

**SOSTENIBILIDAD EN PROYECTOS DE TRANSPORTE MASIVO UTILIZANDO
MEDIOS DE TRANSPORTE BASADO EN TECNOLOGÍA ELÉCTRICA**

CAROLINA MARCELA CASTRO BAUTISTA

YESSICA PAOLA DUARTE UZETA

JENNY CAROLINA FLOREZ MOTTA

VIVIAN TATIANA GUTIÉRREZ RUBIANO

31 MAYO 2019

BOGOTÁ DC, COLOMBIA

TABLA DE CONTENIDO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	7
2. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	8
3. CAMPO, GRUPO Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	9
3.1 La población objetivo del estudio serán las siguientes instituciones:	9
3.2 Línea de investigación:.....	9
4. JUSTIFICACIÓN	9
5. OBJETIVOS	11
5.1 Objetivo general.....	11
5.2 Objetivos específicos	11
6. MARCO TEÓRICO.....	12
6.1 Transporte publico.....	12
6.2 Fuentes de contaminantes más importantes y factores asociados	12
6.3 Lo atractivo del desarrollo sostenible.....	16
6.4 Empresa Transmilenio S.A. en Bogotá:	19
6.5 Presentación Vehículos Eléctricos.....	21
6.5.1 Bus articulado.....	24
6.5.2 Bus padrón.....	24
6.5.3 Buses con batería a bordo.....	25

6.6	Ventajas del transporte público con buses eléctricos.....	26
7.	METODOLOGÍA.....	28
7.1	Pautas metodológicas.....	29
7.1.1	FASE 1: Identificar el problema de la investigación:.....	29
7.1.2	FASE 2: Construir una hipótesis:.....	29
7.1.3	FASE 3: Contrastar la hipótesis con la realidad:.....	29
7.1.4	FASE 4; Establecer conclusiones:.....	29
8.	VARIABLES.....	30
	MODELO 1.....	30
	MODELO 2.....	30
9.	HIPOTESIS.....	31
10.	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	31
11.	MUESTREO.....	31
12.	ANÁLISIS Y RESULTADOS.....	33
12.1	Ciudades que ya hayan implementado esta Tecnología:.....	33
12.2	Universidades en la ciudad de Bogotá que hayan realizado estudio sobre los vehículos de esta Tecnología Eléctrica:.....	35
12.3	Normatividad vigente en Colombia:.....	39
12.4	Resultados Encuestas a los usuarios del sistema de transporte Transmilenio de Bogotá: 39	
13.	DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	59

14. CONCLUSIONES	60
15. RECOMENDACIONES	62
16. REFERENCIAS.....	63
ANEXO 1. FICHAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXO 2. Formato Encuesta.....	72
ANEXO 3. Normatividad.....	78
ANEXO 4. Licencia de autorización de publicación	80

TABLA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1. Transmilenio S.A. Sistema BRT</i>	22
<i>Ilustración 2. Bus articulado (METROCALI S.A, 2013).....</i>	24
<i>Ilustración 3. Bus padrón (METROCALI S.A, 2013).....</i>	25
<i>Ilustración 4. Esquema general de un bus eléctrico con batería abordo (Liyuan Battery CO, 2010).....</i>	26
<i>Ilustración 5. Composición demanda del sistema diciembre 2018.....</i>	32
<i>Ilustración 6. Diagrama de barras uso de Transmilenio o SITP</i>	39
<i>Ilustración 7. Porcentaje uso de Transmilenio o SITP</i>	40
<i>Ilustración 8. Diagrama de barras frecuencia uso de transporte público.....</i>	40
<i>Ilustración 9. Diagrama de barras tipo de desplazamientos realizados en Transmilenio</i>	41
<i>Ilustración 10. Diagrama de barras razón por la que se emplea Transmilenio (Rapidez)</i>	42
<i>Ilustración 11. Diagrama de barras razón por la que se emplea Transmilenio (Comodidad).....</i>	43
<i>Ilustración 12. Diagrama de barras razón por la que se emplea Transmilenio (Única alternativa en la zona)</i>	43
<i>Ilustración 13. Diagrama de barras razón por la que se emplea Transmilenio (Economía)</i>	44
<i>Ilustración 14. Diagrama de barras razón por la que se emplea Transmilenio (Comodidad).....</i>	44
<i>Ilustración 15. Diagrama de barras nivel de mejora de la implementación de vehículos eléctricos en Transmilenio</i>	45

Ilustración 16. Diagrama de barras comportamiento de las emisiones de gases con vehículos eléctrico en Transmilenio 46

Ilustración 17. Diagrama de barras impacto implementación vehículos eléctricos en Transmilenio 47

Ilustración 18. Diagrama de barras tiempo de implementación de los vehículos eléctricos . 47

Ilustración 19. Diagrama de barras infraestructura vs. Vinculación vehículos eléctricos en Transmilenio 48

Ilustración 20. Diagrama de barras calidad en el servicio de Transmilenio 49

Ilustración 21. Histograma aspectos a mejorar en Transmilenio (Calidad) 50

Ilustración 22. Histograma aspectos a mejorar en Transmilenio (Prestación del servicio) .. 51

Ilustración 23. Histograma aspectos a mejorar en Transmilenio (Tiempos) 52

Ilustración 24. Histograma aspectos a mejorar en Transmilenio (Contaminación Ambiental) 53

Ilustración 25. Histograma aspectos a mejorar en Transmilenio (Frecuencia del servicio) . 54

Ilustración 26. Diagrama de barras precio actual vs. Implementación de vehículos eléctricos 55

Ilustración 27. P-P normal de regresión Residuo estandarizado 57

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Estimación del inventario de fuentes móviles en Bogotá (Behrentz, 2006) 13

Tabla 2. Tamaño de la muestra 32

Tabla 3. Tabla de frecuencia uso de Transmilenio o SITP..... 39

Tabla 4. Tabla frecuencia de uso de transporte público 40

Tabla 5. Tabla de frecuencia tipo de desplazamientos realizados en Transmilenio 41

Tabla 6. Tabla de frecuencia razón por la que se emplea Transmilenio (Rapidez) 42

Tabla 7. Tabla de frecuencia razón por la que se emplea Transmilenio (Comodidad) 43

Tabla 8. Tabla de frecuencia razón por la que se emplea Transmilenio (Única alternativa en la zona)..... 43

Tabla 9. Tabla de frecuencia razón por la que se emplea Transmilenio (Economía)..... 44

Tabla 10. Tabla de frecuencia razón por la que se emplea Transmilenio (Comodidad) 44

Tabla 11. *Tabla de frecuencia nivel de mejora de la implementación de vehículos eléctricos en Transmilenio* 45

Tabla 12. *Tabla de frecuencia comportamiento de las emisiones de gases con vehículos eléctrico en Transmilenio* 46

Tabla 13. *Frecuencia impacto implementación vehículos eléctricos en Transmilenio* 46

Tabla 14. *Tabla de frecuencia tiempo de implementación de los vehículos eléctricos* 47

Tabla 15. *Tabla de frecuencia infraestructura vs. Vinculación vehículos eléctricos en Transmilenio* 48

Tabla 16. *Tabla de frecuencia calidad en el servicio de Transmilenio* 49

Tabla 17. *Tabla de frecuencia aspectos a mejorar en Transmilenio (Calidad)* 50

Tabla 18. *Tabla de frecuencia aspectos a mejorar en Transmilenio (Prestación del servicio)* 51

Tabla 19. *Tabla de frecuencia aspectos a mejorar en Transmilenio (Tiempos)* 52

Tabla 20. *Tabla de frecuencia aspectos a mejorar en Transmilenio (Contaminación Ambiental)* 53

Tabla 21. *Tabla de frecuencia aspectos a mejorar en Transmilenio (Frecuencia del servicio)* 54

Tabla 22. *Tabla de frecuencia precio actual vs. Implementación de vehículos eléctricos* 55

Tabla 23. *Resumen Modelo* 56

Tabla 24. *ANOVA* 56

Tabla 25. *Coefficientes* 56

TABLA DE ECUACIONES

Ecuación 1. *Ecuación de regresión* 57

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En el tiempo que el sistema de Transmilenio S.A lleva operando, se observa que la tipología de los vehículos vinculados a este sistema, el cual presta el servicio de transporte masivo de pasajeros es una Tecnología Diesel, siendo esta poco amigable con el medio ambiente debido a sus altos niveles de emisiones (Contaminación). A su vez, se observa que no se le ha dado la oportunidad a otras tecnologías limpias para ingresar a prestar este servicio, que es considerado como el de mayor demanda.

