleta, a través del aprovechamiento de la información geográfica dispuesta como datos abiertos geográficos por entidades de la Administración Distrital de la ciudad de Bogotá como la Secretaría Distrital de Movilidad, el Instituto de Desarrollo Urbano, La Secretaría de Convivencia, Seguridad y Justicia, la UAECD, que le permitan a los usuarios realizar el cálculo o la selección, recomendación y calificación de rutas con un enfoque colaborativo por parte de los usuarios. Así mismo la disposición de nuevos datos que permita al usuario tomar una decisión respecto a que ruta rápida y segura tomar cuando use su bicicleta.

5. Metodología

Se utilizó la metodología de desarrollo de software definida por IDECA, la cual inicia con la etapa de Análisis de Requerimientos, en la cual se dio la identificación de necesidades, requerimientos y expectativas para el diseño con posibles usuarios de la aplicación. Posteriormente, en la etapa de Diseño se establecieron las APIs o componentes propios o de terceros útiles para la aplicación y se definió una arquitectura de la aplicación en dos capas. La primera de ellas es la capa de aplicación responsable de presentar e interactuar con el usuario y ha sido implementada bajo lenguaje JavaScript/Apache Cordova. La segunda obedece a la capa de datos/servicios, responsable de proveer la información de la aplicación y está compuesta por un servicio de API de clima, el servicio de backend de Mapas Bogotá (para integrar otros recursos dispuestos por IDECA como el geocodificador, un esquema de autenticación y un servicio de ruteo) y un servicio de información geográfica que permite el consumo y disposición de servicios web geográficos generados a partir de datos oficiales que disponen entidades del Distrito como la UAECD, SDM y SDSCJ. En la etapa de implementación, se realizaron pruebas a la aplicación móvil para garantizar su correcto funcionamiento y por último se realizó la publicación en las tiendas de aplicaciones oficiales dando cumplimiento a los términos y condiciones establecidos por las mismas

Se han realizado mejoras en las funcionalidades de la aplicación, a partir de las calificaciones y opiniones de los usuarios de la misma, para brindar un mejor servicio y experiencia a los usuarios; lo anterior en temas de diseño, diferentes alternativas de registro, nuevos datos oficiales de utilidad e interés para los ciclistas, optimización en los resultados de las búsquedas, entre otras mejoras que el equipo de la Infraestructura de Datos Espaciales para el Distrito Capital– IDECA– ha desarrollado para los ciudadanos.

6. Resultados

Una aplicación para dispositivos móviles, soportada para sistemas operativos iOS y Android, en función a componentes HTML y al uso de la API 4 de ESRI como Core principal, publicada en las tiendas oficiales AppStore y Google Play en la cual ha alcanzado más de 10.000 descargas.

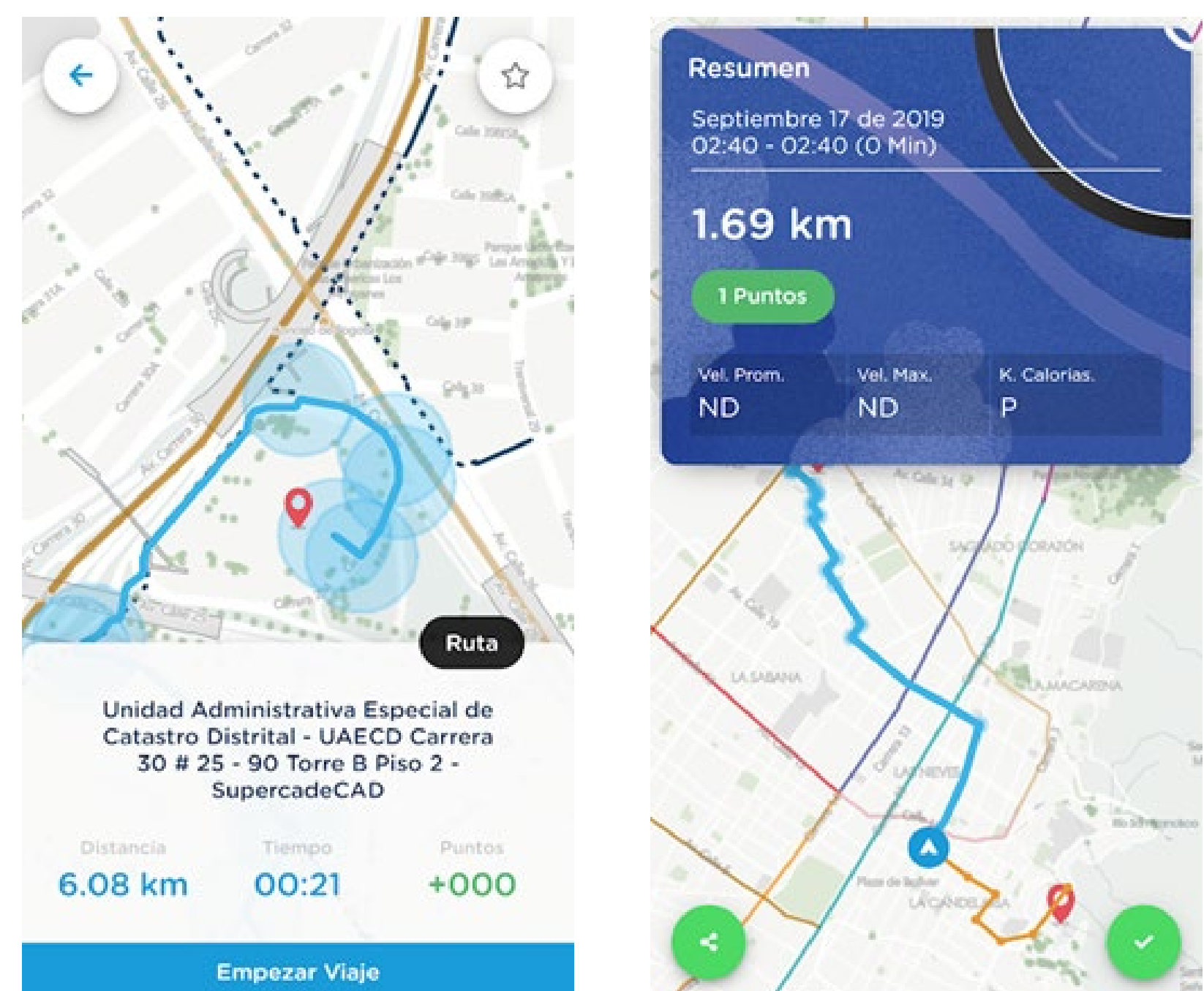


Figura 1. Aplicación móvil mapas Bogotá bici

7. Conclusiones

Mapas Bogotá Bici, es una aplicación para dispositivos móviles de fácil uso por parte de la ciudadanía diseñada para ser utilizada por ciclistas urbanos de la ciudad de Bogotá. La APP ha sido diseñada para



brindar una alternativa de transporte sostenible y saludable ante las limitaciones de movilidad en vehículos automotores en la ciudad, la cual realiza el cálculo de posibles rutas y estimación de tiempos de viaje, indicaciones auditivas durante el recorrido y registrar la bicicleta ante la Secretaría Distrital de Movilidad. La aplicación ha alcanzado más de 10.000 descargas, y está disponible gratuitamente para dispositivos móviles con sistema operativos iOS o Android, disponible en App Store y Google Play.

8. Impactos a corto, mediano y largo plazo

La aplicación surgió en el marco del programa "Parquea tu Bici, para promover el uso de la bicicleta por parte de servidores públicos de las entidades que conforman la administración Distrital de Bogotá, sin embargo, al posicionarse Bogotá como la capital mundial de la bicicleta, se ha logrado posicionar la aplicación en los ciudadanos que se mueven en bicicleta en Bogotá, con lo cual la aplicación ha ayudado a promover el uso masivo de la bicicleta en la ciudad de Bogotá, en ella se combinan los recursos de las Tecnologías de Información y Comunicaciones (TIC), los datos abiertos geográficos y la capacidad técnica de las entidades Distritales en beneficios para los ciudadanos. Desde su publicación en diciembre de 2019, la aplicación ha alcanzado más de 10.000 descargas desde las tiendas oficiales Google Play y AppStore, y se ha mantenido en alrededor de 6.000 usuarios.

A mediano plazo se han programado talleres con usuarios de la aplicación en los cuales se tendrá acompañamiento del Laboratorio de Innovación Pública de Bogotá (LiBO) y conseguir así mayor visibilidad a la aplicación, con el objetivo de mejorar la experiencia de usuario y consolidar la aplicación como un referente

para los ciudadanos que masivamente utilizan la bicicleta en la ciudad. Así se incluirán datos en tiempo real sobre el estado del clima y se adelantan acercamientos con la SDM para incluir nuevos datos como los nuevos ciclo talleres y la actualización de la información correspondiente a los bici parqueaderos de la ciudad.

Desde su publicación en 2019, la aplicación ha madurado y trascendido a los cambios de administración y ya hace parte de las herramientas que se exponen permanentemente en eventos como la Semana de la Bicicleta de Bogotá, eventos de Gobierno Abierto de Bogotá, la semana IDECA y Movi-Innova 2022 entre otros. Con el apoyo de las entidades Distritales se espera tener mayor número de usuarios que utilicen la aplicación de manera masiva, complementandose con información geográfica colaborativa que sea suministrada por sus propios beneficiarios.

9. Referencias bibliográficas

[1] Alcaldía Mayor de Bogotá, Decreto 653 de 2011 "Por medio del cual se reglamenta la Infraestructura Integrada de Datos Especiales para el Distrito Capital - IDEC, y se dictan otras disposiciones". Obtenido de: <https://www.ideca.gov.co/sites/default/files/decreto653de2011.pdf> 28 de diciembre de 2011.

[2] Concejo de Bogotá, Acuerdo 130 de 2004 "Por medio del cual se establece la infraestructura integrada de los datos espaciales para el Distrito Capital y se dictan otras disposiciones". Bogotá, Colombia. 07 de diciembre de 2004.

10. URL del video en YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=dQsTGrdMoL>





2. MOVILIDAD Y SEGURIDAD CIUDADANA

La ciudad de Bogotá ha sufrido en los últimos años casos de inseguridad en los diferentes medios de transporte, privados o públicos, factor que ha dificultado la transición a una movilidad sostenible y segura. Diferentes estudios han demostrado problemáticas en cuanto a la criminalidad en medios de transporte público (Cabrera Barrios, 2014)⁵, así mismo tomando como referencia las cifras reportadas por los medios de comunicación y sustentadas por datos oficiales, se ha demostrado un incremento en el nivel de inseguridad en medios de transporte privados. Estos hechos han afectado la calidad de vida en el entorno urbano.

Desde la seguridad ciudadana se han implementado diferentes maneras de mitigar la criminalidad o inseguridad en la movilidad con diferentes medios legales y restrictivos, como el decreto 119 de 2022⁶ que prohíbe la circulación de motocicletas con parrillero hombre en las horas nocturnas de los jueves y viernes, sin embargo, se considera pertinente analizar cómo desde la innovación en movilidad se puede promover una mayor seguridad para todos los actores viales, permitiendo el tránsito y el transporte seguro para todos los ciudadanos.

5 Cabrera Barrios, T. (2014) MOVILIDAD COTIDIANA Y SEGURIDAD URBANA, DESDE UNA PERSPECTIVA DE GÉNERO. dissertation.

6 Decreto 119, "Por medio del cual se adoptan medidas transitorias y preventivas para la conservación de la seguridad y el orden público en la ciudad de Bogotá D.C." (2021). Alcaldía mayor de Bogotá.



Sistema de detección de placas gemeleadas mediante analítica de video en la ciudad de Bogotá.

Diego Torres C., Juan C. Riveros P., Francisco C. Calderón B., Jady M. Pérez. C.

