

**Aspectos Ambientales y Socioeconómicos relacionados con la implementación del transporte Público Eléctrico en Bogotá, en las localidades Engativá y Fontibón**

Jenny Elizabeth Avellaneda Aldana

Dirigido por:

María Angélica Peña

Ingeniera Ambiental y Sanitaria

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente (ECAPMA)

Ingeniería Ambiental

Bogotá

2023

**Aspectos Ambientales y Socioeconómicos relacionados con la implementación del transporte Público Eléctrico en Bogotá, en las localidades Engativá y Fontibón**

Jenny Elizabeth Avellaneda Aldana

Trabajo de grado presentado como requisito para optar por el título de Ingeniero

Ambiental

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Ingeniería Ambiental

Bogotá D.C

2023

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

Firma del director

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá, 2023

## **Agradecimientos**

A Dios quien es El que nos da la vida, sabiduría y privilegio de poder aprender y enfrentar nuevos retos, poder cumplirlos y finalizarlos con dedicación y diligencia, a mi esposo que ha sido mi mano derecha y mi apoyo incondicional, a mi familia que siempre están allí, a la profe Ing., María Angélica Peña que con su direccionamiento se ha logrado sacar adelante este proyecto, Dios la usado en gran manera para apoyarme, animarme a continuar aun en los momentos más difíciles, y a terminarlo con los mejores resultados.

## Resumen

En los últimos años en Bogotá se han registrado alertas climáticas como consecuencia de los altos índices de contaminación del aire, debido a esto se estudian dos de las localidades con mayor porcentaje de industrias y vías arterias de la capital con el fin de investigar la percepción de la población en cuanto a transporte público y como el uso diario de este afecta directamente su salud, como podría aportar este servicio a la disminución de las emisiones y a mejorar la calidad de vida de los usuarios, para ello se busca la relación de los aspectos sociales y ambientales al implementar transporte público eléctrico en estas zonas de la ciudad. Como resultado los aspectos encontrados a través de la metodología que consistió en la realización de un estudio de caso comparativo-exploratorio con resultados internacionales, matrices de análisis y estadística descriptiva, se incrementa la necesidad de una transición al uso de energías limpias. Actualmente, ya se encuentran circulando vehículos de transporte público eléctrico e híbridos en algunas zonas de la ciudad, lo que permitió resolver el interrogante ¿cuáles son los Aspectos Ambientales y Socioeconómicos relacionados con la implementación del transporte Público Eléctrico en Bogotá, en las localidades Engativá y Fontibón?

**Palabras Clave:** Contaminación del aire, transporte público eléctrico, percepción, vías, usuarios.

### **Abstract**

In recent years in Bogota there have been climate alerts as a result of high rates of air pollution, due to this we study two of the localities with the highest percentage of industries and arterial roads of the capital in order to investigate the perception of the population in terms of public transport and how the daily use of this directly affects their health, how this service could contribute to the reduction of emissions and improve the quality of life of users, for this we seek the relationship of social and environmental aspects to implement electric public transport in these areas of the city. As a result of the aspects found through the methodology that consisted of a comparative-exploratory case study with international results, analysis matrices and descriptive statistics, the need for a transition to the use of clean energies is increased. Currently, electric and hybrid public transport vehicles are already circulating in some areas of the city, which allowed solving the question: What are the environmental and socioeconomic aspects related to the implementation of electric public transport in Bogotá, in the localities of Engativá and Fontibón?

**Keywords:** Air pollution, electric public transport, perception, roads, users.

## Tabla de contenido

|  |    |
|--|----|
| Introducción .....   | 12 |
| Objetivos .....  | 14 |
| General .....  | 14 |
| Específicos .....  | 14 |
| Planteamiento del problema.....  | 15 |
| Justificación .....  | 19 |
| Marco Conceptual.....  | 23 |
| Aspectos Ambientales.....  | 23 |
| Cambio climático .....   | 23 |
| Contaminación atmosférica .....  | 23 |
| Electrolinera.....   | 23 |
| Impacto Ambiental.....   | 23 |
| Investigación.....   | 24 |
| Movilidad Sostenible .....   | 24 |
| Partículas.....  | 24 |
| Transporte público urbano .....  | 24 |
| Tipos de transporte Publico en Colombia (Dane, Glosario de Términos Encuesta de<br>Transporte Urbano de Pasajeros, 2007):..... | 25 |
| Bus .....  | 25 |
| Buseta.....  | 25 |
| Microbús-Colectivo .....   | 25 |

|  |    |
|--|----|
| Transmilenio .....   | 25 |
| Metro.....   | 26 |
| Vehículo eléctrico: .....                                      | 26 |
| Marco teórico .....  | 27 |
| Buses Eléctricos .....   | 27 |
| Calidad del Aire .....   | 29 |
| Emisiones Generadas .....                                      | 29 |
| Marco Referencial.....   | 37 |
| Marco Legal .....  | 40 |
| Metodología .....  | 44 |
| Desarrollo Del Proyecto.....                                   | 47 |
| Aspectos sociales .....  | 48 |
| UPZ 29 Minuto de Dios .....                                    | 53 |
| UPZ 75 Fontibón.....   | 53 |
| Aspectos ambientales.....                                      | 54 |
| Localidad Engativá .....                                       | 59 |
| Población: .....   | 60 |
| Escala .....   | 67 |
| Aspectos ambientales representativos.....                      | 68 |
| Impactos ambientales.....                                      | 69 |
| Positivos.....   | 69 |
| Negativos .....  | 70 |
| Aplicación de Encuesta Para Análisis de Aspectos Sociales..... | 72 |

|   |     |
|---|-----|
| Muestra .....   | 72  |
| UPZ.....  | 73  |
| Resultados de la Encuesta.....  | 77  |
| Resultados en casos similares a nivel internacional de la implementacion de Buses electricos y<br>percepcion de los ciudadanos..... | 88  |
| Chile – Santiago.....   | 88  |
| Ecuador- Ciudad de Ibarra .....   | 89  |
| Argentina - Buenos Aires.....   | 89  |
| Análisis DOFA.....  | 95  |
| Fortalezas- oportunidades .....   | 95  |
| Fortalezas – Amenazas .....   | 96  |
| Debilidades – Amenazas.....   | 96  |
| Conclusiones.....   | 98  |
| Recomendaciones .....   | 101 |
| Bibliografía .....  | 102 |
| Apéndices.....  | 110 |

### Lista de Figuras

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| <b>Figura 1</b>  | <i>Emisiones de CO<sub>2</sub> generadas a nivel mundial</i>   | 31 |
| <b>Figura 2</b>  | <i>Comparación de Emisiones de CO<sub>2</sub>, China- América latina</i>   | 33 |
| <b>Figura</b>    | <i>Diagrama fases del proyecto</i>   | 46 |
| <b>Figura 4</b>  | <i>Tasa de mortalidad por enfermedad respiratoria inferior crónica en menores de 70 años de 2007- 2019</i>       | 50 |
| <b>Figura 5</b>  | <i>Tasa de mortalidad por enfermedad respiratoria inferior crónica en menores de 70 años de 2007- 2019</i>       | 52 |
| <b>Figura 6</b>  | <i>Reporte estaciones de monitoreo Ferias localidad Engativá y estación Fontibón localidad Fontibón año 2019</i> | 57 |
| <b>Figura 7</b>  | <i>Mapa estación de monitoreo Ferias localidad Engativá</i>  | 59 |
| <b>Figura 8</b>  | <i>Mapa estación de monitoreo Móvil Fontibón localidad Fontibón</i>  | 61 |
| <b>Figura 9</b>  | <i>Rango de edad de las personas encuestadas</i>   | 77 |
| <b>Figura 10</b> | <i>Localidad de residencia y estrato de los habitantes encuestados</i>   | 79 |
| <b>Figura 11</b> | <i>Los usuarios estarían dispuestos a pagar una tarifa más costosa por uso de transporte público eléctrico</i>   | 84 |
| <b>Figura 12</b> | <i>Los ciudadanos estarían dispuestos a dejar sus vehículos propios por tomar transporte publico eléctrico</i>   | 85 |

### Lista de Tablas

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Tabla 1_</b> <i>Contribuciones determinadas a nivel nacional NDC</i> _____  | 34        |
| <b>Tabla 2_</b> <i>Marco legal</i> _____   | 40        |
| <b>Tabla 3_</b> <i>Intervalo de concentración de contaminantes</i> _____   | <b>56</b> |
| <b>Tabla 4_</b> <i>Concesión de patios de vehículos de transporte público 100% eléctricos</i> _____                                    | 58        |
| <b>Tabla 5_</b> <i>Proyección de población del DANE período 2018-2024 por localidades y upz</i> _____                                  | 60        |
| <b>Tabla 6_</b> <i>Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo para uso de la matriz de leopold</i> _____ | 65        |
| <b>Tabla 7_</b> <i>Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo para uso de la matriz de leopold</i> _____ | 66        |
| <b>Tabla 8_</b> <i>Rango de importancia y clase de efecto en la matriz de leopold</i> _____  | 67        |
| <b>Tabla 9_</b> <i>Muestra para aplicación encuesta de encuesta</i> _____  | 73        |
| <b>Tabla 10_</b> <i>Matriz DOFA</i> _____  | 92        |

## **Introducción**

A nivel mundial, el aumento en el uso de vehículos eléctricos para transporte público es alto debido a la necesidad de cuidar el medio ambiente y de implementar tecnologías y diseños que garanticen una movilidad sostenible. Así mismo, el crecimiento demográfico se traduce en un incremento en la demanda de petróleo, lo que lleva a que la industria automotriz como gran consumidora de este recurso busque alternativas amigables y eficaces a futuro teniendo en cuenta que el petróleo es un recurso finito.

En concordancia con esto, Colombia está comprometida con la aplicación de medidas que garanticen la sostenibilidad y la protección del medio ambiente y recursos naturales. En este sentido una de las acciones tomadas es la ratificación de varios acuerdos mundiales encaminados a esto, fundamentándose también en lo establecido en los 17 objetivos de desarrollo sostenible que han sido ratificados por el país, entre ellos el número 7 energía asequible y no contaminante, el número 13 acción por el clima y el número 11 ciudades y comunidades sostenibles, que se articulan con estrategias como la modernización del transporte público.

En relación con lo anterior, actualmente se movilizan en el país algunos buses eléctricos en ciudades como Cali, Medellín y Bogotá (Ramirez, 2020) de los cuales se espera una reducción significativa en las emisiones generadas, lo que favorecerá la salud de los usuarios y la población en general y ayudaría a cumplir los acuerdos y objetivos trazados en material ambiental, incluyendo el aprovechamiento de los recursos naturales de una manera sostenible.

Ahora bien, para alcanzar estos objetivos es fundamental tomar decisiones soportadas en el marco jurídico y políticas que permitan modificar la infraestructura del transporte público de forma inmediata, pues este genera diariamente una cantidad significativa de emisiones en los

casos urbanos. Así pues, el Concejo de Bogotá, mediante el Acuerdo 04 de 1999, propuso un modo de transporte alternativo conocido como Transmilenio, justificado en los problemas de movilidad presentados desde la década de 1960 en la ciudad, relacionado con el incremento de la población y a la falta de implementación en la movilidad eficiente. (Laura Amezquita, 2015) No obstante, este sistema de transporte se basó en el uso de buses que funcionan con tecnologías tradicionales como la combustión a partir del uso de gasolina o Diesel, lo que, aunque ha generado una alternativa para la movilización de las personas, no ha redundado en la mejora de la calidad del aire de la ciudad.

Cuando se hace un diagnóstico de la movilidad en las grandes ciudades del país, se encuentra que en general no hay acceso a movilidad segura y adecuada, por lo que se están buscando alternativas que permitan mitigar esta situación. Para esto, desde el año 2015 se han implementado pilotos que propenden por el cambio de buses de motores de combustión interna a eléctricos. Es por ello que, en el presente proyecto se evaluaron los aspectos ambientales y sociales que afectan o favorecen a la población bogotana al realizar la implementación del transporte público eléctrico.

## **Objetivos**

### **General**

Analizar los aspectos ambientales y socioeconómicos relacionados con la incorporación de los vehículos eléctricos en el transporte público de Bogotá en las localidades Engativá y Fontibón.

### **Específicos**

Reconocer los aspectos sociales de la incorporación de vehículos eléctricos en el transporte público en la ciudad de Bogotá, localidades Engativá y Fontibón.

Evaluar los aspectos ambientales generados por la incorporación de vehículos eléctricos en el transporte público.

Analizar la importancia de la implementación de los vehículos eléctricos en el estilo de vida de la población, usuaria de transporte público.

Evaluar las ventajas y desventajas del uso de vehículos eléctricos en el transporte público en Bogotá y compararlo con casos similares.

### **Planteamiento del problema**

La población en Colombia es de alrededor de 48.258.494 millones de habitantes según el censo nacional del DANE realizado en el año 2018. El transporte público que se ofrece a nivel nacional tiene un déficit frente al número de usuarios, por ejemplo, en Bogotá se tiene una población de casi 8 millones de habitantes y en Medellín más de 2 millones (DANE, 2018) igual que en la ciudad de Cali, sin embargo, la flota o las características del servicio público no permiten que se dé un servicio eficiente, lo anterior se traduce en personas aglomeradas en los buses, que deben salir muy temprano de sus casas para poder abordar uno, y llegando tarde por la cantidad de tráfico y con una alta cantidad de tiempo perdido en estos espacios (el viaje promedio en servicio público en Bogotá es de 1,5 horas por trayecto).

Las dinámicas de crecimiento demográfico que enfrentan las ciudades representan una seria amenaza para el medio ambiente, así como para la salud y la calidad de vida de sus habitantes. Dicho crecimiento genera nuevos procesos económicos y está generalmente acompañado de un incremento en las actividades industriales, mayores tasas de motorización, mayor consumo de combustible y por ende la generación de mayores emisiones de contaminantes del aire. (R., 2012)

Por ende, el uso transporte público de las ciudades influye en la calidad de vida, calidad del aire y el medio ambiente, es por ello que se necesita de manera urgente y progresiva implementar un medio de transporte eficiente, de calidad y de bajas emisiones.

Ya que la contaminación atmosférica en centros urbanos de países de economías en desarrollo es un fenómeno que se encuentra en constante crecimiento (Chow, et al., 2004). A tal punto que recientemente gobernantes y tomadores de decisiones de ciudades importantes del

mundo reconocieron la contaminación del aire como uno de los mayores desafíos ambientales que deben enfrenar las ciudades de hoy (Siemens, 2008).

En los últimos años, China ha promovido el uso de tecnologías limpias en la industria, destinando gran cantidad de recursos en la implementación de diversos tipos de energías alternativas como la energía eólica, energía solar y la fabricación de baterías para automóviles eléctricos. Todo esto, forma parte de políticas del gobierno para ampliar la independencia energética y protección al medio ambiente, lo anterior ha llevado a que este país sea uno de los pioneros en la implementación del transporte público Eléctrico.

En el caso de Noruega, su enfoque en el transporte alternativo se centró en la adquisición de buses eléctricos por medio de uno de los operadores más grandes de transporte público, estos entraron en funcionamiento en octubre del 2017 en forma de proyecto piloto (ya que son 2). Los buses adquiridos tienen una longitud de 18 metros, son los más pesados en este país y cuentan con gran capacidad para el transporte de pasajeros. (ESAN, 2018)

Para Colombia se han aprobado leyes a favor de la implementación de vehículos eléctricos y se han adquirido buses con el fin de cumplir con acuerdos internacionales y los compromisos generados en el plan nacional de desarrollo 2018-2022, pero es necesario preguntarse ¿Cómo la adquisición de vehículos eléctricos en el transporte público puede ayudar a mejorar las condiciones socioambientales de la ciudad de Bogotá, en localidades como Engativá y Fontibón?

Para comprender la problemática relacionada, es necesario tener en cuenta que para el año 2050 Colombia espera cumplir con las metas generadas en el acuerdo de Paris, que buscan lograr una disminución de emisiones y por ende evitar que la temperatura del planeta aumente de forma descontrolada resultando en un cambio climático más adverso para el país y procurando

llevar a cabo una adaptación al mismo. Una de las acciones propuestas, consiste en la sustitución del total de la flota de taxis en las principales ciudades del país por vehículos eléctricos, es decir, 65.000 taxis eléctricos. También se estableció la entrada de vehículos eléctricos e híbridos en el transporte público masivo de pasajeros de las principales ciudades del país, lo que resultaría en la adquisición de 981 Buses eléctricos e híbridos, pilar de ello la ciudad de Bogotá como capital de este. (ambiente m. d., 2020)

Aunque los objetivos y las metas están dados, el problema radica en la ausencia de políticas y metas claras a pequeña escala para que los alcaldes prioricen lo planteado desde el gobierno nacional y no ejecuten acciones que redunden en la adquisición de buses obsoletos y altamente contaminantes como transporte público, que producen emisiones y no cubren la demanda. “Se recomienda incorporar en los planes de acción, compras y presupuesto de la siguiente vigencia, los requerimientos necesarios para garantizar el adecuado mantenimiento de la estructura física en los portales, estaciones y de la flota de buses, y con ello prestar un mejor servicio a la ciudadanía” ( Veeduría Distrital, 2017).

Bogotá, la capital colombiana y una de las más grandes ciudades de América Latina no ha sido ajena a esta condición y ha sido catalogada como uno de los centros urbanos con mayor contaminación atmosférica en la Región (OPS, 2005). La capital del país cuenta con el transporte público masivo más grande. De acuerdo con las estadísticas de Transmilenio a febrero 2020, el 38% de los buses tienen más de 10 años de uso, el 41% de 6 a 10 y solo el 21% 5 años o menos, los buses zonales del SITP el 54% tienen más de 6 años de uso y la mayoría de ellos funcionan con diésel.

El problema se traduce en que el estado de los buses y el combustible que utilizan para su funcionamiento aporta gran cantidad de partículas contaminantes al aire bogotano, así pues, los

usuarios duran horas en este articulado no solo en condiciones de aglomeración sino bajo la exposición de contaminantes como PM 2,5 (material particulado de tamaño inferior a 2,5 micras). Las localidades de Engativá y Fontibón son unas de las mas industrializadas y con mayor cantidad de vías arterias en su interior, salidas de la ciudad y el aeropuerto, por lo que el ruido y las fuentes móviles son amplias, implementando transporte publico eléctrico en estas zonas mejorara la calidad de vida de los habitantes, su salud y las emisiones a la atmosfera.

“La investigación realizada por Fredy Guevara, magíster en Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia (U.N.) revela que los buses articulados del sistema de Transmilenio, contaminan el aire con PM 2,5 (material particulado) y además, asegura que los pasajeros que realizan recorridos entre 20 a 40 minutos, están expuestos a inhalar altos niveles de este material particulado, ocasionándoles enfermedades respiratorias, cardiorrespiratorias o cáncer de pulmón” (El Tiempo, marzo 2019)

Estas situaciones generan problemáticas de movilidad y salud, relacionadas con el transporte y calidad del aire, por ende, el Gobierno de la mano con la población debe buscar alternativas que ayuden a mitigar el cambio climático y mejoren la calidad de vida de los usuarios en este caso de transporte público y disminuir las emisiones atmosféricas.

Como resultado de la investigación será necesario dar respuesta a la siguiente interrogante ¿Qué aspectos ambientales y socioeconómicos se deben evaluar para implementar de manera masiva el transporte público eléctrico en la ciudad mejorando así la calidad de vida y salud de los usuarios y disminuyendo las emisiones atmosféricas?

