

Estrategias para gestionar los impactos adversos en el servicio de transporte de mercancías afectados por restricciones de movilidad

Strategies to manage adverse impacts on freight transport services affected by mobility restrictions

Recibido: noviembre 2023

Evaluated: diciembre 2023

Aprobado: febrero 2024

Lorena Andrea Bearzotti¹

Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (UPCV)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9355-1308>

Rafael Emilio Casadiego Sarmiento²

Universidad Politécnica de Guanajuato (UPG)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0973-1999>

Giovanna del Pilar Garzón Cortés³

Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9964-6009>

-
- 1 Profesora Escuela de Construcción y Transporte – Pontificia Universidad Católica de Valparaíso (UPCV).
PhD en Ingeniería.
<https://orcid.org/0000-0002-9355-1308>
Correo electrónico: lorena.bearzotti@pucv.cl
 - 2 Profesor programa Ingeniería en Logística y Transporte – Universidad Politécnica de Guanajuato (UPG).
PhD(C) en Ciencias de la Ingeniería.
<https://orcid.org/0000-0002-0973-1999>
Correo electrónico: rcasadiego@upgto.mx
 - 3 Profesora Facultad Medio Ambiente y Recursos Naturales – Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC).
PhD en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad.
<https://orcid.org/0000-0002-9964-6009>
Correo electrónico: gpgarzonc@correo.udistrital.edu.co



Alexander Reyes Moreno⁴

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-0105-8397>

Francisco Javier Rodríguez Rodríguez⁵

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-8452-2063>

José Pedro Zamudio Alarcón⁶

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)
Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8782-865X>

RESUMEN

- 4 Profesor Escuela ECACEN – Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
PhD(C) en Ciencias Económicas y Administrativas.
<https://orcid.org/0000-0003-0105-8397>
Correo electrónico: Alexander.reyes@unad.edu.co
- 5 Profesor Escuela ECBTI – Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
MsC en Ciencias de la Educación.
<https://orcid.org/0009-0008-8452-2063>
Correo electrónico: franciscoj.rodriguez@unad.edu.co
- 6 Profesor Escuela ECACEN – Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD).
MsC en Administración de Organizaciones
<https://orcid.org/0000-0001-8782-865X>
Correo electrónico: jose.zamudio@unad.edu.co

Introducción: a causa del SARS-CoV-2, en Colombia, Bogotá, se presentaron cierres del sistema productivo. Estas restricciones eran para vehículos de carga y el cambio de exención de la movilidad de los vehículos livianos como las pick up de cabina sencilla. Por ello, se presentaron impactos adversos como la disminución en más de un 80% los ingresos mensuales devengados por la prestación del servicio de transporte de mercancías. **Metodología:** El campo de aplicación de esta investigación se relaciona con una muestra de las personas que trabajan en la prestación del servicio del transporte de mercancías tanto de manera formal, como informal en la Localidad No 2 de Chapinero. Se basa en un diagnóstico de la problemática actual, la verificación de la documentación y decretos estipulados, como también, la simulación de rutas desde el punto de origen (barrio Galerías) hacia diferentes localidades de la ciudad por medio de software FlexSim, que permitirán la gestión de los procesos. **Resultados:** Con esta simulación preliminar, se permite entender que comportamiento posible tienen los servicios logísticos urbanos de acarreo, y obtener datos preliminares que se acercan a la realidad y permitan establecer que otras variables a considerar.

Palabras clave: Gestión de transporte de mercancías; simulación; restricción vial; transformación empresarial; optimización procesos.

ABSTRACT

Introduction: Due to SARS-CoV-2, in Colombia, Bogotá, there were closures of the productive system. These restrictions were for cargo vehicles and the change of exemption from the mobility of light vehicles such as single-cab pick-ups. Therefore, adverse impacts were presented such as a decrease of more than 80% in the monthly income earned by the provision of the freight transport service. **Methodology:** The field of application of this research is related to a sample of people who work in the provision of freight transport services both formally and informally in Locality No. 2 of Chapinero. It is based on a diagnosis of the current problem, the verification of the documentation and stipulated decrees, as well as the simulation of routes from the point of origin (Galerías neighborhood) to different locations in the city through FlexSim software, which will allow the management of the processes. **Results:** This preliminary simulation allows us to understand the possible behavior of urban transport logistics services, and to obtain preliminary data that are close to reality and allow us to establish what other variables to consider.

Keywords: Freight transport management; simulation; road restrictions; business transformation; process optimization.

INTRODUCCIÓN

Las restricciones asociadas al cumplimiento de los decretos 840 de 2019 y 749 de 2019, están generando pérdidas entre el 60 % al 80 % de las ganancias asociadas a su actividad de acarreo, desarrolladas en la Localidad No 2 de Chapinero, en barrio Galerías.

El Distrito Capital por medio de la Secretaría Distrital de Ambiente y la Secretaría de Movilidad establecieron el Decreto 840 (2019) "Por medio del cual se establecen las condiciones y restricciones para el tránsito de los vehículos de transporte de carga en el Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones" (p.1).

Al hacer uso del cumplimiento normativo basado en dichas secretarías, no se tuvo en cuenta el impacto adverso que sufrirían no únicamente las personas y familias dueñas de los vehículos en la prestación del servicio, sino en toda su cadena de valor. Afectando a más de 1.500 personas entre dueños de vehículos, su entorno familiar, los conductores, la mano de obra contratada para la actividad, los montallantas, las servitecas, los locales de venta de repuestos, los mecánicos y afines.