Universidad Javeriana, Secretaría de Movilidad

diego.torresc@javeriana.edu.co, jcriveros@javeriana.edu.co, calderonf@javeriana.edu.co,
jmperez@movilidadbogota.gov.co

Resumen

La clonación de placas vehiculares es un problema para la seguridad vial de los bogotanos, las personas deciden cambiar su placa para evadir las normas de tránsito y los grupos delincuenciales para realizar sus actos delictivos, por esto, a continuación, se presenta el anteproyecto del diseño de un sistema de detección de placas gemeleadas, mediante procesamiento de imágenes y machine learning, en donde la entrada al sistema es una imagen o video de una cámara de vigilancia, la cual se procesa, se identifica el vehículo, la placa, el color, y el tipo de carrocería, y se compara con una base de datos que contendrá la misma información, si se encuentra alguna inconsistencia se alertará al usuario mediante la interfaz gráfica. Este proyecto se está llevando a cabo como tesis de grado para el título de ingeniería electrónica, y se espera su culminación para finales del primer semestre del 2023.

1. Introducción

La clonación de vehículos consiste en suplantar la identidad de un vehículo en otro, esta es una actividad delictiva común en el mundo y, viene creciendo en la ciudad de Bogotá a raíz de la facilidad de adquirir placas vehiculares a bajo costo para evadir normas de tránsito o de la utilidad que le pueden dar las organizaciones criminales a la clonación de vehículos. Actualmente, los esfuerzos de las autoridades competentes para reducir las cifras de casos de esta modalidad se pueden considerar insuficientes, ante el crecimiento

de las cifras y el riesgo que supone la circulación de vehículos clonados para la seguridad de la ciudad. Debido a esto, se plantea la posibilidad de agilizar los procesos de control y detección de vehículos gemeleados mediante el uso de tecnologías como Inteligencia artificial y visión por computadora. Estas tecnologías han demostrado ser de gran utilidad en aplicaciones de tiempo real para la detección, reconocimiento e identificación de objetos y personas, con múltiples técnicas y algoritmos computacionales. En la actualidad ya es común ver circuitos cerrados de cámaras o carros autónomos que se basan en estas tecnologías dando resultados con mucha precisión y velocidad.

Se propone un sistema que integre técnicas de Machine learning y procesamiento de imágenes, en el que se pueda ingresar una imagen, video o video-streaming, y que, el sistema sea capaz de detectar si el vehículo en la imagen o video circula con placas gemeleadas a partir de las características básicas del vehículo (Placa, Color, y Tipo de Carrocería). Para llevar a cabo la solución se desarrollará una interfaz gráfica que permita ingresar el video, y arroje una notificación en forma de alerta cuando se detecte la anomalía, también, es necesario contar con una base de datos que contenga los vehículos y sus características para el entrenamiento y posterior implementación del sistema.

Este es un proyecto de grado en curso que se está llevando a cabo en la Pontificia Universidad Javeriana y se espera su culminación para el primer semestre del año 2023.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Desarrollar un sistema que identifique mediante inteligencia artificial y procesamiento de imágenes los vehículos que transitan con placas clonadas (gemeleadas), haciendo uso de videos de tránsito vehicular tomados en la ciudad de Bogotá.

2.2. Objetivos específicos

- Seleccionar al menos dos métodos que permitan identificar el tipo de carrocería, un método de estimación de color, y un método de lectura de la placa de un vehículo mediante visión por computadora.
- Construir una base de datos de al menos 4000 imágenes con la información básica vehicular (Color, Carrocería, y Placa) de un grupo de automóviles.
- Implementar los métodos de inteligencia artificial seleccionados para la detección del vehículo, identificación del tipo de carrocería, estimación de color, y lectura de la placa del vehículo.
- Diseñar una interfaz gráfica de usuario que facilite el uso del sistema implementado y permita visualizar los resultados.
- Evaluar los métodos implementados mediante el análisis de las matrices de confusión de: La detección de los vehículos, la identificación del tipo de carrocería, la estimación del color, y la lectura de la placa del vehículo.

3. Justificación

El número de identificación de un vehículo o placa vehicular es una combinación de números y/o caracteres únicos que se asigna a cada vehículo, con el fin de tener un registro y control de cada automóvil que se encuentra en circulación. En Colombia, este número se usa también para regular la cantidad de vehículos que transitan por las ciudades

con medidas como el “pico y placa”, también para realizar foto multas o identificar la procedencia de un vehículo, entre más funciones. Debido a esto, algunas personas deciden adulterar su placa con el fin de evitar comparendos o realizar otros actos delincuenciales.

Según los datos abiertos de Bogotá, del 2015 al 2019 hubo una reducción de comparendos por infracción de tipo B04 (placa adulterada) del 91,05 %, pero del 2019 al 2021 hubo un aumento alarmante del 205,12 % [1]. Según El Tiempo, entre enero y febrero del 2022, se impusieron 35 comparendos de este tipo en la ciudad de Bogotá, por lo tanto, aunque es una modalidad vieja, la policía no ha podido erradicarlo por completo y, en los últimos dos años se ha visto un aumento significativo de estas cifras, y las autoridades se encuentran en alerta debido a la reactivación del mercado de placas falsas en Bogotá [2], ya que los delincuentes no solo lo usan para evadir las normas de la ciudad, sino también para la clonación, hurto y venta de vehículos.

En cualquiera de los casos mencionados, la suplantación supone un enorme riesgo en temas de control de movilidad y seguridad. Pues la irregularidad del asunto va desde la simple evasión del pico y placa, generando más tráfico y contaminación ambiental; ocurrencias en infracciones que serán notificadas y procesadas al propietario del vehículo original y no al real infractor. Hasta siniestros, asaltos, secuestros o delitos de cualquier índole donde no pueda ser identificado el criminal.

Con esta información se llega a la pregunta: ¿Cómo se pueden identificar los vehículos que transitan con placas gemeleadas en la ciudad de Bogotá mediante inteligencia artificial?

4. Marco teórico

CNN: Convolutional Neural Network o redes neuronales convolucionales son una rama de Machine learning, en la que se basan los algoritmos de Deep



Learning. Se componen de capas de nodos: Una capa de entrada, una de salida y capas ocultas intermedias. Cada nodo se conecta con otro asociando un peso y un umbral, que definen la relevancia del dato. Estas CNN se usan mayormente en problemas de clasificación y visión por computadora por su efectividad en clasificación de imágenes y detección de objetos, aprovechan el álgebra de matrices para identificar patrones en una imagen por lo que es un método muy exigente, debido a esto suele utilizarse con unidades de procesamiento gráfico (GPU) para mejorar su rendimiento [7]. OCR: Optical character Recognition, es un proceso de reconocimiento de caracteres que se usa para extraer texto legible para la máquina en imágenes o documentos físicos. Es lo que se conoce como un conversor de imagen a texto. Este proceso aprovecha la inteligencia artificial para mejorar sus resultados en reconocimiento de caracteres. Este proceso convierte un documento o imagen en uno binario (blanco y negro) donde ignora las zonas blancas y trata los conjuntos de píxeles negros como caracteres a reconocer. Este reconocimiento se puede hacer con uso de reconocimiento de patrones, a través de un entrenamiento con ejemplos previos para comparar y reconocer los caracteres o reconociendo las características del carácter [8]. Modelo HSV: El modelo de color HSV, según [10], es una transformación no lineal del modelo RGB en coordenadas cilíndricas, en donde el color está definido por 3 dimensiones: Hue o matiz, el cual es un ángulo definido entre 0° y 360° que representa el tinte o saturación, la cual define que tan saturado está el matiz y se define entre 0 y 1, siendo 0 nada saturado y 1 completamente saturado, y, valor, representa el nivel de brillo del color definido entre 0 y 1, en donde 0 es negro y 1 es blanco.

5. Metodología

Debido a que es un proyecto en construcción, para solucionar el problema, se propone el diseño e implementación de un sistema que permita recibir como entrada imágenes y videos de cámaras de vigilancia con una resolución de imagen mínima de 1280×720 píxeles. Se ejecutará una serie de algoritmos para la detección del vehículo y seguidamente la identificación de la placa del vehículo, su color, y el tipo de carrocería. Las características identificadas se clasificarán de la siguiente forma: De tipos de carrocería: sedan, coupé, convertible, station wagon, hatch back, buggy y limosina; De color: blanco, gris, negro, plata, azul, rojo, marrón, verde y amarillo.

Se debe de conseguir o construir una base de datos que contenga la información previa mencionada (color, placa, carrocería) de los vehículos, de la cual se usará una gran parte para el entrenamiento de los algoritmos y el restante para la fase de pruebas y evaluación.

Después de identificado el vehículo y sus características, el sistema comparará esta información obtenida con la almacenada en la base de datos. En caso de que todas sus características coincidan, significa que el vehículo no tiene ningún problema y el sistema lo dejará pasar. En caso de encontrar discrepancias, se enviará una notificación de alerta indicando el momento y el vehículo en el que se detectó una anomalía. El sistema integrará una interfaz gráfica para el usuario en donde se permita ingresar los videos, y recibir la notificación.

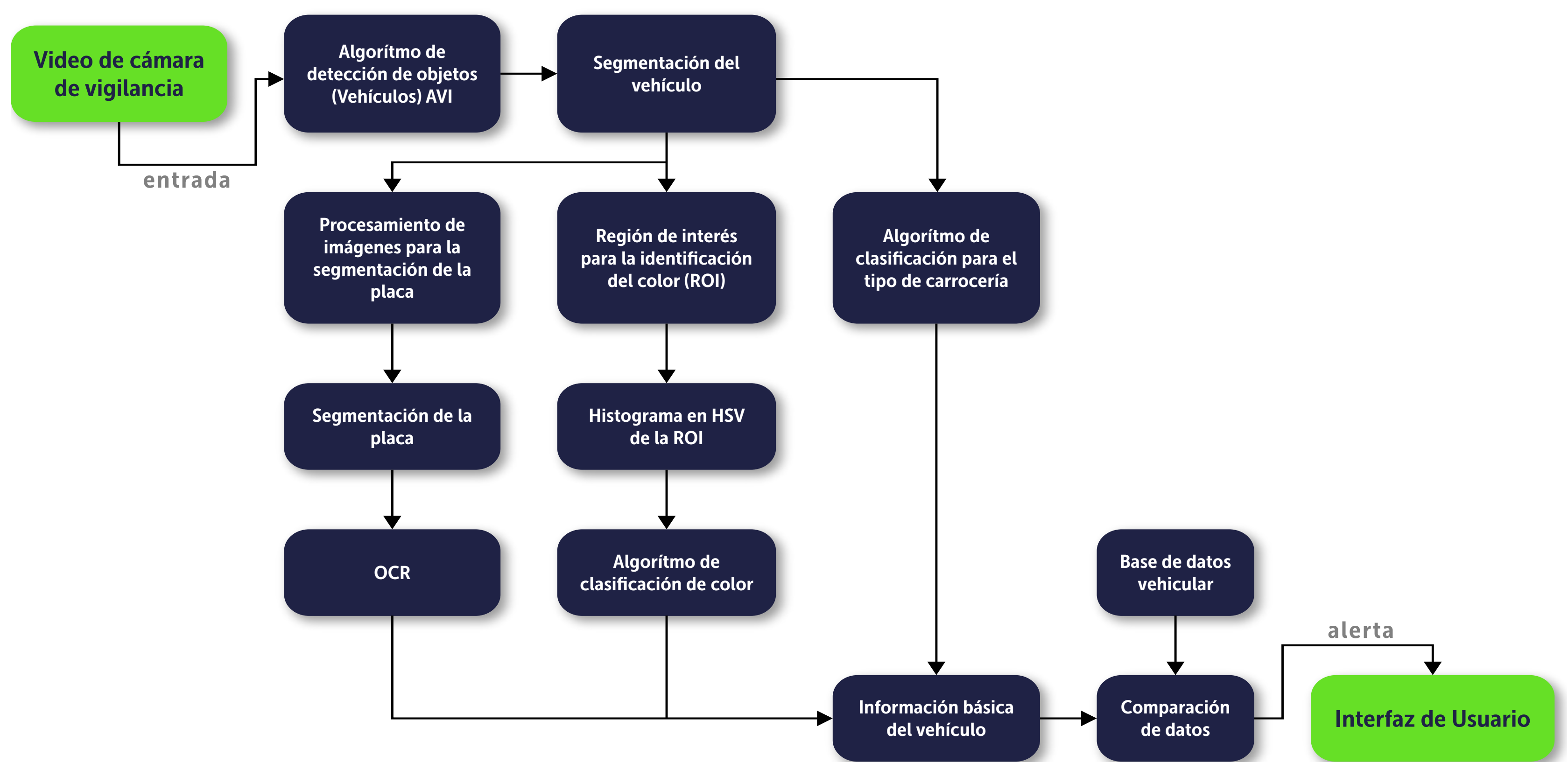


Figura 1: Diagrama de bloques del sistema. Fuente: Elaboración propia.