Transmilenio S.A, Transporte del Tercer Milenio S.A. (Transmilenio,2013) en su página web se identifican por ser: El sistema de transporte masivo de Bogotá y Soacha. Su construcción se inició en 1998, durante la primera alcaldía de Enrique Peñalosa y fue inaugurado el 4 de diciembre de 2000.

Hoy en día es un icono mundial en transportes de su tipo y ha hecho que el sistema sea visto como un medio masivo de transporte de mediana capacidad. Actualmente cuenta con las siguientes troncales: caracas, norte, suba, calle 80, NQS Central, américas, NQS Sur, caracas sur, eje ambiental, calle 26, carrera 10 y carrera 7 que se complementan con el SITP y los servicios urbano, complementario y especial, que circulan por los barrios y vías principales de la ciudad.

La Flota de vehículos, en la cual, se centra esta investigación es la vinculada a la Fase I (Troncales mencionadas anteriormente), ya que, la totalidad de la Flota vinculada actualmente es de Tecnología Diesel.

La presente investigación busca fortalecer el proceso de vinculación de los automotores de transporte masivo de pasajeros en el sistema Troncal de Transmilenio S.A en la Ciudad de

Bogotá, incorporando una tecnología que minimice los niveles de emisiones y mejore el servicio prestado a los usuarios de este, a su vez que sea amigable con el medio ambiente.

Todo esto, con el fin de buscar la viabilidad de incorporar nuevas tecnologías de vehículos al sistema troncal de Transmilenio, basándonos en esta investigación en los Vehículos Eléctricos y todo el proceso que este conlleva.

2. FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Desde la perspectiva de la sostenibilidad, que tan viable es implementar medios de transporte masivo basado en tecnología eléctrica en Bogotá?

Preguntas específicas:

- *¿Desde la perspectiva de sostenibilidad ambiental, social y financiera, cuáles son las ventajas de implementar medios de transporte masivo basados en tecnología eléctrica en el sistema masivo de pasajeros?*
- *Realizar un análisis del entorno (PESTEL - *Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y Legal*) del sector de transporte en el sistema Transmilenio S.A.*
- *Caracterización de las instituciones del estado, empresas de consultoría, universidades que hacen investigación de medios masivos de transporte, y de tomadores de decisiones de inversión en infraestructura (de transporte) en Colombia, en los últimos cinco años.*
- *Diseñar un instrumento que permita conocer, entender y medir las opiniones y recomendaciones con respecto a los medios de transporte masivo para Bogotá (Sistema de transporte masivo de pasajeros, Transmilenio S.A., por parte del grupo objetivo de esta investigación.*

- Medir las opiniones y recomendaciones con respecto a los medios de transporte masivo para Bogotá, por parte del grupo objetivo de esta investigación.
- Resultados y conclusiones de la investigación.

3. CAMPO, GRUPO Y LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

3.1 La población objetivo del estudio serán las siguientes instituciones:

- Instituciones del estado que regulan este tipo de decisiones asociadas con infraestructura *en Bogotá. (o en Colombia).*
- Empresas de consultoría que asesoran este tipo de proyectos *en Colombia.*
- *Universidades que realizan investigaciones asociadas con transporte utilizando nuevas tecnologías, o tecnologías más sostenibles.*
- Tomadores de decisiones de inversión en infraestructura (de transporte) *en Colombia.*
- Habitantes de la ciudad de Bogotá que usan el sistema integrado de transporte público, Transmilenio S.A.

3.2 Línea de investigación:

Sostenibilidad en Gerencia de Proyectos

Sublínea: Proyectos de Transporte (Transmilenio S.A)

4. JUSTIFICACIÓN

Aspectos como la calidad de vida, la seguridad, la sostenibilidad, la responsabilidad ambiental, la economía, la eficiencia, entre otros, han cobrado importancia en las dos últimas décadas de las administraciones públicas para el dinamismo de las políticas públicas de transporte y movilidad para la capital.

Como respuesta a este llamado surge la gestión, organización y planeación del servicio de transporte público masivo urbano en el Distrito Capital y su área de influencia, a través del Sistema TRANSMILENIO con participación de la empresa privada.

No obstante y a pesar de los resultados logrados tras su implementación, coexisten otros factores que aquejan al sistema actual tales como la constante demanda de usuarios, la limitada disponibilidad de buses y de rutas, el precario estado de la malla vial, la variación de tarifas, entre otros, los cuales requieren una adecuada intervención por parte de las autoridades distritales. En este sentido vale la pena también mencionar el desgaste de la flota actual y el uso de nuevas tecnologías y combustibles que de una u otra forma deberá acoger inexorablemente.

Esta investigación se realiza con el fin de diagnosticar la viabilidad, desde la perspectiva de la sostenibilidad, de implementar medios de transporte masivo basados en tecnología eléctrica en Bogotá, en el sistema Transmilenio S.A

Con este propósito se contribuirá con un diagnóstico de la viabilidad de implementar medios de transporte masivo basados en tecnología eléctrica en Bogotá en el sistema Transmilenio S.A, desde la perspectiva de sostenibilidad, lo cual generará una línea base, o línea de referencia para la toma de decisiones con respecto a la implementación de este tipo de tecnologías, las cuales son más amigables con el medio ambiente, la sociedad y la sostenibilidad financiera de este tipo de proyectos.

5. OBJETIVOS

5.1 Objetivo general

Determinar desde la perspectiva de la sostenibilidad, que tan viable es implementar medios de transporte masivo basado en tecnología eléctrica en Bogotá, con las condiciones de infraestructura actuales.

5.2 Objetivos específicos

- Conocer desde la perspectiva de sostenibilidad ambiental, social y financiera, cuáles son las ventajas de implementar medios de transporte masivo basados en tecnología eléctrica.
- Realizar un análisis del entorno (PESTEL - *Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y Legal*) del sector de transporte masivo en Bogotá.
- Diseñar un instrumento que permita conocer, entender y medir las opiniones y recomendaciones con respecto a los medios de transporte masivo para Bogotá, por parte del grupo objetivo de esta investigación.
- Medir las opiniones y recomendaciones con respecto a los medios de transporte masivo para Bogotá, por parte del grupo objetivo de esta investigación.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 Transporte público

Se puede definir como un sistema de transporte de pasajeros disponible para cualquier persona sin ningún tipo de restricciones, siempre y cuando se cumplan las condiciones de un operador como lo puede ser el pago del servicio. Pueden ser de propiedad pública o privada y operan por lo general en horarios y rutas definidos normalmente por el gobierno. El transporte público juega un papel importante para aquellas personas que no cuentan con vehículos particulares, e incluye diferentes medios como lo puede ser autobuses, taxis, trolebuses, entre otros. Para el desarrollo de este trabajo de grado se enfatizará en los sistemas de autobuses eléctricos (B. J. Simpson, Urban Public Transport Today, 2003).

6.2 Fuentes de contaminantes más importantes y factores asociados

La Secretaría Distrital de Ambiente (SDA) ha logrado identificar los mayores emisores de contaminantes del aire a través de inventarios de emisión que han sido actualizados en varias oportunidades. Se ha determinado que tanto la industria como las fuentes móviles tienen una contribución importante a las emisiones de contaminantes.

Para el contaminante más significativo, el material particulado, se ha encontrado que la industria aporta aproximadamente el 60% de las emisiones, y las fuentes móviles el 40% (Girardo, 2003-2006) .

Sin embargo, si se tiene en cuenta el impacto de la exposición de la población a la contaminación, es posible afirmar que las fuentes móviles tienen un impacto más significativo, debido a la mayor cercanía de la población (peatones, ciclistas, conductores) a las fuentes de emisión de contaminantes.

Considerando únicamente las fuentes móviles, se ha demostrado que los vehículos con motor diesel, buses y camiones (alrededor de 50000 en Bogotá), contribuyen con aproximadamente el 90% de las emisiones de material particulado. Prácticamente todo el 10% restante es emitido por motocicletas con motores de dos tiempos, debido a la ineficiente combustión en estos motores. Muchos países alrededor del mundo han prohibido estas motocicletas y Colombia no debería ser la excepción. La contribución de alrededor de 1 millón de vehículos particulares, en su mayoría a gasolina o gas natural, a las emisiones de material particulado, es prácticamente despreciable, aunque su contribución a la falta de movilidad es un factor no menos importante en la contaminación del aire.