A su vez, el entendimiento de las restricciones de horarios para los vehículos de carga y superiores a los 20 años de antigüedad, ejercen una gran presión no solo en la prestación y cumplimiento del servicio, sino también en los ingresos recibidos por las personas.

Tal es así, que con dicha normatividad una familia puede estar dejando de recibir entre un 60 % al 80 %, de los ingresos mensualmente, sin asociar en este porcentaje las restricciones que se presentaron por el Coronavirus SARS-CoV-2, el cierre del sistema productivo, la inflación y la desaceleración económica del país los cuales están latentes en estos momentos y continuarán a corto y mediano plazo, limitando el crecimiento social, de la ciudad y la región.

El problema radica en la presentación y puesta en marcha de los decretos (tránsito transporte de carga y pico y placa para pick up), que en un principio son necesarios por el cumplimiento de

los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y disminución de la huella de carbono, con énfasis en un cambio del parque automotor más responsable con el medio ambiente, sino que se hizo de la noche a la mañana (31 de diciembre de 2019 – 1 de enero de 2020), sin presentarse una transición de tiempo acorde para la transformación de la prestación del servicio y el impacto económico, social y de trabajo, de las personas partícipes de esta actividad.

La generación de la caracterización y simulaciones que se realizarán, permitirán establecer un mejor manejo de las rutas, frecuencias, utilización de vías, horarios, disminución de costos operativos, de huella de carbono, entre muchos otros.

CONTENIDO

El campo de aplicación de este proyecto está alineado con la articulación del campo de acción de sociedad, debido a su enfoque y trasfondo. Como también, con el componente ambiental, con el proceso de renovación de la flota vehicular, del servicio de transporte de carga y la utilización de vehículos de movilidad personal, asistido con motores eléctricos para pesos no mayores de 250 kg, como lo establece la Normatividad Europea, cuando sea acorde este escenario en la prestación del servicio.

De acuerdo con el estudio de movilidad elaborado por la firma TomTom en 2023 muestra que Bogotá es la primea ciudad más congestionada en el mundo entre 416 ciudades en 57 países en 6 continentes. El problema de la alta congestión vehicular data de varias décadas atrás pero no se ha solucionado.

Debido a los graves problemas de contaminación ambiental que se presentaron en la capital del país, el Distrito en cabeza del Sr. Alcalde Enrique Peñaloza y de la Secretaría de Movilidad (SDM), tomaron la decisión de la implementación del decreto 840 del 2019 al finalizar su administración, que es la normativa en la cual se relacionan las condiciones y restricciones para el tránsito de los vehículos de transporte de carga.

Castiblanco (2019), relacionó la siguiente información:

- El componente ambiental de esta medida de restricción se sustenta en que el 84 por ciento de la flota de vehículos de carga, que transitan por la ciudad, tienen una tecnología inferior a Euro III y el 73 por ciento de la flota tiene una vida útil de más de 10 años, mientras que un 18 por ciento tiene una edad igual o superior a los 20 años.
- El 43 por ciento del total de material particulado que ingresa al aire de Bogotá es emitido por los camiones o vehículos de transporte de carga, de acuerdo con los análisis realizados dentro de las fuentes móviles de emisiones en Bogotá.
- La Oficina Asesora de Comunicaciones y Cultura para la Movilidad (2019), afirmó:
- Con la nueva medida se estima una reducción del 19% de las emisiones de material particulado, a causa de la circulación de los vehículos de carga que son los mayores emisores del material en la ciudad (43%).
- Los vehículos de transporte de carga que se encuentren autorregulados estarán exentos de cumplir con las medidas que establece el Decreto.

Rodríguez y cano (2018), expresaron:

De acuerdo al Plan Maestro de Movilidad para Bogotá, donde se hace alusión al transporte de carga por los niveles de congestión, ya que el volumen de vehículos que ingresan, salen y circulan dentro de la ciudad con el fin de transportar y distribuir mercancías, se plantea que aproximadamente 60 mil vehículos distribuyen en miles 20 de lugares de la ciudad con el fin de satisfacer las necesidades del usuario final. (Plan Maestro de Movilidad). (p.19)

La Oficina Asesora de Comunicaciones y Cultura para la Movilidad (2019) mencionó. "Con la nueva medida se estima una reducción del 19% de las emisiones de material particulado, a causa de la circulación de los vehículos de carga que son los mayores emisores de material particulado en la ciudad (43%)".

Por otra parte, la CEPAL (2020), es "un desafío en este sector es cómo proteger a los trabajadores de los riesgos de contagio y de la precariedad laboral en que gran parte de ellos se desempeñan, especialmente los migrantes" (p.18).

En 1997 se terminó el Plan Maestro de Transporte Urbano, hecho por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), en el que se planteaba que, en un período de dos décadas, Bogotá debía invertir US\$5.000 millones para crear un sistema integrado de transporte masivo con una red de metro como estructura principal, buses con carril exclusivo y trenes de cercanía, pero este nunca se llevó a cabo. La República (2020)

¿Es necesario la realización de una caracterización y simulación por medio del software FlexSim para el mejoramiento del sistema productivo y cadena de valor en la prestación del servicio de transporte de mercancías en la Localidad No 2 Chapinero, barrio Galerías?

ÁREA GEOGRÁFICA INVOLUCRADA O REFERENTE TERRITORIAL DE ESTUDIO

Localidad No 2 de Chapinero – barrio Galerías. Con distribución de acarreos a toda Bogotá D.C., en su mayoría de vehículos livianos con énfasis en las localidades como Usaquén, Suba, Engativá, Fontibón, Puente Aranda y Kennedy.