6. Resultados

Se espera tener los resultados a finales del primer semestre del año 2023, en donde para el total del sistema, se estima una precisión de más del 60%, incluyendo los clasificadores de vehículo, placa y color, además del diseño de una interfaz sencilla e intuitiva.

7. Conclusiones

Debido a que es un proyecto en curso, únicamente se presenta el anteproyecto, como modo de introducción al proyecto que será culminado a finales del primer semestre del año 2023. Se quiere demostrar interés sobre la participación del proyecto de placas gemeleadas en la convocatoria de MOVI-INNOVA de la Secretaría Distrital de Movilidad, con el fin de dar a conocer la solución propuesta al problema, así como dar a conocer algunas de las necesidades que surgen para la realización de este proyecto.

8. Impactos a corto, mediano y largo plazo

Impacto a corto plazo: Se podrá cuantificar el potencial que tiene la solución para su aplicación mediante video-streaming de cámaras en la ciudad de Bogotá.

Impacto a mediano plazo: Se identificarán de manera rápida y precisa los vehículos que circulen con placas gemeleadas en el lugar donde se implemente el sistema, de forma que se puedan aplicar las sanciones respectivas a los infractores y lograr una mejor estimación estadística sobre los casos de este tipo en la ciudad.

Impacto a largo plazo: Al conocerse e implementarse este sistema de detección, se puede lograr una disminución en la cantidad de personas que decidan circular con vehículos gemeleados por la ciudad de Bogotá.



9. Referencias bibliográficas

[1] Secretaría Distrital de Movilidad, Comparendos por detección electrónica. Consolidado anual por tipo de infracción. Bogotá D.C. informe técnico (Secretaría Distrital de Movilidad, 2021).

[2] J. A. T. ROMERO, Así funciona el oscuro negocio de la venta de placas falsas en Bogotá. El tiempo (2022).

[3] W. S. CHAMACHI, El delito de falsedad genérica en la modalidad de suplantación de identidad vehicular - "clonación" y su afectación al Derecho a la Propiedad y Seguridad Jurídica (2019).

[4] G. Lira, ¿Cómo y por qué gemelean un carro? Autofact (2021).

[5] E. Norza, I. Castillo, Y. Duarte, y G. Torres, Hurto de automotores y estrategias contra el delito: una mirada desde la academia, el victimario y la Policía inf. téc. (Policía Nacional de Colombia, 2013).

[6] B. Stecanella, Support Vector Machines (SVM) Algorithm Explained inf. téc. (monkeylearn, 2017).

[7] Education, I. C. What are Convolutional Neural Networks? inf. téc. (IBM, 2020).

[8] Education, I. C. What Is Optical Character Recognition (OCR)? inf. téc. (IBM, 2022).

[9] Morfología Universidad de Sevilla (2012).

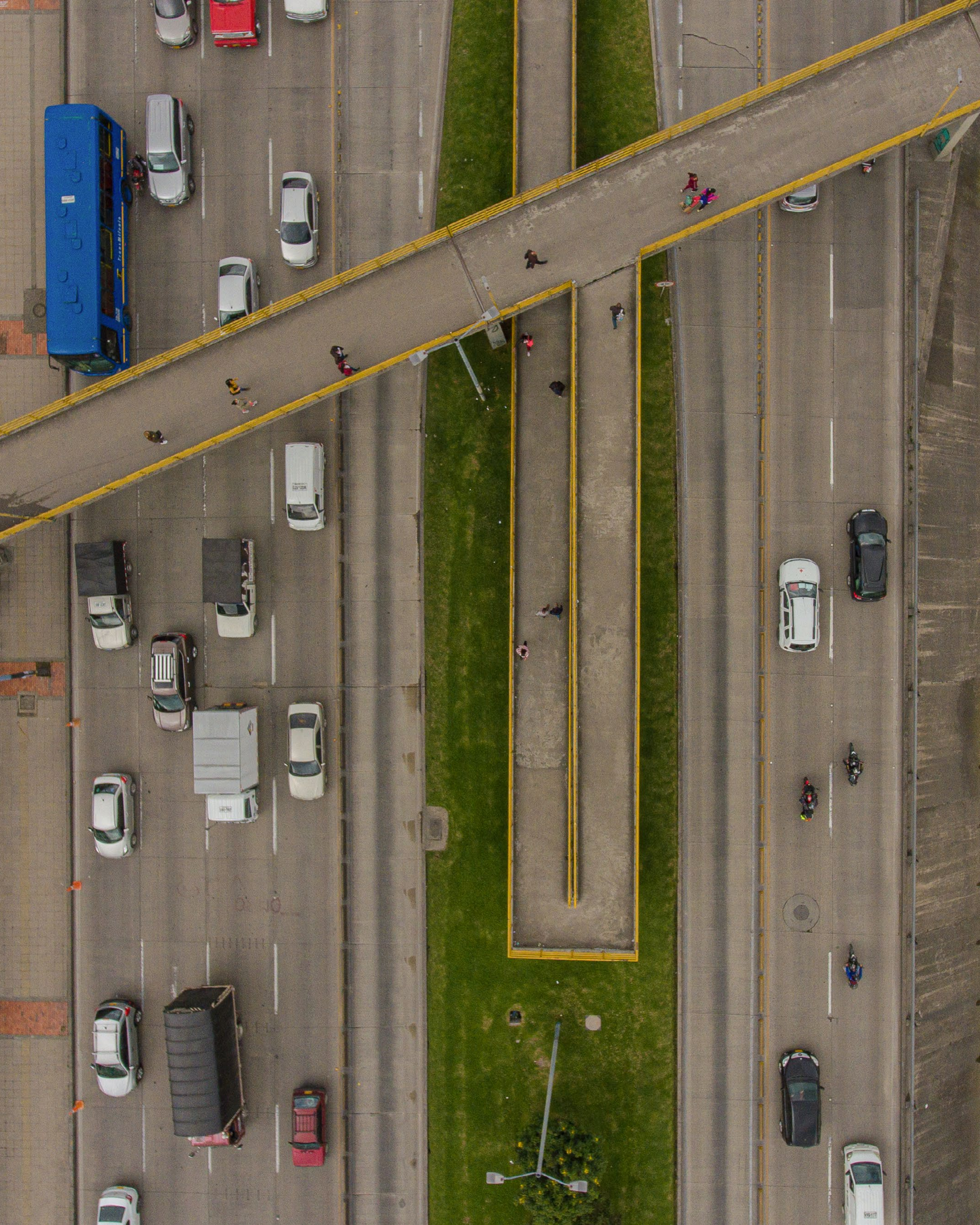
[10] Contributors, E. Modelo HSV. EcuRed (2019).

[11] Kyenyke. ¿Qué es un carro gemeleado? Kienyke (2018).

10. URL del video en You Tube

<https://youtu.be/UO6FewzxRWo>





3. SINIESTRALIDAD Y SEGURIDAD VIAL

En la ciudad de Bogotá se registran más de 11.400 siniestros viales graves al año, con unas 460 víctimas fatales según datos del anuario de siniestralidad 2021, en los diferentes medios de transporte. Para prevenir una mayor siniestralidad se han tomado medidas directas para mejorar la seguridad vial, como la reducción de la velocidad máxima en las vías urbanas a 50 kmh, la implementación de cámaras salvavidas para controlar los posibles infractores que puedan poner en riesgo la integridad de otros actores viales. Así mismo, la pacificación de ciertas vías, priorizando el flujo de peatones y biciusuarios, disminuyendo la velocidad de los vehículos o implementando franjas

de control ambiental protegiendo a los peatones cerca de corredores viales (según los lineamientos para el espacio público para la movilidad en el decreto 555 de 2021⁷). En general se han tomado medidas normativas, y estrategias que aportan a un cambio en el comportamiento de los actores viales, disminuyendo el riesgo de siniestros viales. Estas medidas también buscan espacios de accesibilidad universal, promoviendo una movilidad segura y accesible para personas con movilidad o visión reducidas. Igualmente, se considera importante la aproximación a nuevas respuestas innovadoras que aporten a una movilidad segura para todos los actores viales.

⁷ Decreto 555, Plan de Ordenamiento territorial "Bogotá Reverdece 2022-2035" (2021). Secretaría distrital de planeación, Alcaldía mayor de Bogotá.



Centro de Orientación para Víctimas de Siniestros Viales-ORVI

Adriana Ruth Iza Certuche
Secretaria Distrital de Movilidad
aiza@movilidadbogota.gov.co

Resumen

El centro de Orientación para Víctimas de Siniestros Viales – ORVI, responde a lo establecido en el Plan Distrital de Seguridad Vial 2017-2026, eje 3, Objetivo 2; puntualmente la acción que se cita a continuación: *“Definir los lineamientos de Orientación a víctimas de accidentes de tránsito (siniestros viales) para la ciudad”* [1] y lo establecido en el Plan de Desarrollo Distrital el cual establece que se deberá Implementar y operar el Centro de Orientación a Víctimas por Siniestros Viales.

Bogotá D.C es la primera ciudad de Colombia en tener un centro que brinda orientación social, psicológica y jurídica, poniendo a la ciudad a la altura de grandes ciudades a nivel mundial. Desde su apertura hasta agosto del 2022, se han beneficiado de manera gratuita de los servicios de orientación 632 personas que fueron víctimas directas o indirectas de un siniestro en la Ciudad de Bogotá.

1. Introducción

En los últimos 15 años se han presentado alrededor de 455 siniestros viales con víctimas fatales por año y un promedio de 11.281 siniestros con personas lesionadas en la ciudad de Bogotá. Con el fin de mejorar la seguridad vial, en el año 2010 Bogotá desarrolló el Plan Distrital de Seguridad Vial (PDSV), una hoja de ruta que permite definir y coordinar las acciones entre entidades públicas y privadas con el propósito de lograr una reducción en el número de fatalidades y lesiones graves. En el eje 3, Víctimas, del PDSV se establece como necesidad hacer más

ágil y eficiente la atención a las víctimas, y de este modo salvar vidas, en el marco de la política de Visión Cero.

En este eje también se estableció la actividad específica de atención a víctimas de accidentes de tránsito (siniestros viales): con la responsabilidad de generar los lineamientos para que la ciudad cuente con un sistema de orientación. En consecuencia con lo anterior, dadas las altas tasas de siniestralidad presentadas en la ciudad y las afectaciones que ello deja en las personas, para la Secretaria Distrital de Movilidad ha sido relevante implementar medidas de seguridad vial enfocadas en la orientación social, psicológica y jurídica a víctimas de siniestros viales a través de la implementación y consolidación de ORVI.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Operar el Centro de Orientación para Víctimas de Siniestros Viales

2.2. Objetivos específicos

- Brindar orientación jurídica, psicológica y social a las víctimas de siniestros viales a través de la operación de un centro de atención gratuito para la ciudadanía.