	Km/día	Emisiones (toneladas/día)			
		CO	VOC	NOX	PM ₁₀
Vehiculos particulares	20,000,000	950	70	40	0.15
Motos	2,000,000	85	45		1
Taxi	12,000,000	270	25	20	0.3
Bus	4,000,000	690	40	60	3.5
Camion	1,500,000	490	30	30	2
Total	40,000,000	2500	200	150	6

Tabla 1. Estimación del inventario de fuentes móviles en Bogotá (Behrentz, 2006)

Adicional a lo anteriormente mencionado de acuerdo al Doctor Rolf Möller (2003) en su tesis de Doctorado, uno de los problemas de mayor preocupación a nivel mundial, dado su nivel de gravedad y urgencia es el calentamiento global; del cual se ha comprobado que una de las principales causas son la quema de combustibles fósiles y el transporte motorizado.

Moller hace referencia al calentamiento de la atmósfera, o en otros términos el efecto invernadero en su libro *transporte urbano y desarrollo sostenible en América Latina*, definiéndolo como el aumento de la temperatura promedio en la tierra, a consecuencia del engrandecimiento de los gases y del vapor de agua que tienen la capacidad de retener el calor de la radiación solar que pretende salir de la tierra después de haber chocado con ella.

Como lo mencionan Benavides y León colaboradores del IDEAM (2007) dentro de los gases con mayor impacto en el calentamiento global se encuentran el dióxido de carbono, CO₂, el metano, los clorofluorocarbonos, CFC (que son a su vez la sustancia química más importante que está destruyendo la capa de ozono), y el vapor de agua (nubes). Estos gases y las nubes absorben la radiación infrarroja reflejada de la tierra, y la emiten lentamente hacia ella.

Entre estos gases, el responsable del 50% del calentamiento de la atmósfera es el dióxido de carbono que es el resultado de la combustión incompleta de combustibles fósiles, carbón, petróleo y gas. La industria es una de las mayores fuentes de contaminación, la producción de energía eléctrica, la quema para la calefacción en los hogares, y en la actualidad cerca del 25 %, a escala mundial con una tendencia creciente, es el sector del transporte. Como consecuencia del uso de estos combustibles fósiles, la concentración de CO₂ en la atmósfera ha aumentado a 368.4 partes por millón en su volumen con respecto al año 1999, lo que significa un aumento de 31.6 % desde los inicios de la industrialización cuando la concentración era 280 partes por millón.

Se estima que el cambio climático aumente entre 2 y 5° Celsius en los próximos 100 años, esto según un grupo de varios miles de científicos que trabajan sobre el tema con las Naciones

Unidas, además afirman que esto tendrá una serie de posibles efectos peligrosos para el medio ambiente y la población humana. Uno de estos es el cambio climático con una variedad de síntomas, entre ellos: la reducción de las capas de hielo en las montañas y en el polo norte lo que causaría además que el agua de los mares aumente sobre el nivel del mar aproximadamente entre 50 y 100 centímetros en los próximos 100 años, lo que ocasionará graves inundaciones en las costas y en las entradas de los ríos. También se estima que van a desaparecer las islas que tienen poca altura sobre nivel del mar dado este efecto.

Se predicen además temporadas climáticas más extremas, con períodos de calor prolongados y lluvias más fuertes, que afectarían la agricultura y aumentarían la erosión, ambos efectos con consecuencias serias para la capacidad de alimentar un número creciente de la población mundial. Se extenderán las zonas desérticas de la tierra, por ejemplo en el sur de Estados Unidos, de España, Italia y del Sahara afectando la agricultura en estas zonas. Habrá una intensificación de tormentas y huracanes con sus efectos destructivos que siempre dejan en su camino.

Estos efectos se verán de una manera muy desigual en los países ricos y pobres del mundo. Mientras países como por ejemplo Holanda y Alemania tendrán la capacidad técnica y económica para protegerse contra las inundaciones del mar, países pobres como Bangladesh,

Egipto, y Colombia no tienen opciones para proteger sus costas de las entradas de ríos como Ganges, Nilo o el Magdalena. La destrucción causada por las inundaciones obligará a millones de personas a buscar refugio en las zonas más altas de sus países, reconstruyendo su vida dejando atrás partes de sus pertenencias, sus hogares y sus cultivos etc.

6.3 Lo atractivo del desarrollo sostenible

El éxito mundial del concepto de desarrollo sostenible se debe a que promete armonía entre el crecimiento económico, la disminución de la pobreza, un mejor nivel de vida en general y la protección del medio ambiente. Por eso el concepto de desarrollo sostenible se encuentra ampliamente en uso, desde grupos de preservación ambiental hasta empresarios y políticos de diferentes líneas.

En Colombia, el concepto de ‘desarrollo sostenible’ ha sido introducido como elemento de orientación en la Constitución de 1991, una Constitución con fuertes elementos ecológicos bajo la influencia de las preparaciones de la Conferencia sobre Desarrollo y Medio Ambiente en Río de Janeiro el año siguiente. El desarrollo sostenible aparece en varios artículos, por ejemplo, en el artículo 80: "El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución ...".

El presente trabajo está enfocado en el análisis de lo que es hoy en día el sistema de transporte masivo de pasajeros, Transmilenio S.A. en la ciudad de Bogotá y su estructura de funcionamiento con el fin de validar la viabilidad de implementar el tipo de transporte eléctrico como medio masivo en la Ciudad, esto teniendo en cuenta las experiencias y resultados de este modelo de transporte en ciudades como Shenzhen la cual a finales de 2017, la comisión de transporte municipal anunció que se había completado la transición del 100% de su flota de autobuses eléctricos, en la cual “Se estima que los autobuses eléctricos permiten ahorrar un 72,9% más de energía que los autobuses diesel actuales, lo que significa que la flota de autobuses de Shenzhen utilizará unas 345.000 toneladas menos de combustible por año y reducirá las

emisiones de dióxido de carbono en 1,35 millones de toneladas anuales” Asia y Oceanía. (Sputniknews,2018).

La megápolis china de Shenzhen pasó totalmente al transporte público eléctrico. Moota, en un artículo del periódico El Tiempo afirma que, Shenzhen es la primera ciudad en el mundo donde la flota de transporte que maneja funciona 100% con energía eléctrica, lo más sorprendente es que pese a la cantidad de vehículos requeridos no han presentado problemas con el servicio. Pero esta transición no fue fácil, tardó aproximadamente nueve años; requiriendo inyección de capital y formación para su correcto uso.

La revista autopista.es propone el ranking para el 2018, de las 25 ciudades que cuentan con mayor cantidad de autos eléctricos y 11 de estas ciudades están ubicadas en China así:

1. “Shanghái (China)
2. Pekín (China)
3. Los Ángeles (Estados Unidos)
4. Shenzhen (China)
5. Oslo (Noruega)
6. Hangzhou (China)
7. San Francisco (Estados Unidos)
8. Tianjin (China)
9. Tokio (Japón)
10. San José (Estados Unidos)
11. Qingdao (China)
12. Guangzhou (China)

13. Nueva York (Estados Unidos)
14. Bergen (Noruega)
15. París (Francia)
16. Changsha (China)
17. Londres (Inglaterra)
18. Ámsterdam (Holanda)
19. San Diego (Estados Unidos)
20. Zhengzhou (China)
21. Estocolmo (Suiza)
22. Seattle (Estados Unidos)
23. Kioto (Japón)
24. Wuhan (China)
25. Chongqing (China)

Del listado anterior se puede concluir lo siguiente: La primera confirma que China es líder indiscutible en la venta de coches eléctricos; de hecho, 11 de las 25 ciudades con más eléctricos están en China. En segunda posición está Oslo como la capital europea con más coches eléctricos, seguida de Bergen y París.”

Teniendo en cuenta lo anterior y la importancia que se le está dando al cuidado del medio ambiente en el mundo, se puede decir que un sistema de transporte masivo con tecnología eléctrica se puede lograr en grandes ciudades como Bogotá, toda vez que tiene una serie de

características y beneficios como cero emisiones cuando los buses están en movimiento, contaminación auditiva mínima, reducción de la polución, un menor consume energético y utilización de energías renovables entre otros.