La agremiación de transportadores de la Localidad No 2 de Chapinero barrio Galerías, que utiliza vehículos de 500 Kg de capacidad tipo LUV, camionetas tipo 100, 250, 300 y 350; turbos de 4 a 7 toneladas y camiones sencillos para transportar acarreos de muebles, material de construcción, madera y mudanzas en toda Bogotá D.C., se ve impactada directamente por la restricción a la movilidad de vehículos con antigüedad mayor a 20 años (Decreto 840 de 2019) y por la restricción de pico y placa ambiental (Decreto 575 de 2013).

OBJETIVO GENERAL

Diseñar un plan de acción que permita la caracterización y la mejora de la eficiencia del servicio de transporte de carga por medio de la simulación utilizando el software FlexSim en la Localidad No 2 de Chapinero, barrio Galerías.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Caracterizar la operación de transporte de carga de la prestación del servicio de acarreos.
2. Establecer la documentación y decretos relacionados con la actividad de la prestación del servicio de transporte de carga en la capital del país.

3. Recolectar la data de la muestra seleccionada.
4. Realizar simulaciones por medio del software Flexsim.
5. Diseñar los planes y acciones de mejora que permitan aumentar la eficiencia del servicio del transporte de carga en la localidad.

MARCO CONCEPTUAL

Las restricciones asociadas al cumplimiento de los decretos 840 de 2019 y 749 de 2019, están generando pérdidas entre el 60 % al 80 % de las ganancias asociadas a su actividad de acarreo, desarrolladas en la Localidad No 2 de Chapinero, en el barrio Galerías.

El Distrito Capital por medio de la Secretaria Distrital de Ambiente y la Secretaria de Movilidad establecieron el Decreto 840 (2019) "Por medio del cual se establecen las condiciones y restricciones para el tránsito de los vehículos de transporte de carga en el Distrito Capital, y se dictan otras disposiciones" (p.1).

Al hacer uso del cumplimiento normativo basado desde dichas secretarías, no se tuvo en cuenta el impacto adverso que sufrirían no únicamente las personas y familias dueñas de los vehículos en la prestación del servicio, sino en toda su cadena de valor. Afectando a más de 1.500 personas entre dueños de vehículos, su entorno familiar, los conductores, la mano de obra contratada para la actividad, los montallantas, las servitecas, los locales de venta de repuestos, los mecánicos y afines. Aumentando los cinturones de pobreza, pérdida del tejido social en la capital de país y la desigualdad en la sociedad. Siendo proclive al aumento de la percepción de inseguridad y violencia, ya que el hambre y la falta de ingresos, son detonantes a la hora del crecimiento como ciudad.

A su vez, el entendimiento de las restricciones de horarios para los vehículos de carga y superiores a los 20 años de antigüedad, ejercen una gran presión no solo en la prestación y cumplimiento del servicio, sino también en los ingresos recibidos por las personas. Tal es así, que con dicha normatividad una familia puede estar dejando de recibir entre un 60 % al 80 %, de los ingresos mensualmente.

No siendo todo anteriormente mencionado suficiente, se incrementa con la disposición de restricción a partir del 1 de enero del 2020 para los vehículos livianos conocidos como pick up de cabina sencilla, los cuales anteriormente (hasta el 31 de diciembre de 2019), no tenían pico y placa.

El problema radica en la presentación y puesta en marcha de los decretos (transito transporte de carga y pico y placa para pick up), que en principio son necesarios por el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y disminución de la huella de carbono, con énfasis en un cambio del parque automotor más responsable con el medio ambiente, sino que se hace sin presentarse un tiempo acorde para la transformación de la prestación del servicio y el impacto económico, social y de trabajo, de las personas partícipes de esta actividad.

La operatividad de estos se encuentra en un momento de incertidumbre, ya que, por las restricciones asociadas, no se ha tratado los temas de manera abierta y concisa, lo cual presentará graves inconvenientes en la prestación del servicio.

En el caso particular de los vehículos de carga se pueden decir que agravan las condiciones de la congestionada ciudad por movilidad y contaminación del aire en Bogotá. Las emisiones de los vehículos de carga representan el 20 % de las emisiones de gases de efecto invernadero de Bogotá, contribuyen a la formación de ozono, un contaminante del aire que puede provocar problemas respiratorios, como asma y bronquitis. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), el ozono troposférico puede causar una variedad de problemas respiratorios, incluida la dificultad para respirar, la tos y el dolor de garganta. El ozono también puede causar asma, bronquitis crónica y enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC).

Modificar estas condiciones de emisiones implica cambios fundamentales en el sistema de transporte, que bien podría ser por sistemas férreos o en el cambio a vehículo eléctricos o de hidrogeno entre otros limpios que actualmente suenan en el mercado.

Del estudio realizado por la Universidad Nacional de Colombia (2023), el transporte de carga es responsable del 25 % del deterioro de las vías en Bogotá. Esto se debe a las vibraciones que generan los vehículos pesados, que pueden causar daños a la estructura de las vías como hundimientos y grietas en las vías teniendo como efecto accidentes de tránsito y daños a la infraestructura y mayores emisiones de gases.

Un estudio realizado por el Consejo Privado de Competitividad (2023), indica que el transporte de carga es responsable del 25 % de las emisiones de gases de efecto invernadero de Bogotá.