3. Justificación

La siniestralidad vial a nivel mundial constituye una problemática necesaria a atender y es un imperativo

ético no tener víctimas mortales y lesiones graves en siniestros de tránsito.

En los últimos 15 años se han presentado alrededor de 455 siniestros viales con víctimas fatales por año y un promedio de 11.281 siniestros con personas lesionadas en la Ciudad de Bogotá. Debido a las altas tasas de siniestralidad presentadas y las afectaciones que deja en las personas, para la Secretaría Distrital de Movilidad era necesario implementar medidas de seguridad vial enfocadas en la atención a víctimas de siniestros viales.

La asamblea de la Organización de las Naciones Unidas estableció entre los objetivos de Desarrollo Sostenible la reducción de muertes y lesiones en siniestros de tránsito en 50% para 2020, a través de la promulgación de la Década de Acción por la Seguridad Vial 2011–2020. Respondiendo al llamado de Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros organismos internacionales acerca de la gravedad que la siniestralidad vial representa en la salud pública, en Bogotá se adopta la política de Visión Cero y se integra como parte del Plan Distrital de Seguridad Vial 2017-2026, que en su eje 3 establece la hoja de ruta para desarrollar los lineamientos de atención a víctimas de siniestros viales.

4. Marco teórico

La implementación del Centro de Orientación para Víctimas de Siniestros Viales tiene como sustento normativo lo establecido en la hoja de ruta del Plan Distrital de Seguridad Vial, el cual tiene como objetivo reducir en un 35% el número de víctimas (lesionados y fallecidos) por siniestralidad vial en el periodo 2017 - 2026, lo que equivale al 3.5% anual. En lo que respecta a la creación de ORVI el eje 3 Víctimas del PDSV, se establece como ruta establecer lineamiento para brindar orientación a las víctimas de siniestros viales y de este modo que puedan ajustarse a sus nuevas condiciones de vida.

Aunado a lo anterior el Plan Distrital de Desarrollo 2020 - 2024 *Un Nuevo Contrato Social y Ambiental para el siglo XXI* establece en el Artículo 15: Definición

de programas, Propósito 4: Hacer de Bogotá Región un modelo de movilidad multimodal, incluyente y sostenible, Programa 49. Movilidad segura, sostenible y accesible, la "... (IV) Implementar y operar el Centro de Orientación a Víctimas por Siniestros Viales...", asociado a la Meta sectorial No. 389 del Sector Movilidad.

5. Metodología

ORVI inicia el proceso de planeación para atender a víctimas de siniestros viales el 21 de octubre de 2020 bajo una modalidad de contrato interadministrativo con la Universidad Nacional de Colombia. La atención a la ciudadanía se empezó el 1 de diciembre de 2020 brindando orientación social, jurídica y psicológica a víctimas directas e indirectas de siniestros viales ocurridos en la ciudad de Bogotá.

Con la implementación de la operación, ORVI se consolida como el primer centro del país enfocado en la atención a víctimas de siniestros viales, que brinda a la ciudadanía un servicio gratuito, garantizando una atención diferencial con enfoque de género y de derechos.

6. Resultados

Desde el inicio de la operación el 1 de diciembre de 2020 hasta la fecha (30 de agosto de 2022) 632 personas han recibido atención en ORVI. En la tabla 1 se resume la trazabilidad de citas de atención brindada a las personas usuarias del centro.

	AÑO		
Servicio de orientación	2020	2021	2022
Orientación Jurídica	5	347	277
Orientación Social	3	242	179
Orientación Psicológica	3	365	337
Totalización	11	954	793

Tabla No 1: Citas de orientación realizadas en ORVI



7. Conclusiones

La implementación y operación de ORVI ha permitido responder de manera eficiente a las necesidades de orientación jurídica, psicológica y social que no habían sido atendidas al no existir un centro enfocado en ello.

La experiencia recogida en el diseño, planeación y operación de Centro ha sido reconocida como modelo y referente nacional en la creación de centros de orientación en el país.

Los aprendizajes obtenidos en el diseño y operación del centro constituyen una experiencia que ha permitido la transferencia e intercambio de conocimientos con entidades de orden territorial.

8. Impactos a corto, mediano y largo plazo

A corto plazo el impacto de la experiencia ha sido mantener un servicio de orientación jurídica social y psicóloga de calidad dirigida a las víctimas de siniestros.

A mediano plazo se espera ampliar el margen de atenciones y operación actual.

9. Referencias bibliográficas

[1] Plan de Desarrollo Distrital 2020-2024, Un Nuevo Contrato Social y Ambiental para la Bogotá del Siglo XXI

[2] Secretaría Distrital de Movilidad, Anuario de Siniestralidad Vial de Bogotá 2019.

[3] Secretaría Distrital de Movilidad, Plan Distrital de Seguridad Vial 2017-2026

10. URL del video en YouTube

<https://www.youtube.com/watch?v=VsJyXZ-8zpHY&t=7s>



Modelación de la severidad en colisiones de tránsito, caso de aplicación al municipio de Sabaneta, Antioquia, Colombia

Fabio A. Pava-Rojas^{1*}, Rodrigo Mesa-Arango², Víctor G. Valencia-Alaix¹

¹Universidad Nacional de Colombia- Sede Medellín, ²Florida Institute of Technology. FL, USA.

fapava@unal.edu.co, rmesaarango@fit.edu, vgvalenc@unal.edu.co

Resumen

Este trabajo constituye el segundo ejercicio de modelación econométrica de severidad en colisiones de tránsito, involucrando variables macroeconómicas en un territorio dentro de un país en desarrollo, con variables propias explicativas extraídas de las bases de datos públicas, desarrolladas a partir de los informes policiales de accidentes de tránsito municipales entre los años 2009 y 2019. Se calibran tres (3) modelos tipo Logit Multinomial MNL con parámetros aleatorios, incluyendo variables macroeconómicas. Esta investigación encuentra que las condiciones de: Vías de altas velocidades, altas pendientes, bi-direccionalidad, la falta de señalización horizontal, presencia de huecos, franjas horarias previas al inicio de pico y placa, fines de semana, la incidencia de factores climáticos, y el índice de motorización nacional, contribuyen al incremento de la severidad de las colisiones. Por otra parte, condiciones diurnas, usos del suelo residencial y comercial, pavimentos húmedos y el encarecimiento del costo de vida, tienden a disminuir la severidad.

1. Introducción

Este proyecto trabaja la modelación de la severidad en colisiones de tránsito, en un caso de aplicación al municipio de Sabaneta, Colombia. Se determina qué factores o variables determinan el comportamiento de la severidad, es decir, qué incide para que la consecuencia de una colisión genere heridos o muertos, durante un período de tiempo de 10 años. Este

tipo de investigaciones constituye un insumo fundamental para los gobiernos locales, ya que facilita entender los comportamientos de los actores viales, determinar las características de los sistemas de información y la calidad de las bases de datos, para su aplicación en la toma de decisiones acertadas, que lleven a mejorar las condiciones de seguridad vial en los territorios.

El autor analiza los datos generados por 19146 registros de colisiones de tránsito entre los años 2009 a 2019; involucrando variables relacionadas con la localización, fecha, lugar, geometría vial, tipo de colisión, severidad y otros atributos propios de cada registro según los Informes Policiales de Accidentes de Tránsito IPAT [1]; además se incluyen variables asociadas a la economía del país.

Este estudio, compara por primera vez la severidad en colisiones en territorios conurbados, poniendo a prueba la transferencia de los modelos, y constituye el segundo en su tipo en un país en desarrollo, esto es, modelación de la severidad de colisiones involucrando variables macroeconómicas. Además, pone a prueba la aplicabilidad de las técnicas econométricas en el análisis de severidad en colisiones en Sabaneta, siendo el primer estudio similar en este territorio. Los resultados llevan a establecer recomendaciones dirigidas a mejorar la infraestructura vial, la revisión y fortalecimiento de políticas públicas, procesos internos de manejo de bases de datos, y elaboración de acuerdos de cooperación para futuras investigaciones.



2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Aplicar modelos econométricos de severidad en colisiones de tránsito para el municipio de Sabaneta, a partir de información directamente recolectada de los informes policiales; con miras a que se contribuya a generar políticas de Seguridad Vial desde el contexto local, extensibles a otros territorios.

2.2. Objetivos específicos

- Calibrar un modelo econométrico de severidad, con base en el estudio para el municipio de Medellín de Mesa-Arango [2], y establecer una comparación entre ellos para el período de tiempo 2009 a 2016.
- Calibrar modelos econométricos de severidad en las colisiones analizadas para el municipio de Sabaneta, que involucre la mejor combinación de variables explicativas de las condiciones locales en el período de tiempo 2009 a 2019; e involucrando indicadores macroeconómicos.
- Establecer recomendaciones para construir bases de datos de colisiones, a partir de la digitalización de los informes IPAT; y para la elaboración de políticas en pro del mejoramiento de la seguridad vial en el territorio de estudio

3. Justificación

La accidentalidad en las vías ha pasado de ser un problema de tránsito y de movilidad, a ser un problema de salud pública. La mayoría de los seres humanos están habituados a desplazarse de un sitio a otro en su vida cotidiana, resultando expuestos a los riesgos asociados a los diferentes modos de transporte. De acuerdo con las características físicas de la infraestructura, vehículos, condiciones climáticas, horarios, y demás factores involucrados en los desplazamientos, las personas siempre están expuestas a sufrir un accidente o colisión de tránsito. Según la Organización Mundial de la Salud [3]; mueren aproximadamente 1,25

millones de personas cada año en el mundo en colisiones de tránsito. Así, toda acción emprendida para mejorar las condiciones de Seguridad Vial tiene como fin salvar vidas humanas [4].

Entre tantas necesidades que existen de estudio, análisis, toma de decisiones y entendimiento general del problema, toma gran importancia el hecho de conocer a fondo la realidad sobre las colisiones de tránsito en los países en desarrollo, como punto de partida para aclarar el panorama de severidad, incidencia, tasa de mortalidad, condiciones de infraestructura, etcétera; entender las variables asociadas a las colisiones, y así entregar información que facilite la toma de decisiones acertadas por parte de autoridades y actores viales. El área del municipio de Sabaneta es de 15 Km²; el municipio más pequeño de Colombia, de primera categoría y con aproximadamente dos terceras partes de zonas urbana y de expansión. La totalidad de registros a estudiar es de 19146 colisiones, ocurridas durante los años 2009 a 2019, con fecha del último registro del 31/08/2019. Se destaca este territorio como un caso muy ilustrativo para su análisis, pues con las características mencionadas ilustra de forma acertada las condiciones de los municipios urbanizados de Colombia, y puedan ser comparados sus resultados con otros territorios. En Sabaneta ocurren cerca de 1900 colisiones de tránsito cada año, con 42 personas fallecidas entre 2009 y 2019 y 744 personas heridas en promedio por año. El auge urbanístico que se presenta desde hace unos años en este municipio ha incrementado su población a 82.375 habitantes, 70.401 ubicados en zona urbana, lo que representa un crecimiento de más de 80% de su población de acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, y sus cifras de censos de 2018 y 2005.

4. Marco teórico

Este trabajo investigativo muestra la elaboración y calibración de tres (3) modelos econométricos Logit Multinomial MNL de severidad en colisiones de tránsito, con parámetros aleatorios. La severidad de las colisiones está explicada por variables independientes que

componen las diferentes características de cada colisión registrada, y su modelación, incluyendo variables macroeconómicas, darán el resultado de incremento o disminución de la severidad (variable dependiente) en términos de cada variable independiente. Este tipo de modelos pueden considerar variaciones en la probabilidad de la incidencia de algunas variables en el resultado de la severidad, esto es, que la variable independiente incide en los resultados en forma tanto de incremento como de reducción de la severidad (a esto se le llama parámetro aleatorio).