## Justificación

Según el reporte anual sobre la *brecha de emisiones* de la Organización de las Naciones Unidas – ONU, a pesar que la crisis del COVID 19 ralentizó temporalmente la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera en 2020, el mundo todavía está en camino a un aumento catastrófico de temperatura superior a los 3 grados centígrados sobre los niveles preindustriales para finales de este siglo. (ONU, 2020)

Desde el 2010, las emisiones de gases que causan el calentamiento global han registrado un crecimiento promedio anual del 1,3%. A pesar de la mayor eficiencia energética y la propagación de las fuentes de energía bajas en carbono, las emisiones siguen incrementándose en los países cuyo consumo de energía se ha intensificado marcadamente con el propósito de cubrir sus necesidades de desarrollo. (ONU, 2020)

No obstante, sigue existiendo una gran oportunidad para que los países implementen políticas y programas sostenibles (ONU, 2020). Descarbonizar el transporte representa uno de los principales retos para cumplir con las metas de reducción definidas por los países, La electrificación de los sistemas de transporte se presenta como una acción contundente para transformar la movilidad y a la vez, mejorar la calidad de vida. (Mañez, 2018)

Por ejemplo, China, uno de los cuatro emisores principales de gases invernadero según la ONU, ha visto resultados positivos en la implementación de transporte público eléctrico “Los buses eléctricos son más económicos de operar que los buses diésel, esto también se evidencia en la reducción de los costos de mantenimientos. Los operadores de autobuses están experimentando nuevos modelos comerciales para administrar el costo que significa el cambio de tecnología en el transporte” dice Li (ESAN, 2018)

La ciudad de Shenzhen en China espera reducir sus emisiones contaminantes en hasta 1,35 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> al año. No obstante, cabe resaltar que la inversión en autobuses eléctricos tuvo que ser combinada con la implementación de infraestructura adecuada para garantizar su sostenimiento. Actualmente, Shenzhen tiene 510 estaciones de recarga para los autobuses, por lo que pueden cargar un poco menos de la mitad de la flota a la vez, así mismo tienen un total combinado de 8,000 puntos de carga en todas las principales vías. (ESAN, 2018)

China lidera por volumen en la producción y puesta en marcha de la movilidad eléctrica, tanto en vehículos eléctricos como infraestructura de recarga, ciudades del gigante asiático como Shenzhen destacan por su apuesta a la movilidad eléctrica, especialmente en materia de transporte público: buses y taxis. Otros países, esta vez en Europa, que tienen un volumen de ventas menores, destacan por un alto porcentaje de penetración de la movilidad eléctrica. (Mañez, 2018)

Latinoamérica tiene condiciones propicias para la movilidad eléctrica: tres grandes fabricantes de automóviles operan en la región (Argentina, Brasil y México) y tres países cuentan con grandes reservas de litio (Argentina, Bolivia y Chile) – material fundamental para la batería de los vehículos eléctricos. (Mañez, 2018) lo que puede propiciar la implementación de esta tecnología en nuestros países.

Colombia, con el fin de avanzar en este camino aprobó en el año 2019 la ley 1964 que promueve el uso de vehículos eléctricos, la meta de cero emisiones y la movilidad sostenible. Con esta ley se busca que los municipios de primera categoría cuenten con un mínimo de cinco estaciones de carga rápida en 2022, así mismo el decreto 1116 de 2017, estableció la disminución de aranceles para la importación de vehículos eléctricos dejándolos al 0% al igual que los sistemas de carga requeridos para su funcionamiento continuo.

Esta normatividad permite y promueve la compra y uso de vehículos eléctricos en el país y ayuda al cumplimiento del numeral 18 del plan Nacional de desarrollo 2018-2022 que se refiere al aumento de la capacidad de generación con energías limpias en 1.500 MW, frente a los 22,4 MW reportados en el año 2018 (Gobierno, 2018)

La implementación de este tipo de vehículos en el transporte público para el país aportaría a solucionar el problema de contaminación y generación de emisiones y también permitiría el desarrollo de las ciudades y el mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes de acuerdo con las experiencias de países en donde ya se han implementado.

Esto a su vez permite el cumplimiento de los acuerdos propuestos en el acuerdo de Paris realizado el año 2015 donde se impulsó el reconocimiento de la necesidad que las emisiones globales toquen techo lo antes posible, además, se mencionó la importancia de conseguir una senda de reducción de emisiones a medio y largo plazo y generó un compromiso a todos los países que lo ratificaron para que cada cinco años, comuniquen y mantengan sus objetivos de reducción de emisiones, así como la puesta en marcha de políticas y medidas nacionales para alcanzarlos.

Esto también permitió el desarrollo de la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC) que es un programa de planeación del desarrollo a corto, mediano y largo plazo, liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), a través de la Dirección de Cambio Climático, con el apoyo del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y los Ministerios Sectoriales de Colombia que buscan desligar el crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional a través de medidas sectoriales de mitigación que contribuyan al desarrollo económico y competitividad de los sectores. (Siac)

Es importante resaltar que con los incentivos generados por parte del gobierno y la eficiencia del vehículo eléctrico, las grandes ciudades pueden implementar estos como medio de transporte público ofreciendo a la ciudadanía un servicio de calidad, ambientalmente sostenible y que favorecerá la salud de los usuarios al no exponerlos a emisiones continuas de material particulado como ya se mencionó previamente.

Esta transición sería positiva para el mejoramiento y disminución del cambio climático en el país y genera altas expectativas ya que el plan de desarrollo distrital en el artículo 116 se establece “Con el propósito de contribuir a una mejora de la calidad del aire, por medio del uso de tecnologías más limpias y asequibles, se exceptúa de la restricción de circulación a los vehículos híbridos” la importancia de incluirlos en el transporte. Cabe resaltar que, tanto vehículos eléctricos como híbridos quedarían exentos de la medida de pico y placa en Bogotá por lo que pueden circular todos los días, lo que los convierte en una opción favorable para la movilidad de las personas.

Con el presente proyecto de investigación se elaboró un análisis a profundidad de los aspectos ambientales y socioeconómicos que se darían al implementar transporte público eléctrico, así mismo, se comparten las variables necesarias para comprender la realidad del país y su posición frente a la oferta y demanda de transporte público terrestre, además de desarrollar en nuevos profesionales incentivo para ampliar sus investigaciones y proyectos en la implementación de energías alternativas.

## **Marco Conceptual**

### **Aspectos Ambientales**

Según la ISO 14001:2015 es un elemento que deriva de la actividad empresarial de la organización (sea producto o servicio) y que tiene contacto o puede interactuar con el medio ambiente.

### **Cambio climático**

Alteración de la temperatura normal del planeta tierra, a causa de la contaminación y actividades humanas, lo que ha ocasionado un efecto invernadero y destrucción de la capa de ozono. (luz marina solis, 2003)

### **Contaminación atmosférica**

Presencia de materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas que al incorporarse al aire altera o modifica su composición y condición natural provocando su desequilibrio ecológico. (López 2001-83)

### **Electrolinera**

es una estación de servicio donde, en lugar de gasolina, se dispensa energía para recargar las baterías de los coches eléctricos. Aquí también se pueden enchufar los carros híbridos y las operaciones que efectuaremos (repostar electricidad o recambiar las baterías) (twenergy, 2019)

### **Impacto Ambiental**

Según la ISO 14001:2015 los impactos son cualquier cambio producido en el medio ambiente. No importa que sean positivos o negativos ni que sean significantes o insignificantes. Lo que importa es que sean producidos por los productos, servicios o actividad de la empresa.

Índice Bogotano de Calidad del Aire Y Riesgo en Salud: (IBOCA) una herramienta que permite conocer las condiciones del aire y el riesgo que existe por contaminación atmosférica en

la ciudad. Con esta podemos tomar mejores decisiones en torno a nuestras actividades diarias y los comportamientos que impactan el ambiente. (SDA, 2021)

### **Investigación**

“se define investigación como una actividad encaminada a la solución de problemas, su objetivo consiste en hallar respuestas a preguntas mediante el empleo de procesos científicos”  
(Cervo y Bervian, 1989, p, 41)

### **Movilidad Sostenible**

Se entenderá por movilidad sostenible aquella que es capaz de satisfacer las necesidades de la sociedad de moverse libremente, acceder, comunicarse, comercializar o establecer relaciones sin sacrificar otros valores humanos ecológicos básicos actuales o futuros. Es decir, debe incluir principios básicos de eficiencia, seguridad, equidad, bienestar, competitividad y salud de conformidad a lo dispuesto por el world Business Council for Sustainable Development.  
(Ley 1964 de 2019, Art. 2 definiciones)

### **Partículas**

Pueden ser líquidas o sólidas incluyen polvo, humo y cenizas miden entre 500 y 0.0002 micras, las de mayor tamaño se depositan con más rapidez y producen sus efectos cerca de la fuente de emisión, las de tamaño mediano se alejan más y las más pequeñas se comportan igual a un gas, es decir, se mantienen suspendidas y son transportadas por los vientos. (Ley 1964 de 2019, Art. 2 definiciones)

### **Transporte público urbano**

Es el acarreo de personas, animales o cosas de un punto a otro a través un medio físico.  
(Art. 2, Dec. 1809 de 1990).

El transporte público es una industria encaminada a garantizar la movilización de personas o cosas por medio de vehículos apropiados a cada una de las infraestructuras del sector, en condiciones de libertad de acceso, calidad y seguridad de los usuarios, sujeto a una contraprestación económica. (Art. 3, Ley 105 de 1993).

**Tipos de transporte Publico en Colombia (Dane, Glosario de Términos Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros, 2007):**

***Bus***

Vehículo automotor destinado al transporte de pasajeros, con una distancia entre ejes mayor a cuatro metros. (Art. 2, Dec. 1809 de 1990).

***Buseta***

Vehículo automotor destinado al transporte de pasajeros, con una distancia entre ejes de tres (3) y cuatro (4) metros. (Art.2, Dec. 1809 de 1990).

***Microbús-Colectivo***

Vehículo automotor destinado al transporte de pasajeros, con una distancia entre ejes menor de tres metros y capacidad entre 10 y 19 personas.

***Transmilenio***

Sistema de transporte masivo de pasajeros basado en buses articulados de alta capacidad (160 pasajeros por bus). El Sistema se estructura en corredores troncales, con carriles destinados en forma exclusiva para esta operación. Esta red troncal se integra con rutas alimentadoras, operadas con buses de menor capacidad (entre 64 y 72 pasajeros), para incrementar la cobertura del sistema.

***Metro***

Transporte ferroviario masivo metropolitano que actualmente cuenta con 28 estaciones: 19 en la Línea A, 7 en la Línea B y 3 en la nueva línea K, el Metrocable.

***Vehículo eléctrico:***

Un vehículo impulsado exclusivamente por uno o más motores eléctricos, que obtienen corriente de un sistema de almacenamiento de energía recargable, como baterías, u otros dispositivos portátiles de almacenamiento de energía eléctrica, incluyendo celdas de combustible de hidrógeno o que obtienen la corriente a través de catenarias. Estos vehículos no cuentan con motores de combustión interna o sistemas de generación eléctrica a bordo como medio para suministrar energía eléctrica. (Ley 1964 de 2019, Art. 2 definiciones)

El vehículo puramente eléctrico se recargará únicamente a través de la red eléctrica. En la medida en que esta electricidad se obtenga de fuentes renovables como es la energía eólica o la fotovoltaica, la dependencia del petróleo disminuirá al mismo tiempo que lo hará la contaminación por las emisiones de los vehículos de combustión. (Arnaiz, 2005)

## Marco teórico

### Buses Eléctricos

Aunque se piensa que la inclusión de vehículos eléctricos en el transporte público es algo reciente, es necesario mencionar algunos casos que se han dado con antelación. El 13 de febrero de 1970 y tras apenas dos años de desarrollo, el fabricante alemán MAN y sus empresas asociadas RWE (Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk), Bosch y Varta presentaron en Alemania su primer autobús urbano completamente eléctrico, el 750 GO-M10 E (Alber Callejo, 2020), era el primer vehículo creado para combatir la contaminación, emisión de gases y ruido existente en los buses de combustión interna.

La capacidad del autobús era de 99 pasajeros y prometía una autonomía de 50 km por carga. Como curiosidad, las baterías estaban alojadas en un remolque y garantizaban un tiempo de funcionamiento de entre dos y tres horas. Cuando el pack se descargaba, el remolque era rápidamente sustituido en la estación de autobuses por otro dotado de una batería completamente cargada. Esto permitía que el bus pudiera operar de forma continua. (Alber Callejo, 2020)

El 15 de octubre de 1974 MAN entregó la segunda generación de sus autobuses eléctricos, bautizados como SL-E 200, a la ciudad de Mönchengladbach, donde estuvieron en uso hasta 1979. Estos modelos incluían características novedosas como unas baterías un 50% más capaces, lo que permitía incrementar su autonomía hasta los 80 km; además, el intercambio del remolque ahora se podía realizar de forma automatizada. Las ciudades de Dusseldorf y Frankfurt también los emplearon en su flota de transporte público local. (Alber Callejo, 2020)

Lo anterior permitió la implementación de pruebas piloto con los autobuses eléctricos en 1898 en varias ciudades. Por ejemplo, en Barcelona trató este proyecto el teniente Emilio de la Cuadra y su Compañía General de Coches y El ingeniero suizo Carlos Vellino, en colaboración

con otras personas, donde crearon un ómnibus que incorpora un grupo electrógeno de 15 KW movido por un motor de explosión, que generaba la electricidad para recargar las baterías. El autobús tenía una capacidad 20 personas, contaba con dos motores eléctricos de 15 KW cada uno y con una potencia total de 45 CV, alimentado con una batería de acumuladores que suministraba 450 Ah a 110 V. Con este sistema conseguían alcanzar velocidades promedio de 20 Km/h. (Vallejo Luis, 2019)

En Maidstone, Inglaterra, William Arthur Stevens estableció su propia compañía y construyó en 1906 el primer vehículo de transmisión eléctrica, basado en un diseño patentado por Percival Frost-Smith. De esta manera el autobus era capaz de ser manejado fácilmente, ya que no era necesario que se incorporara la caja de cambios. desde 1911 hasta 1991 se retomó definitivamente esta tecnología de propulsión y todas las marcas comenzaron a desarrollar sus primeros prototipos. (Vallejo Luis, 2019)

A principios de los años 90 algunas compañías japonesas como Hino, Nissan, Mitsubishi, Isuzu y Toyota crearon algunos modelos de autobuses híbridos destinados al transporte urbano.

A finales del año 2018 en el mundo habría alrededor de 425000 buses eléctricos, de estos 421000 se encontraban en China, en segundo lugar, se encuentra el continente Europeo con 2250, y Estados unidos con 300. (Redaccion, 2019)

Según el Informe de *BloombergNEF* Alrededor de 500 barriles de diésel se sustituyen cada día por cada 1.000 autobuses eléctricos en que se encuentran en las carreteras. En Colombia el mayor fabricante de buses eléctricos BYD ha entregado 66 buses en Medellín, 9 en Cali, 1 en Manizales y 470 en Bogotá. (Uribe, Felipe Vallejo, 2021), quedando Medellín con 69 buses en total y Cali con 35.

## **Calidad del Aire**

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), alrededor de 249 mil muertes prematuras fueron atribuibles a la contaminación del aire exterior y alrededor de 83 mil muertes prematuras fueron atribuibles a la contaminación del aire debido al uso de combustibles como Diesel, gasolina, entre otros.

La contaminación del aire es el principal riesgo ambiental para la salud pública en las Américas. Cabe resaltar que en todo el mundo cerca 7 millones de muertes prematuras fueron atribuibles a la contaminación del aire ambiental en 2016. Alrededor del 88% de estas muertes ocurrieron en países de ingresos bajos y medios. Además, más de 150 millones de personas en América Latina viven en ciudades que exceden los límites de emisiones establecidos en las Guías de Calidad del Aire de la OMS, lo que expone directamente a sus habitantes a estas.

Los niveles altos de contaminación del aire pueden afectar en forma negativa la función pulmonar y desencadenar en exacerbaciones de asma y enfermedad pulmonar obstructiva crónica, además de aumentar el riesgo de cáncer de pulmón. La contaminación del aire también aumenta el riesgo de eventos cardiovasculares agudos (p. ej., infarto de miocardio) y el desarrollo de enfermedad coronaria. (Abigail R. Lara , 2020)

El ozono, que es el componente principal del smog, es un irritante respiratorio fuerte y oxidante. Los niveles de ozono tienden a ser máximos en temporada seca, a última hora de la mañana y a primeras horas de la tarde. Las exposiciones breves pueden causar disnea, dolor torácico y reactividad de la vía aérea. (Abigail R. Lara , 2020)

## **Emisiones Generadas**

De acuerdo con el DANE, cerca del 60% de la población urbana se concentra en siete áreas metropolitanas con una participación similar de sus viajes en el total de viajes urbanos que

se realizan en el país. Asimismo, se estima que en dichas ciudades se concentra el 80% de la flota de taxis, el 35% de la flota de buses, el 60% de los vehículos livianos privados y el 30% de las motocicletas.

La tasa promedio de movilización pasó de 1.6 viajes diarios por habitante en el año 2010 a 2.1 que se proyectan para el año 2040 (DANE). Esto sumado al crecimiento de la población, lleva a que se duplique el número de viajes que se hacen diariamente en el país, alcanzando 105 millones de viajes para el año 2040.

La energía necesaria para realizar dichos viajes se triplica en el mismo periodo dado el cambio en los modos de transporte en los centros urbanos. De acuerdo con el uso y bajo el escenario de referencia las emisiones de CO<sub>2</sub> estas aumentarían de 24 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> en el año 2010 hasta 65 millones de toneladas en el 2040. Este crecimiento equivale a una tasa anual del 3.3% durante el periodo de análisis. Dicha cifra es ampliamente superior a la observada para el sector en los últimos 20 años (1.3% anual equivalente) (andes, Febrero 2014)

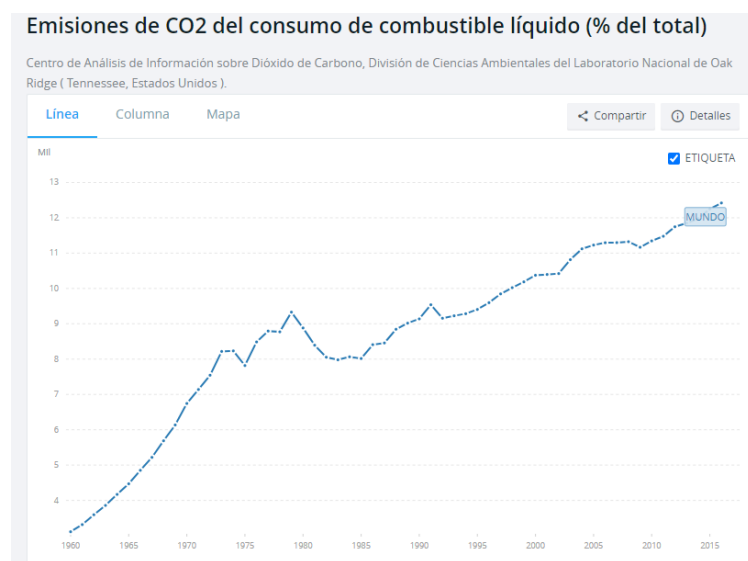
De acuerdo con el Banco Mundial y los indicadores tomados por el Laboratorio Nacional Oak Ridge en Tennessee, EE UU, “Carbon dioxide emissions, largely by-products of energy production and use, account for the largest share of greenhouse gases, which are associated with global warming. Anthropogenic carbon dioxide emissions result primarily from fossil fuel combustion and cement manufacturing. In combustion different fossil fuels release different amounts of carbon dioxide for the same level of energy use: oil releases about 50 percent more carbon dioxide than natural gas, and coal releases about twice as much.” (Ridge, 2016)

“Las emisiones de dióxido de carbono, en gran parte subproductos de la producción y el uso de la energía, representan la mayor parte de los gases de efecto invernadero, que están asociados al calentamiento global. Las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono

proceden principalmente de la combustión de combustibles fósiles y de la fabricación de cemento. En la combustión, diferentes combustibles fósiles liberan diferentes cantidades de dióxido de carbono para el mismo nivel de uso de energía: el petróleo libera alrededor de un 50% más de dióxido de carbono que el gas natural, y el carbón libera aproximadamente el doble." (Ridge, 2016)''

## Figura 1

### *Emisiones de CO<sub>2</sub> generadas a nivel mundial*



*Nota.* El grafico representa las Emisiones de CO<sub>2</sub> generadas a nivel mundial entre (1960-2016), tomado de Laboratorio Oak Ridge

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) is naturally occurring gas fixed by photosynthesis into organic matter. A byproduct of fossil fuel combustion and biomass burning, it is also emitted from land use changes and other industrial processes. It is the principal anthropogenic greenhouse gas that affects the Earth's radiative balance. It is the reference gas against which other greenhouse gases are measured, thus having a Global Warming Potential of 1. (Ridge, 2016)

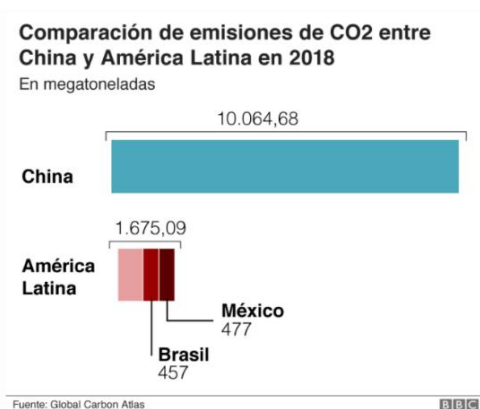
An emission intensity is the average emission rate of a given pollutant from a given source relative to the intensity of a specific activity. Emission intensities are also used to compare the environmental impact of different fuels or activities. The related terms - emission factor and carbon intensity - are often used interchangeably. (Ridge, 2016)

“El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) es un gas natural que se fija mediante la fotosíntesis en la materia orgánica. Es un subproducto de la combustión de combustibles fósiles y de la quema de biomasa, y también se emite por los cambios en el uso del suelo y otros procesos industriales. Es el principal gas antropogénico de efecto invernadero que afecta al equilibrio radiactivo de la Tierra. Es el gas de referencia con el que se miden otros gases de efecto invernadero, por lo que tiene un potencial de calentamiento global de 1. (Ridge, 2016)

“Una intensidad de emisión es la tasa media de emisión de un contaminante determinado de una fuente determinada en relación con la intensidad de una actividad específica. Las intensidades de emisión también se utilizan para comparar el impacto medioambiental de diferentes combustibles o actividades. Los términos relacionados -factor de emisión e intensidad de carbono- suelen utilizarse indistintamente”. (Ridge, 2016)

## Figura 2

### Comparación de Emisiones de CO<sub>2</sub>, China- América latina



*Nota.* Emisiones generadas por china comparada con América latina en el año

2018. Autor Global Carbón Atlas 2018.

En 2018, toda América Latina emitió cerca de 17% del total de emisiones generadas por China. México y Brasil, las dos mayores economías de América Latina, fueron los principales responsables de esas emisiones.