Por otra parte, el éxito de las ciudades que actualmente cuentan con transporte eléctrico ha sido por el gran apoyo e importancia que han prestado los Gobiernos en estos proyectos de nuevos modelos de transporte, resultado que se puede ver hoy en día de forma muy positiva y amigable con el medio ambiente.

6.4 Empresa Transmilenio S.A. en Bogotá:

TRANSMILENIO, Empresa de Transporte del Tercer Milenio S.A., es el sistema de transporte masivo de Bogotá y Soacha. Hoy en día es un icono mundial en transportes de la misma categoría y ha hecho que el sistema sea visto como un medio masivo de transporte de mediana capacidad. Conforme al reporte de Transmilenio (2018). Este cuenta con las siguientes troncales: caracas, norte, suba, calle 80, NQS Central, américas, NQS Sur, caracas sur, eje ambiental, calle 26, carrera 10 y carrera 7 que se complementan con el SITP y los servicios urbano, complementario y especial, que circulan por los barrios y vías principales de la ciudad.

- ***Descripción general – Marco histórico de la organización:***

TRANSMILENIO S.A., es el administrador del sistema encargado de coordinar los diferentes actores, planear, gestionar y controlar la prestación del servicio público de transporte masivo urbano de pasajeros, y tiene la responsabilidad de la prestación eficiente y permanente del servicio.

A continuación, se presenta el histórico de la puesta en marcha del sistema de transporte:

1998: Inicia construcción del sistema de transporte.

2000: Entra en funcionamiento con las troncales avenida caracas y la calle 80.

2001: El servicio se extendió con la tercera troncal de la autopista norte, desde la estación héroes hasta la estación de Toberín.

2002: Se extendió el sistema a partir de la línea de la caracas por la avenida Jiménez y llegó al centro histórico de la ciudad. Se dio inicio a la construcción de la fase 2.

2003: Inicia servicio la troncal de la calle 13 y la avenida de las américas, quedando integrado al ramal del eje ambiental. Se inauguraron las estaciones de banderas y el portal de las Américas.

2005: Inicia operación la troncal de la avenida NQS, que se desprende de la troncal autopista norte a la altura de la calle 92 para unir con la estación Santa Isabel en la autopista sur.

2006: Comienza el servicio del conector de la calle 80 con autopista norte, así como el la troncal de la avenida suba.

2012: Entra en funcionamiento la troncal calle 26 (avenida el dorado) y la carrera décima. Este mismo año inicia la construcción del ramal de la calle sexta para conectar la troncal de TRANSMILENIO de la avenida caracas con la troncal de la carrera 30.

2013: Se integra la operación de los buses duales por la carrera séptima. A su vez se inauguraron cuatro estaciones en el municipio de Soacha.

2015: Se entregaron las obras civiles del intercambiador vial de la NQS con calle sexta.

1.1.2 Direccionamiento estratégico de la organización. El plan estratégico de TRANSMILENIO S.A., se adopta del Acuerdo No. 004 de 2015, donde se describe la misión, visión y los objetivos corporativos de la entidad materializados a través de objetivos específicos y de estrategias de acción

6.5 Presentación Vehículos Eléctricos.

El transporte es uno de los sectores más dinámicos de hoy en día. Gracias a las gestiones llevadas a cabo en este se ha logrado soportar parte del modelo de desarrollo económico nacional y cubrir algunas de las altas exigencias y necesidades. (Transporte, 2016), en Colombia el parque vehicular mantiene una tendencia creciente que se ha destacado en la última década; al final del año 2015 se reportaron 3,23 millones de automóviles, 143 477 buses y busetas, 997 049 camionetas, 672 684 camperos, 288 000 camiones, 95462 microbuses y 45364 volquetas. En nuestro país, el Diesel y la gasolina son las principales fuentes energéticas del sector transportador, y según las estimaciones realizadas por la (UPME, 2015), dicho sector consume aproximadamente el 44% de la energía primaria del país y su demanda crecerá siguiendo una tasa anual del 2,9%. En cuanto al transporte de carga, que moviliza por carretera cerca del 73% del total de la carga nacional, se caracteriza por el uso intensivo de combustibles fósiles, el rezago tecnológico (90%) de los camiones tiene más de 14 años de antigüedad. En cuanto al transporte de pasajeros, las ciudades colombianas soportan sus esquemas urbanos mediante el transporte público Sistemas de transporte masivo BRT (Bus Rapid Transit), sistemas integrados de transporte público (SITP) y sistemas estratégicos de transporte público (SETP). Por lineamientos políticos, algunas de las grandes ciudades del país como Bogotá, Medellín, Cartagena, Cali, Barranquilla, Bucaramanga y Pereira, han implementado sistemas BRT (Ilustración 1.), que desarrollan procesos de formalización e integración del transporte público. Las tecnologías dominantes funcionan con Diesel, a excepción de algunos buses GNV en Medellín y Cartagena, así como los sistemas de metro, cable y tranvía de Medellín, que funcionan por medio de electricidad. (Unidad de Planeación, 2014), el consumo de combustible en el área metropolitana de Bogotá para el año 2012, se estimó en 18,1 mil barriles

diarios de diesel, 22 mil barriles diarios de gasolinas y 22,1 millones de pies cúbicos diarios de GNV. Este estudio indica una distancia anual promedio de 31000 km. para camiones y 86000 km. para tractocamiones.



Ilustración 1. Transmilenio S.A. Sistema BRT (S.A, 2016)

El mayor volumen de carga está relacionado con el transporte de alimentos y productos agrícolas. (S.A., 2016) . Aunque la gran mayoría de tecnologías utilizadas funcionan a base de diésel, se han incorporado cerca de 300 buses padrones que funcionan por medio de tecnologías híbridas. Estas tipologías HEV en paralelo han ofrecido ahorros de combustible estimados en 22%, mayor comodidad al usuario y menores emisiones contaminantes.

El uso de tecnologías ineficientes y combustibles contaminantes por parte de estos dos segmentos del transporte bogotano ha generado incrementos significativos de emisiones nocivas para el ambiente. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011) , los principales emisores de material nocivo son los buses de transporte público (39%), la flota de vehículos de carga (33%) y las motocicletas (21%). En este sentido, orientar esfuerzos para mejorar la eficiencia energética en el transporte urbano, específicamente en los sectores de carga y transporte público, reducirá el

consumo de combustibles, mejorará las condiciones ambientales, disminuirá las emisiones contaminantes y aminorará los costos colaterales asociados. (Villalobos, 2016).

Asimismo, las tecnologías eléctricas e híbridas para camiones y buses son una estrategia que mejora la eficiencia del sector diversificando la canasta energética del transporte, reduciendo las emisiones y aumentando la competitividad. La tecnología híbrida, en serie o paralelo, implica una evolución para los vehículos de combustión, ya que permite acoplar un motor eléctrico que genera tracción durante los primeros momentos de arranque de un vehículo o durante desplazamientos a baja velocidad. Este motor se abastece de energía a través de una batería recargable, ya sea desde el motor, durante el frenado regenerativo o mediante una fuente externa (plug-in).

El transporte eléctrico necesita articular a los actores involucrados y fortalecer las relaciones entre el Gobierno y los sectores automotriz, energético y transportador. La iniciativa involucra múltiples sectores económicos que demandan un trabajo conjunto y alineado; es necesario trascender administraciones y consolidar una política gubernamental a largo plazo. El sector automotriz colombiano se caracteriza por contar con altos estándares de calidad: tiene un elevado nivel de formalidad, sus empleos altamente están bien calificados y remunerados, los índices de accidentalidad en las fábricas son bajo. Además, el transporte es parte de los sectores que figuran como punta de lanza del desarrollo económico y social en Colombia, gracias a sus notables aportes a la innovación y la transferencia tecnológicas.