5. Metodología

Se realizó la gestión para viabilizar el proyecto de investigación bajo la modalidad de cooperación interinstitucional entre la Universidad Nacional de Colombia y la Alcaldía de Sabaneta, que fue aprobada el 10 de noviembre de 2017 mediante comunicación Radicada 2017057081 del 10/11/2017.

En total se tuvo información de 19.146 colisiones, entre los años 2009 a 2019, con corte a 31/08/2019. La información que se recibió detalla las variables de las características de las colisiones asociadas con

severidad, temporalidad, infraestructura, tipo de colisión, localización, condiciones atmosféricas y otros atributos específicos, que corresponden con la primera parte del *IPAT*.

Para estandarizar la información obtenida, se llevaron los datos de los archivos recibidos a códigos numéricos, y así poder ser procesados como modelos econométricos. Este proceso involucró la programación de códigos en *Matlab*.

Finalmente, se hizo la calibración de los tres modelos econométricos en el software *NLOGIT5*, partiendo de la información en archivos planos generados de los procesos anteriores, y cuyos resultados se interpretaron en función de los objetivos de la investigación.

6. Resultados

Esta sección enuncia los resultados de los tres modelos, los compara con Mesa-Arango et al, y sintetiza la discusión de los resultados obtenidos. La Tabla 1 muestra el comparativo entre modelos y sus variables, además relaciona las recomendaciones de políticas públicas con las variables estudiadas.

Característica / Modelo	Mesa Arango et al (2018)	Modelo 2016	Modelo Súper 2019	Modelo 2018 intermedio	Política Pública sugerida
Tiempo de computación	30.11 h	5 h 17 min	11 h 28 min	4 h 37 min	-
Parámetros aleatorios	Latwo, Linterc, D07, Wrfw, GDP	Non	H18, H16, D1two	Linterc, Useres, Wclear, D1two	-
Categorías	Variables	Variables	Variables	Variables	-
Geometría vial y control de tránsito	La1one+, La1two+	La1one+, La1two+	La1three+	La1three+	Control Velocidad
	Ro1one	Ro1one	Ro1two+	Ro1two+	Control Velocidad
	C1curv	C1curv+	-	-	Vías Perdonadoras
	Linterc+, Lround	Linterc	Linterc+	Linterc+	Señalización
	Sg1work	Sg1work+	-	-	Señalización
	D1one	D1one	D1two+	D1two+	Unidireccionalidad Vial
	-	-	G1gra+	G1gra+	Vías Perdonadoras



Geometría vial y control de tránsito	-	-	Hz1non+	Hz1non+	Señalización
	-	-	W1side+	-	Vías Perdonadoras
Condiciones del pavimento	En1dry+	En1dry+	En1wet	En1wet	Mtto y vías perdonadoras
	-	-	Q1poth+	Q1poth+	Mantenimiento
Atributos temporales	Months	Months	-	-	-
	Saturday+, Sunday+	Saturday+, Sunday+	Sunday+	Sunday+	Operativos Control
	From 6 pm to 12 am	From 6 pm to 12 am	H07, H1m, H13, From H16 to H20	H07, H1m, H13, From H16 to H20	Diseñar operativos antes de pico y placa
	From 12 am to 9 am	From 12 am to 9 am	-	-	Operativos Control
Tipo de colisión	Typroll+, Typrun+, Typfall+ Tyothe+	Typroll+	Typroll, Typcras	Typroll, Typcras	Todas
Condiciones climáticas, uso del suelo e iluminación	Weather Rain Fog and Wind	Weather Rain Fog and Wind+	Wclear	Wclear	Mtto y vías perdonadoras
	Useres+	Useres	Usecom	Usecom, Useres	Señalización
	Ligood+	-	-	-	-
Indicadores macroeconómicos	GDP	GDP	-	-	Todas
	CPI	CPI+	-	CPI	Todas
	Motorization+	Motorization+	-	Motorization+	Todas
LLMNL Parámetros fijos (Restringido)	129932,90	-6276,25	-2349,06	-3617,37	-
LLMNL Parámetros aleatorios (NR)	129203,90	-	-3867,07	-5852,24	-
Chi-cuadrada	-1458	272418,2948	3048,02	-4469,75	-
Grados de Libertad		5	3	4	-

Tabla 1: Comparativo Resultados Modelos. **Fuente:** Elaboración propia. El signo + denota incremento en severidad.

7. Conclusiones

Esta investigación a nivel general presenta principalmente tres contribuciones: a) Compara la modelación de la severidad en colisiones de tránsito de dos territorios conurbados, sensiblemente diferentes en tamaño y comportamientos, Sabaneta y Medellín. Se pone a prueba la transferencia estadística de los modelos, con el fin de comprobar su expansión geográfica, y las similitudes entre las bases de datos y su calidad. b) Elaboración de nuevos modelos

econométricos para Sabaneta, un territorio urbano de una ciudad Latinoamericana, los cuales estudian variables que influyen en la severidad, incluyen variables macroeconómicas y otras con poder explicativo de las condiciones locales. c) Se dan cinco (5) recomendaciones para construir bases de datos de colisiones, a partir de la digitalización de los informes **IPAT** y su uso en nuevas investigaciones. Asimismo, se dan siete recomendaciones en materia de política pública en pro del mejoramiento de las condiciones de **SV** en el territorio.

Las variables que inciden en mayor medida en el incremento de la severidad de las colisiones son: Vías de dos, tres o más carriles, dobles calzadas, intersecciones viales, deficiencias en la señalización, vías de alta pendiente, vías bi-direccionales, secciones viales con andén adyacente, presencia de huecos o baches en el pavimento, los fines de semana especialmente los días domingo, las horas nocturnas, las horas previas al inicio de la restricción por pico y placa y el índice de motorización.

Las variables relacionadas con la reducción de la severidad de las colisiones son: Clima lluvioso y/o pavimento húmedo, franjas horarias con congestión de tránsito, usos del suelo comercial y residencial, los choques entre vehículos y tipo volcamiento, y las condiciones de crecimiento del *PIB* y de *IPC*.

La calidad de las bases de datos es fundamental. Descartar variables explicativas por causa de la poca calidad y/o alto porcentaje de vacíos en su contenido priva a este tipo de estudios de entender mejor los comportamientos asociados a las colisiones, y constituye un llamado a la mejora de las políticas de toma de datos y manejo de la información por las entidades públicas

8. Impactos a corto, mediano y largo plazo

Corto plazo: Con el objetivo de sensibilizar a la administración municipal sobre las alternativas de soluciones prácticas brindadas por los modelos, se compartieron los resultados y recomendaciones de la investigación, proyectando la implementación inmediata en las medidas que los recursos así lo permitan, y con el ánimo de ser insumo para la viabilización de proyectos que requieran recursos u otros procesos internos para su implementación. Además, se proyectan nuevas investigaciones y de realizar nuevas investigaciones en este término.

Mediano plazo: Se proyecta que los resultados de la implementación a corto plazo sean medibles y

cuantificables para la toma permanente de decisiones; además de la realización continua de investigaciones en seguridad vial, que constituyen el insumo base para el estudio permanente de la seguridad vial. Las decisiones de gobernanza acertadas en este campo se traducen en el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del territorio.

Largo plazo: Este estudio es un insumo para fortalecer la elaboración y puesta en discusión de políticas públicas en seguridad vial, que consolide las acciones a corto y mediano plazo, el fortalecimiento de la capacidad instalada de la autoridad municipal y las alianzas estratégicas contribuyan al campo de estudio.

9. Referencias bibliográficas

- [1] Colombia. Ministerio de Transporte. Resolución 0011268 del 06 de diciembre de 2012. Por la cual se adopta el nuevo Informe Policial de Accidentes de Tránsito (IPAT), su Manual de Diligenciamiento y se dictan otras disposiciones. Disponible en web: http://web.mintransporte.gov.co/rnat/app/ayudas/Resolucion_0011268_2012.pdf
- [2] Mesa-Arango, R., V. G. Valencia-Alaix, R. A. Pineda-Mendez, and T. Eissa (2018). Influence of Socioeconomic Conditions on Crash Injury Severity for an Urban Area in a Developing Country. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. pp. 1–13. <https://doi.org/10.1177/0361198118758684>.
- [3] Organización Mundial de la Salud (2015). Informe sobre la situación mundial de la Seguridad Vial. Disponible en web https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/es/
- [4] Organización de las Naciones Unidas (2011). Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020.



10. URL del video en YouTube (Google Drive)

Se comparte el siguiente link de Google Drive, asociado a la cuenta del autor, con acceso libre: Dentro de la carpeta se encuentra el archivo del video requerido.

<https://drive.google.com/drive/folders/1rmta6px-BZrPNWqt28cYQPGLZP4KPBfmq?usp=sharing>





4. TRÁNSITO Y TRANSPORTE

Bogotá ha sido un ejemplo común de una ciudad megalópolis con el reto inminente del tránsito y el transporte, siendo una región metropolitana que tiene un creciente aumento en el número de personas que se movilizan desde y hacia la ciudad y a su vez se considera que el tránsito, la ineficiencia y los tiempos de desplazamiento han generado impactos importantes sobre el funcionamiento de la ciudad, que deben ser atendidos. El plan de desarrollo de la administración actual vigente (2020-2024)⁸ establece como objetivo convertir a Bogotá y su región como “un modelo de movilidad, creatividad y productividad incluyente y sostenible”. Esto último se relaciona directamente con el tránsito en la ciudad, que se ha vuelto un reto para lograr mejorar la competitividad urbana, productividad y eficiencia de diferentes procesos que dependen de la movilidad. Una de las medidas para mejorar las condiciones de tránsito y transporte de la ciudad se basa en la multimodalidad y en cómo se

puede generar un modelo de transporte integral, eficiente y sostenible, mencionado en el Subcapítulo 2 del decreto 555 de 2021⁹. Por otro lado, se han llevado a cabo diferentes investigaciones y propuestas que acerquen a Bogotá a convertirse en una ciudad con movilidad inteligente, a partir de proyectos e intervenciones como las cámaras de control de tráfico o las cámaras salvavidas que apoyan la intervención directa, recopilando y procesando la información y los datos del flujo vehicular, para establecer acciones que mejoren los tiempos de recorrido, lo que ha permitido aportes significativos hacia una movilidad que se base en la eficiencia y el uso de los diferentes modos de transporte, a través de la tecnología y la innovación. Una ciudad más eficiente es una ciudad más competitiva (CEPAL, 2003)¹⁰ y con mejor calidad de vida, por eso mismo, se reitera la importancia de la investigación y nuevas propuestas en esta área de la movilidad en Bogotá.

8 Plan de Desarrollo Económico, Social, Ambiental y de Obras Públicas del Distrito Capital 2020-2024. (2020) “Un Nuevo Contrato Social y Ambiental para la Bogotá del Siglo XXI” Alcaldía mayor de Bogotá.

9 Decreto 555, Plan de Ordenamiento territorial “Bogotá Verdece 2022-2035” (2021). Secretaria distrital de planeación, Alcaldía mayor de Bogotá.

10 CEPAL (Organización de las Naciones Unidas) (ed.) (2003) “Ciudad y transporte: la movilidad urbana,” Cuadernos de la CEPAL, November.