En la conferencia del clima de 2009 en Copenhague, el país asiático se comprometió en reducir sus emisiones hasta un 45% en comparación con los niveles registrados en el año 2005 para el año 2020. Sin embargo, los datos recopilados por el Global Carbón Project muestran que el país se encuentra lejos de alcanzar ese objetivo. (news, 2019)

En Colombia, por ejemplo, el proceso de las NDC (Las contribuciones de carbono determinadas a nivel nacional, siglas en inglés) ha puesto de relieve la importancia del sector del transporte para el medio ambiente. Los análisis realizados han demostrado a través de un proceso científico sólido, que con las tasas de motorización previstas no será posible tener ciudades habitables y sostenibles en el futuro si no se toman medidas, y que, por lo tanto, serán necesarios

objetivos más concretos a la hora de ejecutar los planes de descarbonización en el sector del transporte. (Environment, 2017)

Colombia se destaca por el reconocimiento y promoción de la energía eléctrica en el transporte. En los últimos años se han puesto en marcha varias iniciativas en Bogotá, Medellín y Cali con el fin de mitigar las emisiones y mejorar la calidad del aire. Las pruebas han permitido validar las eficiencias energéticas, los bajos costos de mantenimiento y los rendimientos de las baterías. Cabe destacar que aparte del transporte público masivo, también se han llevado a cabo pilotos de e-taxis en Bogotá que acumulan más de 20 millones de kilómetros y el desarrollo y el de un bus articulado que usa baterías eléctricas. (VELANDIA, 2019)

**Tabla 1**

*Contribuciones determinadas a nivel Nacional NCD*

| país de estudio | poblacion<br>2015/2030       | indice de<br>motorizacion<br>actual   | emisiones de gei<br>(gases de efecto<br>invernadero) en el<br>transporte actual | emisiones de gei<br>proyectadas a<br>2030 |
|-----------------|------------------------------|---|---|---|
| Colombia        | 48 millones / 53<br>millones | 100 carros por<br>cada 1000<br>personas en<br>2010; 600<br>vehículos por<br>cada 1000<br>personas en<br>2040. | 23 mico <sub>2e</sub><br>10% en 2010  | 49 mico <sub>2e</sub> / 15%               |

*Nota:* Esta tabla muestra las contribuciones determinadas a nivel nacional por Colombia proyectadas al año 2030, en el sector transporte.

**Avances en tema de transporte público:**

Medellín, para finales de 2019 esperaba contar con 64 e-buses padrones y Cali con cerca de 24 unidades, también se planteó el ingreso de los primeros 100 e-camiones ligeros y cerca de 200 e-taxis dentro de un período mayor a tres años. Además, existe una proyección de 600 mil vehículos eléctricos (CONPES Crecimiento Verde) a corto plazo. El contexto es favorable pero no se visibiliza una ruta hacia la masificación principalmente por limitaciones de la política, la magnitud de las inversiones, la existencia de cargos e impuestos al KWh (contribución e IVA), el cobro del impuesto a la propiedad que se aplica según el valor del vehículo y la desarticulación de actores hacia la construcción de soluciones de movilidad sostenible. (VELANDIA, 2019)

La Capital del país ya tiene 133 buses eléctricos operando hacen parte del sistema integrado de transporte público y se generó una proyección para noviembre del 2021 para el aumento de la flota de Transmilenio con 1485 buses eléctricos. (Uribe, 2021)

**Análisis del Transporte Publico en Bogotá**

El sistema se ha caracterizado por la falta de renovación de la flota, que se han traducido en la existencia de un parque vehicular con una antigüedad promedio de 20 años o más, contribuyendo en forma importante al aumento en los niveles de contaminación de la ciudad y bajos estándares de seguridad y comodidad en sus vehículos.

Cabe resaltar que el tiempo de viaje promedio en horas pico para los usuarios es de dos horas y media al día, lo cual se explica por una parte, a la segregación socio-espacial que presenta la ciudad, donde lugares de trabajo se encuentran muy alejados de las zonas de vivienda especialmente para las personas de los estratos 1, 2 y 3, que corresponden a los mayores generadores de viajes en transporte público, y, por otra parte, la inadecuada operación de vías, el

mal estado de la malla vial y el débil control de gestión que han llevado a experimentar velocidades promedio en horario pico de aproximadamente hasta 10 km por hora.

El sistema de transporte masivo denominado Transmilenio nació el 18 de diciembre de 2000, este día se inauguró la primera ruta que comenzó a operar con 14 buses entre las calles ochenta y sexta por la troncal de la Caracas. Durante este mismo período se entregaron las troncales: Auto norte, Calle 80 y Caracas.

Entre el 2001 y 2003 se inauguró la troncal Américas, Norte Quito Sur y Avenida Suba, actualmente el sistema cuenta con 1.114,4 Km de vía en troncal en operación, entre ellas 11 troncales, 139 estaciones, 9 portales y 11 patio garajes. Adicionalmente el Sistema troncal tiene 2.357 buses distribuidos en 761 articulados, 1.323 Biarticulados, 273 Duales, 739 buses a gas y 927 alimentadores.

En los últimos años, la empresa de transporte masivo adjudicó 596 buses 100% eléctricos correspondientes a 3 Unidades Funcionales que operan en las zonas de Fontibón, Usme y Perdomo, la ciudad contará con una flota de 1.485 buses 100% eléctricos, lo que la convertirá en la ciudad con más flota de esta tecnología por fuera de China. En total, el Sistema ya tiene contratados 2.279 buses 100% eléctricos y de bajas emisiones con estándar de emisión Euro VI. (Transmilenio, 2021)

## Marco Referencial

Los Acuerdos Nacionales e Internacionales establecen precedentes para la toma de decisiones en políticas públicas de los países, una de ellas referida a la mitigación del cambio climático y la adaptación al mismo, en esta línea se está implementado el uso de vehículos eléctricos en su transporte público como medida para disminuir la emisión de gases de efecto invernadero.

Frente a lo anterior se han llevado a cabo diferentes estudios que permiten evaluar la implementación de este tipo de vehículos en las ciudades y los resultados en el uso de transporte de pasajeros o el transporte individual.

En este sentido, es importante analizar como el País ha implementado el transporte eléctrico de pasajeros en las diferentes ciudades en aras de cumplir los objetivos que se ha trazado frente al cambio climático, en esta línea se encontró que “Contrario a las tendencias mundiales, Colombia no parece estar trazando una ruta hacia esta transformación, por lo cual urge conocer cuáles son los factores, hasta ahora desconocidos, que no permiten la masificación de estos vehículos en el país para determinar cuál debe ser la estrategia de gestión. Mediante el uso de las metodologías PESTEL, el modelo de las cinco fuerzas competitivas de Porter y la matriz DOFA, se lograron identificar los factores que van desde el interés del Gobierno en el proceso, pasando por costo de adquisición de los vehículos y el conocimiento tecnológico de los consumidores, para posteriormente evaluarlos mediante un modelo de difusión de Bass”

(Reinemer, 2018, pág. 2)

Lo anterior permite identificar lo que se está haciendo para la implementar vehículos eléctricos en la flota de transporte, mediante la Evaluación de factores socioeconómicos y técnicos que afectan la aplicación del vehículo eléctrico en Colombia llevada a cabo por Juan Manuel Ángel Reinemer.

El análisis de la implementación de los carros eléctricos como política pública se ha materializado en el cantón de Santa Cruz, Galápagos como medida de mitigación al cambio climático en el período comprendido del 2016 al 2019. De esta manera, María Luisa Buitrón López pretendió hacer una evaluación cualitativa y cuantitativa ambiental y socialmente asociado al transporte eléctrico de vehículos particulares; frente a lo anterior se concluyó que es necesario que la movilidad eléctrica y la vigilancia y control de este tipo de sistemas sea efectuada por parte del estado, con el fin de determinar las motivaciones y ventajas relacionadas con la migración a este tipo de energías alternativas.

Lo anterior también permite determinar como para la ciudad de Bogotá es fundamental reconocer a la comunidad en la medición de la percepción y en la identificación de impactos de tipo positivo y negativo.

Teniendo en cuenta condiciones similares en las localidades de Bogotá, previamente se había realizado un Estudio de la viabilidad de la implementación de vehículos eléctricos en la ciudad de Cuenca por parte de Juan David Torres Sarmiento. En este se encontró que los conductores de los vehículos automotores son quienes están más expuestos a la contaminación en las vías. En concordancia con este resultado y gracias al análisis de las “Ventajas y desventajas de los vehículos eléctricos como TPI según la percepción de sus conductores en la ciudad de Bogotá” de Laura Stephanía Olivares Salgado; se resalta la importancia de conocer la relación de las variables ambientales y sociales en la implementación de vehículos eléctricos

para el transporte público en un 100%, ya que la ciudad de Bogotá ha presentado alertas por contaminación del aire, es decir, afectaciones continuas a la salud de la comunidad.

## Marco Legal

Como se mencionaba anteriormente, hay una migración a las tecnologías limpias en los medios de transporte, en este sentido se resaltan las siguientes normas enfocadas a alcanzar este fin tan importante para la ciudad y el país.

**Tabla 2**

*Marco legal*

| Norma, decreto o resolución                              | Objetivo   |
|--|--|
| Decreto 677 de 2011 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.       | Adopta medidas para incentivar el uso del vehículo eléctrico en el distrito capital  |
| Resolución 324 de 2012 Secretaría Distrital de Movilidad | Asigna los derechos de matrícula temporal por cinco (5) años de treinta y una (31) matrículas temporales de vehículos eléctricos de servicio público individual tipo taxi propulsado exclusivamente por energía eléctrica y de cero emisiones en ruta.<br><br>Extiende la temporalidad de la operación piloto de taxis eléctricos autorizada por los |
| Decreto 376 de 2013 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.       | Decretos Distritales 677 de 2011 "Por medio del cual se adoptan medidas para incentivar el uso del vehículo eléctrico en el Distrito Capital, se autoriza una operación piloto y se dictan otras   |

---

disposiciones" y 407 de 2012 "Por el cual se modifica el Decreto Distrital 677 de 2011 por medio del cual se adoptan medidas para incentivar el uso del vehículo eléctrico en el Distrito Capital, se autoriza una operación piloto y se dictan otras disposiciones".

---

**Tabla 2***Marco legal*

|  |   |
|--|---|
| Acuerdo 619 de 2015 Concejo de Bogotá D.C.             | La norma tiene por objeto el fomento del uso de vehículos eléctricos e híbridos en el Distrito Capital, para reducir los gases de efecto invernadero y mejorar la calidad del aire, para lo cual establece que la Administración Distrital diseñará una estrategia para promover la instalación de puntos de recarga para este tipo de vehículos y la adopción de las medidas necesarias para el desarrollo de esta medida. |
| Acuerdo 732 de 2018 Concejo de Bogotá D.C.             | Adopta medidas para la promoción, el fomento y la masificación de la movilidad eléctrica y demás tecnologías cero emisiones directas de material particulado en Bogotá D.C.   |
| Concepto 1260 de 2019 Secretaría Distrital de Hacienda | Determina que la vigencia en la aplicación de la tarifa de impuestos para vehículos eléctricos establecidos en la ley 1964 de 2019, aplicará para la vigencia 2020. En el caso de los vehículos eléctricos de servicio público, éstos mantendrán la tarifa del 0.5%, señalada en la Ley 488 de 1998 y no la del 1%  |

---

establecida en la Ley 1964 de 2019, que es para los vehículos eléctricos particulares.

---

**Tabla 2**

*Marco legal*

|   |   |
|---|---|
| Ley 1964 del 11 de Julio de 2019                      | “Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones”   |
| Circular 006 de 2020<br>Secretaría Jurídica Distrital | Recalca la importancia y la obligación del acatamiento de lo dispuesto en la Ley 1964 de 2019 Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia |
| Decreto 191 del 23 de diciembre de 2021               | Parqueadero preferencial para Vehículos Eléctricos”   |

*Nota:* esta tabla muestra las diferentes reglamentaciones en cuanto a vehículos eléctricos fuente Alcaldía Mayor de Bogotá.

## **Metodología**

La metodología utilizada en el presente proyecto consistió en la realización de un estudio de caso comparativo-exploratorio, se definió como exploratorio teniendo en cuenta que el objetivo de este trabajo consistió en conocer el estado del arte, causales de la migración a tecnologías alternativas por parte de los automóviles, el levantamiento de información secundaria, entre otros.

Por ende, esta metodología permitió dar solución al objetivo propuesto anteriormente, ya que ayuda a comprender de una manera más clara el panorama de la ciudad de Bogotá al integrar vehículos eléctricos en la flota de transporte público en las localidades de Engativá y Fontibón, y a través de las siguientes fases analizar de qué forma esto beneficia o no a la comunidad no solo por usarlo sino por el hecho de incorporarlo en su entorno. Todo ello a través de matrices, análisis de la misma a través de la estadística descriptiva pudiendo graficar la recolección de datos, tener detalle en mapas de las zonas estudiadas, realizar encuesta a la población de estudio, y evaluar casos similares.

Los estudios exploratorios sirven para familiarizarse con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real, investigar problemas del comportamiento humano que consideren cruciales los profesionales de determinada área, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones posteriores o sugerir afirmaciones (postulados) verificables (Dankhe, 1986).

Se menciona el estudio de caso debido a que es una estrategia metodológica de investigación científica, útil en la generación de resultados que posibilitan el fortalecimiento, crecimiento y desarrollo de las teorías existentes, Permite explorar en forma más profunda y

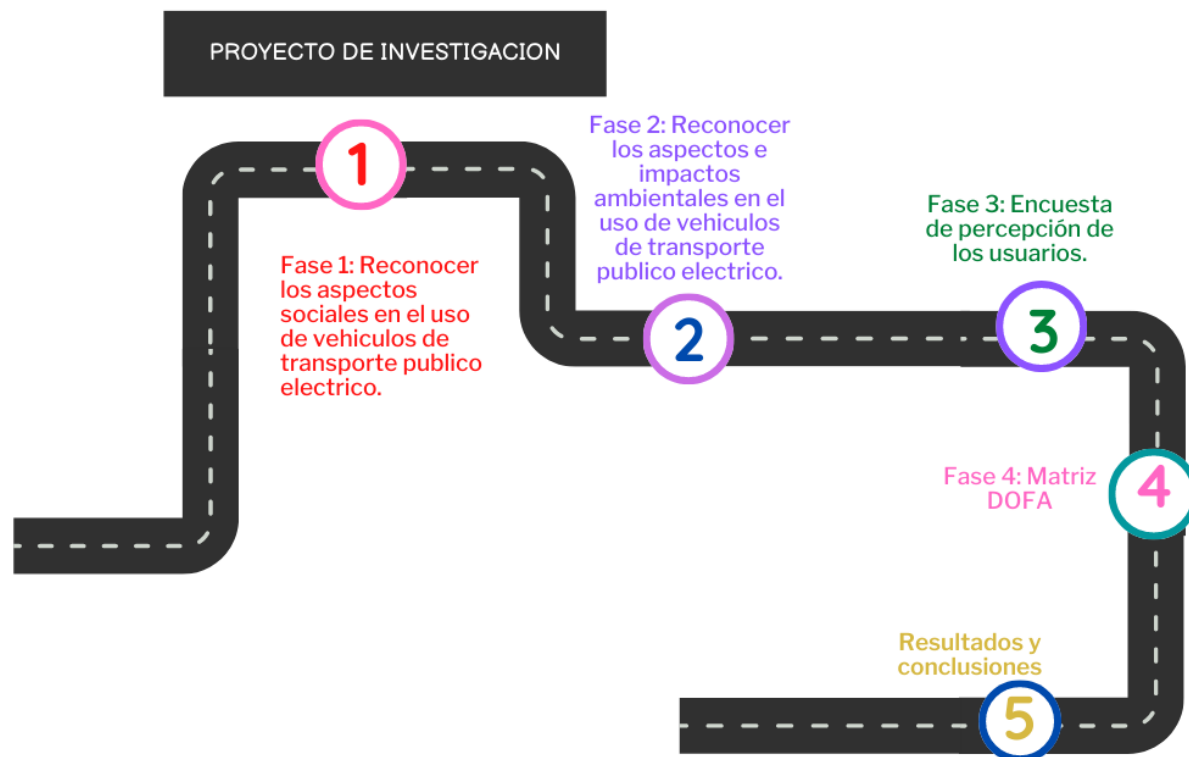
obtener un conocimiento más amplio sobre cada fenómeno, lo cual permite la aparición de nuevas señales sobre los temas que emergen. (Martinez P. , 2006)

También pertenece a una metodología comparativa al involucrar un contraste entre la información, hechos y conocimientos recolectados, con el fin de determinar si existen algunas similitudes o diferencias relacionadas que puedan llevar a la resolución del problema detectado en primera instancia o para avanzar en la resolución de este.

Para el diseño de esta metodología usamos como guía el estudio realizado sobre un análisis a la implementación de los carros eléctricos como política pública en el cantón de Santa Cruz, Galápagos como medida de mitigación al cambio climático a partir del 2016 al 2019, quien utiliza métodos cuantitativos por medio de la estadística descriptiva y cualitativos las técnicas aplicadas fueron revisión de documentos públicos, informes técnicos, páginas web, para su posterior sistematización; junto con entrevistas semiestructuradas a diferentes actores a favor y en contra de la política pública, para realizar un análisis del sistema de movilidad actual en esta ciudad.

**Figura 3**

*Diagrama fases del proyecto*



*Nota:* Elaboración propia

## Desarrollo Del Proyecto

En relación con la metodología mencionada anteriormente, a continuación, se presenta el desarrollo del proyecto a través de las fases planteadas:

Fase 1: Reconocer los aspectos sociales al incorporar vehículos eléctricos en el transporte público en la ciudad de Bogotá, principalmente en las localidades Engativá y Fontibón.

En esta fase se analizaron los estudios realizados por la secretaria Distrital de Salud y el IBOCA (Índice Bogotano de Calidad del Aire) la contaminación atmosférica generada por el uso de vehículos a gasolina o de combustión.

Para esto se realizó el estudio socio ambiental, donde se evaluó de manera cualitativa a través de datos y herramientas graficas “Se consideran herramientas gráficas aquellas estructuras de organización y presentación de los datos que permiten un análisis de estos mediante su apreciación en el espacio. Los dos tipos de herramientas gráficas utilizados son las tablas y los gráficos, los cuales manejan estadística” (Sanchez, 2000) de la siguiente manera:

Teniendo en cuenta la introducción de vehículos híbridos y 100% eléctricos en la capital y que se movilizan por vías arterias, se observó el tema social a través de los datos que arroja la SDS (secretaria Distrital de Salud) hasta el año 2019, analizando la localidad con más muertes por enfermedad respiratoria de una tasa por 100000 habitantes correspondiendo con Engativá con 29 muertes y con menos muertes por dicha enfermedad la localidad de Fontibón con 5.

A través de los datos actuales encontrados en el IBOCA (Índice bogotano de calidad de aire) se realizó un mapeo evidenciando la localidad de Engativá y la estación de monitoreo Ferias que comprende vías como la Avenida 68, Avenida calle 80 y Avenida calle 100 y por su parte la localidad de Fontibón estación de monitoreo Móvil Fontibón por donde cruzan las

carreras 97, y avenida calle 13, esto nos arrojará resultados para el tema ambiental y como afecta directa o indirectamente la salud de la población.

Estas localidades son prioridad para nuestro estudio porque según los datos del IBOCA presentan alerta amarilla en calidad de aire, limitan una de la otra, tienen las avenidas arteriales más importantes de la ciudad y una de ellas (Fontibón) tiene desde diciembre de 2020 el primer patio de buses SITP (Sistema Integrado de Transporte Público) 100% eléctrico de la ciudad.

(Laverde, 2020)

### **Aspectos sociales**

El transporte genera acceso a los servicios sociales que cada día necesita la comunidad como son: empleo, cultura, recreación, educación, atención a las familias, entre otros. La transición del transporte público a eléctrico mejoraría la calidad de vida de la población, pues es bien sabido que este no genera ruido ni emisiones. En cuanto a empleo cabe resaltar que la empresa más grande de transporte público de la ciudad de Bogotá Transmilenio, “tiene empleadas a 23.146 personas encargadas de manejar los buses, de los cuales 5.185 son conductores de troncales, 2.709 son conductores del sistema de alimentación y 15.252 son conductores zonales.