Este porcentaje es particularmente alto en comparación con otras ciudades de América Latina. El transporte de carga también contribuye a la contaminación del aire y el ruido.

Las tareas de mantenimiento que pueden ayudar a reducir las emisiones de los vehículos de carga incluyen: cambio de filtros de aire y aceite, la presión de los neumáticos, fugas de combustible y aceite entre otros, como el carecer de zonas de estacionamiento para carga y descarga de productos. Algunos otros efectos son se relacionan continuación.

Los derrames de combustible y aceite son frecuentes, pudiendo afectar fuentes de agua, convirtiéndose en un riesgo para la salud humana y la vida silvestre.

De acuerdo con el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2023), la población de Bogotá ha crecido a un ritmo promedio de 1,7% anual en los últimos años. De manera que la interacción con el transporte de carga se hace relevantes para mejorar la funcionalidad de la ciudad y satisfacer las necesidades poblacionales.

Al respecto la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC, 2019), reconoce el transporte de carga como sector clave de la economía colombiana, pero también que tiene un impacto significativo en el medio ambiente como se ha expresado antes. Siendo necesario promover acciones de articulación entre los sistemas de logística para provisión de mercancías y transporte de carga. Esto implica articular eslabones, actores involucrados en las cadenas de abastecimiento y suministro para lo cual es relevante cerrar bucles, los cuales están netamente relacionados con los impactos ambientales adversos.

Dentro de las metas trazadas y alienadas con los ODS y la ENEC, se tiene previsto para el transporte de carga que el 50% de los vehículos de carga nuevos sean eléctricos o híbridos para el año 2030, promover el uso del ferrocarril para el transporte de carga de larga distancia, además de proponer incentivos para que las empresas reduzcan su huella de carbono en el transporte de carga con intenciones de transformar el sector del transporte de carga y hacerlo más sostenible.

La logística inversa en el sector urbano ha estado recibiendo atención debido a diversos factores ambientales y económicos para las empresas transportistas y automotrices (Alshamsi,

Diabat, 2015), a fin de minimizar la huella de carbono, en cuanto a la reutilización en las rutas y en los procesos retornables, para reutilización del transporte y los requerimientos de espera ya sea para transporte de mercancías y evitar altos costos de suministros.

La logística inversa ha sido condicionada en un enfoque sistemático solo para que las empresas respondan de manera adecuada a los aspectos ambientales, sociales y gubernamentales (Kumar, 2016) aunque es noble de las empresas responder a dichos requerimientos, algunas no visualizan la importancia en cuanto a gestión de justo a tiempo en cuanto a mantener el flujo constante de cualquier escenario logístico, en particular de transporte de mercancías o personas (Tahirov, 2016) y como esta ayuda a las empresas a reducir costos en mantenimiento de inventarios, suministros y control lineal de datos en tiempo real.

La ruta lechera o milk-run es uno de los enfoques de gestión más utilizados para las operaciones del sector de logística de rutas, y su establecimiento como modelo de gestión ha permitido un desarrollo vigoroso y estable (Lu, 2019). Y la utilización de la simulación orientada a objetos mediante el software FlexSim Problem Solved®, el cual permite diseñar las configuraciones necesarias para las rutas de transporte urbano, permitiendo, configurar los diagramas de operaciones tan ajustados al escenario real donde se tomarán los datos.

METODOLOGÍA

La metodología para la realización de este proyecto se basa en un diagnóstico de la problemática actual, la verificación de la documentación y decretos estipulados, como también, la simulación de rutas desde el punto de origen (barrio Galerías) hacia diferentes localidades de la ciudad por medio de software FlexSim, que permitirán la optimización de los procesos, mejoramiento de las rutas, eficiencia en la prestación del servicio, disminución de los costos productivos y la huella de carbono asociada, entre muchas otras.

Complementado con la ejecución de planes de mejoramiento de los procesos productivos y sus respectivas acciones de mejora. A su vez, generar un instrumento de captación de información, tanto físico, como aplicativo por medio de la creación de una aplicación o un software asociado para esta actividad.

Se buscará una transformación de la prestación del servicio de manera más acorde, dinámica y actualizada, tanto en sus procesos organizacionales, productivos y de transformación. Cimentado la participación del género femenino y las madres cabezas de hogar, que en este momento corresponde al 60%. Permitiendo la generación de propuestas para el mejoramiento de los procesos de la operación de transportes.

Con relación al proceso investigativo, se llevará a cabo una investigación mixta, que tendrá componentes cuantitativos que permitirán obtener una información robusta, numérica y demostrable, para la metodología y los procesos subsecuentes. Como también, cualitativos que aportarán una visión más centrada, concisa y real de las necesidades apremiantes de la comunidad objeto de estudio. Se continuará con la planificación de los procesos de aplicación con apoyo de las agremiaciones, universidades seleccionadas y entidades públicas que se sumen al proyecto. Posteriormente, se ejecutarán planes de acción con el mejoramiento de la cadena de valor productiva, los mecanismos de transformación en la prestación del servicio, la utilización de vehículos eléctricos y los convenios para dicho fin, con la inclusión bien sea de una aplicación o un software que permita la recolección de información que aporte al proceso investigativo y a la toma de decisiones, con sus respectivas acciones de mejora.

Los procesos de sensibilización y capacitación estarán asociados en espacios acordados y los actores que se sumen a este proceso, en la forma y medios disponibles y apropiados en esos momentos (Videoconferencias, reuniones virtuales, etc.). La preparación de la recolección de la información y necesidades apremiantes para el (los) artículo(s) que se va(n) a escribir comenzarán desde el inicio de la investigación y con los Documentos internos de Trabajo (DIT), se analizarán las mejores variables para ser presentadas.