Reconocimiento de eventos de audio en entornos exteriores urbanos para la detección de vehículos motorizados de combustión

Miguel Santiago Betancourt Alonso, Pedro Raúl Vizcaya Guarín, Francisco Carlos Calderón Bocanegra
Universidad Javeriana

betancourtmiguel@javeriana.edu.co, pvizcaya@javeriana.edu.co, calderonf@javeriana.edu.co

Resumen

Con la construcción de una base de datos de audio rotulada a partir de la monitorización de una vía residencial, se realiza la detección y clasificación de vehículos con el entrenamiento, validación y pruebas de una red neuronal implementada en Matlab. Las características extraídas de cada evento de audio del paso de un vehículo por la vía son obtenidas aplicando el algoritmo MFCC. Aplicando el método MFCC de extracción de características se logra construir vectores con la información de los coeficientes cepstrales de cada evento de audio en frecuencia de Mel y utilizarlos a la entrada de la red neuronal para realizar las tareas de detección y clasificación de vehículos en las clases 'noAuto', 'moto', 'carro', 'bus' y 'camión'. Se obtiene un vector de decisión a la salida de la red, se realiza una matriz de confusión por etapa y se presentan las métricas de desempeño de la red neuronal.

1. Introducción

En el siguiente trabajo se propone realizar la identificación del tipo de automotor a combustión entre las clases de moto, carro, bus, camión y no auto con datos de audio extraído de videos grabados en una vía residencial de flujo vehicular medio-bajo de doble sentido. Los videos fueron grabados a 15 metros de la vía con vista directa al tránsito y se etiquetaron los datos según tipo de vehículo. Los audios fueron divididos en bloques y ventaneados para realizar la extracción de características ceptrales MFCC, posteriormente se

introdujeron a la red como entrada 26 eventos de tráfico (el paso de un automotor por la sección de vía residencial) diferentes por cada tipo de vehículo y con los datos de clasificación obtenidos se realizaron los análisis del desempeño de la red cuando la clasificación se realiza con datos con una etapa de preénfasis previa y otra con datos sin preénfasis.

A partir de los resultados obtenidos en la tarea de clasificación, se propone realizar un experimento del comportamiento de la información mutua entre las etiquetas de entrada y las predicciones a la salida de la red, cuando se varía el número de ventanas para tomar la decisión de la clase a la que corresponde dicho patrón descrito por el vector de características. Se concluye respondiendo la pregunta ¿es posible realizar una detección y clasificación con datos de audio de vehículos con motor de combustión?, y se recomiendan futuros desarrollos para la generalización de la tarea de detección de tráfico vehicular.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Realizar la detección de vehículos motorizados de combustión extrayendo características espectro-temporales de las señales acústicas adquiridas, que permitan el ajuste de la CNN para la identificación de variables relacionadas con el flujo de tráfico, que sirvan para la estimación de este en una vía residencial de la ciudad.

2.2. Objetivos específicos

- Adquirir muestras de audio y video que permita la construcción de la base de datos para el entrenamiento y evaluación del sistema.
- Realizar el etiquetado manual de los eventos de audio con ayuda de video, identificando el número y tipo de motores existentes por escena teniendo en cuenta parámetros de medición de tráfico.
- Extraer las características del audio para reducir la dimensionalidad del problema empleando el método MFCC.
- Entrenar el modelo de red neuronal CNN.
- Evaluar el desempeño de la red neuronal entrenada con los datos de prueba.
- Ordenar los datos de salida del sistema y generar una conclusión acerca de la capacidad de reconocimiento de sonidos de tráfico y efectividad en la estimación de la densidad de tráfico.
- Evaluar el desempeño de la red con los resultados obtenidos de la clasificación realizando el cálculo de métricas como exactitud, precisión, recall e información mutua.

3. Justificación

El programa de movilidad de la ciudad de Bogotá propuesto por la Secretaría Distrital tiene como uno de sus objetivos específicos la implementación de políticas de movilidad basadas en el análisis de datos para fomentar la productividad, eficiencia y bienestar de la ciudad. En este orden de ideas el programa de movilidad distrital se encuentra en constante búsqueda de datos relacionados al tráfico vehicular en la ciudad.

En el siguiente trabajo se realiza la detección y clasificación de vehículos a la salida de una red neuronal a partir de datos de audio, y se presenta como una alternativa económica y confiable para la obtención de la información del paso de un tipo de vehículo entre 'moto', 'carro', 'bus', 'camión' y 'noAuto'. La información del paso o no de un tipo de automotor por una vía residencial en un determinado momento permitiría ayudar en la caracterización de la vía residencial, útil

en la etapa de planeación vial y control de tráfico.

4. Marco teórico

Un sistema inteligente es un sistema capaz de tomar decisiones a partir del procesamiento de datos. La implementación de un sistema inteligente de transporte alimentado masivamente de variables de tráfico obtenidas de la monitorización de las diferentes vías de la ciudad, es cada vez más necesaria, anualmente el incremento en los tiempos promedios de desplazamiento en taxi es del 4.5%, en carro particular del 3.1% y en SITP (Sistema Integrado de Transporte Público) es de 2.3% en Bogotá y esta es la cuarta ciudad con mayor número de horas en atascos a nivel mundial según un informe realizado por INRIX-TomTom en 2021 [1], con unas 126 horas perdidas en embotellamientos vehiculares en promedio por año.

El tráfico vehicular se define como la actividad del flujo vehicular por una vía habilitada para el paso automotor. El término tránsito vehicular es más específico para referirse a la movilidad vial, sin embargo, tanto tránsito como tráfico vehicular hacen referencia al mismo fenómeno producido por el flujo de automotores por una vía o autopista. Es de aclarar que, en el presente trabajo, cuando se refiere al término tráfico o tránsito vehicular se realiza abarcando el flujo de automotores o vehículos de tracción mecánica alimentados por combustible fabricado con derivados del petróleo.

El control de tránsito se realiza con el objetivo de conducir de forma adecuada el flujo de tráfico vehicular para reducir tiempos de desplazamiento y evitar accidentes en la vía [3][4]. Para tal fin se emplean estrategias de control directo e indirecto, entre los que se encuentran los semáforos y las vallas o carteles LED como formas directas y campañas de concientización al volante, GPS e información adicional de cierres viales como formas indirectas. Los sistemas de control de tránsito son cada vez más inteligentes, realizando la tarea de detección de tráfico de forma automática y entregando a la salida variables que permiten medir el volumen del flujo



vehicular e incluso peatonal, mejorando la congestión vial, el número de accidentes, la planeación vial, etc.

5. Metodología

Para el cumplimiento de los objetivos anteriormente enumerados, se propuso seguir la metodología que se muestra en la figura 1. El desarrollo del proyecto se divide en cinco bloques, comenzando con la adquisición de los datos de audio y video, y finalizando con el entrenamiento de la red neuronal con el programa 'nnstrart' de Matlab en el que se realiza el trabajo de validación y testeo

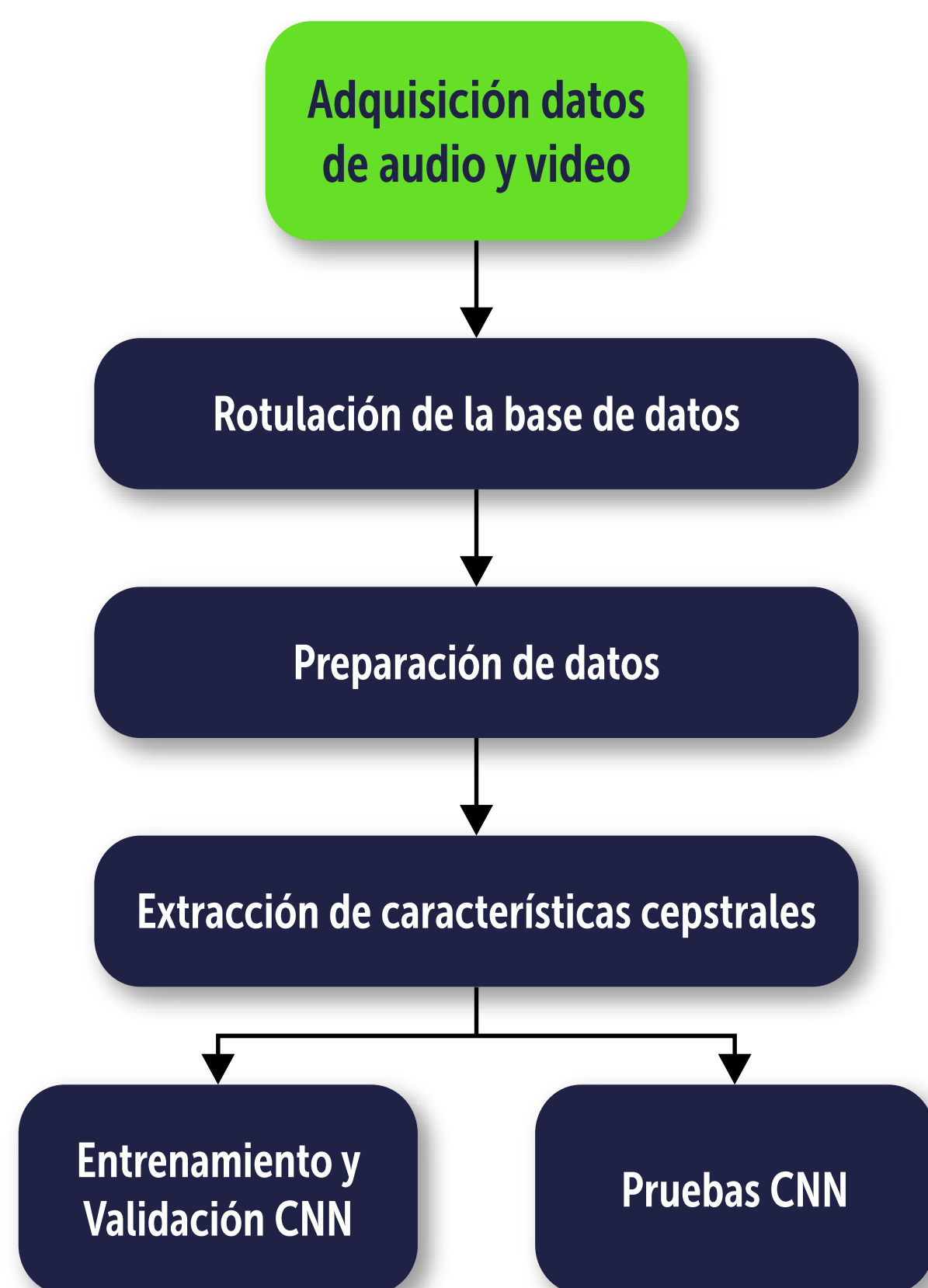


Figura 1. Diagrama de bloques de la metodología seguida en el desarrollo del proyecto

5.1. Adquisición datos de audio y video

Se realizó la monitorización de la sección de la vía mostrada en la figura 2 para la adquisición de los datos de audio y video del tránsito vehicular. Se obtuvieron cinco grabaciones con duración promedio de 50 minutos, de los cuales se registraron 130 eventos de tráfico. Un evento de tráfico

se define como el paso de un vehículo desde su aparición en escena hasta su salida de esta.



Figura 2. Sección de la vía residencial Tierra Negra donde se realizó la grabación del flujo vehicular.

5.2. Rotulación de la base de datos

Los 130 eventos de tráfico registrados en video y audio se importaron en la herramienta de Matlab "audio *Labeler*" para la rotulación manual de los diferentes tipos de vehículos. Las clases de etiquetas creadas para la rotulación se muestran en la tabla 1. La herramienta '*audioLabel*' permite a partir de la definición de un tiempo en milisegundos de inicio y final del evento de tráfico asignar la etiqueta a un segmento de audio según la clase identificada como se observa en la figura 3.

Etiqueta	Moto	Carro	Bus	Camión	NoAuto
----------	------	-------	-----	--------	--------

Tabla 1. Etiquetas utilizadas en la rotulación de los eventos de audio de tránsito.

La rotulación de los eventos de audio de tráfico se realizó de forma subjetiva a criterio del observador, donde se tuvo en cuenta la característica de tamaño principalmente. De '*audioLabeler*' se obtiene una tabla con tres columnas, 'tiempo de inicio', 'tiempo de fin' y 'tipo de vehículo'. La clase 'noAuto' está compuesta de segmentos de audio en donde no hay paso de vehículos y los sonidos presentes son de fuentes

diferentes a motores como sirenas, alarmas, personas, etc. En total se rotularon 130 eventos de audio de tráfico, 26 por cada tipo o clase.