El personal general de la empresa es de 33 mil funcionarios y colaboradores, de los cuales 4.270 son mujeres. Así mismo, hay 665 personas que hacen parte del personal en vía, de las cuales 300 son anfitriones, 250 son gestores de convivencia y 115 guías del IDIPRON.

(Nuevo Siglo, 2022)

Para hablar de situaciones específicas, cabe resaltar que en la localidad de Fontibón el patio Fontibón I cuenta con 172 buses eléctricos, es decir 172 familias se ven beneficiadas con acceso a empleo. Al recordar los estudios analizados es importante mencionar que durante su

jornada laboral estos conductores no están expuestos a los gases de combustión que genera un vehículo con motor de combustión interna, al igual que más de 30000 usuarios que a diario toman estas rutas de transporte tal como afirma el gerente de Transmilenio.

Al ubicar en esta localidad el patio taller más grande de Latinoamérica llamado el Centro logístico Green móvil ubicado en el barrio las Brisas, actualmente se están generando 1100 empleos formales que se vincularon entre el año 2021 y el año 2022. Esto se traduce en la incorporación de 1485 buses eléctricos que disminuirán 94300 toneladas de CO<sub>2</sub> al año lo que equivale a no generar emisiones de 42000 carros particulares. (Portafolio, 2022)

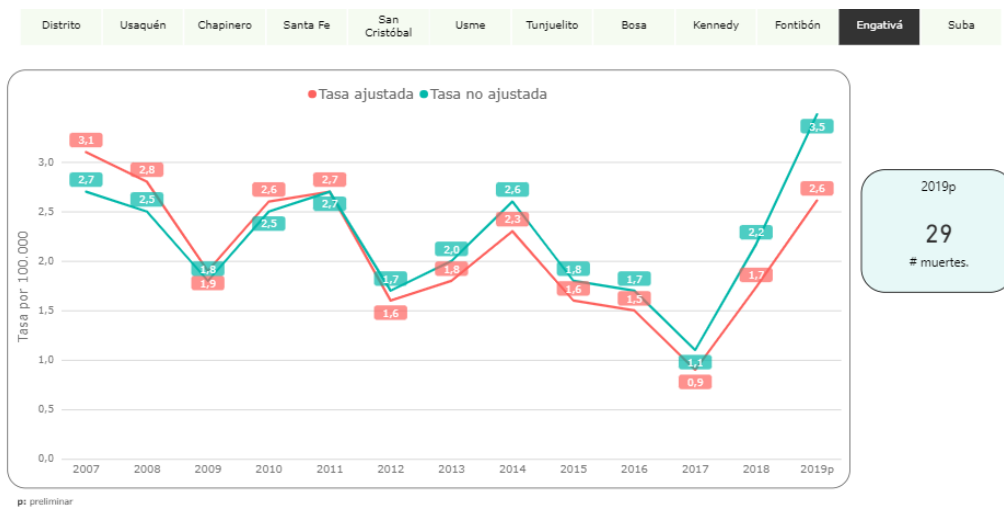
Otras entidades que trabajan diariamente en el levantamiento de información como la secretaria Distrital de Salud que puede orientar sobre la problemática, nos brinda un panorama sobre la salud de los bogotanos, frente a esto se analizó la localidad con más muertes por enfermedad respiratoria con respecto a una tasa de 100000 habitantes, Engativá con 29 muertes y con menos muertes por dicha enfermedad la localidad de Fontibón con 5. Esto teniendo en cuenta que la Salud Ambiental “abarca aquellos aspectos de la salud humana, incluyendo la calidad de vida, que están determinados por diversos factores físicos, químicos, biológicos y psicosociales del ambiente”. (Moreno, 2009), También se refiere a la teoría y práctica de la evaluación, control y prevención de dichos factores que pueden afectar la salud de las generaciones presentes y futuras (Organización Mundial de la Salud, 1993)

El asma por ejemplo es definida como un episodio intermitente en la obstrucción de las vías respiratorias donde muchos factores ambientales pueden ser la causa de la alergia para este caso específico. Una revisión detallada de la fuente de exposición, su frecuencia y agresividad es vital en la lucha eficiente para la reducción de las IRA causadas por estos factores ambientales, al igual que para la mejoría en la salud general. (Carmona, 2015, págs. 71-72), a continuación, en

la figura 4 observamos la tasa de mortalidad por enfermedad respiratoria en la localidad de Engativá y Fontibón.

#### Figura 4

*Tasa de mortalidad por enfermedad respiratoria inferior crónica en menores de 70 años de 2007- 2019*



*Nota:* El grafico representa la tasa de mortalidad del año 2019 de la localidad de Engativá por enfermedad respiratoria cada 100.000 habitantes. (Bogotá, 2020)

Según el último reporte suministrado por la secretaria de Salud, la localidad de Engativá tuvo la mayor cantidad de muertes por enfermedad respiratoria, aunque en el año 2017 muestra una baja de las mismas tiene un incremento notable para el año 2019.

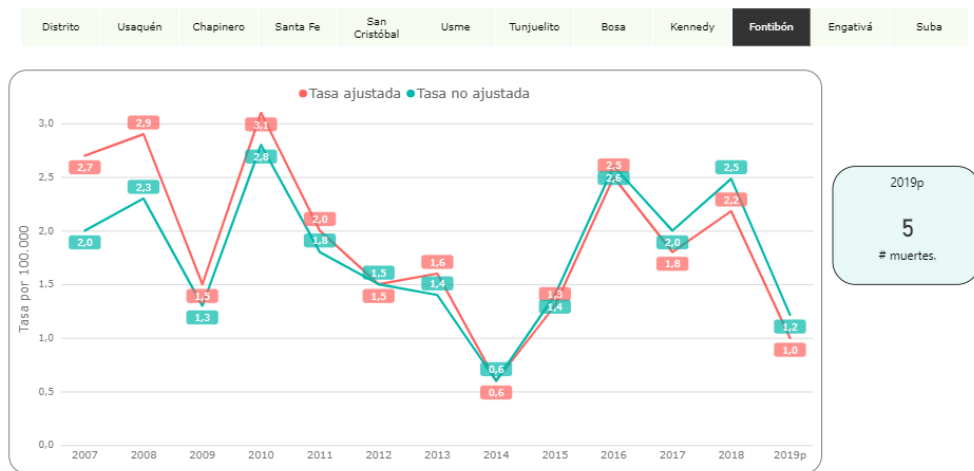
Las partículas más pequeñas, de 0,1 a 10  $\mu\text{m}$ , son nocivas para la salud humana. Estas partículas viajan por las vías respiratorias hasta llegar a los pulmones donde pueden llegar a ocasionar la muerte; las partículas liberadas por el exosto de automotores a base de diésel están dentro de este grupo de materiales particulado. Estas partículas inducen la muerte de las células en las vías respiratorias por medio de un proceso llamado apoptosis o muerte programada de las células. (Carmona, 2015, pág. 74)

Engativá es una localidad con 892.169 habitantes a 2020 según la veeduría distrital, los cuales están expuestos a todo tipo de contaminación ya que es una zona comercial y por ella cruzan vías arterias importantes para la ciudad como la calle 80, carrera 68, Avenida ciudad de Cali, entre otras, donde se movilizan a diario gran cantidad de automotores a combustión entre ellos tracto camiones, buses, motos, vehículos particulares que pueden estar funcionando con cualquier tipo de combustible sea gasolina, diésel y algunos pocos eléctricos.

Según los datos de la veeduría distrital para el mismo año El 70% de población de la localidad es estrato 3 y el 20% estrato 2, el 53% de sus vías se encuentran en estado malo o regular, algunas sin pavimentar generando polvo al ambiente, siendo la población de estratos bajos mucho más vulnerable a estas condiciones.

**Figura 5**

*Tasa de mortalidad por enfermedad respiratoria inferior crónica en menores de 70 años de 2007- 2019*



*Nota:* El grafico representa la tasa de mortalidad del año 2019 de la localidad de Fontibón por enfermedad respiratoria cada 100.000 habitantes. (Bogotá, 2020)

Por su parte la localidad de Fontibón aledaña a la mencionada anteriormente nos muestra para los mismos periodos de tiempo 5 muertes para el año 2018 lo que demostró un incremento, pero logro una baja evidente para el 2019, en esta localidad también encontramos vías arterias como la calle 13, carrera 100, Avenida la Esperanza, Carrera 97, entre otras, puntos importantes de comercio, fabricas, avícolas, comercializadoras y talleres ubicados en el centro de Fontibón.

Los habitantes de esta localidad son alrededor de la mitad de la de Engativá, es decir 444.951 según la veeduría distrital. Allí el 60% de la población es estrato 3 o menos y el 49% de las vías se encuentran en estado regular o malo, una característica que tienen estas dos localidades es que su oferta de transporte es muy amplia y puede abarcar la mayor parte de zonas en la ciudad y ambas cuentan con salidas de la ciudad hacia otros municipios lo que aumenta el número de vehículos que se movilizan por ellas a diario.

Se evaluaron estas localidades por su oferta no solo en transporte público eléctrico como Fontibón, sino por sus importantes instituciones con las que cuentan en las UPZ priorizadas ya que esto muestra que parte de la ciudadanía debe desplazarse en transporte público para satisfacer sus necesidades básicas en alguna de ellas.

### ***UPZ 29 Minuto de Dios***

Según datos de Catastro Bogotá, la UPZ minuto de Dios cuenta con más de 1599 unidades de uso comercial, estos se concentran principalmente en la centralidad de Quiriguá como zona de comercio aglomerado, también contiene iglesias para la actividad familiar y religiosa de la comunidad.

En esta UPZ encuentran ubicados 8 colegios entre públicos y privados que proveen una oferta educativa a los habitantes de la localidad. También cuenta con alrededor de 6 hospitales, clínicas o centros médicos que dan una oferta en salud a los habitantes del sector.

Para actividad física cuenta con más de 10 parques denominados “de bolsillo” y una parte de la ronda del canal salitre.

### ***UPZ 75 Fontibón***

Según datos de Catastro Bogotá, la UPZ 75 Fontibón no solo ofrece varias instituciones para satisfacción de necesidades básicas sino también predios de conservación histórica y monumental como la Escuela frente al parque de Fontibón que conserva la tradición histórica como parque de municipio, la Iglesia Santiago apóstol, la estación del ferrocarril, el Colegio san pedro Claver y la Alcaldía de Fontibón.

También cuenta con más de 2346 unidades comerciales, 9 unidades industriales lo que implica el desplazamiento de trabajadores a las mismas los cuales pueden hacer uso de transporte público eléctrico que ofrece esta zona.

En esta UPZ se encuentran ubicados 10 colegios entre públicos y privados y más de 10 jardines infantiles que proveen una oferta educativa a los habitantes de la localidad.

Cuenta con CAI, centros de atención a la tercera edad, alrededor de 3 salones comunales, comedores comunitarios, plaza de mercado y CAPS (Centro de Atención Primaria en Salud), otros hospitales, clínicas o centros médicos que dan una oferta en salud a los habitantes del sector.

Para actividad física cuenta con zonas verdes, que, aunque no predominan en el sector hay oferta para los habitantes.

Las ofertas mencionadas anteriormente dan muestra de lo importantes que son estos sectores para sus localidades y para la ciudadanía en general, por ello la necesidad de un transporte público de calidad, limpio, rápido, accesible es invaluable para seguir construyendo ciudad.

### **Aspectos ambientales**

Así mismo, se usaron datos de calidad del aire de la ciudad obtenidos a través de la consulta del IBOCA (Índice Bogotano de Calidad del Aire), que mide 20 estaciones de monitoreo distribuidas en las diferentes localidades y sitios estratégicos de la capital, lo que permitió evaluar cual es el punto más contaminado y ¿por qué?, Qué tipo de transporte se moviliza por hay, si hay servicio de Transmilenio o de rutas tradicionales, es decir, se obtuvo una visión más clara de cómo podría influenciar en esta variable la implementación de vehículos eléctricos en el transporte público. Con el fin de relacionar lo anterior es necesario mencionar que en la localidad de Engativá se encuentra ubicada la estación de monitoreo Ferias que comprende vías troncales como la Avenida 68, Avenida calle 80 y Avenida calle 100 y por su parte la localidad de Fontibón posee la estación de monitoreo Móvil Fontibón localizada entre las

carreras 97, y avenida calle 13, esto nos arrojó resultados para consolidar la información de calidad del aire.

Gracias a la implementación de vehículos híbridos y 100% eléctricos que prestan servicio público en la capital y que se movilizan por vías troncales y arterias, se pudo priorizar estas porque según los datos del IBOCA presentan alerta amarilla continua en calidad de aire.

El factor ambiental juega un papel muy importante en la generación y transporte de virus que propagan las enfermedades virales y respiratorias las personas están expuestas día a día al contacto con aire, transporte público, comercio, alimentos, prendas de vestir, productos de diferente procedencia y todos y cada uno de ellos entra en relación con el medio que lo rodea y las partículas que se mueven en el ambiente.

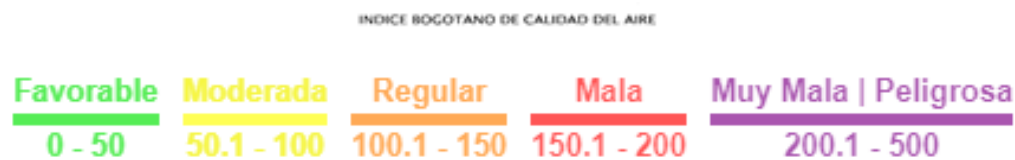
Como se menciona anteriormente, la localidad de Engativá cuenta con una estación de monitoreo de calidad del aire, estas son vigiladas y controladas y permiten entender el nivel de riesgo de la salud humana por contaminación atmosférica, estas redes toman datos que son un estándar a nivel internacional para la medición de este tipo de contaminación.

**Tabla 3***Intervalo de concentración de contaminantes*

| Atributos del IBOCA                  |          |                            | Intervalos de concentración del IBOCA |             |              |             |           |           |         |
|--------------------------------------|----------|----------------------------|---------------------------------------|-------------|--------------|-------------|-----------|-----------|---------|
| intervalos de valores adimensionales | color    | Estado de calidad del aire | Estado de actuación y respuesta       | PM 10 (24H) | PM 2.5 (24H) | CO (8H)     | SO2 (1H)  | NO2 (1H)  | O3 (8H) |
| 0-50                                 | verde    | favorable                  | prevención                            | 0-54        | 0-12         | 0-5094      | 0-92      | 0-100     | 0-106   |
| 51-100                               | amarillo | moderado                   | prevención                            | 55-154      | 12.1-35.4    | 5095-10818  | 93-197    | 101-188   | 107-137 |
| 101-150                              | naranja  | regular                    | alerta fase 1                         | 155-254     | 35.5-55.4    | 10819-14253 | 198-485   | 189-677   | 138-167 |
| 151-200                              | rojo     | mala                       | alerta fase 2                         | 255-354     | 55.5-150.4   | 14254-17688 | 486-796   | 678-1220  | 168-206 |
| 201-300                              | morado   | peligrosa                  | emergencia                            | 355-604     | 150.5-250.4  | 17689-34861 | 797-1582  | 1221-2349 | 207-392 |
| 301-500                              |          |                            |                                       | 425-604     | 250.5-500.4  | 34862-57703 | 1583-2681 | 2350-3853 | -----   |
| Atributos del IBOCA                  |          |                            | Intervalos de concentración del IBOCA |             |              |             |           |           |         |

*Nota:* Esta tabla muestra las variables que se pueden determinar a través de las redes de monitoreo instaladas en la Capital.

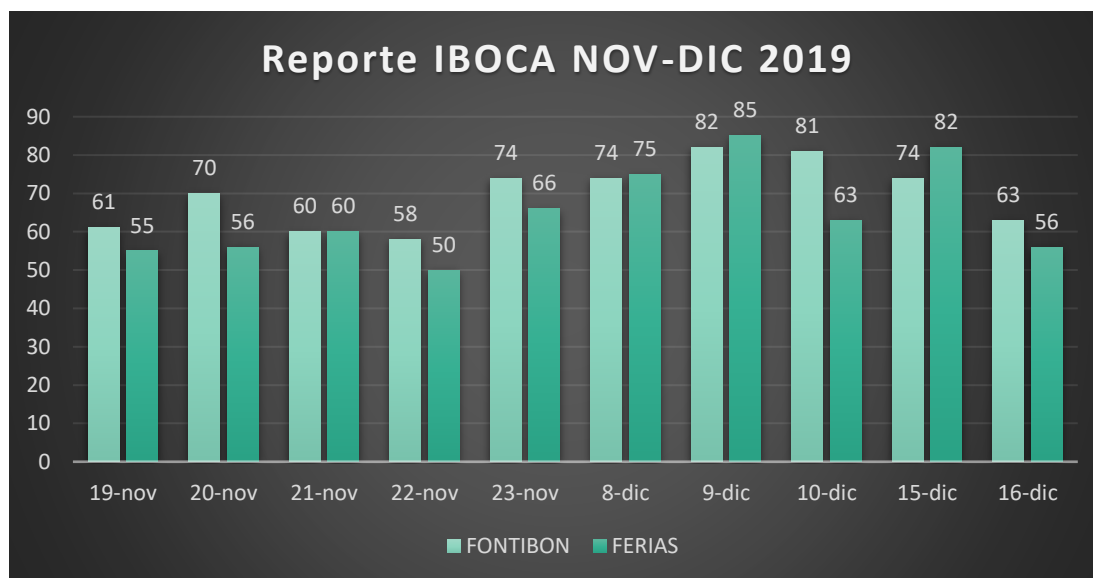
Medición de la Escala determinada por colores e intervalo de valores



De acuerdo a lo anterior se realizó la revisión de las localidades Fontibón y Engativá las cuales se muestran a continuación:

### Figura 6

Reporte estaciones de monitoreo Ferias localidad Engativá y estación Fontibón localidad Fontibón año 2019



Nota. El grafico Muestra cinco días aleatorios del mes de noviembre y Diciembre del año 2019 los datos evidencian la calidad del aire para la época (IBOCA, 2021).

Los datos que nos muestra el IBOCA en su reporte del año 2019 para los meses noviembre y diciembre ([ver apéndice A 2](#)) permiten evidenciar que ambas estaciones de monitoreo mantuvieron una calidad del aire moderada y en algunos días les se acercaron a regular. Estas dos localidades son similares en cuanto a sus vías arteriales y la cantidad de transporte público que transita en las mismas, es evidente que por estas y otras características sus habitantes no pueden gozar de una buena calidad de aire en gran parte del año.

Se puede verificar que para seis de los diez días analizados en la estación Fontibón tiene un índice más elevado con valores de 60 a 70, lo que puede estar relacionado con su conectividad con otros municipios lo que facilita la circulación de camiones, tractomulas y vehículos particulares, además Fontibón es una de las grandes zonas industriales de la ciudad.

**Tabla 4**

*Concesión de patios de vehículos de Transporte Público 100% eléctricos para Bogotá*

| Unidad Funcional        | Fontibón IV     | Perdomo II             | Usme II         |
|-------------------------|-----------------|------------------------|-----------------|
| Adjudicatario provisión | Bogotá ze s.a.s | vip green mobiliti llc | Bogotá ze s.a.s |
| Adjudicatario           | brtplus s.a.s   | no aplica              | brtplus s.a.s   |
| Flota                   | 100% eléctrica  | 100% eléctrica         | 100% eléctrica  |
| Total de flota          | 172             | 195                    | 229             |
| Total de Rutas          | 5               | 9                      | 5               |

*Nota:* Esta tabla muestra la flota de buses eléctricos que están funcionando en la capital, Actualmente el patio se encuentra en la localidad de Fontibón. (Analitik, 2021)

En la Tabla anterior se muestra los buses 100% eléctricos que entraron en operación para prestar su servicio desde Fontibón, conectando a los ciudadanos con las localidades de Suba, Chapinero y Rafael Uribe. Cabe resaltar que en Bogotá ya hay un cuarto patio en Usme que cuenta con 133 puestos de parqueo, 62 puntos dobles de recarga eléctrica, zona de alistamiento y mantenimiento preventivo y correctivo, áreas de acceso, circulación y maniobra, zona de lavado con planta de tratamiento de aguas residuales, parqueaderos y ciclo parqueaderos para funcionarios y visitantes, áreas de manejo ambiental, zonas de almacenamiento y zona de tecnología destinada para la adecuación de los sistemas de información y comunicaciones de los buses según la Alcaldía de Bogotá para el año 2021.