6.5.1 Bus articulado

Son aquellos que cuentan con dos secciones o módulos unidos por un espacio denominado acordeón que permite una fácil movilidad entre curvas, con una capacidad para 80 a 160 pasajeros aproximadamente, normalmente cuenta con 20 metros de longitud (METROCALI S.A, 2013)

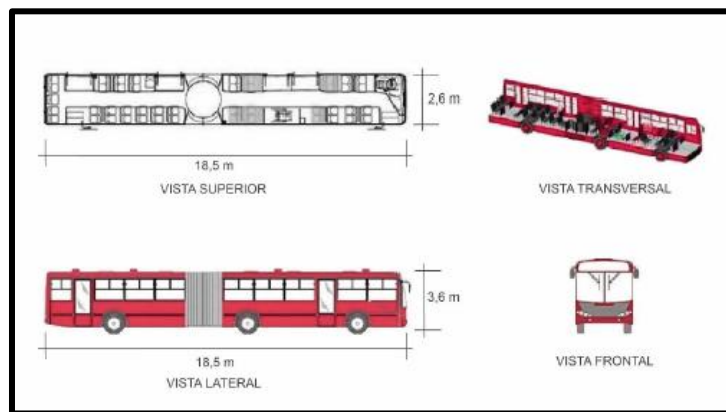


Ilustración 2. Bus articulado (METROCALI S.A, 2013)

6.5.2 Bus padrón

Son autobuses que cuentan con una longitud de aproximadamente 14 metros y una sola estructura compacta, es decir, no posee secciones ni particiones de ningún tipo, tal como se observa en la Figura 3. Posee una capacidad de transporte de alrededor de 80 personas (METROCALI S.A, 2013)

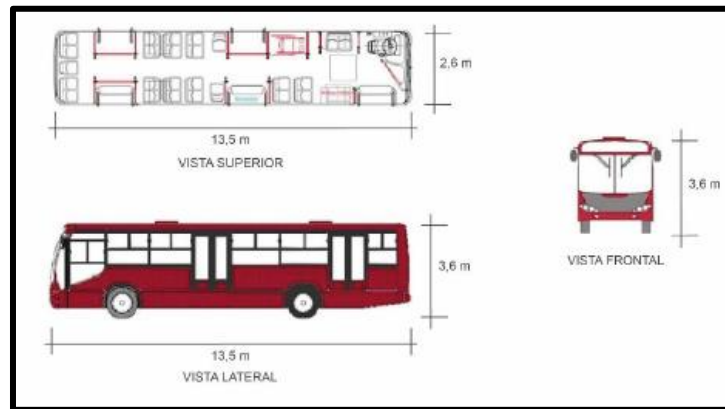


Ilustración 3. Bus padrón (METROCALI S.A, 2013)

6.5.3 Buses con batería a bordo

Los autobuses eléctricos con batería a bordo son aquellos que alimentan al motor eléctrico por medio de baterías que pueden ser cargadas en puntos de recarga específicos, o pueden ser reemplazadas por un nuevo conjunto de baterías completamente cargadas (G. Gibson, 2011). Un ejemplo de este tipo de buses se presenta en la Figura 5. Este tipo de tecnología permite el aprovechamiento de las horas valle o de baja demanda para la recarga de baterías; sin embargo, para rutas de transporte masivo, debe considerarse recargas durante el rango de tiempo del servicio ofrecido. Dichas recargas se denominan recarga de oportunidad, puesto que logran cargas de alta velocidad aprovechando paradas cortas de los buses en las estaciones de pasajeros. (A. E. Díez, 2014)

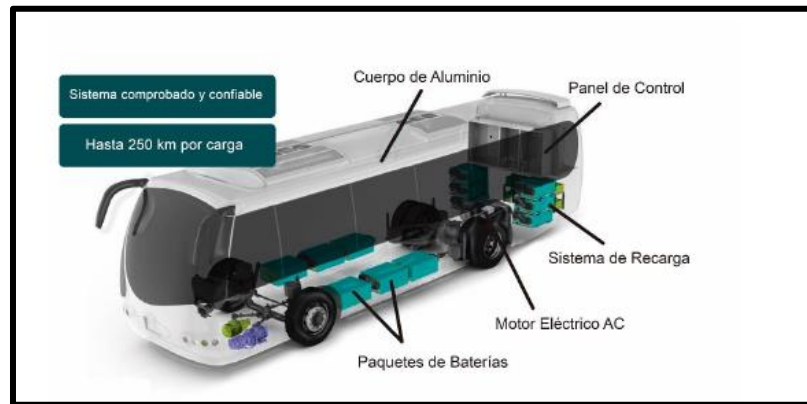


Ilustración 4. Esquema general de un bus eléctrico con batería a bordo (Liyuan Battery CO, 2010)

6.6 Ventajas del transporte público con buses eléctricos.

Los sistemas de transporte público masivo de pasajeros con tipologías de buses eléctricos cuentan con numerosas ventajas y beneficios, tanto a nivel económico, como social, tecnológico y ambiental. A continuación, se mencionan algunas de estas ventajas:

- Presentan facilidades para operar en ciudades con altas pendientes (como lo es Medellín).
- Son compatibles con el medio ambiente, pues no emiten gases.
- Usan motores más eficientes y por lo tanto menor consumo de energía respecto a un bus diésel.
- Poseen frenado regenerativo, es decir, cuentan con opción de recuperar energía eléctrica a partir de la energía cinética mientras se encuentran frenando. Esta característica de los sistemas de buses eléctricos puede generar ahorros energéticos considerables. Sin embargo, el aprovechamiento de esta energía implica sistemas de almacenamiento y control que la devuelvan al sistema cuando un trolebús lo necesite.

- Dependiendo del sector por donde se quiera circular, se pueden alimentar con catenaria o batería. Esto es ideal en tramos donde no sea viable la construcción de líneas aéreas debido al espacio reducido o factores arquitectónicos del lugar. Gracias a estos sistemas de respaldo, puede afirmarse que son un medio de transporte más flexible y práctico respecto a otros sistemas de tracción eléctrica.
- Cuentan con mayor confiabilidad respecto a otros sistemas de tracción eléctrica, pues si la catenaria llegara a fallar cuentan con las baterías para hacer desplazamientos de emergencia.
- Contribuyen a la mejora en la salud de los ciudadanos y a la disminución de la polución en las ciudades.
- Operan con menores costos de combustible.
- Son gravados con menores impuestos y obtienen incentivos por parte del gobierno.

Los autobuses eléctricos llaman la atención debido a la capacidad de mejorar la eficiencia energética y reducir las emisiones de CO₂. Es por esto que los departamentos de ingeniería eléctrica, informática y de Software de la Universidad de Ingeniería y Tecnología de Taxila Pakistán realizaron una encuesta sobre el transporte de vehículos eléctricos dentro del sistema de redes inteligentes, en donde queda en evidencia el beneficio económico y ambiental y empleabilidad de vehículos eléctricos.

Por ejemplo, esta universidad en su estudio aborda el tema de la fiabilidad de la red eléctrica convencional como una desventaja de los modelos de transporte actual ya que agotan los recursos de combustibles fósiles, principalmente por la demanda de energía a nivel mundial.

Situación que es contrarrestada por la Comisión Europea que propone que la industria de transportes debe utilizar en promedio un 10% de energía para contribuir al cambio climático.

7. METODOLOGÍA

A continuación, se presenta la metodología para determinar la viabilidad técnica de un sistema de transporte masivo de pasajeros para la ciudad de Bogotá, basado en autobuses eléctricos que se alimentan por medio de baterías y los cuales se pueden recargar por medio de cargadores rápidos de conexión automática en estaciones, bajo un esquema de recarga de oportunidad.

- En la primera etapa de la metodología se realizara, una búsqueda de información utilizando las bases de datos de ciudades en Colombia las cuales ya hayan implementado esta tecnología de buses Eléctricos como medio de transporte, se identificarán las mismas ciudades y nos centraremos en 2 de estas para obtener la información necesaria, de igual manera realizaremos motores de búsqueda, sobre temas relacionados con buses eléctricos, esquemas de carga y baterías; obteniendo así los artículos necesarios para el desarrollo de este proyecto de investigación.
- La segunda etapa se efectuará realizando la búsqueda de universidades en la ciudad de Bogotá, que hayan realizado pruebas técnicas de factibilidad de este tipo de buses eléctricos de acuerdo a los fabricantes que fabrican este tipo de buses, con el fin de revisar la funcionalidad y viabilidad, de esta tecnología, con pruebas realizadas en Bogotá.
- Como tercer proceso se analizará la normatividad vigente en Colombia que rija estos sistemas de transporte con el fin de ver que tan factible es su implementación teniendo en cuenta las condiciones de la ciudad y del sistema de transporte masivo de Transmilenio.