6. Resultados

El protocolo de pruebas se dividió en las etapas de entrenamiento, validación y pruebas (ver Figura 3) realizadas con la base de datos obtenida de 130 eventos de tráfico vehicular, y la sección de pruebas preliminares en donde se analizó inicialmente la capacidad de las características extraídas para describir el evento y realizar la clasificación. De cada etapa se obtuvieron como resultados las matrices de confusión y métricas de desempeño. Sin embargo, se presenta el consolidado únicamente de la etapa de pruebas.

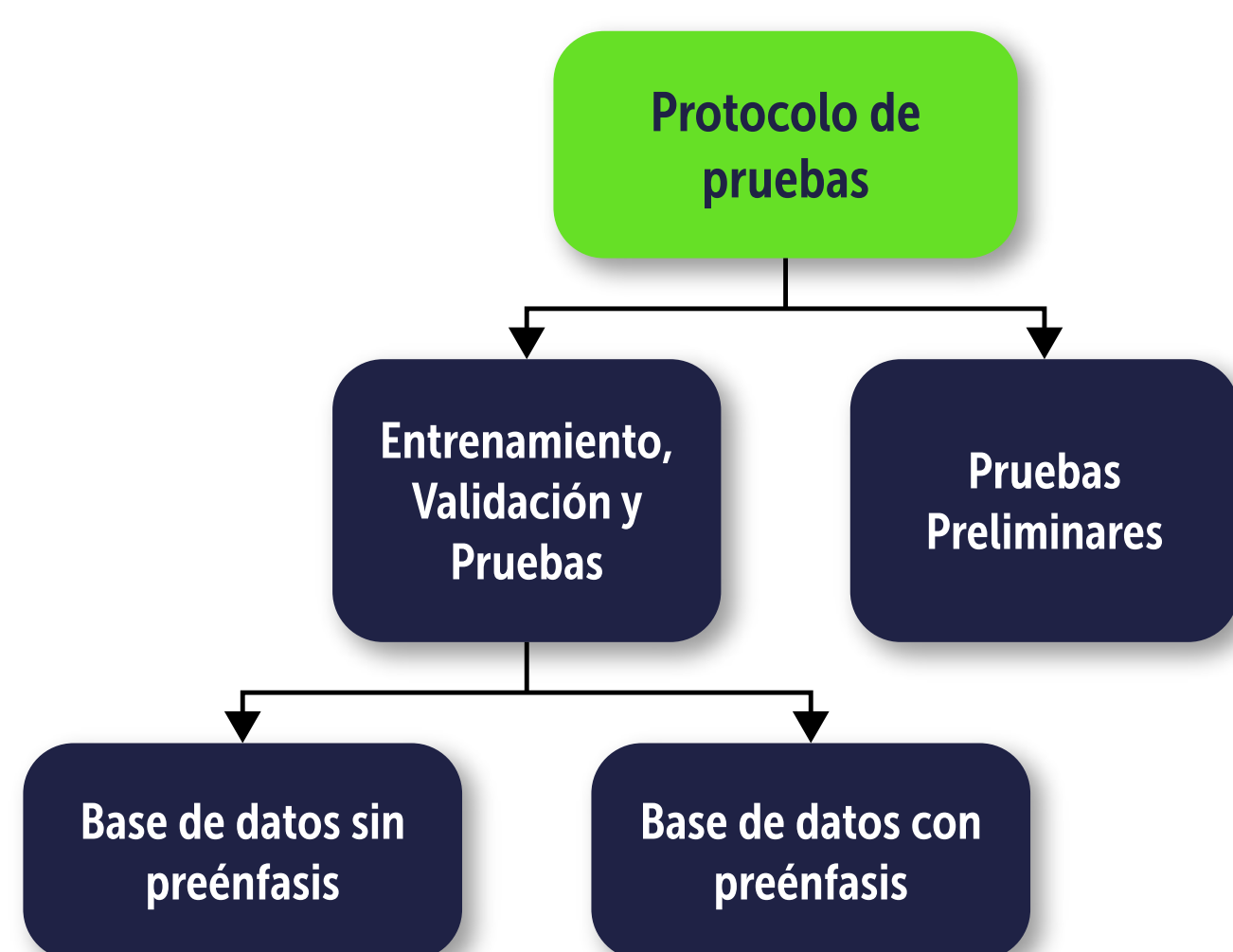


Figura 3. Protocolo de pruebas.

6.1. Entrenamiento, validación y pruebas

Base de datos sin preénfasis:

La base de datos se importó en la aplicación de Matlab 'nnstart', vectores de características y vectores de etiquetas. Se establecieron ocho neuronas en la capa oculta de entrada y se inició el entrenamiento. A continuación, se muestran las métricas obtenidas y el análisis realizado del desempeño en la tarea de clasificación por tipo y detección de vehículos motorizados de combustión.

Matriz de confusión de etapa de prueba:

	Bus	Carro	Moto	Camión	NoAuto
VP	408	521	510	435	672
FP	226	295	183	302	56
VN	2703	2577	2698	2564	2828
FN	271	215	217	307	52

Tabla 2. Resultados de la matriz de confusión prueba de la red neuronal.

La exactitud de la clasificación en la etapa de pruebas fue:

$$Exactitud = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{VP_i + VN_i}{VP_i + FP_i + VN_i + FN_i} = \frac{1}{5} (0.86 + 0.86 + 0.89 + 0.83 + 0.97) = 0.88$$

La precisión de la clasificación en la etapa de pruebas fue:

$$Precisión = \frac{\sum_{i=1}^n VP_i}{\sum_{i=1}^n (VP_i + FP_i)} = \frac{2546}{2546 + 1062} = 0.71$$

El recuerdo (recall) de la clasificación en la etapa de pruebas fue:

$$Recall = \frac{\sum_{i=1}^n VP_i}{\sum_{i=1}^n (VP_i + FN_i)} = \frac{2546}{2546 + 1062} = 0.71$$

Los valores obtenidos de las métricas con los datos de prueba para la red son similares a los obtenidos en la etapa de entrenamiento. Se mantienen los valores de exactitud, precisión y recall de la red con una base de datos con menor cantidad de registros procesados.

7. Conclusiones

La exactitud promedio de la tarea de clasificación de los eventos de tráfico fue del 70%. La exactitud se mantuvo en la etapa de validación de la red. Se realizó el análisis del rendimiento de la clasificación en dos



situaciones distintas, con datos con preénfasis y sin preénfasis. En la comparación de los resultados obtenidos de estas dos distintas implementaciones de la base datos no se obtuvieron las diferencias esperadas al reducir el rango espectral, las dos redes neuronales tuvieron resultados de desempeño similares. Como resultado final se considera posible la clasificación por tipos de vehículos motorizados a combustión como motos, carros, camiones y buses. A partir de los vectores de salida realizar una caracterización del flujo de tráfico vehicular por la vía, realizando el conteo por tipo de vehículo.

8. Referencias bibliográficas

[1] Índice de movilidad vial global Tom Tom, <https://www.tomtom.com/traffic-index>.

[2] Y. Hsu, S. Chang, and J. Guo, "A multiple vehicle tracking and counting method and its realization on

an embedded system with a surveillance camera," in 2018 IEEE International Conference.

[3] A. Forero and F. Calderon, "Vehicle and pedestrian video-tracking with classification based on deep convolutional neural networks," 2019 XXII Symposium on Image, Signal Processing and Artificial Vision (STSIVA), 2019, pp. 1-5, doi: 10.1109/STSIVA.2019.8730234.

[4] Secretaría de Movilidad de Bogotá. (n.d.), plan distrital de movilidad sostenible, de <http://www.movilidadbogota.gov.co/>.

[5] J.J. Henry, J.L. Farges, J. Tuffal, The Prodyn Real Time Traffic Algorithm, IFAC Proceedings Volumes, Volume 16, Issue 4, 1983, Pages 305-310, ISSN 1474-6670, [https://doi.org/10.1016/S1474-6670\(17\)62577-1](https://doi.org/10.1016/S1474-6670(17)62577-1).



Sistema de semaforización inteligente

Lilian Arleth Guerrero Salcedo, Sergio Raúl Tovar

Subdirección de Semaforización

lguerreros@movilidadbogota.gov.co, srtovar@movilidadbogota.gov.co

Resumen

La SDM planeó la implementación del Sistema de Semáforos Inteligente mediante la renovación del sistema de semaforización antiguo (SSA) para esto, en el año 2016 recibió apoyo de un experto internacional quien revisó y dio recomendaciones iniciales para su sustitución [1]. Seguidamente, se gestionó apoyo con una consultoría experta para realizar los estudios y estructuración técnica, administrativa y jurídica del proyecto Sistema de Semáforos Inteligente (SSI) [2]. Su estructuración [3], se dio por etapas considerando actividades previas, instalación en vía de nuevos elementos, instalación de central y su puesta en marcha (Centro de Gestión de Tránsito), entre otras.

Sus características técnicas se definieron como un sistema centralizado, con protocolo de comunicaciones abierto, operación de modos responsivo y adaptativo, escalable, interoperable, solo por mencionar algunas. Finalmente, se dio al servicio un nuevo sistema equiparable a los implementados en ciudades desarrolladas como elemento importante para mejorar las condiciones de movilidad de los Bogotanos.

de comunicaciones, electrónica, sistemas de información, y estándares abiertos conllevando a cambios en la regulación semafórica mejorando aspectos como la obtención y el análisis de datos, la respuestas en línea, escalabilidad e interoperabilidad, aportando también a la reducción de los consumos energéticos y facilitando la integración de políticas de movilidad.

El Sistema de Semaforización Inteligente (SSI) permite compilar los datos de tránsito en tiempo real, analizar y ajustar la programación según las necesidades del tráfico detectadas. La innovación del sistema incluyó nuevos controladores para las intersecciones existentes y proyectadas en su momento (54 nuevas intersecciones), cambio a semáforos tipo LED los cuales consumen un 74% por ciento menos de energía en comparación con las luces halógenas, complementó intersecciones semaforizadas existentes con pasos peatonales, sonoros y/o biciusuarios, también se implementaron nuevos dispositivos tecnológicos para potenciar la seguridad vial como son los módulos con contador regresivo brindado trayectorias peatonales más seguras y eficientes, entre otros.

1. Introducción

El proyecto de Implementación del Sistema de Semáforos Inteligente parte de la necesidad de renovación del sistema de semaforización antiguo (SSA) porque dicho sistema había sido instalado en la década del 70 (con algunas actualizaciones) y considerando que la tecnología ha evolucionado constantemente desde la implementación del SSA mejorando su confiabilidad, rendimiento y facilidad de escalamiento, optimización

2. Objetivo general

Implementar un Sistema de Semáforos Inteligente que permita afrontar las exigentes condiciones del tránsito y los nuevos retos de la ciudad, en tal sentido el nuevo sistema será centralizado (con una única central), con protocolo de comunicaciones abierto, con nuevos controladores de intersecciones semaforizadas, con tecnología LED, con sensores (video detectores vehicular), con respaldo de energía para buena parte de sus intersecciones semaforizadas, con una



red de comunicaciones acorde de las exigencias técnicas, con capacidad de manejo de modos de operación semafórica avanzados (responsivo, adaptativo y gestión de colas vehiculares), además será escalable, interoperable y estará implementado en el Centro de Gestión de Tránsito de la SDM convirtiéndose en un elemento importante en la gestión del tránsito con lo cual se aporta en mejorar la movilidad de la ciudad.