Para el año 2022, desde el 9 de marzo se entregó el quinto patio de buses eléctricos un total de 172 para la localidad de Fontibón, es decir, esta localidad posee dos patios eléctricos de buses de transporte público en donde se parquean y recargan actualmente los 776 buses eléctricos (El Tiempo, 2022)

### ***Localidad Engativá***

#### **Figura 7**

*Mapa estación de monitoreo Ferias localidad Engativá*



*Nota. El grafico elaborado el día 02/10/2021 con base en los datos de la estación de monitoreo Ferias evidencia que la calidad del aire era moderada (IBOCA, 2021).*

En esta localidad encontramos la estación de monitoreo de calidad del aire Ferias se encuentra ubicada entre la calle 80, calle 86 A, y la carrera 68 que es el polígono planteado y en donde se indagó con la población sobre la implementación de vehículos eléctricos sabiendo que ha sido una de las localidades con más muertes por enfermedad respiratoria para el periodo evaluado.

**Población:**

892.169 habitantes a 2020 según la veeduría distrital.

Dentro del polígono se encuentran los barrios Santa rosa, la Floresta y Cafam floresta, que hacen parte de la Upz la floresta de Suba y minuto de Dios de Engativá la de nuestro estudio, el cual se realizara a personas entre los 25 y 54 años que son las edades generalmente laborales de Colombia para la muestra serian un total de 49269 como lo indica la tabla 5.

**Tabla 5**

*Proyección de población del DANE periodo 2018-2024 por localidades y upz*

| <u>localidad</u> | <u>upz</u>        | <u>año</u> | <u>edad</u><br><u>25-29</u> | <u>edad</u><br><u>25-29</u> | <u>edad</u><br><u>25-29</u> | <u>edad</u><br><u>25-29</u> | <u>edad</u><br><u>25-29</u> | <u>edad</u><br><u>25-29</u> | <u>total, población</u><br><u>para tomar</u><br><u>muestra</u> |
|------------------|-------------------|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--|
| Fontibón         | Fontibón          | 2021       | 1377<br>3                   | 1216<br>2                   | 1072<br>0                   | 9193                        | 8470                        | 8389                        | 62707  |
| Engativá         | minuto<br>de dios | 2021       | 1059<br>0                   | 9466                        | 8503                        | 7669                        | 6519                        | 6522                        | 49269  |

*Nota:* Esta tabla muestra la cantidad de población proyectada a 2021 por localidad y upz de las edades de 25 a 54 años. (DANE)

## Figura 8

*Mapa estación de monitoreo Móvil Fontibón localidad Fontibón*



*Nota: Muestra al día 02/10/2021 los datos de la estación de monitoreo Móvil Fontibón la cual evidencia que la calidad del aire está en fase moderada (IBOCA, 2021)*

En esta localidad encontramos la estación de monitoreo de calidad del aire Móvil Fontibón ubicada entre la Avenida calle 13, carrera 97 y carrera 100 que es el polígono que se observa donde se indago con la población sobre la implementación de vehículos eléctricos sabiendo que ha sido una de las localidades con menos muertes por enfermedad respiratoria para el periodo evaluado.

Población:

444.951 habitantes a 2020 según la veeduría distrital.

Dentro del polígono se encuentran los barrios El Carmen, Guadual, Fontibón, que hacen parte de la Upz Fontibón, donde se realizó el estudio con personas entre los 25 y 54 años que son las edades generalmente laborales de Colombia para la muestra serian un total de 62707 personas tal como lo indica la tabla 5.

Según los datos recolectados y estudiados es importante comprender que aunque Fontibón es la localidad con menor número de habitantes, sus índices de contaminación son más altos en el periodo estudiado, ya que es una de las más industrializadas de Bogotá, cuenta con la Zona Franca que está ubicada en una de las salidas de la capital por ende permite más tránsito de camiones y vehículos de carga alterando notablemente la calidad del aire y por ende la convierte en una de las prioritarias para incorporar el 100% de transporte público eléctrico.

En esta fase se lograron reconocer los aspectos sociales al momento de incorporar vehículos eléctricos en las localidades estudiadas Engativá y Fontibón, las cuales fueron priorizadas por su ubicación y en ellas se ha encontrado variedad de oferta que suple las necesidades de la población bogotana como por ejemplo la empleabilidad, estudio y comercio, esto da muestra de lo importantes que son estos sectores para la capital, por ello la necesidad de un transporte público de calidad, limpio, rápido, accesible, es urgente ya que conectaría a las personas de la ciudad de manera más efectiva, y sin dañar su salud.

Además la localidad de Fontibón cuenta con el Aeropuerto siendo el lugar de conexión con las personas a nivel nacional e internacional todos los usuarios que visitan nuestra ciudad deben beneficiarse con un transporte limpio y de calidad.

Fase 2: Evaluar los aspectos ambientales generados por la incorporación de vehículos eléctricos en el transporte público.

- Estudio de línea de base: Consistió en la realización de un diagnóstico de las condiciones ambientales revisando todas las variables sociales, económicas y ambientales a través de la elaboración de una matriz tomando como referencia la metodología de Leopold, que evalúa los términos de su certidumbre (Ciertos, Probables, Improbables o Desconocidos), su

duración (Temporal, Permanente), así como el plazo en que se manifiestan (Corto, Mediano, Largo). (ambiente G. c., 2018)

• Posteriormente se efectuó un Análisis de resultados de la matriz de Leopold para identificar, describir y evaluar los posibles resultados de la implementación de vehículos eléctricos en el transporte público, como método cualitativo que permite entender el contexto de la problemática recopilando y sistematizando la información para poder analizarla, a través de técnicas aplicadas como revisión de documentos públicos, informes técnicos y páginas web, para su posterior sistematización.

Luego se procedió a realizar la aplicación Matriz de Leopold para el Análisis de Aspectos Ambientales

De acuerdo con lo estipulado en la metodología, se elaboró una Matriz de identificación y valoración de aspectos e impactos ambientales elaborada a través del método de Leopold, dicha matriz ([ver apendice A](#)) nos muestra los resultados cualitativos y cuantitativos de la evaluación de las actividades que representan la implementación y respectivo funcionamiento de vehículos eléctricos en el transporte público y se describen a continuación.

1. Construcción de patios para vehículos
2. Construcción de electrolinerías
3. Compra de vehículos
4. Ensamble de vehículos
5. Contratación personal calificada
6. Carga eléctrica - consumo de energía
7. Uso del vehículo
8. Mantenimiento general de los vehículos

9. Cambio y disposición final de baterías
10. Disposición final de residuos

Para cada una de estas actividades se evaluó su impacto ambiental en los diferentes factores del medio que pueden verse afectados como son: abiótico (suelo, aire, agua, proceso geológico), biótico (vegetación, fauna, proceso ecológicos) y antrópico donde se analiza la infraestructura, salud, y nivel cultural de la incorporación de vehículos eléctricos en el transporte público.

Esta evaluación se realiza a través de las escalas tomadas de la guía para la elaboración e interpretación de la matriz de Leopold (Nizama, 2018) que se muestran a continuación en la **Tabla 6** impactos negativos y **Tabla 7** impactos positivos.

**Tabla 6**

*Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental negativo para uso en la matriz de Leopold*

| impactos negativos |            |              |             |            |              |
|--------------------|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| magnitud           |            |              | importancia |            |              |
| intensidad         | afectación | calificación | duración    | influencia | calificación |
| baja               | baja       | (-)1         | temporal    | puntual    | (-)1         |
| baja               | media      | (-)2         | media       | puntual    | (-)2         |
| baja               | alta       | (-)3         | permanente  | puntual    | (-)3         |
| media              | baja       | (-)4         | temporal    | local      | (-)4         |
| media              | media      | (-)5         | media       | local      | (-)5         |
| media              | alta       | (-)6         | permanente  | local      | (-)6         |
| alta               | baja       | (-)7         | temporal    | regional   | (-)7         |
| alta               | media      | (-)8         | media       | regional   | (-)8         |
| alta               | alta       | (-)9         | permanente  | regional   | (-)9         |
| muy alta           | alta       | (-)10        | permanente  | nacional   | (-)10        |

*Nota:* Esta tabla muestra la escala para evaluar los impactos negativos en cuanto a su magnitud e importancia. (Nizama, 2018)

**Tabla 7**

*Calificación de la magnitud e importancia del impacto ambiental positivo para uso en la matriz de Leopold.*

| impactos positivos |            |              |             |            |              |
|--------------------|------------|--------------|-------------|------------|--------------|
| magnitud           |            |              | importancia |            |              |
| intensidad         | afectación | calificación | duración    | influencia | calificación |
| baja               | baja       | (+)1         | temporal    | puntual    | (+)1         |
| baja               | media      | (+)2         | media       | puntual    | (+)2         |
| baja               | alta       | (+)3         | permanente  | puntual    | (+)3         |
| media              | baja       | (+)4         | temporal    | local      | (+)4         |
| media              | media      | (+)5         | media       | local      | (+)5         |
| media              | alta       | (+)6         | permanente  | local      | (+)6         |
| alta               | baja       | (+)7         | temporal    | regional   | (+)7         |
| alta               | media      | (+)8         | media       | regional   | (+)8         |
| alta               | alta       | (+)9         | permanente  | regional   | (+)9         |
| muy alta           | alta       | (+)10        | permanente  | nacional   | (+)10        |

*Nota:* Esta tabla muestra la escala para evaluar los impactos positivos en cuanto a su magnitud e importancia. (Nizama, 2018)

*Escala***Tabla 8***Rango de importancia y clase de efecto en la matriz de Leopold*

| rango de importancia<br>(impacto negativo (-)) |       | clase de efecto   | rango de importancia<br>(impacto positivo (+)) |      | clase de efecto   |
|--|-------|-------------------|--|------|-------------------|
| -1   | -250  | leve negativo     | 1  | 250  | leve positivo     |
| -251   | -700  | moderado negativo | 251  | 700  | moderado positivo |
| -701   | -1000 | alto negativo     | 701  | 1000 | alto positivo     |

*Nota:* Esta tabla muestra la escala para calificar el rango de importancia y la clase de efecto de los impactos generados. (SDIS, 2021)

De los efectos identificados se observa que la actividad que genera mayor impacto negativo es la disposición final de residuos, pues presenta mayor promedio negativo que las demás evaluadas, en este caso porque se refiere a baterías de plomo o litio, llantas, aceite usado y demás materiales que se desechan de un vehículo cuando termina su vida útil, porque estos materiales no son potencialmente reciclables, sino que por el contrario se suelen clasificar como peligrosos o especiales de acuerdo con sus componentes (cadmio, mercurio, plomo) por sus montajes eléctricos y electrónicos de desecho o restos de estos que contengan los mencionados componentes, según el Decreto 4741 del 2005.

En segundo lugar, se identificaron las siguientes actividades teniendo en cuenta que su impacto negativo también es alto, cabe aclarar que esto sería al inicio de la incorporación de los vehículos, es decir, es un impacto temporal y puntual puesto que es necesaria la construcción de patios y de electrolineras para los mismos, son evaluadas ya que se debe realizar modificaciones

significativas a los terrenos, sus laderas, al cambio de uso del suelo y el deterioro del contenido paisajístico de la zona donde se realiza la modificación.

### **Aspectos ambientales representativos**

De acuerdo con lo anterior, se determinó que las actividades que tienen mayor impacto negativo son disposición final de residuos, construcción de patios y electrolineras pues a su vez son las que generan los aspectos ambientales más representativos que corresponden a los siguientes:

- Emisión de gases.
- vertimientos.

Aunque los vehículos eléctricos al terminar su vida útil tienen bastantes productos o sustancias que pueden pasar por el proceso de reciclaje como son piezas de metal, cobre, aluminio, acero, níquel, el gasto de energía para este proceso es alto y son varios las que no pueden reutilizarse. Esto implica que al hacer la disposición final se generen algunas emisiones y contaminación del suelo, ya que por ejemplo la reutilización de las llantas en Colombia todavía está en un porcentaje bajo pues para el año 2020 según cifras de la DIAN solo se reencaucharon el 29% del total importado.

Actualmente se están promoviendo programas como Rueda Verde que es una entidad sin ánimo de lucro que desarrolla un sistema sostenible de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas, que permite la disminución del impacto al ambiente y el cumplimiento de la legislación ambiental del país. (Rueda Verde, 2021)

## **Impactos ambientales**

### *Positivos*

El vehículo eléctrico es más amigable con el medio ambiente como lo evidencian los diferentes estudios consultados y se reafirma en la valoración resultante por la matriz, porque en su uso cotidiano no se generan emisiones a la atmosfera ni ruido lo que permite mejorar la calidad de vida de los usuarios y la calidad del aire. De acuerdo con lo anterior la valoración muestra solo impactos positivos frente a ningún negativo durante la vida útil del vehículo, ya que en su trayecto está favoreciendo un ambiente sano ya que durante sus recorridos los usuarios no se encuentran expuestos a partículas contaminantes, como si lo hacen en uno de combustión interna, según estudios presentados anteriormente.

Por otra parte, el mantenimiento correctivo, asociado a las posibles averías es notablemente inferior en el vehículo eléctrico, dado que el motor, al disponer de menos elementos mecánicos, es mucho más simple y robusto que un motor de combustión tradicional, evitando problemas asociados a la posible rotura de correa de distribución, problemas en los inyectores, catalizador, caudalímetro, etc. (MARIN, 2018, pág. 50)

Como resultado de la evaluación a nivel antrópico y cultural, se encontró que la implementación de estos vehículos genera en su mayoría impactos positivos ya que el uso de estos disminuye la posibilidad de presentar enfermedades respiratorias por la mínima generación de emisiones. Así mismo, no producen ruido, lo que aporta a una mejor calidad de vida ya que los ruidos ambientales también generan enfermedades como estrés.

En este sentido, la Secretaria Distrital de Ambiente entre los años 2007 al 2010 atendió 9.837 quejas por contaminación sonora que afectaba a los ciudadanos, lo que indica que al menos uno de cada mil habitantes se manifestó por esta causa.

En cuanto a la generación de empleo es notable el impacto positivo ya que, durante la implementación de los vehículos el uso y vida útil de los mismos y la disposición final cuando cumplan su ciclo de vida, todas y cada una de estas etapas proveerá trabajo a la población y al ser un vehículo que no genera combustión el nivel de estrés será reducido y la salud de los conductores y demás trabajadores será beneficiada.

### *Negativos*

Al principio del proyecto de implementación de vehículos eléctricos se verán modificaciones al contenido paisajístico debido a actividades de construcción donde se generarán emisiones al ambiente y vertimientos, las cuales contaminaran aire y aguas subterráneas, pero es de aclarar que es un proceso temporal, frente al uso de vehículos que será permanente y amigable para el ambiente.

La disposición final de residuos es el impacto más severo al ambiente según la valoración obtenida, ya que la mayoría de sus efectos fueron evaluados como negativos tanto al componente biótico, como abiótico e inclusive al antrópico porque aun cuando genere empleo también afectará de otras maneras en alguna medida la salud y calidad de vida de los trabajadores. Es por lo que se hace necesario continuar innovando en tecnología para que se usen baterías menos contaminantes y con mayor vida útil.

En relación con lo anterior cabe resaltar que Investigadores de la Universidad de Monash han desarrollado la batería de litio-azufre más eficiente del mundo, según el profesor Matthew Hill: «las baterías que están estudiando favorecen un alto rendimiento y una larga vida útil, y también es sencillo, tiene muy bajo coste de fabricación y utiliza procesos a base de agua que llevan a reducciones significativas en los desechos peligrosos para el medio ambiente». Lo que

puede generar una transformación significativa para este impacto en el mediano plazo(Gutierrez, 2020)

Según los investigadores, una batería de tamaño similar a las empleadas actualmente, pero con la tecnología litio-azufre (Li-S) puede almacenar energía suficiente para alimentar un vehículo eléctrico en 999,4 kilómetros sin necesidad de recargar. (Gutierrez, 2020)

Otro resultado de la valoración determina que el impacto de la implementación de vehículos eléctricos en el transporte público es positivo ya que los efectos generados en su mayoría, fueron leves para el sistema biótico y abiótico y algunos son temporales ya que se generan únicamente durante las etapas de construcción, además se pueden generar medidas compensatorias pues en las estaciones y patios se pueden implementar cercas verdes, siembra de árboles y demás actividades de compensación disminuyendo los impactos que estas puedan generar.

El resultado es positivo pues la evaluación de impacto realizada nos deja claro que para la comunidad y para el entorno (sistema antrópico) tendrá unos efectos puntuales, permanentes y además beneficiosos como empleo, calidad de aire, calidad de vida, innovación y modernidad.

Lo anterior da cuenta de las ventajas de la implementación de la flota de transporte público eléctrico para la ciudad de Bogotá desde la perspectiva de los aspectos ambientales.

Fase 3: Analizar la importancia de la implementación de los vehículos eléctricos en el estilo de vida de la población, usuaria de transporte público.

En las dos localidades Engativá y Fontibón se realizó una muestra de la población y se aplicó una encuesta virtual cerrada para analizar la influencia en su estilo de vida al implementar un transporte 100% eléctrico en la ciudad; ya que a pesar de la reducción de material particulado

por el confinamiento estricto durante la pandemia se presentaron 3900 muertes por enfermedad respiratoria a nivel Bogotá (Abel Cardenas, 2020).

Posteriormente evaluar casos similares: investigar que otros países han optado por este tipo de tecnologías en vehículos y como han sido sus resultados.

### **Aplicación de Encuesta Para Análisis de Aspectos Sociales**

#### ***Muestra***

El Cálculo de tamaño de muestra para las encuestas se llevó a cabo con un porcentaje de confiabilidad de 90% y un margen de error de 3%. Así mismo, se estableció un 60% de probabilidad que ocurra el cambio de vehículos de gasolina a eléctricos en el Servicio Público. Este 60 % de probabilidad se tomó al observar que actualmente Transmilenio cuenta con una flota de 758 articulados, 1284 biarticulados, 261 duales y 841 alimentadores, para un total de 3144 buses de los que ya se adjudicaron 1485 para ser eléctricos durante los próximos años, por lo que el cumplimiento de cambio de tecnología en la flota es altamente probable. (Transmilenio, 2021)

**Tabla 9***Muestra para aplicación de encuesta*

| upz         | Ubicación                     | población<br>entre 20 y<br>59 años | muestra para<br>investigación |
|-------------|-------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|
| <b>75</b>   | se ubica en la zona centro    |                                    |                               |
| <b>FON</b>  | oriental de la localidad,     |                                    |                               |
| <b>TIBÓ</b> | tiene una extensión de 496    |                                    | <b>716 personas</b>           |
| <b>N</b>    | ha. equivalentes al 14,9%     | <b>62707 DE</b>                    |                               |
|             | del total del suelo urbano.   | <b>43</b>                          | $\frac{716}{43} = 17$         |
|             | Esta UPZ limita por el norte  | <b>BARRIOS,</b>                    |                               |
|             | con la avenida Luis Carlos    |                                    | Los polígonos                 |
|             | Galán (diagonal 39), por el   |                                    | a investigar                  |
|             | oriente con la avenida        |                                    | comprenden                    |
|             | Longitudinal de Occidente     |                                    | alrededor de 4                |
|             | (ALO), por el sur con la      |                                    | barrios por la                |
|             | avenida Centenario (calle     |                                    | UPZ El                        |
|             | 13) y por el occidente con la |                                    | Carmen,                       |
|             | avenida Versalles (carrera    |                                    | Guadual,                      |
|             | 116). (Alcaldía Local de      |                                    | Fontibón y                    |
|             | Fontibon, 2021)               |                                    | Sabana                        |
|             |                               |                                    | Grande, por                   |

---

ende, la

población a

encuestar sería

de:

68 personas

---

**Tabla 9***Muestra para aplicación de encuesta*

|                |                           |                 |                             |
|----------------|---------------------------|-----------------|-----------------------------|
| <b>29</b>      | <b>se localiza al</b>     |                 |                             |
| <b>MINUTO</b>  | <b>norte de la</b>        |                 |                             |
| <b>DE DIOS</b> | <b>localidad de</b>       | <b>49269 DE</b> | <b>714 personas</b>         |
|                | <b>Engativá. Tiene</b>    | <b>14</b>       |                             |
|                | <b>una extensión de</b>   | <b>BARRIOS</b>  | $\frac{716}{14} = 51$       |
|                | <b>373,3 hectáreas.</b>   |                 |                             |
|                | <b>Esta UPZ limita,</b>   |                 |                             |
|                | <b>por el norte con</b>   |                 |                             |
|                | <b>las UPZ El</b>         |                 | <b>Los polígonos para</b>   |
|                | <b>Rincón y</b>           |                 | <b>investigar</b>           |
|                | <b>Tibabuyes de la</b>    |                 | <b>comprenden</b>           |
|                | <b>localidad de</b>       |                 | <b>alrededor de 2</b>       |
|                | <b>Suba; por el</b>       |                 | <b>barrios por la UPZ</b>   |
|                | <b>oriente la UPZ</b>     |                 | <b>Santa rosa y la</b>      |
|                | <b>La Floresta de la</b>  |                 | <b>Floresta., por ende,</b> |
|                | <b>localidad de</b>       |                 | <b>la población a</b>       |
|                | <b>Suba; por el sur</b>   |                 | <b>encuestar sería de:</b>  |
|                | <b>con las UPZ Las</b>    |                 |                             |
|                | <b>Ferías y</b>           |                 | <b>102 personas</b>         |
|                | <b>Engativá, y por el</b> |                 |                             |

---

**occidente, con las  
UPZ Bolivia y  
Garcés Navas  
(Engativa, 2021)  
desde la Avenida  
Calle 80, Otras  
vías son la  
Avenida Cali y la  
Avenida Boyacá**

---

*Nota:* La tabla muestra el cálculo de la muestra para la aplicación de la encuesta, fuente autora.