Al ser un proyecto de investigación mixta, se utilizarán las siguientes técnicas que permitirán un mejor desarrollo, alcance, impacto y desarrollo:

- Técnicas de investigación cuantitativas: Observación, encuestas, estudio correlacional y estudio causal-comparativo.
- Técnicas de investigación cualitativas: Análisis documental, entrevista, análisis de contenido, observación, estudio etnográfico y estudio fenomenológico.

CONVENIO O ALIANZA

Se dividen en las siguientes estructuras:

- **Empresariales:** Asamblea Nacional del Transporte FENALTRANS, Asociación Fuerza Camionera de Colombia. Las cuales están dirigidas a la arqueología de la información (Data) como también, los líderes y espacios, para conocer las problemáticas de primera mano, realizar el diagnóstico respectivo y la planificación del proyecto. A su vez, el proceso para vincular la parte de software a la cadena productiva.
- **Universidades nacionales:** Universidad Nacional Abierta y a Distancia y Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- **Universidades internacionales** Pontificia Universidad Católica de Valparaíso – Chile y Universidad Politécnica de Guanajuato – México. Se formarán cooperaciones en la parte investigativa, como son la generación de artículos y participaciones en ponencias, tanto a nivel nacional, como internacional.
- **Entidades:** Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. y Secretaría de Movilidad de Bogotá D.C. Se buscarán en conjunto con las agremiaciones de transportadores reuniones, espacios y mesas de trabajo con el fin de ser escuchados y de cómo los decretos anteriormente mencionados no los tienen en cuenta para su proceso productivo y la transformación social y de tecnología que deben presentarse con estímulos económicos, capacitaciones y un proceso acorde desde el Distrito Capital.

CRONOGRAMA

Se presenta a continuación el cronograma estipulado para esta investigación, mencionando que inicia en el mes de febrero y finaliza en el mes de noviembre, ya que son los tiempos estipulados por la carga laboral:

Tabla 1. Cronograma de actividades

Actividad	Año 2023 / Mes									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Reuniones (Virtuales – Presenciales en su momento)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Diagnóstico	X	X								
Planificación del proyecto			X	X	X					
Ejecución del proyecto						X	X	X		
Acciones de mejora						X	X	X	X	X

Continúa

Continúa tabla 1

Actividad	Año 2023 / Mes									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Retroalimentación		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sensibilización y Capacitación			X				X			
Desarrollo Aplicación o Software			X	X	X	X	X	X	X	X
Mesas de trabajo con alianzas	X		X		X		X		X	
Presupuesto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Nuevo Conocimiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Desarrollo Tecnológico e Innovación	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Apropiación Social del Conocimiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Formación de Recurso Humano	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Revisión del proyecto		X		X		X		X		X

Fuente: (Autores, 2023)

RESULTADOS

Las actividades clave en la gran mayoría de redes de logística ya sean formales o informales, es la manipulación de materiales, suministros, trasteos, entre otros. Para lo cual se requiere de equipos de transporte que se adecuen a esas necesidades, tanto para las entregas como para el retorno en vacío de dichos equipos de transporte como las pick up de cabina sencilla.

Para la presente investigación, a fin de desarrollar una eficiente ruta, en la cual deben tomar muchas decisiones respecto a qué, cuánto, por quien, dónde, cuándo y cómo moverse; teniendo en cuenta los requisitos en este caso del material a mover de trasteos o mercancías, de acuerdo con los requisitos de los clientes en los puntos ya mencionados de origen y posibles destinos.

No obstante, con lo anterior, como afecta el rendimiento general de este sistema informal de logística urbana en cuanto a costos de acarreos, rutas, rendimientos y tiempos, para lo cual, realizando una simulación orientada a objetos preliminar, utilizando FlexSim Problem Solved®, a fin de “visualizar” en tiempo real, la movilidad y el tránsito al cual se enfrentan los oferentes de este servicio en la ciudad capitalina. De acuerdo a la siguiente imagen, tomada de la página oficial de la Secretaria Distrital de Movilidad de Bogotá - <https://www.movilidadbogota.gov.co> – que muestra en tiempo real, el comportamiento del tráfico y la toma de decisiones del transportista para obtener una mejor ruta.

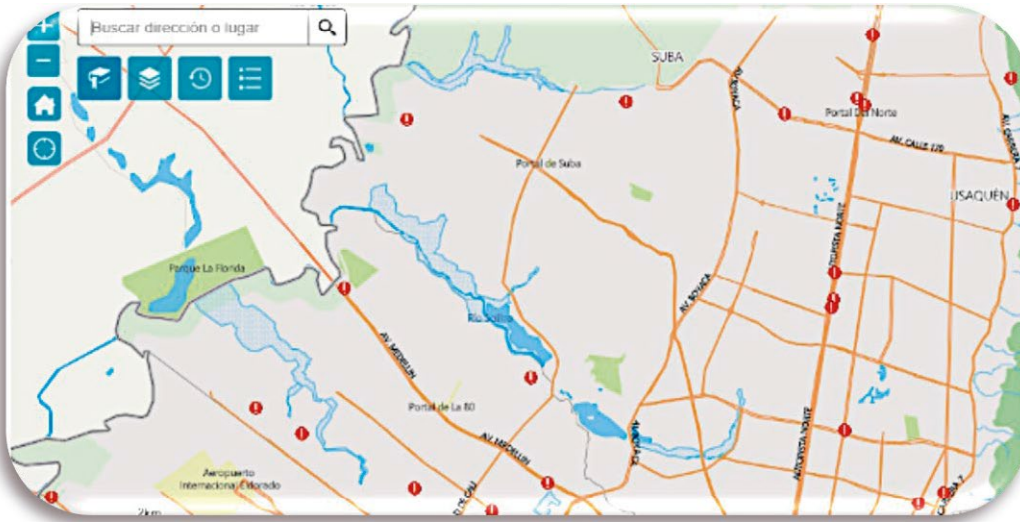


Figura 1. Imagen de Movilidad en Bogotá: (Movilidad Bogotá, 2023)