3. Justificación

La implementación del Sistema de Semáforos Inteligente se justifica dado que el antiguo sistema y su tecnología no se ajustaba a las exigencias de una ciudad como Bogotá debido a que imponía algunas restricciones en la gestión semafórica y no permitía implementar nuevos modos de operación que ya estaban disponibles e implementados en otras ciudades del mundo como Londres, Nueva York, Berlín entre otras. Las limitaciones del SSA se identificaba en la capacidad de sus centrales (cada una de sus tres centrales tenía su capacidad estaba al límite), la red de comunicaciones con limitada capacidad de transferencia de información, disponibilidad y confiabilidad, es de resaltar que por distancias algunos controladores (computador de las intersecciones semaforizadas) no estaban conectados con la central, el 54% de los controladores obsoletos ya habían cumplido su vida útil y el fabricante había dejado de producir repuestos, no se permitía la interoperabilidad (el protocolo de comunicaciones entre centrales y controladores era propietario), la gestión centralizada de la red de semaforización se limitaba al funcionamiento basado en el tiempo programación prefijada de los planes de señales), entre los aspectos más limitantes del sistema. Lo expuesto, generaba un cuello de botella para enfrentar los retos de movilidad de la ciudad.

4. Marco teórico

En la planeación para la implementación del Sistema de Semáforos Inteligente - SSI, se requería revisar las condiciones técnicas del sistema de semaforización antiguo y verificar el estado del arte a nivel mundial de los

sistemas de semaforización en ciudades similares y de esta forma definir las características técnicas incluida su arquitectura, su plataforma central (principal y de respaldo), su configuración a nivel de sistema de comunicaciones, entre los más destacados, de esta forma se podría avanzar en la definición de fases para realizar la implementación del nuevo sistema de semaforización (esta última parte es muy importante dado que no es fácil reemplazar un sistema de semáforos por otro, algunas ciudades optan por avanzar progresivamente con modernizaciones de sus sistemas) y finalmente contratar al implementador del Sistema de Semáforos Inteligente.

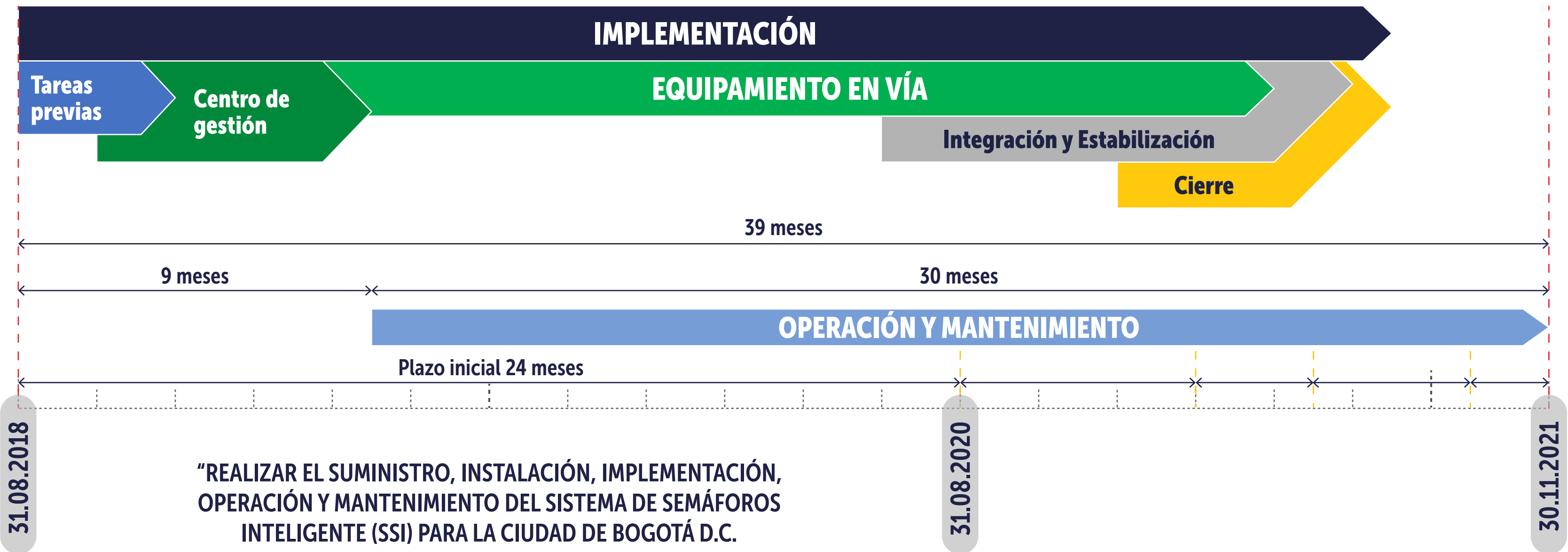
En preparación de los diferentes momentos necesarios en el proyecto del Sistema de Semáforos Inteligente, desde la selección de la consultoría se revisaron estudios realizados en torno a ciudades a nivel mundial que involucran sistemas de semaforización. Es así como se revisó el documento “Desarrollo Urbano y Movilidad en América Latina” [5] en el que se destaca el análisis realizado sobre el número de habitantes versus el número de intersecciones semaforizadas, parámetros que junto con los datos de población mundial publicados por las Naciones Unidas (United Nations – Department of Economic and Social Affairs – Population Division), soportaron parte de las condiciones de selección sobre el requisito de aportar certificaciones de proyectos de “Diseño o implementación de un sistema semafórico que contenga por lo menos cada uno setecientas (700) intersecciones, que incluya modo de operación adaptativa”, permitiendo establecer un escenario válido y objetivo de selección. Dentro de las revisiones y estudios a realizar por el consultor a cargo de la estructuración del SSI y contando con el apoyo y gestión de los profesionales del grupo de semaforización, se revisaron diferentes documentos a nivel nacional para establecer las características técnicas. Es así, que se consultó la Arquitectura ITS Nacional elaborada en el año 2010 (Informe 4 Arquitectura ITS del Plan Maestro ITS de Colombia 2010 contratado por el Departamento Nacional de Planeación), en la cual se encuentran definidos los servicios ITS identificados a nivel nacional, los que son la base para las características de la arquitectura lógica y física del sistema de semaforización.

5. Metodología

En la revisión de la Implementación de un Sistema de Semáforos moderno acorde de las exigencias de movilidad de la ciudad de Bogotá D.C., según lo descrito, llevó a que la Secretaría Distrital de Movilidad planeará la renovación del sistema de semaforización de manera rigurosa (ya se habían tenido intentos fallidos de actualizar el sistema en los años 2009 y 2011), para esto, en el año 2016 se gestionó el apoyo de experto internacional para revisar el antiguo sistema de semaforización y tener en primera instancia las recomendaciones y lineamientos iniciales para en la renovación. De esta forma, en el mismo año se realizó el proceso

contractual seleccionando la consultoría especializada que realizó los estudios y estructuración técnica, administrativa y jurídica del proyecto de Implementación del Sistema de Semáforos Inteligente -SSI.

El proyecto de Implementación del Sistema de Semáforos Inteligente se proyectó mediante fases las que de acuerdo a la ejecución se debieron ajustar, considerando que buena parte del proyecto se ejecutó en pandemia agregando algunas limitantes propias por la prevención en la propagación del virus (Covid-19). A continuación, se muestra las fases del proyecto ajustadas según la ejecución:



Fuente: Consultoría Especializada y ajustes dados en la ejecución del proyecto

6. Resultados

Con la implementación del Sistema de Semáforos Inteligente se definieron zonas responsivas/adaptativas (985 intersecciones de las 1554 semaforizadas de la ciudad) en las que se ajusta la programación semafórica de las intersecciones según las demandas de tráfico detectadas en la infraestructura vial (con base en la información suministrada por los diferentes detectores instalados en vía). Estos ajustes desde la central se pueden dar mediante tres estrategias: 1. Seleccionando el plan de señales que más se ajusta a las condiciones detectadas (Responsivo - R), 2. Ajustando los tiempos

asignados en cada intersección según demandas de tráfico (Adaptativo - A) y 3. Asignando un mayor tiempo de verde a la vía principal cuando la acumulación vehicular llega a cierto límite (Gestión de Colas Vehiculares - GCV) conllevando a ahorro de tiempo entre 10 y 12% en algunas intersecciones de la ciudad.

El Sistema de Semáforos Inteligente incluyó el reemplazo de las antiguas bombillas halógenas por módulos luminosos tipo LED (light-emitting diode), los que tienen un consumo menor (en comparación con las antiguas bombillas dado que gastan 74% menos de energía) y mayor esperanza de vida.



Adicionalmente, el nuevo sistema incluyó el pictograma para semáforos peatonales, como ícono de la Movilidad Inteligente en la ciudad, denominado “Prudencia” aduciendo un llamado a la prudencia como comportamiento vial ideal en el marco de la seguridad vial que coadyuva con iniciativas como Visión Cero. De igual forma, para el peatón se incorporan contadores regresivos con el objetivo de informar a este usuario sobre el tiempo remanente de verde y de rojo que resta para pasar o para esperar el cambio de señal.

7. Conclusiones

La ciudad cuenta con un Sistema de Semáforos Inteligente que consiste en un sistema semáforos de última tecnología, con manejo centralizado, protocolo de comunicación abierto y posibilidad de aplicación de técnicas de operación semafórica basadas en mediciones directas del tránsito, esto permite adaptar la programación (tiempos semafóricos de los equipos instalados envía) según las demandas de tráfico detectadas en función de la infraestructura existente y la capacidad remanente.

La integración del SSI en el CGT de la SDM ha generado un beneficio adicional dado que al compartir el mismo escenario con los demás grupos de trabajo enfocados a la atención de incidentes se tiene una ganancia en los tiempos de atención de todos los incidentes relacionados con el tema semafórico y de manera recíproca cuando se tiene, por parte de los grupos de semaforización, necesidad de apoyo en alguna intersección semaforizada los recursos son encaminados rápidamente, lo que se traduce en un mejor servicio para la ciudad y una mejor atención de los incidentes de tránsito.

8. Impactos a corto, mediano y largo plazo

Se han puesto en funcionamiento modos de operación semafórica que permiten el ajuste de la

programación semafórica según las demandas de tráfico detectadas lo que reduce los tiempos de espera y parada por semáforo en rojo, contribuyendo a la movilidad y a la disminución de contaminación ambiental. A mediano y largo plazo y gracias a la evolución de la tecnología y los sistemas, se incorporarán nuevas herramientas para gestionar la red de semáforos. El nuevo sistema escalable y con el auge en la generación de datos y el análisis bajo un ámbito Big Data (se podrá analizar a alta velocidad grandes volúmenes de datos) se tendrán modelos de pronóstico del tránsito, que hoy ya están en uso, con lo cual se podrá potenciar aún más el sistema de semaforización.

9. Referencias bibliográficas

- [1]** ROY L. SUMNER, “Terms of reference for consultancy services for the design of a traffic signal system/ intelligent transportation system (its) system and associated civil engineering works for Bogotá Colombia.”, Vol 1. Ago - 2016.
- [2]** Consorcio C & M-IDOM, “Contrato de Consultoría 2016-1267”, {23 dic 2016} disponible <https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=16-15-5702976>
- [3]** Consorcio Movilidad Futura 2050, “Contrato Atípico 2017-1913”, {28 dic 2017} disponible en: (<https://www.contratos.gov.co/consultas/detalleProceso.do?numConstancia=17-1-176328>)
- [4]** ETB S.A. E.S.P., Universidad Distrital – FJC, SDM, “Convenio Interadministrativo Marco de Cooperación 2010 – 1029 – Otrosí No.3 al Anexo Financiero Fase 1”, {24 ene 2018}}
- [5]** CAF. (2011). Desarrollo urbano y movilidad en América Latina. Caracas: CAF. Retrieved from <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/419>





La Secretaría Distrital de Movilidad no se hace responsable de la información suministrada, ya que los textos son de total autoría de las personas identificadas como autores.