- La cuarta etapa trata de comprobar la adecuación y adaptabilidad de los ciudadanos a esta tecnología de transporte, por lo que se realizará una encuesta que facilite la identificación de las necesidades de los ciudadanos respecto a los sistemas de transporte y el medio ambiente y teniendo en cuenta las características generales de Bogotá.

7.1 Pautas metodológicas

A continuación, se describen aquí las pautas metodológicas en que se basada la investigación desarrollada:

7.1.1 FASE 1: Identificar el problema de la investigación:

El problema consiste en un ineficiente sistema de transporte público, producto de unas bases de licitación poco estudiadas.

7.1.2 FASE 2: Construir una hipótesis:

En esta se construye una posible solución al problema planteado en la investigación y sobre la cual se realizará el desarrollo de estas buscando reafirmarla o descartarla.

7.1.3 FASE 3: Contrastar la hipótesis con la realidad:

En esta fase del trabajo, se contempla comparar los datos arrojados por la investigación contra la hipótesis planteada al inicio de la misma con el fin de evaluar la factibilidad de implementar tecnologías eléctricas para los buses de transporte masivo de Transmilenio.

7.1.4 FASE 4; Establecer conclusiones:

Esta etapa del proceso viene ligada a las anteriores, dado que, a medida que se vaya desarrollando la investigación, se esclarecerán ciertos interrogantes y se irán derivando las conclusiones relevantes del estudio.

8. VARIABLES

Se establecen variables en dos modelos a estudiar, con el fin de validar la factibilidad para cada caso, así:

MODELO 1

Variable dependiente:

- Índice de contaminación de la calidad del aire en Bogotá: Se escoge esta variable como el centro de la investigación, toda vez que es medible y permite identificar el beneficio ambiental que genera la implementación de medios de transporte público masivo basado en tecnología eléctrica en Bogotá.

Variables independientes:

- Niveles de contaminación PM10 (Material Particulado),
- Modelos (año) de la flota actual del sistema masivo de Transmilenio S.A
- Comparación de índice de contaminación ambiental de ciudades que tengan implementación de transporte publico eléctrico actualmente.

MODELO 2

Variable dependiente:

- Infraestructura instalada requerida para la implementación de flota tipología eléctrica

Variables independientes:

- Estaciones requeridas para cargar los vehículos eléctricos
- Plataforma tecnológica para garantizar eficiencia en la operación
- Cantidad de buses requeridos para atender la operación diaria

- Normatividad existente respecto a la implementación de transporte eléctrico
- Voluntad política de colaboración con el proyecto

9. HIPOTESIS

Implementar el tipo de tecnología eléctrica, en el sistema de transporte masivo de pasajeros del sistema Transmilenio S.A, mejorará de forma significativa la sostenibilidad ambiental en la ciudad (calidad del medio ambiente), la calidad de vida del ciudadano y/o usuarios de este medio de transporte, sin embargo, la infraestructura actual de Bogotá en cada uno de los patios del sistema, no podría soportar este cambio de tecnología, para realizar esta implementación es necesario realizar grandes cambios en la infraestructura.

Para poder llegar a esta innovación, es necesario conocer los equipos, su funcionamiento, normatividad, mantenimiento y sustentabilidad para de esta manera ser implementados y poder vincularlos a este medio de transporte.

10. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Se diseña la siguiente encuesta con el fin de evaluar la hipótesis descrita anteriormente y sobre la cual se realiza un posterior análisis de resultados para comprobar la misma. ([Ver anexo 2](#)).

11. MUESTREO

Para el desarrollo de esta encuesta, tuvimos en cuenta la siguiente población objetivo, teniendo en cuenta las estadísticas de oferta y demanda del Sistema Integrado de Transporte Público – SITP, realizado por la Alcaldía de Bogotá en diciembre de 2018 (S.A, 2018), se observa lo siguiente:

Demanda del Sistema (Aspectos Específicos):

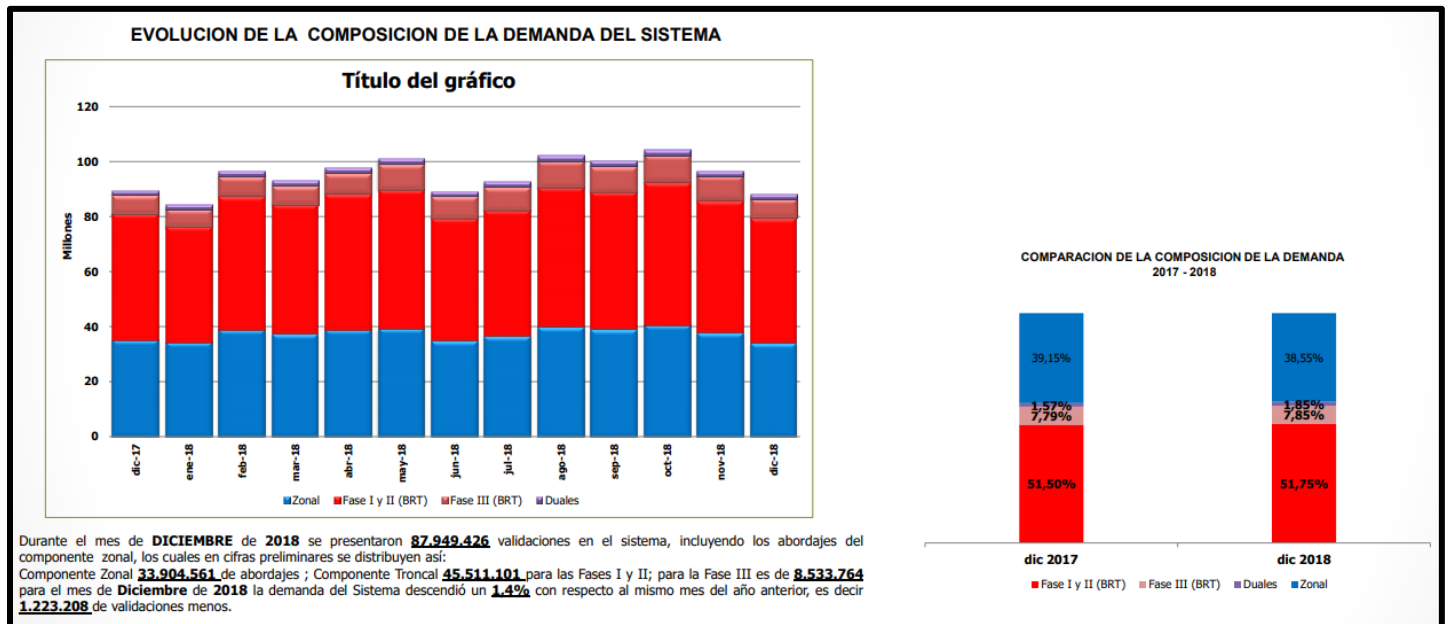


Ilustración 5. Composición demanda del sistema diciembre 2018 (S.A, 2018),

De acuerdo a lo anterior, la cantidad de usuarios que utilizan el componente troncal de Fase I, es nuestro campo de investigación, es en promedio 45.511.101 millones de personas mensual, lo que a diario equivale en promedio a 1.500.000 mil personas. Por lo anterior nuestro tamaño de muestra es de **97 USUARIOS DEL SISTEMA.**

Tamaño de la población	Nivel de confianza	Margen de error
1.500.000	95%	10%

Tamaño de la muestra
97

Tabla 2. Tamaño de la muestra

Si se encuestan a 97 personas, el 95 % de las veces el dato que se quiere medir estará en un intervalo de + o – 10% respecto al dato que se observe en la encuesta

12. ANÁLISIS Y RESULTADOS

12.1 Ciudades que ya hayan implementado esta Tecnología:

Se encontraron varios artículos sobre la implementación de Vehículos Eléctricos en el transporte público tanto en **Medellín** como en **Cali**, dos ciudades ubicadas en Colombia que han realizado un gran avance en este tema.