Utilizar el FlexSim Problem Solved®, el cual permite el procesamiento de imágenes tridimensionales, ya que su simulación es orientada a objetos, así como el procesamiento de datos e inteligencia artificial, proporcionando medios efectivos de visualización para el diseño de planificación de rutas logísticas, en el caso particular la *logística urbana de acarreos*. Por lo pronto, se tomó de *Google Maps* - <https://www.google.com.co/maps> - el mapa urbano de Bogotá y este trasladado al lienzo o *layout* de FlexSim Problem Solved®, con el fin de poder integrar al diseño de la simulación el mapa urbano y demostrar por medio de la simulación orientada a objetos las propuestas de mejora en cuanto tiempos de rutas, costos y opciones de un transporte más esbelto.

La simulación, es una descripción física y matemática de un objeto u objetos en particular, eventos o sistemas y estos representan un punto particular en el tiempo. Para lo cual, en las rutas de entregas de esta *logística urbana de acarreos*, con la simulación orientada a objetos se podrá estudiar, analizar y determinar, la representación de este sistema, como se aprecia en la siguiente figura, del mapa de Bogotá integrado al *layout* de FlexSim Problem Solved®.

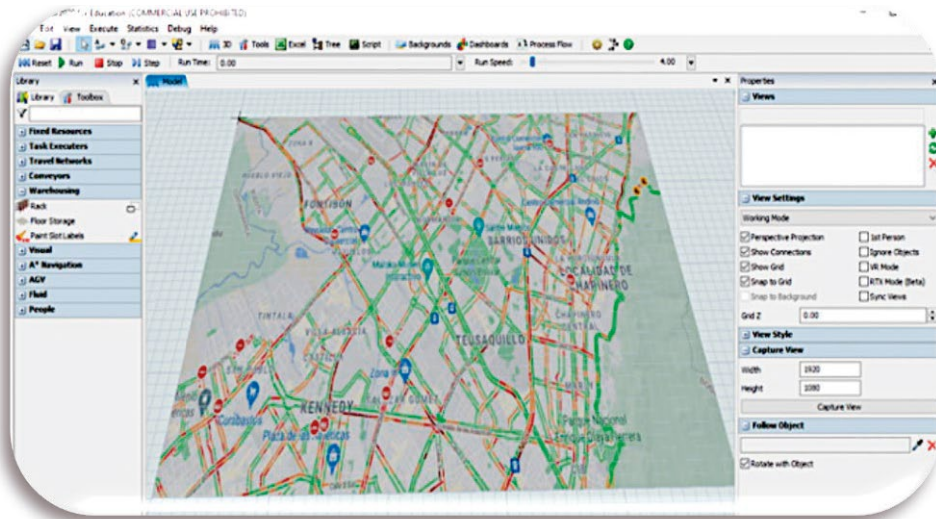


Figura 2. Mapa con tráfico de Bogotá para las rutas de logística de acarreo: (Google Maps, 2023)

Con lo anterior, se procede a integrar los recursos fijos y rutas al mapa integrado al FlexSim Problem Solved®, con el fin de visualizar, el punto de origen, como ejemplo a simular, el cual es Galerías de la calle avenida 53, hasta algunos puntos posibles aleatorios de entregas en la localidad de Kennedy. Como se aprecia en la siguiente imagen.

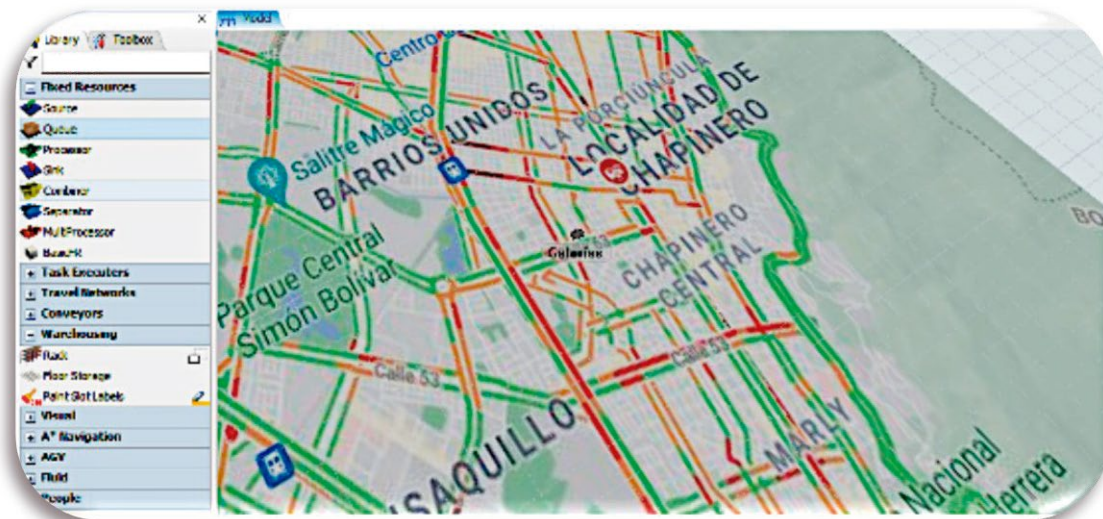


Figura 3. Mapa con punto de origen Galerías: (Google Maps, 2023)