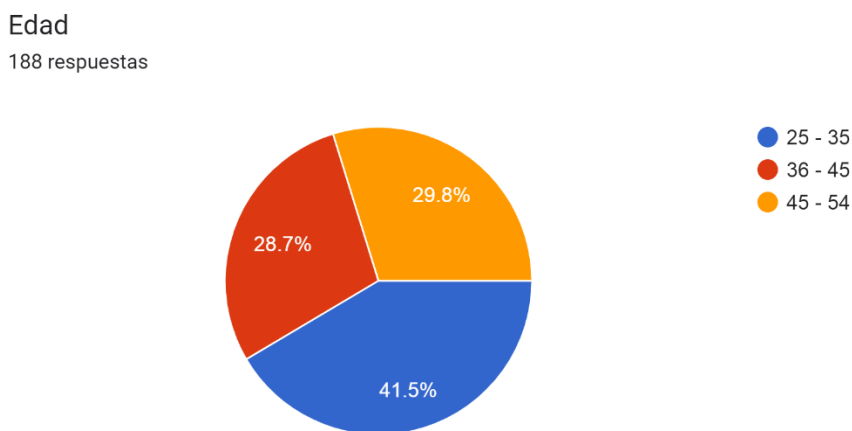
A la totalidad de la muestra se le realizó la Encuesta ([ver apendice C](#)) para evaluar cualitativamente las dimensiones sociales que implica el uso e implementación de vehículos eléctricos en el transporte público.

## Resultados de la Encuesta

Se realizó encuesta a un total de 189 ciudadanos, de los cuales 112 corresponden a la localidad de Engativá y 72 de la localidad de Fontibón.

### Figura 9

*Rango de edad de las personas encuestadas*



*Nota:* Este gráfico permite observar el rango de edad de las personas que respondieron la encuesta.

Los habitantes de las localidades encuestadas son adultos siendo el 41.5% personas entre los 25 y 35 años que corresponden a 79 encuestados, el 29.8% entre 45 y 54 años corresponden a 56 personas y el 28.7% entre 36 y 45 años equivale a 54. Estas edades corresponden a las productivas en Colombia, por lo que son potencialmente usuarios del transporte público en la ciudad, ya sea para dirigirse a sus áreas de trabajo o estudio.

Según la encuesta se evidencia que las mujeres fueron las más participativas en el momento de responderla con 58.3%, un 40.6% hombres y el 1.1% personas que no dieron a conocer su género. Las mujeres representan parte importante de usuarias de transporte público en la ciudad ya que, si no están laborando, se encuentran estudiando o llevando a sus hijos al

colegio, a sus padres al médico o realizando compras, esto implica un uso significativo del sistema de transporte, por ende, el interés de las mismas en participar en la presente investigación, como lo afirma el documento realizado por la World Resources Institute, Mujeres y transporte en Bogotá: las cuentas “Paid domestic workers are the subgroup that spends the most time commuting in Bogota according to. Another result from the analysis of the Bogotá Origin and Destination Survey shows that. the main peak travel times for women in general are in the morning and midday, which could be correlated with the fact that women have more time to travel in Bogotá than men. with the fact that women have shorter working hours and perform more care and health-related activities than men. han men. When analyzing "contained" trips. it is observed that in lower-income areas there are more contained trips for women than in high-income areas”

*“Las trabajadoras domésticas remuneradas son el subgrupo que más tiempo dedica a los desplazamientos en Bogotá según (Montoya & Escovar, 2019). Otro resultado del análisis de la Encuesta de Origen y Destino de Bogotá muestra que las principales horas pico de viaje para las mujeres en general son en la mañana y al mediodía, lo que podría estar correlacionado con el hecho de que las mujeres tienen jornadas laborales reducidas y realizan más actividades relacionadas con el cuidado y la salud que los hombres. Al analizar los viajes "contenidos" se observa que en las zonas de menos ingresos hay más desplazamientos contenidos para las mujeres que en las zonas de altos ingresos. (Moscoso, 2020)*

“he case of Bogota is not different from other places in the world where it has been shown that women use more public transport and men use private transport (Between 2011 and 2015, women started to make more trips in TransMilenio and less in buses (proportionally), and

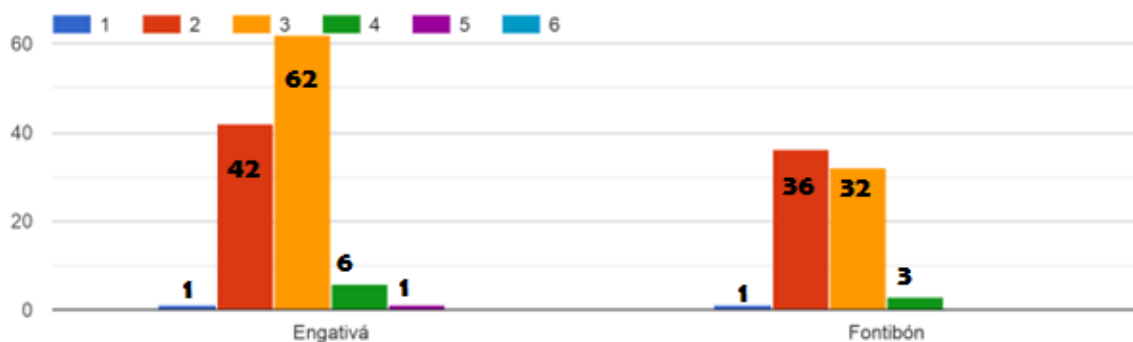
women are more likely to use public transport and men more likely to use private transport (proportionally)” (Moscoso, 2020)

“El caso de Bogotá no se diferencia de otros lugares a nivel mundial donde se ha evidenciado que las mujeres usan más el transporte público y los hombres el transporte privado, Entre 2011 y 2015, las mujeres pasaron a hacer más viajes en TransMilenio y menos en bus (proporcionalmente).” (Moscoso, 2020)

### Figura 10

*Localidad de residencia y estrato de los habitantes encuestados*

¿Cuál es su localidad de residencia y estrato al que pertenece?



*Nota: este grafico muestra cuantas personas encuestadas viven en los diferentes estratos en la localidad Engativa y Fontibon.*

Con respecto a la ubicación geográfica de las personas es necesario resaltar que 112 viven en la localidad de Engativá; las cuales se distribuyen de la siguiente manera, con el color azul se observa el estrato 1 el cual responde una persona, color rojo estrato 2 participando 42 personas, naranja estrato 3 con un total de 62 respondientes, verde estrato 4 con 6 personas y morado estrato 5 con 1 persona.

Se evidencia que mas del 90% de encuestados pertenecen a los estratos 2 y 3 de la localidad lo que muestra que probablemente usen el transporte para realizar y satisfacer sus necesidades diarias ya que pertenecen a la clase media- baja del pais que no tienen los ingresos suficientes para un vehiculo particular. “Un estudio de mercado realizado por BrandStrat reveló que al comparar las cifras entre 2011 y 2016 quienes más crecimiento tienen en compra de autos son los hogares con mayor dinero, los estratos 5 y 6, de las personas que tienen vehículo, 29% manifestó que tienen más de uno en el hogar”

### **Fontibon**

Para la localidad de Fontibón participaron 72 personas, las cuales se distribuyen de la siguiente manera, con el color azul observamos el estrato 1 el cual responde una persona, color rojo estrato 2 partiipando 36 personas, naranja estrato 3 con un total de 32 respondientes, verde estrato 4 con 3 personas. La localidad de Fontibon tambien muestra mas del 97% de encuestados son pertenecientes a los estratos 2 y 3 de clase media-baja en la ciudad, por ende potencialmente usuarios del transporte público.

Estas personas opinaron sobre el tema de cual es la causa de enfermedad respiratoria en Bogota. A lo que respondieron.

### ***Causa 1: Contaminacion***

93 personas de las 189 encuestadas dicen que es alta la probabilidad de que la contaminacion del aire en la ciudad generé enfermedades respiratorias, siendo casi el 50% de los encuestados, lo que indica que gran parte de los habitantes de las localidades de Engativá y Fontibón son concientes de la problemática de contaminacion atmosferica a la que estan expuestos. Cabe resaltar que el 25% mostró su desacuerdo al afirmar que la contaminacion del aire no es un factor importante a la hora de enfermarse en la capital.

### ***Causa 2 : Densidad de Poblacion***

Es interesante observar que el 53% de los encuestados (100) afirman que es alta la probabilidad de que por la cantidad de poblacion que vive en la ciudad existan tantos picos respiratorios durante el año, Igualmente el 29% opina que esta no es un problema pues lo califican en bajo a la hora de evaluarla como posible causa de problemas respiratorios.

### **Causa 3: Problemas propios de Salud**

A raíz de la pandemia Covid 19, gran cantidad de la poblacion contagiada sobreviviente muestra secuelas de la enfermedad; entre ellas mayor vulnerabilidad a los problemas respiratorios, es por ello que se quiso indagar si los habitantes creen que estos pueden ser causa de sus contagios repentinos de enfermedades respiratorias, pero 148 encuestados consideran que es bajo el riesgo de enfermedad respiratoria por problemas propios de salud.

Tambien se indaga sobre el transporte que usan a diario siendo valoradas los siguientes medios utilizados:

### ***Transmilenio***

35 personas de las que participaron afirman utilizar el transporte público de Transmilenio, 25 de ellas demoran dos horas en sus recorridos diarios y 10 mencionan tiempos de desplazamiento de 3 horas, según la investigación realizada por Fredy Guevara “los pasajeros que realizan recorridos entre 20 a 40 minutos, están expuestos a inhalar altos niveles de este material particulado, ocasionándoles enfermedades respiratorias, cardiorrespiratorias o cáncer de pulmón” (El Tiempo), es decir los niveles de material particulado a los que están diariamente expuestos estos usuarios sin duda les incrementan la posibilidad de adquirir enfermedades respiratorias que pueden llevar al desarrollo de enfermedades crónicas o mortales.

### ***SITP (Sistema Integrado de Transporte Público)***

El SITP es sistema complementario del Transmilenio. El 58% de los usuarios del Sitp que respondieron la presente encuesta afirman que 3 de ellos demoran 1 hora en su traslado en este medio de transporte, 48 demoran 2 horas y 58 personas duran 3 horas diarias en sus desplazamientos, lo que evidentemente muestra que los usuarios de transporte publico en la ciudad de Bogotá pierden gran parte de su tiempo en los desplazamientos de su lugar de residencia a su destino y viceversa.

### ***Taxi o Servicios de Transporte por aplicación***

Del total de encuestados solo 4 personas afirmaron usar servicio público taxi durante sus recorridos, debido a la alta congestión y el cumplimiento de horarios algunas personas prefieren no perder tiempo esperando un bus, y toman este tipo de servicio. Aunque el 21% de los encuestados afirma no hacer uso del transporte público debido a la adquisición de medios de transporte privados ya que actualmente el financiamiento de vehículos es más accesible y el de motocicletas sin duda es una de las mayores demandas del mercado actual porque no tienen pico y placa, son económicas y el consumo de gasolina es mínimo.

Según las cifras del estudio de mercado realizado por BrandStrat el porcentaje de hogares que dicen tener una moto en el estrato 2 pasó de 24% en 2014 a 37% en 2016, también la cantidad de bici usuarios ha ido en aumento en la ciudad ya que cuenta con ciclorrutas y es un transporte económico y además amigable con el medio ambiente y la salud.

Esto da muestra que con un 75.1% es decir 142 de las personas que participaron en la encuesta afirman estar interesadas en la implementación de energías limpias para la ciudad, actualmente el cambio climático y la contaminación preocupa a gran parte de la ciudadanía lo que evidencia su interés por estas. Sin embargo, 41 participantes manifiestan que no es de su

interés, lo que permite analizar que desconocen que son las energías limpias, para que sirven y porque son importantes para la conservación de los recursos naturales y como medida para la mitigación del cambio climático.

Por otra parte, 6 personas opinaron que definitivamente no les interesa el tema de energías limpias, lo que preocupa, porque muchas veces este tipo de población no aporta de forma positiva al medio ambiente en sus acciones y decisiones.

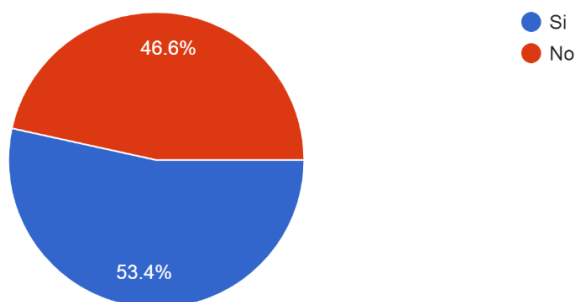
Es interesante observar que casi la mitad de las personas encuestadas no consideran o no creen que influya en la salud el tema de tener un transporte público eléctrico en su totalidad, esto permite concluir que ese 35.4% de participantes desconocen el transporte eléctrico y su fuente de energía o funcionamiento, el cual no genera emisiones mientras el vehículo está en movimiento.

**Figura 11**

*Los usuarios estarían dispuestos a pagar una tarifa más costosa por uso de transporte público eléctrico*

¿Si todo el transporte público fuera eléctrico en la ciudad, estaría dispuesto a pagar la tarifa asignada si llega a ser mas costosa?

189 respuestas



*Nota:* El gráfico muestra el porcentaje de personas que accederían a pagar una tarifa más alta si el transporte público fuera totalmente eléctrico.

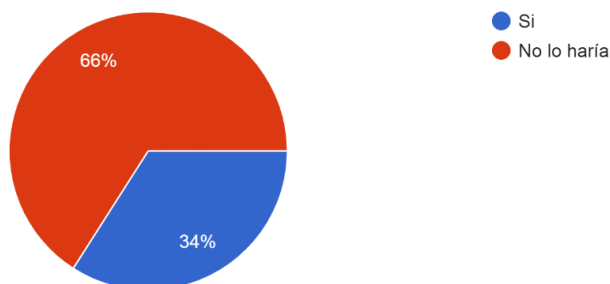
El 47% los encuestados no estarían dispuestos a pagar una tarifa más alta, aunque fuera por un transporte amigable con el medio ambiente y la salud de los usuarios, esto se debe al déficit actual del servicio de transporte público, ya que es muy costoso, no cumple con la demanda y el tiempo de desplazamientos es muy alto, además la inseguridad en la ciudad aumenta cada vez más por lo que las tarifas no son acordes con lo que se ofrece al usuario final.

## Figura 12

*Los ciudadanos estarían dispuestos a dejar sus vehículos propios por tomar transporte público eléctrico.*

¿Estaría dispuesto a dejar su moto o carro en casa, si el transporte público es eléctrico en un 100%, eficiente, rápido y de calidad?

188 respuestas



*Nota:* el gráfico muestra el porcentaje de usuarios que dejarían o no sus vehículos propios por tomar transporte público en Bogotá.

124 personas, correspondientes al 66% de encuestados afirman claramente que no estarían dispuestas a dejar su vehículo particular siendo moto o carro por tomar el transporte público aunque este fuera eléctrico en su totalidad. Lo anterior da cuenta de los serios problemas de seguridad, falta de vías y estado de las mismas, lo que no genera un incentivo para abandonar el uso del vehículo particular.

De acuerdo con los resultados de la encuesta aplicada a los usuarios de transporte público en las localidades Fontibón y Engativá de la ciudad de Bogotá se puede resumir lo siguiente:

La mayoría de usuarios fueron mujeres entre los 25 y 35 años de edad, de los estratos 2 y 3, los cuales afirmaron que la contaminación del aire de la ciudad es causa de las enfermedades respiratorias que se manifiestan durante el año, al igual que la cantidad de población ya que al ser la Capital del país dicha variable siempre va en aumento.

Se evidencia que mucha de la negatividad en las respuestas es falta de conocimiento sobre las temáticas tratadas, es por ello que se hace necesario implementar la educación ambiental en el sector movilidad, para que las personas puedan comprender la transición de vehículos de combustión a eléctricos y porque hace parte de una estrategia para la mitigación del cambio climático y el uso de energías limpias.

Dentro de este desconocimiento también se integra la conclusión a la cual llegaron muchos de los encuestados en cuanto a que el uso de transporte público eléctrico no beneficia la salud, al inicio de esta investigación se logró establecer que esta transición generaba impactos positivos, entre ellos la disminución de la contaminación del aire causa importante de enfermedades respiratorias en la ciudad, lo que permite afirmar que sin duda si el 100% del transporte fuera eléctrico los niveles de CO<sub>2</sub> y de partículas contaminantes disminuirían de forma significativa.

En las localidades estudiadas se encontró que el medio de transporte más usado es el Sitp (Sistema Integrado de Transporte Público) con traslados que duran hasta 3 horas, esto afecta considerablemente la salud de los usuarios del sistema puesto que la cantidad de partículas contaminantes que absorben en el viaje tal y como lo ha argumentado la investigación de Fredy Guevara aumenta el riesgo para desarrollar enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer a futuro. Si todo el transporte es eléctrico estas variables ya no serían un riesgo, no obstante, esto no soluciona la problemática de seguridad y movilidad que hay en la capital del país, es por ello que las personas son apáticas a dejar sus vehículos propios en casa y a pagar una tarifa más alta.

De acuerdo con las últimas cifras reportadas por la secretaria de movilidad, la velocidad máxima que se alcanza en la ciudad es de 50 km por hora en horas valle, no obstante, en las

horas pico la velocidad que alcanzan llega a un máximo de 40 a 20 km/h por la cantidad de tráfico vehicular que existe.

La capital colombiana según la BBC Mundo tiene el peor tráfico de América Latina y se ubica en la cuarta posición del ranking revelado por estudios de Tom Tom de las ciudades más congestionadas del mundo, “Una hora del salario mínimo legal vigente en Colombia para 2022 está fijada en 4.167 pesos, que multiplicados por las 94 horas que reporta el informe, nos revela una cifra de 391.698 pesos que se dejan de percibir anualmente. A esto se pueden sumar costos de combustible, mantenimiento de automotores y horas de descanso y esparcimiento que los bogotanos deben padecer metidos en el tráfico” (Publimotos, 2022)

El tiempo en el tráfico es lo más valioso que pierde el usuario de transporte público en la ciudad, tiempo que serviría para otras actividades o incluso ocio y reposo.

En un estudio sobre los factores de trabajo psicosocial, presión arterial y tensión psicológica en operadores de autobuses masculinos de una ciudad en Colombia, expusieron que la evidencia empírica acumulada en los últimos 50 años para esa fecha, indicaba que en comparación con otros grupos ocupacionales, los operadores de autobuses corren más riesgo de sufrir problemas cardiovasculares, musculo esqueléticos, gastrointestinales y psicológicos (ansiedad, depresión y trastorno de estrés postraumático. (Jaramillo, 2019)

Esto muestra que la respuesta general muestra interés por la mejora de la calidad del sistema, que aunque beneficie la salud y la calidad del aire, definitivamente no es una solución a la oferta o a la movilidad actual de la ciudad. Lo anterior porque aunque se incorporen buses de última tecnología, el estado de las vías e infraestructura y poco desarrollo de la ciudad no va a mejorar la salud mental ni el tiempo del desplazamiento diario de los usuarios.