MEDELLIN

- Según el artículo de Latinamericanpost.com (“**Medellín podría llegar a ser la capital de la movilidad eléctrica en Latinoamérica**”, 2019) Medellín tendría la segunda flota más grande de buses eléctricos en Latinoamérica. La compañía BYD de origen chino ganó una licitación para transporte rápido de mediana capacidad Metroplús, con 64 vehículos convirtiendo a esta ciudad en la mayor flota de autobuses eléctricos de Colombia. Estos serán entregados en el segundo semestre del 2019 y comenzarán a operar en agosto del mismo año, tendrán capacidad para 80 pasajeros. Tendrán la capacidad de recorrer 300 kilómetros por cada dos horas de carga, es por esto que contarán con 16 puntos de recarga. En la actualidad la ciudad cuenta 47 vehículos padrones y 30 articulados, de manera que cuando lleguen los nuevos serán 141 en total, además el alcalde afirma una renovación dinámica, así con cada bus que salga del sistema se remplazará por un bus eléctrico. La inversión para lograrlo será de 75.229 millones de pesos e incluye la compra de los vehículos eléctricos y la puesta en funcionamiento de puntos de carga.

CALI

- Cali sería la primera ciudad que le apuesta al sistema de transporte masivo de modalidad eléctrica en el país, toda vez que ha venido adelantando proyectos de transporte sostenible y se espera que en mayo de este año inicien operaciones la primera flota que

contaría con 26 vehículos eléctricos, con el fin de mitigar con los niveles de contaminación y mejorar la calidad del aire. Por otra parte, se tiene proyectado para el año 2020 un total de 125 buses de tipología eléctrico prestando el servicio de transporte publico MIO.

Uno de los mayores obstáculos que ha presentado el proyecto ha sido la adquisición de compra de los vehículos teniendo en cuenta que un bus con tecnología Diesel cuesta aproximadamente \$250 Millones mientras un bus con tecnología eléctrica el valor oscila entre los \$500 millones.

Por lo anterior y con el fin de conseguir apalancamiento financiero el proyecto Blanco y Negro Masivo convoco a socios estratégicos como Emcali con el fin de adecuar una línea de alta tensión en el patio taller, permitiendo la construcción de las bahías de recarga para los buses y Celsia como inversionista en la flota eléctrica. Por otro lado, el personal encargado de operar, administrar y mantener la flota será capacitado por el SENA Regional del Valle del Cauca.

Los articulados están equipados con tecnología Siemens con alto desempeño en los motores, sistema inteligente para el manejo de la energía garantizando eficiencia y confiabilidad. Además de que cuentan con 8 paquetes de baterías permitiendo una autonomía en el recorrido de 240 kilómetros.

En Cali se realizó un estudio riguroso con el fin de validar la viabilidad de incluir en su medio de transporte flota eléctrica, lo que consistió en la realización de estudios de entorno, demanda, oferta, comportamiento del parque automotor, simulaciones de los corredores de taxis, ambulancia, rutas escolares y transporte masivo Mio, con el propósito de medir la longitud del recorrido, los tiempos utilizados para completar los

recorridos como los niveles de consumo de electricidad, de esta forma al mismo tiempo realizando comparaciones con la flota convencional.

De acuerdo con lo anterior se generaron resultados a las comparaciones realizadas por medio de simulaciones para cada tipo de transporte convencional versus eléctrico en el cual se puede concluir que un bus de tipología eléctrica tiene un costo superior versus un bus convencional, es decir que los vehículos eléctricos representan una inversión inicial mayor a la de los vehículos de combustión. Sin embargo, los costos de operación y mantenimiento son considerablemente menores en los vehículos eléctricos, así mismo el impacto social y es el costo social de emisiones de CO₂ – CSS es tendiente a cero.

Por otra parte, se han tenido en cuenta y estudiado los requerimientos técnicos de infraestructura para el sistema de carga de baterías de los vehículos, acerca de las estaciones de carga, los costos de la instalación, los tiempos de carga, formas de recargas alternativas para los vehículos con el fin de garantizar eficacia y oportunidad en la prestación del servicio.

12.2 Universidades en la ciudad de Bogotá que hayan realizado estudio sobre los vehículos de esta Tecnología Eléctrica:

Realizando la investigación sobre el tema en mención encontramos que la **UNIVERSIDAD NACIONAL** realizo estudios sobre:

- “MODELO DE MASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS ELECTRICOS EN BOGOTÁ D.C.” (Quintana, MODELO DE MASIFICACIÓN DE VEHÍCULOS ELECTRICOS EN BOGOTÁ D.C., 2014).,
- “VEHÍCULO ELÉCTRICO BYD KF1” (Ingeniería, 2015)

Donde se evidencia que los vehículos eléctricos en Colombia han sido relativamente lenta ya que los primeros vehículos en llegar al país i-MiEV, fue en el 2012, como parte del acuerdo firmado entre el grupo Endesa en Colombia y Motorysa para desarrollar una prueba piloto y evaluar el desempeño del vehículo. En septiembre de 2013, comenzaron a circular los primeros taxis azules totalmente eléctricos en Bogotá. Lo que se espera es que el aumento de vehículos eléctricos en el país inicie en los próximos años, no obstante, se requieren propuestas de leyes, normas e incentivos que viabilicen de manera efectiva el acceso a esta nueva tecnología de movilidad. Por otro lado, los precios elevados de EVs son uno de los mayores obstáculos, al igual que la autonomía y los tiempos de recarga. Aunque, los avances en I+D a mediano plazo prometen mejorar estos aspectos que a su vez incrementarían las ventas y la cadena productiva.

En cuanto al estudio realizado por la universidad sobre si es viable o no el vehículo eléctrico donde la universidad realizó una serie de pruebas de sobre un bus articulado de referencia BYD KF1 de tipo eléctrico. El bus fue validado según la normatividad vigente y también fue evaluado en desempeño y eficiencia energética. La prueba se realizó sobre una ruta preestablecida que simula las condiciones normales de operación de un bus y abarca diferentes topografías. Los resultados son contrastados con valores de referencia obtenidos con anterioridad por parte de la Universidad Nacional. Los resultados evidencian el comportamiento a conformidad en las pruebas de validación y eficiencia energética, así como un perfil del potencial de aplicación del vehículo dentro de la flota vehicular del sistema integrado de transporte de la ciudad de Bogotá, dentro de las condiciones particulares de tráfico, estado de vías, topográfica y condiciones de medio ambiente. (Colombia, 2015)

Los principales resultados obtenidos del estudio realizado por la Universidad:

- Los avances en investigación y desarrollo que permitan mejorar las características de autonomía, tiempo de recarga y costo inicial, son aspectos fundamentales para aumentar las ventas de EVs.
- El costo de adquisición de EVs representa una fuerte barrera para la masificación de EVs en el mercado colombiano, como se evidenció en la encuesta de percepción de cliente potencial, donde el costo es el aspecto con mayor valoración (7,5 de 10) asignado por los clientes potenciales al momento de comprar un vehículo nuevo.
- La socialización y publicidad sobre EVs son importantes en la ciudad de Bogotá para reducir la barrera del desconocimiento de la tecnología y la falta de apropiación de la tecnología asociada a EVs.

Resultados de Modelo base tendencial de masificación y Escenarios

- En el modelo base tendencia de masificación para el año 2034, se encuentra que la cantidad de EVs es del 2% al 8% del parque automotor. Sin embargo, la masificación de EVs sería un proceso lento y tomara varios años.
- Los PHEV son tecnologías más cercanas y se masificarían en los próximos veinte años. Las tecnologías PHEV permiten incorporar las tecnologías de movilidad eléctrica en un paso intermedio, mientras se genera confianza y se mejoran las características de desempeño de los BEVs
- En 2034, los BEVs tendrían una autonomía de 700 Km y tiempos de recarga de 100 minutos. Por el contrario, en el escenario 3: pesimista, se estima una autonomía de 270 Km y 330 minutos para el tiempo de recarga.

- La potencia demandada diariamente para el año 2034, será de 400 MW. Esto requiere que la empresa de distribución de energía deba preparar la ampliación y modernización de la red eléctrica para garantizar el suministro de energía en los puntos de recarga de EVS en la ciudad.
- Los proyectos masivos de movilidad de la ciudad de Bogotá y departamento de Cundinamarca, podrían reducir la masificación de EVs. La masificación de EVs para el escenario base tendencial tiene una proyección de EVs de 174,000 vehículos (4,56% del parque automotor) y con la incorporación de grandes proyectos de movilidad esta cifra se reduce a 80.000 vehículos (2,7% del parque automotor).
- La reducción en CO₂, consolidada año por año es de 150 MT, en partículas en suspensión es de 150 T, 3M T de CO y 7MT de NO_x. Estos resultados impactarían directa y positivamente en el medio ambiente, la salud pública y la calidad de vida de la sociedad, al reducirse las enfermedades respiratorias y los recursos destinados a los tratamientos médicos para tal fin.