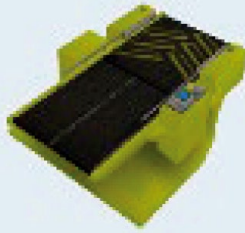
Teniendo en cuenta para el diseño los puntos de entrega y destino, como herramienta preliminar a fin de poder simular, se procede a integrarle las rutas que podría tomar el ejecutor de servicios de logística urbana para generar la entrega, de acuerdo a los requisitos del cliente, siempre teniendo presente los principios de logística de calidad en cuanto a cantidad correcta (el acarreo o mercancía en buen estado y asegurada), tiempo correcto (en el tiempo de entrega de espera solicitado) y ubicación correcta (en el punto de espera por parte del cliente), recomendado por los principios de simulación y diseño logístico [5]. La siguiente imagen, muestra el diseño de las rutas de acuerdo con las características del tránsito de la ciudad capitalina, los puntos de espera (semáforos) y posibles trancones.

DISEÑO DEL MODELO DE SIMULACIÓN CON RUTAS

Para el caso particular de investigación es contemplar el sistema como un evento que tiene una tendencia a evolucionar por las características de los procesos de logística urbana de acarreos, el cual, representado por variables como solicitud de carga en origen y destino, ruta a tomar, ruta de retorno, entre otras. Por tanto, utilizando FlexSim Problem Solved®, para la simulación inicial en su desarrollo, es procurar responder referente al servicio de logística urbana si por ejemplo ¿Cumple con los tiempos de entrega?, ¿Atienden las demandas altas y bajas de servicio?, lo cual se desea saber con anticipación y experimentar en el contexto de que "¿Qué pasa si...?".

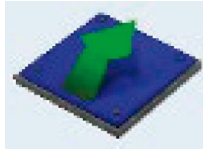
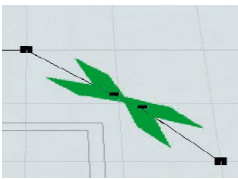

Para el diseño preliminar se utilizaron los siguientes recursos disponibles en FlexSim Problem Solved®, los cuales permiten representar cada recurso, los cuales se describen a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 2. Recursos FlexSim

Recurso	Descripción
	El combinador se utiliza para agrupar varios elementos de flujo juntos a medida que viajan a través del modelo. Puede unir los elementos de flujo de forma permanente o puede empaquetarlos para que puedan separarse en un momento posterior. El combinador aceptará primero un elemento de flujo único a través del puerto de entrada número 1 antes de aceptar los elementos de flujo subsiguientes a través de los puertos de entrada restantes. El usuario especifica la cantidad de elementos de flujo subsiguientes que se aceptarán a través de los puertos de entrada 2 y superiores. El cual es idóneo para representar la carga y descarga de cargas consolidadas que por lo general están presentes en este proceso a simular.

Continúa

Continúa tabla 2

Recurso	Descripción
	La fuente o source, se utiliza para crear los elementos de flujo que viajan a través de un modelo. Cada fuente crea una clase de elemento de flujo y luego puede asignar propiedades como cajas, artículos, mercancías, etiquetas o color al elemento de flujo que crea. Las fuentes pueden crear elementos de flujo según una tasa entre llegadas, según una lista de llegadas programadas o simplemente a partir de una secuencia de llegadas definida.
	La utilización de objetos Travel Network o redes de viajes, que permiten definir las rutas específicas que los ejecutores de tareas pueden utilizar para ir de una ubicación a otra en el modelo de simulación, para el caso particular las rutas o ruta de la logística urbana.
	El separador se utiliza para separar un elemento de flujo en varias partes. Esto se puede hacer desembalando un elemento de flujo que ha sido empaquetado por un combinador o haciendo varias copias del elemento de flujo original. La división / desembalaje se realiza una vez finalizado el tiempo de proceso. El separador se puede configurar para requerir operadores durante su configuración, procesamiento y tiempos de reparación. El cual será útil para representar el proceso de descarga de las mercancías en el punto de destino.

Fuente: (Autores, 2023)

La anterior información tomada de la página oficial de <https://www.flexsim.com/es/>. Adicionando una explicación breve de dichos recursos y entre otros que se utilizarán como operadores que representan a los trabajadores que se desempeñan en esta economía informal de logística urbana, así como los vehículos que representarán el transporte de acarreo.

De acuerdo con lo anterior, se integran al mapa de Bogotá en el software FlexSim Problem Solved®, los recursos fijos, ejecutores de tareas y ruta, como se aprecia en la siguiente figura, reemplazados por diseños que representan el centro comercial Galerías y puntos aleatorios de entregas.

Al correr el modelo, con los recursos integrados y con demandas aleatorias, se pueden apreciar resultados interesantes que esta logística urbana de acarreo puede atender, como se aprecia en las siguientes imágenes, realizando una corrida de 8 horas o 28.800 segundos.