## **Resultados en casos similares a nivel internacional de la implementación de Buses eléctricos y percepción de los ciudadanos**

### **Chile – Santiago**

Hacia fines del año 2020 Santiago era, fuera de China, la ciudad con mayor flota de buses eléctricos. Todos estos buses eléctricos se alimentan exclusivamente por baterías que se cargan cuando el bus se encuentra en un terminal, con la incorporación de un alto número de buses diésel Euro VI, estas dos tecnologías limpias representaban más del 30% de la flota de buses del sistema, con el consiguiente impacto positivo en reducción de contaminantes locales y globales, además de la reducción de ruido. (Saka, 2021)

La incorporación de esta nueva flota, que además cuenta con un nuevo estándar de calidad para los usuarios, ha sido altamente valorada por éstos, quienes han declarado una nota del orden de un punto superior en los primeros recorridos con estos nuevos buses. La llegada de la electromovilidad ha convertido a Santiago en un laboratorio mundial para probar nuevas tecnologías para el transporte público. Distintos fabricantes de buses han mostrado interés en probar, por ejemplo, buses eléctricos articulados y rígidos y un bus con ambos ejes direccionales. (Saka, 2021)

La experiencia de la introducción de la electromovilidad y la incorporación del nuevo estándar de calidad en el sistema de buses de Santiago ha dejado muchos aprendizajes y buenas prácticas. Además, ha sido una experiencia positiva tanto para la autoridad como para los usuarios y la comunidad en general. (Saka, 2021)

### **Ecuador- Ciudad de Ibarra**

En la ciudad de Ibarra se revisaron las variables de planificación urbana – dispersión de las urbes y el desarrollo de las ciudades; en lo social están el tiempo que toma trasladarse de un lugar a otro y la actividad cotidiana por la cual lo hace; finalmente en lo ambiental se tiene a la contaminación - ruido y el incremento del parque automotor como problemas del transporte, así mismo el gasto en transporte como referente de la planificación del transporte. (Karen Ramos, 2019)

Las personas con mayor probabilidad de estar interesados en la implementación de buses eléctricos son quienes viven en el área urbana, quienes consideran que la contaminación y el ruido afectan al desarrollo de sus actividades cotidianas, a ellos se suman los que piensan que la incorporación de tecnología en el transporte trae consigo el desarrollo económico y social de la región (Fan et al., 2012; Hernández & Rossel, 2013; Roth, 2013; Wachsmuth, 2013); sin embargo las personas que utilizan su vehículo para sus desplazamientos es menos probable que estén interesados en la adopción de este tipo de transporte (Anguita et al., 2014). (Karen Ramos, 2019)

### **Argentina - Buenos Aires**

El sector del transporte representa aproximadamente un 30 % de las emisiones de gases de efecto invernadero en la ciudad de Buenos Aires. Se estima que los dos buses eléctricos serían responsables de la emisión de 53,6 toneladas de CO<sub>2</sub> en los 10 meses de operación, mientras que dos buses con tecnología diésel de similares características operativas habrían emitido 140,2 toneladas, lo que representa una reducción de un 62 %. Considerando el escenario base de recambio de una flota de ocho buses, se estima que en 16 años de operación se podrían evitar

unas 6.651 toneladas de CO<sub>2</sub>. Igualmente se ha cuantificado la reducción de material particulado y otros contaminantes locales. (Equipo Sistemas Sustentables, 2021)

Reducción en comparación con los costos del escenario base90 14 aproximado de USD 428.000 en gastos en salud, en un periodo de 16 años. Al término de su primera vida útil, las baterías podrían tener entre un 50 % y un 90 % de su capacidad, lo cual podría resultar útil en aplicaciones de almacenamiento estacionario. Se hace necesario el desarrollo de un mercado de baterías de segunda vida, cuya existencia podría mejorar la evaluación económica de los proyectos de movilidad eléctrica y lograr sinergias con otros proyectos. (Equipo Sistemas Sustentables, 2021)

Tanto conductores como pasajeros se manifestaron muy conformes con las características del bus. El menor ruido, el buen funcionamiento del aire acondicionado y la transmisión continua de velocidad permiten tener un viaje más cómodo. (Equipo Sistemas Sustentables, 2021)

En general estas ciudades que han implementado los vehículos eléctricos en el transporte público de pasajeros dan cuenta de la cantidad de fortalezas y oportunidades que nos muestra la matriz realizada anteriormente frente a las debilidades y amenazas que son mucho menores y de buena probabilidad de resolución, los usuarios se muestran satisfechos con esta implementación en sus lugares de residencia, al igual que las autoridades pues el gasto en salud a disminuido, incluyendo el de mantenimiento de los vehículos, han sido experiencias positivas y de futuros desafíos porque permiten el desarrollo y crecimiento de sectores como transporte, energía y tecnología.

Todo lo anterior da cuenta de la aplicación de la Fase 3. A continuación se muestran los resultados de la Fase 4.

Fase 4: Evaluar las ventajas y desventajas del uso de energía eléctrica en el transporte público en Bogotá y compararlo con casos similares.

- A través de la aplicación de la Matriz DOFA se evaluaron las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas de la implementación las energías limpias en el país, a nivel ambiental, social y económico ya que esta permite un análisis con información objetiva a través de los resultados reflejados en las fases anteriores.

**Tabla 10***Matriz DOFA*


---

Análisis DOFA - implementación de buses eléctricos, a nivel ambiental, social y económico en todo el transporte público bogotano

---

| Fortalezas  | Debilidades   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite mitigar el cambio el cambio climático y cumplir con los acuerdos del País en el tema de descarbonización del transporte.</li> <li>- Cada 1000 buses eléctricos sustituyen 500 barriles de Diesel a diario.</li> <li>- No genera emisiones atmosféricas</li> <li>- Bajas emisiones de ruido.</li> <li>- Disminución de enfermedades respiratorias.</li> <li>- Mejora la calidad de vida de los pasajeros, conductores y ciudadanía en general.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Autonomía de los buses</li> <li>- Ciclo de vida de las baterías</li> <li>- Costos de reúso de baterías</li> <li>- Costo de adquisición.</li> <li>- Tiempo de carga.</li> <li>- Tasa de disponibilidad de estos vehículos en el mercado es más baja.</li> <li>- No mejora la salud mental de los usuarios, porque no hay disminución del tiempo en los desplazamientos.</li> <li>- Las vías e infraestructura de la ciudad no van en el mismo rumbo con el desarrollo tecnológico de los buses ya que, aunque sean super modernos no tienen por donde movilizarse.</li> </ul> |

---

**Tabla 10***Matriz DOFA*

| Fortalezas  | Debilidades   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ahorro de dinero porque no se usa combustible, la energía eléctrica es más económica que la gasolina.</li> <li>- Ahorro en costos de mantenimiento.</li> <li>- No consume energía mientras este quieto, lo que lo hace buen ejemplar para el tráfico de la ciudad.</li> <li>- Aportan calidad de vida y salud física de los habitantes.</li> <li>- La inversión actual se verá en ahorro a futuro.</li> <li>- Nuevos empleos debido a la necesidad del mercado que requieren los vehículos eléctricos.</li> <li>- El crecimiento poblacional va en aumento y con ello la cantidad de viajes a diario por las personas por ello urge el cambio a buses eléctricos para disminuir la contaminación ambiental.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monopolios del mercado.</li> <li>- Intereses políticos y económicos en desacuerdo con energías limpias.</li> <li>- No genera ganancia a los dueños del mercado de combustibles.</li> </ul> |

**Tabla 10***Matriz DOFA*

| Oportunidades   | Amenazas  |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las leyes colombianas actualmente generan incentivos para el uso de vehículos eléctricos.</li> <li>- Se continúan realizando estudios internacionales para mejorar la tecnología, duración y autonomía de las baterías, en especial en China.</li> <li>- La mitigación del cambio climático es un deber de todos los países.</li> <li>- Al aumentar la oferta de estos buses en los países fabricantes debe disminuir el precio de estos.</li> <li>- La implementación de Políticas públicas que incentiven el uso de transporte publico eléctrico.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las tecnologías desechadas de países desarrollados las adquieren los subdesarrollados.</li> <li>- Poca variedad de fabricantes lo que limita la oferta.</li> <li>- Demanda y una actualización permanente de la tecnología y avances lo que requiere grandes inversiones.</li> <li>- El mercado de combustibles y los monopolios de estos en países desarrollados frenan el crecimiento y desarrollo de las energías limpias.</li> </ul> |

*Nota:* Esta tabla muestra el análisis realizado a la implementación del 100% de transporte público eléctrico en Bogotá.

## **Análisis DOFA**

### ***Fortalezas- oportunidades***

Al reducir los niveles de co2 y de ruido se genera calidad de vida y mejor salud física a los habitantes y usuarios.

A mayor oferta de estos buses y al reducir su precio se podrá realizar la compra de los mismos para disminuir la contaminación ambiental y mejorar la calidad de vida de la población que va en aumento en la ciudad.

Al reducir gastos en Salud pública y ahorrar en costos de mantenimiento, este dinero se puede invertir en incentivos para que la población general adquiera vehículos particulares eléctricos.

Uno de los factores principales es la mitigación del cambio climático el cual es un deber de todos los países para evitar mayores catástrofes ambientales, por ende, se deben plantear políticas públicas que incentiven las energías limpias.

El crecimiento poblacional va en aumento y con ello la necesidad de tener un transporte con tecnología de calidad y que proteja el medio ambiente y la salud de los usuarios por ello se continúan realizando estudios a nivel internacional para crear baterías de alta durabilidad, carga rápida y mayor ciclo de vida.

La ciudad de Bogotá se convertirá en la segunda flota más grande de buses eléctricos después de china, esto permite aumentar la demanda de buses eléctricos y si a ello se suman más ciudades de América latina, los fabricantes de estos vehículos deben aumentar la oferta de los mismos lo que permitirá reducción en su valor.

### ***Fortalezas – Amenazas***

Como el objetivo de incorporar vehículos eléctricos para el transporte público es con el fin de reducir la huella de carbono y cumplir con los acuerdos, el país no puede adquirir buses obsoletos que no permitan esta transición y cumplir las metas propuestas, es por ello que se deben comprar vehículos con tecnologías que garanticen la reducción de CO<sub>2</sub> y tengan un ciclo de vida duradero.

Si las grandes ciudades de Latinoamérica se unen a adquirir vehículos de esta naturaleza como Bogotá los fabricantes tendrán más estímulo para continuar con el auge de los buses eléctricos en el transporte público a nivel mundial.

### ***Debilidades – oportunidades***

Al continuar realizando estudios internacionales para mejorar la tecnología de las baterías en los buses eléctricos, esto mejorará la autonomía, el ciclo de vida de las mismas y su tiempo de carga.

Aunque los intereses políticos a veces se deriven del manejo y poderío de los monopolios de un país, la mitigación del cambio climático es un deber de todos y tarde o temprano la falta de resultados irá exigiendo más compromiso de todos los gobiernos, y se deben redirigir las inversiones de los mercados.

Los países latinoamericanos tienen una de las mayores reservas de litio del mundo, si se invierte en investigación y crean sus propias baterías no dependerían del mercado internacional o asiático para satisfacer la demanda de buses en sus territorios.

### ***Debilidades – Amenazas***

Las autoridades mundiales deben ser más severas con los objetivos trazados para mitigación del cambio climático, ya que de esta manera podrán obligar a los grandes dueños y

monopolios del mercado a invertir en otros posibles negocios que no contemplen los combustibles fósiles y disminuir así de alguna manera los intereses políticos y económicos detrás de estos.

Las autoridades en salud a nivel mundial deben involucrar la salud ambiental como uno de los pilares para poder disminuir los riesgos para la salud física y mental, mientras no se tengan en cuenta los factores externos, lograr mejorar la calidad de vida de las personas será muy difícil y aumentara la posibilidad de continuar con un alto índice de población afectada.

## Conclusiones

Se logran reconocer en esta investigación algunos de los aspectos sociales que se verían afectados de manera positiva por la incorporación de vehículos eléctricos en las localidades Fontibón y Engativá evidenciando que las ofertas de empleabilidad, estudio y comercio que se ofrecen a la comunidad, dan muestra de lo importantes que son estos sectores, pues son zonas industriales y circulan sobre estas las vías arterias de la capital, por ello la necesidad de un transporte público de calidad, limpio, rápido, accesible, ya que conectaría a las personas de la ciudad de manera más efectiva y continua por la disminución de tiempo en los recorridos y se aumentaría la población beneficiaria de ellas.

Al evaluar los aspectos ambientales por la incorporación de vehículos eléctricos y según los datos recolectados y estudiados es importante comprender que aunque Fontibón es la localidad con menor número de habitantes inclusive casi la mitad de los que corresponden a la localidad de Engativá, sus índices de contaminación son más altos en el periodo estudiado, ya que es una de las más industrializadas de Bogotá, cuenta con la Zona Franca que está ubicada en una de las salidas de la capital por ende permite más tránsito de camiones y vehículos de carga, al igual que con el Aeropuerto alterando notablemente la calidad del aire y por ende la convierte en una de las prioritarias para incorporar el 100% de transporte público eléctrico.

En la matriz de impactos elaborada a nivel antrópico, da como resultado que la implementación de Buses eléctricos en la ciudad genera en su mayoría impactos positivos ya que el uso de estos disminuye la posibilidad de presentar enfermedades respiratorias y mejora la salud de los usuarios por la mínima generación de emisiones y porque no genera ruido.

La disposición final de residuos resulto ser el impacto más severo al ambiente al implementar los buses eléctricos, ya que sus efectos son negativos hacia los diferentes componentes evaluados como aire, suelo, agua, entre otros.

Aunque la generación de empleo es algo positivo para la población hay que tener en cuenta que al trabajar en el tema de residuos peligrosos también afectara en alguna medida la salud y calidad de vida de los trabajadores. Es por ello que se hace necesario siempre utilizar los epp (elementos de protección personal) como medida de prevención y se debe continuar innovando en tecnología para que se usen baterías menos contaminantes y con mayor vida útil.

En el análisis de la importancia de la implementación de vehículos eléctricos se logró establecer que esto permite reducir notablemente la contaminación atmosférica, la cantidad de partículas contaminantes y emisión de ruido, lo que beneficia a la población en la salud física y al medio ambiente.

Se realizó la encuesta a los usuarios de transporte público en las localidades Fontibón y Engativá de la ciudad de Bogotá, para saber su opinión y estilo de vida en el uso diario del mismo. Se recolecto información sobre temas de salud, transporte, y posible aumento de tarifas por su transición a eléctrico, la respuesta general muestra interés por la mejora de la calidad del sistema, que aunque beneficie la salud física y la calidad del aire, definitivamente no es una solución a la oferta o a la movilidad actual de la ciudad, podemos incorporar buses de última tecnología y súper modernos, pero las vías e infraestructura y poco desarrollo de la ciudad no van a mejorar el tiempo del desplazamiento diario de los usuarios y por ende tampoco la salud mental.

Gran parte de los Bogotanos no están dispuestos a dejar sus vehículos propios como carro o moto para tomar transporte público, por la falta de seguridad, calidad del servicio y distancias en los recorridos.

Entre las ventajas del transporte Público eléctrico que es una iniciativa a nivel mundial y en Latinoamérica su implementación ha generado resultados positivos por lo que se espera continúe su ampliación en las grandes ciudades, estas experiencias dan cuenta de la cantidad de fortalezas y oportunidades que nos muestra la matriz DOFA realizada, frente a las debilidades y amenazas que son mucho menores y de buena probabilidad de resolución, los usuarios se muestran satisfechos con esta implementación en sus lugares de residencia, al igual que las autoridades pues el gasto en salud pública ha disminuido, incluyendo el de mantenimiento de los vehículos, lo que permite futuros desafíos para continuar el desarrollo y crecimiento de sectores como transporte, energía y tecnología.

## Recomendaciones

Se evidencia en la presente investigación la falta de conocimiento de la ciudadanía en energías limpias y transporte eléctrico, por lo que su opinión y pensamiento hacia estos temas interfiere en la toma de decisiones políticas y económicas que no estarían a favor del medio ambiente y la calidad de vida, es por ello que se hace necesario que no solo las nuevas generaciones sean educadas frente al desarrollo sostenible y energías limpias.

Hay que implementar políticas públicas que incentiven a la población a tomar el transporte público eléctrico, mejorando tarifas y recorridos. Adicionalmente hay que trabajar frente a falencias como la inseguridad, la falta de oferta de transporte, el estado de las vías y capacidad de estas. Lo anterior con el fin de propender por una masificación del uso de transporte público eléctrico.

Es necesario disminuir los tiempos en los desplazamientos ya que está comprobado la afectación en la salud mental de los conductores y usuarios por esta situación y la afectación a la calidad de vida.

Es importante incentivar por medio del ministerio de minas y energía a las universidades y entes investigadores para que se generen soluciones a la movilidad eléctrica que permitan mejorar la vida útil de las baterías y garantizar el reciclaje de estas.

Antes de adquirir los buses eléctricos es importante el evaluar la disposición final de las baterías y propender por la extensión de su vida útil.

Continuar la evaluación de las ciudades donde se está implementando el transporte público eléctrico y verificar las experiencias que han tenido para aplicar en la ciudad lo que sea pertinente y mejorar las deficiencias pres

## Bibliografía

Abel Cardenas. (23 de 09 de 2020). *portafolio.co*. portafolio.co:

<https://www.portafolio.co/tendencias/casi-4-000-personas-han-muerto-este-ano-en-bogota-por-contaminacion-544920>

Abigail R. Lara . (01 de 05 de 2020). <https://www.msmanuals.com/>.

<https://www.msmanuals.com/>: <https://www.msmanuals.com/es-co/professional/trastornos-pulmonares/enfermedades-pulmonares-medioambientales/enfermedades-relacionadas-con-la-contaminaci%C3%B3n-del-aire>

Alber Callejo. (20 de 06 de 2020). <https://forocoheselectricos.com/>.

<https://forocoheselectricos.com/>: <https://forocoheselectricos.com/2020/06/historia-primer-autobus-electrico-man-1970-50-anos.html>

Alcaldía de Bogotá . (25 de 11 de 2002). <http://www.alcaldiabogota.gov.co>.

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=36291>

Alcaldía de Bogotá. (22 de 12 de 2000). [www.alcaldiabogota.gov.co](http://www.alcaldiabogota.gov.co).

[www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=11531](http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=11531)

Alcaldía de Bogotá. (06 de 08 de 2002). [www.alcaldiabogota.gov.co](http://www.alcaldiabogota.gov.co).

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=5542>

Alcaldía Local de Fontibon. (31 de 10 de 2021). *Alcaldía Local de Fontibon*. Alcaldía Local de

Fontibon: <http://www.fontibon.gov.co/content/barrios-y-upzs>

ambiente, G. c. (2018). *Gestion de Recursos Naturales*. Gestion de Recursos Naturales:

<https://www.grn.cl/linea-de-base-ambiental.html>

ambiente, m. d. (01 de 08 de 2020). *MEDIDAS PRIORIZADAS*. MEDIDAS PRIORIZADAS:

[https://www.minambiente.gov.co/images/Medidas\\_NDC\\_25\\_agosto-](https://www.minambiente.gov.co/images/Medidas_NDC_25_agosto-)

[1\\_Version\\_Comunicaciones\\_2.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/Medidas_NDC_25_agosto-1_Version_Comunicaciones_2.pdf)

Analitik, V. (18 de 01 de 2021). *Valora Analitik*. Valora Analitik:

<https://www.valoraanalitik.com/2021/01/18/flota-buses-el-ctricos-en-bogot-enel-x/>

ARCENTALES, J. L. (2016). *Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*. Universidad

Distrital Francisco Jose de Caldas:

<file:///C:/Users/FamiliaGA/OneDrive/Documentos/PROYECTO%20DE%20GRADO/estres%20ruido.pdf>

Arnaiz, I. S. (01 de 06 de 2005). *google academico*. Economía Europea:

<file:///C:/Users/FamiliaGA/OneDrive/Documentos/PROYECTO%20DE%20GRADO/TFG001112.pdf>

Avila, A. (2015). *Actualización del plan de gestión integral de residuos hospitalarios y similares de la empresa social del estado hospital San Rafael de Tunja (ESE HSRT)*. Colombia.

Barrera, J. H. (2010). *guia para la compresion holistica de la ciencia unidad III*. Caracas:

écciorl.

Beltrán, N. C. (01 de 4 de 1997). *www.minsalud.gov.co*.

[https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/observatorio\\_vih/documentos/prevencion/promocion\\_prevencion/riesgo\\_biol%C3%B3gico-bioseguridad/b\\_bioseguridad/BIOSEGURIDAD.pdf](https://www.minsalud.gov.co/salud/Documents/observatorio_vih/documentos/prevencion/promocion_prevencion/riesgo_biol%C3%B3gico-bioseguridad/b_bioseguridad/BIOSEGURIDAD.pdf)

Bogotá, S. –O. (2020). *Tasa de mortalidad por enfermedad respiratoria inferior crónica en menores de 70 años en Bogotá D.C*. Bogota.

businesscol. (18 de 01 de 2018). *www.businesscol.com*.

[http://www.businesscol.com/productos/glosarios/servicios%20publicos/glosario\\_servicio\\_spublicos\\_d.html](http://www.businesscol.com/productos/glosarios/servicios%20publicos/glosario_servicio_spublicos_d.html)

Carmona, J. C. (2015). INFECCIÓN RESPIRATORIA AGUDA EN RELACIÓN CON LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA . *Archivos de medicina*, 69-79.

ceo.org. (01 de 11 de 2000). *www.ceo.org.co*.

<http://www.ceo.org.co/images/stories/CEO/ambiental/documentos/Normas%20ambientales/1990-2000/2000/Resolucion%201096%20de%202000%20-%20Titulo%20F.pdf>

Convenio de Basilea. (01 de 02 de 1998). <http://www.marn.gob.gt>.

<http://www.marn.gob.gt/Multimedios/3198.pdf>

DeConceptos.com. (01 de 03 de 2017 ). *deconceptos.com*. [http://deconceptos.com/ciencias-](http://deconceptos.com/ciencias-naturales/bioseguridad)

[naturales/bioseguridad](http://deconceptos.com/ciencias-naturales/bioseguridad)

definicion. (1 de 03 de 2017). *definicion.mx*. <https://definicion.mx/microorganismos/>

ecured.cu. (01 de 03 de 2017). *www.ecured.cu*.

[https://www.ecured.cu/Vectores\\_Bi%C3%B3logicos](https://www.ecured.cu/Vectores_Bi%C3%B3logicos)

El Tiempo. (09 de 03 de 2022). *Quinto patio electrico*. El Tiempo: [eltiempo.com/bogota/el-districto-entrego-nuevo-lote-de-buses-electricos-para-el-sitp-651481](http://eltiempo.com/bogota/el-districto-entrego-nuevo-lote-de-buses-electricos-para-el-sitp-651481)

Engativa, A. L. (31 de 10 de 2021). *Alcaldia Local de Engativa*. Alcaldia Local de Engativa:

<http://www.engativa.gov.co/>

Environment, R. E. (2017). *El transporte NDC*. Republic of Germany.

Equipo Sistemas Sustentables. (2021). *Resultados del piloto de buses eléctricos en Buenos Aires*.

<https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1687/Resultados%20del%20piloto%20de%20buses%20el%C3%A9ctricos%20en%20Buenos%20Aires.%20Tecnolog%C3%>

adas%20alternativas%20en%20el%20transporte%20p%3%bablico.pdf?sequence=1&is  
Allowed=y

Gut microbiota fot health. (01 de 03 de 2017). <http://www.gutmicrobiotaforhealth.com>.

<http://www.gutmicrobiotaforhealth.com/es/glossary/agente-patogeno/>

Gutierrez, D. (09 de 01 de 2020). <https://www.hibridosyelectricos.com/>.

<https://www.hibridosyelectricos.com/>:

<https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/tecnologia/bateria-litio-azufre-mas-eficiente-mundo-promete-coches-electricos-1000-km-autonomia/20200109134323032488.html>

Hernandez, R. (01 de 10 de 2016). <http://repository.unad.edu.co>.

<http://repository.unad.edu.co/handle/10596/9267>

IBOCA- 2.0. (2021). *el Índice Bogotano de Calidad de Aire y Riesgo en Salud –IBOCA- 2.0*.  
Bogota.

IBOCA. (02 de Octubre de 2021). <http://iboca.ambientebogota.gov.co/mapa/>.

<http://iboca.ambientebogota.gov.co/mapa/>: <http://iboca.ambientebogota.gov.co/mapa/>

IDEAM. (30 de 12 de 2005). [www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co).

<http://www.ideam.gov.co/documents/51310/526371/Decreto+4741+2005+PREVENCION+Y+MANEJO+DE+REIDUOS+PELIGROSOS+GENERADOS+EN+GESTION+INTTEGRAL.pdf/491df435-061e-4d27-b40f-c8b3afe25705>

IDEAM. (01 de 10 de 2007). [www.ideam.gov.co](http://www.ideam.gov.co).

[http://www.ideam.gov.co/documents/51310/69494/C\\_UsersjramirezDesktopManualesManual+Excel.pdf/9f5c0c8e-60c2-4623-93a2-ec731783d028](http://www.ideam.gov.co/documents/51310/69494/C_UsersjramirezDesktopManualesManual+Excel.pdf/9f5c0c8e-60c2-4623-93a2-ec731783d028)

IDEAM. (2016). *Informe nacional generacion y manejo de residuos o desechos peligrosos.*

*Colombia 2014-2015.* Bogota: IDEAM.

Instituto Colombiano Agropecuario. (28 de 11 de 2008). *www.ica.gov.co.*

<https://www.ica.gov.co/getattachment/d4d9d6c3-366a-4c79-8079-c9811f6216fc/2008L1252.aspx>

Jaramillo, L. M. (2019). *Universidad del Rosario.* ANSIEDAD Y FACTORES ASOCIADOS EN CONDUCTORES DE TRANSPORTE:

<https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/20342/ART%C3%8DCULO%20LINA%20OSORIO%202019.pdf?sequence=1>

Karen Ramos. (18 de 12 de 2019). *Universidad Tecnica del Norte.* Buses eléctricos como alternativa de transporte urbano para la ciudad de Ibarra:

<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9680>

Laura Amezquita, D. D. (2015). MATRIZ ORIGEN-DESTINO Y EFICIENCIA. *Universidad de Medellin*, 91-111.

Laverde, G. S. (17 de 12 de 2020). <https://bogota.gov.co/>. <https://bogota.gov.co/>:

<https://bogota.gov.co/mi-ciudad/movilidad/bogota-estrena-primer-patio-100-electrico-y-120-buses-cero-emisiones>

López, M. L. (12 de 2020). <http://www.flacsoandes.edu.ec/>. <http://www.flacsoandes.edu.ec/>:

<file:///C:/Users/FamiliaGA/OneDrive/Documentos/PROYECTO%20DE%20GRADO/VEHICULO%20ELECTRICO%20GALAPAGOS.pdf>

Mañez, G. E. (2018). *MOVILIDAD ELECTRICA.* ONU.

MARIN, P. F. (2018). ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES. *Instituto de Investigación Tecnológica IIT-ICAI.*

Martinez, J. (01 de 09 de 2005). <http://www.cempre.org.uy>.

[http://www.cempre.org.uy/docs/biblioteca/guia\\_para\\_la\\_gestion\\_integral\\_residuos/gestion\\_respel01\\_fundamentos.pdf](http://www.cempre.org.uy/docs/biblioteca/guia_para_la_gestion_integral_residuos/gestion_respel01_fundamentos.pdf)

Martinez, Javier. (2005). Guia para la gestion integral de residuos peligrosos - tomo 1 . En J.

Martinez, *Guia para la gestion integral de residuos peligrosos - tomo 1* (pág. 18).

Montevideo: CENTRO COORDINADOR DEL CONVENIO DE BASILEA.

Martinez, P. (20 de 07 de 2006). <https://www.redalyc.org/>. <https://www.redalyc.org/>:

<https://www.redalyc.org/pdf/646/64602005.pdf>

Metrosalud. (03 de 10 de 2015). [www.metrosalud.gov.co](http://www.metrosalud.gov.co).

<http://www.metrosalud.gov.co/intranet/index.php/documentos/category/651-manual-uso-medicamentos-2016?download=2276:disposicin-final-de-residuos-de-medicamentos-y-dm-vencidos-v1-2014>.

Ministerio de Ambiente . (19 de 07 de 2013). <http://www.minambiente.gov.co>.

[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2013/ley\\_1672\\_2013.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2013/ley_1672_2013.pdf)

Ministerio de ambiente . (13 de 02 de 2015). [www.minambiente.gov.co](http://www.minambiente.gov.co).

[http://www.minambiente.gov.co/images/Atencion\\_y\\_participacion\\_al\\_ciudadano/Consulta\\_Publica/V\\_22\\_Manual\\_Gesti%C3%B3n\\_Integral\\_16\\_12\\_14\\_CP.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/Atencion_y_participacion_al_ciudadano/Consulta_Publica/V_22_Manual_Gesti%C3%B3n_Integral_16_12_14_CP.pdf)

Ministerio de Ambiente. (23 de 03 de 2005). <http://www.minambiente.gov.co>.

[http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec\\_0838\\_230305.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Normativa/Decretos/dec_0838_230305.pdf)

Ministerio de la Proteccion Social. (01 de 12 de 2008). [www.minsalud.gov.co](http://www.minsalud.gov.co).

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/propuesta-de-modelo-para-la-gestion-y-ejecucion.pdf>

Ministerio de la Protección Social. (31 de 10 de 2014). *www.minproteccionsocial.gov.co*.

<http://mps1.minproteccionsocial.gov.co/evtmedica/LINEA15/DESCARGABLES15/glosario.pdf>

Ministerio de salud . (01 de 10 de 2002). *http://www.saludcapital.gov.co*.

<http://www.saludcapital.gov.co/Documents/Resoluci%C3%B3n%201164%202002%20-%20Manual%20Residuos%20Hospitalarios.pdf>

Moreno, M. (2009). *Medio ambiente y Comportamiento Humano*. Factores psicológicos,

sociales, y ambientales: [http://mach.webs.ull.es/PDFS/Vol10\\_1y2/Vol10\\_1y2\\_f.pdf](http://mach.webs.ull.es/PDFS/Vol10_1y2/Vol10_1y2_f.pdf)

news, B. (23 de Diciembre de 2019). *BBC NEWS MUNDO*. BBC NEWS MUNDO:

<https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-50811389>

Nina Lizmova. (2007). ANÁLISIS DE MAPAS COMO UN MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

DE FENÓMENOS NATURALES Y. *Luna Azul* , 74-80.

Nuevo Siglo. (01 de 20 de 2022). *elnuevosiglo.com*. [elnuevosiglo.com](http://elnuevosiglo.com):

<https://www.elnuevosiglo.com.co/articulos/01-19-2022-sumar-1002-buses-electricos-la-meta-de-transmilenio-para-este-ano#:~:text=10.453%20buses%3A%20en%20estos%20momentos,276%20duales%20y%202.526%20alimentadores>.

ONU, N. (9 de diciembre de 2020). *Naciones unidas*. Naciones unidas:

<https://news.un.org/es/story/2020/12/1485312#:~:text=En%202019%2C%20el%20aument%20fue,genera%20en%20unos%20pocos%20pa%C3%ADses>.

Portafolio. (30 de 03 de 2022). *portafolio.co*. [portafolio.co](http://portafolio.co):

<https://www.portafolio.co/economia/gobierno/bogota-tendra-mas-de-mil-buses-electricos-a-final-de-2022-563528>

produccion, F. d. (31 de 03 de 2018). *https://www.slideshare.net/*. *https://www.slideshare.net/*:

*https://www.slideshare.net/deanmartinnizamaduqu/306861361-*

*guiaparalaelaboracioneinterpretaciondelamatrizdeleopold*

Publimotos. (20 de 05 de 2022). *Publimotos*. Publimotos:

*https://publimotos.com/mactualidad/19-mundo/colombia/5623-sabe-cuantas-horas-*

*pierde-usted-metido-en-el-trafico-de-bogota*

Ramirez, N. (28 de Diciembre de 2020). *Revista Virtual el Carro Colombiano*. Revista Virtual el

Carro Colombiano: *https://www.elcarrocolombiano.com/noticias/bogota-es-ahora-la-*

*capital-con-la-flota-mas-grande-de-buses-electricos-en-america-*

*latina/#:~:text=Con%20la%20llegada%20de%20470,de%20autobuses%20movid%20p*

*or%20electricidad.&text=Para%20el%20primer%20trimestre%2*

Redaccion. (20 de 05 de 2019). *https://www.hibridosyelectricos.com/*.

*https://www.hibridosyelectricos.com/:*

*https://www.hibridosyelectricos.com/articulo/actualidad/china-tiene-421000-autobuses-*

*electricos-europa-2250-estados-unidos- apenas-300/20190520160539027791.html*

Reinemer, J. M. (01 de 04 de 2018). *Universidad de la Sabana*. Universidad de la Sabana:

*https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/34199/TESIS\_JUANMANU*

*ELANGELREINEMER.pdf?sequence=1&isAllowed=y*

Revista Semana. (07 de 03 de 2017). *semana.com*. *http://sostenibilidad.semana.com/medio-*

*ambiente/articulo/residuos-peligrosos-en-colombia-un-grave-problema/37263*

Ridge, L. N. (2016). *Datos Banco mundial*. Datos Banco Mundial:

*https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.LF.KT?most\_recent\_year\_desc*

*=true*

Rueda Verde. (2021). *Rueda verde*. Rueda verde: <https://www.ruedaverde.com.co/>

Saka, F. (2021). REVISTA ESTUDIOS DE TRANSPORTE Vol. 22, 1-15. Santiago de Chile, Santiago, Chile. ELECTROMOVILIDAD EN EL TRANSPORTE PÚBLICO: LA EXPERIENCIA DE SANTIAGO DE CHILE .

Salud, M. d., & Sostenible, M. d. (2002).

[http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Legislacion%20Hospitalarios/Resolucion\\_1164\\_2002\\_Completa.pdf](http://www.metropol.gov.co/Residuos/Documents/Legislacion%20Hospitalarios/Resolucion_1164_2002_Completa.pdf). Bogota.

SaludCapital . (19 de 01 de 2016). <http://www.saludcapital.gov.co>.

<http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Paginas/ResiduosHospitalarios.aspx>

SDA. (03 de 02 de 2021). *Secretaria Distrital de Ambiente*. Secretaria Distrital de Ambiente:

<http://iboca.ambientebogota.gov.co/>

SDIS. (03 de 09 de 2021). <https://sig.sdis.gov.co>. <https://sig.sdis.gov.co>:

<https://sig.sdis.gov.co/index.php/es/gestion-ambiental-documentos-asociados>

Transmilenio. (05 de 01 de 2021). <https://www.transmilenio.gov.co/>.

<https://www.transmilenio.gov.co/>:

<https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/152026/con-1485-buses-100-electricos-bogota-es-la-ciudad-con-mayor-flota-electrica-fuera-de-china/>

twenergy. (08 de 04 de 2019). [twenergy.com](http://twenergy.com). [twenergy.com](http://twenergy.com):

<https://twenergy.com/sostenibilidad/movilidad-sostenible/que-es-una-electrolinera-y-como-funciona-1691/>

Uribe, F. V. (2021). Bogotá será la ciudad con la mayor flota de buses eléctricos por fuera de China con 1.485 vehículos. *Revista Vec*.

Uribe, Felipe Vallejo. (02 de 05 de 2021). *<https://www.vehiculoselectricos.co>*.

<https://www.vehiculoselectricos.co>: <https://www.vehiculoselectricos.co/1-002-nuevos-buses-electricos-tendran-carrocerias-hechas-en-colombia/>

Vallejo Luis, R. (01 de 07 de 2019). *UNIVERSIDAD DE VALLADOLID*. UNIVERSIDAD DE VALLADOLID: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37776/TFG-I-1259.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

VELANDIA, E. A. (2019). TRANSPORTE ELECTRICO EN COLOMBIA. UNA RUTA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y BENEFICIOS AMBIENTALES DESDE EL SECTOR TRANSPORTE. *Portal de Eventos, Congreso Colombiano y Conferencia Internacional de Calidad del Aire y Salud Pública*.



## Apendice B

### Reporte IBOCA Noviembre – Diciembre 2019

| Intervalo del reporte | 2019-11-01 07:00 - 2019-12-31 07:00 |             |        |               |             |       |
|-----------------------|-------------------------------------|-------------|--------|---------------|-------------|-------|
| Fecha del reporte     | 17/01/2022 6:01                     |             |        |               |             |       |
| Estaciones            | Las Ferias, Fontibon                |             |        |               |             |       |
|                       | Fontibon                            |             |        | Las Ferias    |             |       |
|                       | PM2.5 µg/m3                         |             |        | PM2.5 µg/m3   |             |       |
| Fecha & Hora          | Concentración                       | Media Móvil | IBOCA  | Concentración | Media Móvil | IBOCA |
| 15/11/2019 9:00       | 6.777.654                           | 23.8        | 75.16  | 54            | 26.7        | 81.37 |
| 16/11/2019 9:00       | 3.601.117                           | 21.3        | 69.8   | 31            | 16.6        | 59.74 |
| 17/11/2019 9:00       | 2.196.648                           | 15.0        | 56.31  | 22            | 12.5        | 50.96 |
| 18/11/2019 9:00       | 1.921.229                           | 14.6        | 55.45  | 30            | 9.6         | 40    |
| 19/11/2019 9:00       | 2.801.117                           | 17.5        | 61.66  | 22            | 14.5        | 55.24 |
| 20/11/2019 9:00       | 3.394.413                           | 21.6        | 70.45  | 36            | 15.2        | 56.74 |
| 21/11/2019 9:00       | 1.596.648                           | 16.8        | 60.17  | 14            | 16.8        | 60.17 |
| 22/11/2019 9:00       | 3.927.933                           | 16.1        | 58.67  | 20            | 12.2        | 50.31 |
| 23/11/2019 9:00       | 3.104.469                           | 23.3        | 74.09  | 16            | 19.6        | 66.16 |
| 24/11/2019 9:00       | 2.895.506                           | 22.5        | 72.37  | 31            | 19.9        | 66.8  |
| 06/12/2019 9:00       | 4.010.112                           | 24.0        | 75.59  | 35            | 16.5        | 59.52 |
| 07/12/2019 9:00       | 4.996.629                           | 38.9        | 108.63 | 32            | 30.3        | 89.08 |
| 08/12/2019 9:00       | 1.701.124                           | 23.5        | 74.51  | 28            | 23.9        | 75.37 |
| 09/12/2019 9:00       | 521.236                             | 27.0        | 82.01  | 59            | 28.4        | 85.01 |
| 10/12/2019 9:00       | 2.914.607                           | 26.9        | 81.8   | 27            | 18.2        | 63.16 |
| 15/12/2019 9:00       | 2.796.629                           | 23.4        | 74.3   | 26            | 27.1        | 82.22 |
| 16/12/2019 9:00       | 3.095.506                           | 18.0        | 62.74  | 10            | 14.8        | 55.88 |
| 17/12/2019 9:00       | 27                                  | 20.5        | 68.09  | 19            | 10.6        | 44.17 |
| 19/12/2019 9:00       | 2.810.169                           | 23.3        | 74.09  | 9             | 14.4        | 55.03 |
| 30/12/2019 9:00       | 3.482.022                           | 14.5        | 55.24  | 19            | 12.1        | 50.1  |

## Apendice C

### *Encuesta Aplicada*

#### Ficha tecnica

|                            |   |
|----------------------------|---|
| Universo                   | Personas usuarias del transporte publico de las localidades de Fontibon y Engativa cuyas edades se encuentran entre 25 y 54 años y estratos del 1 al 6 respectivamente. |
| Cobertura                  | Localidades de estudio Engativa y Fontibon de la ciudad de Bogota   |
| Recoleccion de informacion | Universidad Abierta y a Distancia<br>Unad   |
| Tamano de la muestra       | 170 personas<br><br>102 pertenecientes a la localidad de engativa y 68 a la localidad de fontibon.  |
| Tipo de muestreo           | Aleatorio   |
| Nivel de confianza         | 90%   |
| Fecha de aplicación        | 25 de junio de 2022 al 10 de septiembre de 2022   |

| PREGUNTAS Y<br>POSIBLES RESPUESTAS   |
|--|
| <p data-bbox="298 344 727 373">NOMBRE DEL ENCUESTADO</p> <p data-bbox="298 415 399 445">EDAD:</p> <p data-bbox="1036 415 1170 445">GÉNERO:</p>   |
| <p data-bbox="298 491 1110 520">¿Cuál es su localidad de Residencia y estrato al que pertenece?-</p> <p data-bbox="298 562 444 592">a. Engativá</p> <p data-bbox="298 634 444 663">b. Fontibón</p> <p data-bbox="298 705 526 735">Estrato: del 1 al 6</p>  |
| <p data-bbox="201 785 1386 890">¿En los últimos dos años ha presentado alguna enfermedad Respiratoria, que nivel lo relaciona con?</p> <p data-bbox="298 1003 493 1033">Contaminación</p> <p data-bbox="298 1075 591 1104">Densidad de Población</p> <p data-bbox="298 1146 656 1176">Problemas propios de Salud</p> <p data-bbox="298 1289 428 1318">Nivel: Alto</p> <p data-bbox="380 1360 461 1390">Medio</p> <p data-bbox="380 1432 428 1461">bajo</p> |
| <p data-bbox="201 1493 1321 1598">¿Qué medio de transporte usa para movilizarse a diario y cuánto tiempo lleva su desplazamiento?</p> <p data-bbox="298 1640 477 1669">Transmilenio</p> <p data-bbox="298 1711 347 1740">Sitp</p> <p data-bbox="298 1782 526 1812">Taxi o aplicación</p>   |

|   |
|---|
| <p>No uso transporte publico</p> <p>Tiempo: de 1 a 3 horas</p>  |
| <p>¿Como ciudadano le interesa el tema de energías limpias?</p> <p>Si</p> <p>No</p> <p>No me Interesa</p>   |
| <p>¿Considera que el transporte público Eléctrico en Bogotá es una alternativa limpia para movilizarse?</p> <p>Si</p> <p>No</p>                         |
| <p>¿Cree que la implementación de transporte público eléctrico puede traer beneficios para su salud?</p> <p>Si</p> <p>No</p> <p>No creo que influya</p> |
| <p>¿Si todo el transporte público fuera eléctrico en la ciudad, estaría dispuesto a pagar la tarifa asignada si llega a ser más costosa?</p>            |

Si

No

¿Estaría dispuesto a dejar su moto o carro en casa, si el transporte público es eléctrico en un 100%, eficiente, rápido y de calidad?

Si

No lo haría