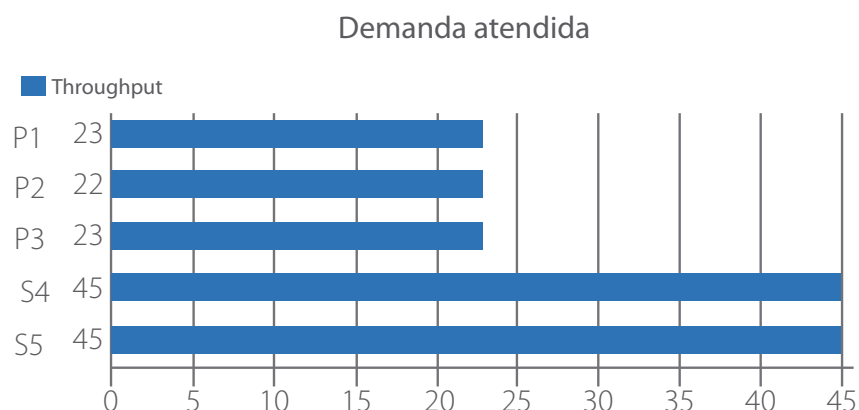


Figura 4. Resultados corrida simulación: (Autores, 2023)

Como se puede apreciar, se atiende una demanda estimada de un total de 158 servicios de acarreo desde el origen (Galerías) a punto de destino como Kennedy y Normandía.

La caracterización de la operación de transporte es el primer paso para entender cuáles son los actores que intervienen en esta operación, los recursos que se utilizan y su interacción para lograr la finalidad de prestar el servicio de transporte. Para esto es importante identificar y entender el comportamiento de las variables del proceso tales como cantidad de recursos, horarios, frecuencias, tipos de vehículos, trayectos, kilómetros recorridos y tipo de carga entre otros para que con esta información se proceda a diseñar simulaciones mediante el software FlexSim y modelar la situación actual.

Para lograr la caracterización y la recolección de los datos anteriormente mencionados se diseñó una encuesta que se enviará a los diferentes prestadores del servicio y agremiaciones para que la diligencien esperando luego tabular la información para modelarla en el software FlexSim.

En la socialización se extenderá la información correspondiente a este apartado y de igual manera, los datos obtenidos de la misma, debido al tercer pico de la emergencia sanitaria en los meses de mayo y nuevo del presente año, como también, al paro nacional que imposibilitó este proceder.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARCIALES

La simulación orientada a objetos como lo permite FlexSim Problem Solved®, permite anticiparse a necesidades de diseño de ruta, “visualizar” una tendencia posible de demanda y generar propuesta de servicio requerido por la logística urbana de acarreos.

Con esta simulación preliminar, se permite entender que comportamiento posible tienen los servicios logísticos urbanos de acarreos, y obtener datos preliminares que se acercan a la realidad y permitan establecer que otras variables a considerar.

Se continuará con la planificación de los procesos de aplicación con apoyo de las agremiaciones, universidades seleccionadas y entidades públicas que se sumen al proyecto.

Posteriormente, se ejecutarán planes de acción con el mejoramiento de la cadena de valor productiva, los mecanismos de transformación en la prestación del servicio, la utilización de vehículos eléctricos y los convenios para dicho fin, con la inclusión bien sea de una aplicación o un software que permita la recolección de información que aporte al proceso investigativo y a la toma de decisiones, con sus respectivas acciones de mejora.

Los procesos de sensibilización y capacitación estarán asociados en espacios acordados y los actores que se sumen a este proceso, en la forma y medios disponibles y apropiados en esos momentos (Videoconferencias, Reuniones virtuales, etc.).

REFERENCIAS

- Castiblanco, C. (2019). *El abecé del decreto que regula los vehículos de transporte de carga en Bogotá*. <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/ambiente/decreto-840-de-2019-abc-de-restricciones-vehiculos-de-carga-en-bogota#:~:text=El%20Decreto%20840%20de%202019,el%20tr%C3%A1fico%20de%20la%20ciudad>.
- Consejo Privado de Competitividad. (2023). *Índice de Competitividad de Bogotá 2023*. Consejo Privado de Competitividad.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) (2023). *Proyecciones de población 2023-2035*. DANE.
- Gutiérrez, Andrea (2013). *¿Qué es la Movilidad? Dossier Central*. <https://www.redalyc.org/pdf/748/74826255011.pdf>

International Maritime Organization. (2022). *Prevention of pollution by ships*. International Maritime Organization.

Ortiz, Jaime. (2020). Bogotá es la segunda ciudad a nivel mundial en ranking de caos vehicular. *La República*. <https://www.larepublica.co/globoeconomia/bogota-es-la-segunda-ciudad-a-nivel-mundial-en-ranking-de-caos-vehicular-2871706>

Rodríguez, S., y Cano, A.E. (2018). *Influencia de los vehículos de carga pesada en la congestión vial de la ciudad de Bogotá D.C. – Colombia* (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia.

Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (2023). *Red de Monitoreo de Calidad del Aire de Bogotá*. <https://www.ambientebogota.gov.co/calidad-del-aire>

United Nations Environment Programme. (2021). *The environmental impacts of freight transport*. United Nations Environment Programme.

Universidad Nacional de Colombia. (2023). *Impacto del transporte de carga en el deterioro de las vías en Bogotá*. Universidad Nacional de Colombia.

World Health Organization. (2022). *Ambient air pollution: Health effects*. World Health Organization.

World Wildlife Fund. (2022). *The impact of transport on wildlife*. World Wildlife Fund.