En cuanto al Vehículo Eléctrico BYD Articulado Troncal en Transmilenio S.A.

(Nacional, 2016)

El vehículo **CUMPLE** con los requerimientos definidos en la normativa colombiana en las pruebas de: Arranque en pendiente, Aceleración, Frenado, Recuperación.

- El vehículo evaluado tiene un radio de giro de 22.1 m de pared a pared
- El vehículo evaluado tiene una distancia mínima de aproximación a paraderos de 44.2.
- El vehículo evaluado tiene una distancia mínima de sobrepaso de 8.1 m.

- De acuerdo a los resultados de consumo energético se estima que el vehículo evaluado supera la autonomía exigida en el Manual del Operación del SITP que debe ser al menos de 260 km.
- El consumo de energía promedio es de 2.03 [kWh/km] sin incluir la regeneración, incluyendo la energía regenerada este valor cae a 1.17 [kWh/km]. Estos valores son obtenidos durante la ruta de prueba especificada en este documento, la cual representa una ruta típica para la tipología del vehículo en prueba, sin embargo, se debe tener en cuenta que estos valores cambiarán de acuerdo a las condiciones de tráfico, operación, y pendiente de la ruta en la que opere el mismo.
- El vehículo no presenta emisiones de CO2 directas ya que no cuenta con un motor de combustión interna para su funcionamiento.

12.3 Normatividad vigente en Colombia:

[Ver Anexo 3.](#)

12.4 Resultados Encuestas a los usuarios del sistema de transporte Transmilenio de Bogotá:

1.¿Ha utilizado Transmilenio o SITP como medio de transporte público?					
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
Válido	1,0	1	1,0	1,0	1,0
	2,0	12	12,2	12,2	13,3
	3,0	17	17,3	17,3	30,6
	4,0	16	16,3	16,3	46,9
	5,0	52	53,1	53,1	100,0
Total	98	100,0	100,0		

Tabla 3. Tabla de frecuencia uso de Transmilenio o SITP

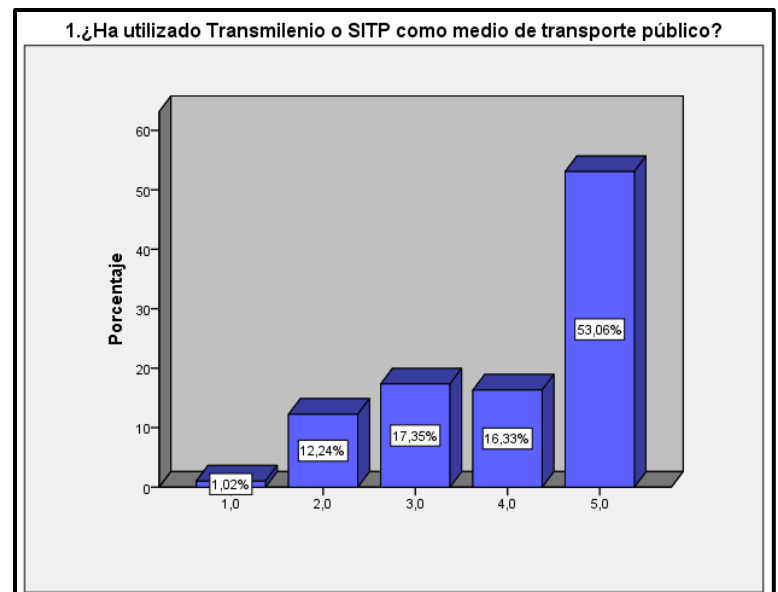


Ilustración 6. Diagrama de barras uso de Transmilenio o SITP

Análisis: De acuerdo con la encuesta realizada se identifica que el 53.1% de la población encuestada ha utilizado el medio de transporte público Transmilenio o SITP porcentaje que corresponde a 52 de los encuestados; seguido el 16.3% y tan solo el 1% nunca utiliza este medio para transportarse. Lo cual permite concluir que la muestra encuestada corresponde a habitantes de la ciudad de Bogotá, que en un porcentaje parcial del 53,1 emplean muy frecuentemente el Transmilenio o SITP como medio de transporte público.

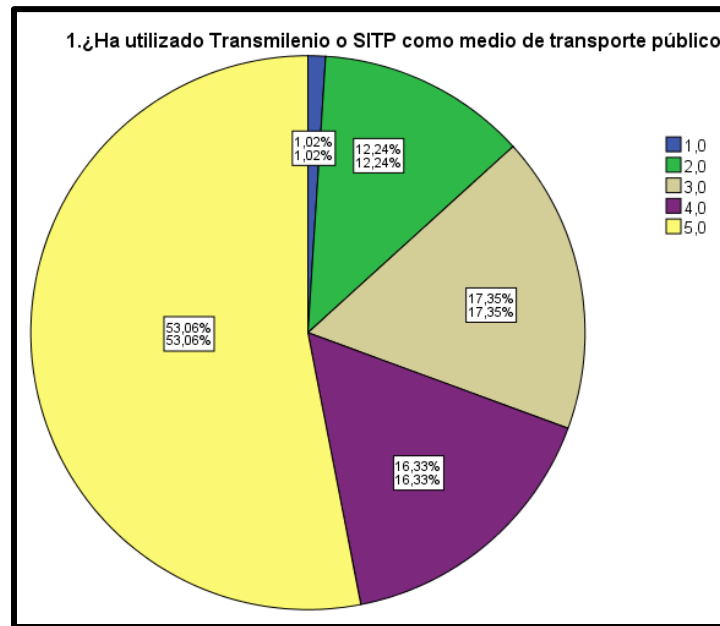


Ilustración 7. Porcentaje uso de Transmilenio o SITP

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1,0	1	1,0	1,0
	2,0	18	18,4	19,4
	3,0	14	14,3	33,7
	4,0	16	16,3	50,0
	5,0	49	50,0	100,0
Total	98	100,0	100,0	

Tabla 4. Tabla frecuencia de uso de transporte público

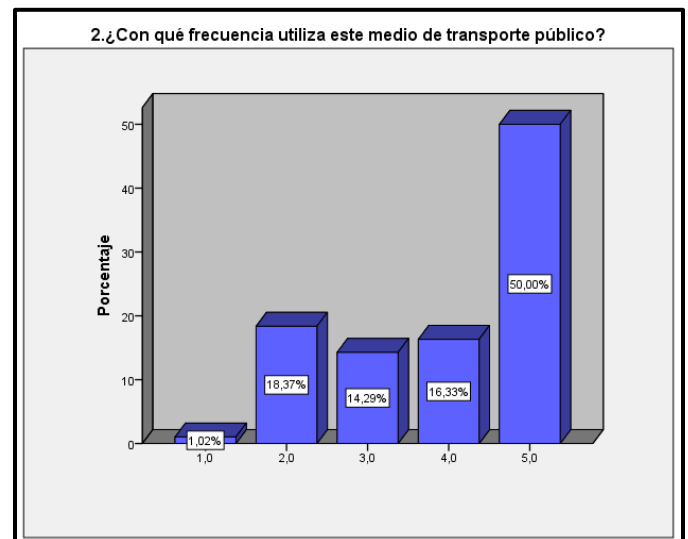


Ilustración 8. Diagrama de barras frecuencia uso de transporte público

Análisis: Con un 50% de participación las personas encuestadas utilizan muy frecuentemente el sistema de Transmilenio - SITP para transportarse a diario, lo que representa una frecuencia de 49 individuos, seguido con 16.33% lo que equivale a 16 encuestados que utilizan poco frecuente este medio de transporte y tan solo una persona nunca lo ha utilizado.

3. ¿Qué tipo de desplazamiento realiza cuando usa el sistema de transporte masivo Transmilenio?					
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
Válido	1,0	11,2	11,2	11,2	
	2,0	7,1	7,1	18,4	
	3,0	21,4	21,4	39,8	
	4,0	25,5	25,5	65,3	
	5,0	34,7	34,7	100,0	
Total	98	100,0	100,0		

Tabla 5. Tabla de frecuencia tipo de desplazamientos realizados en Transmilenio

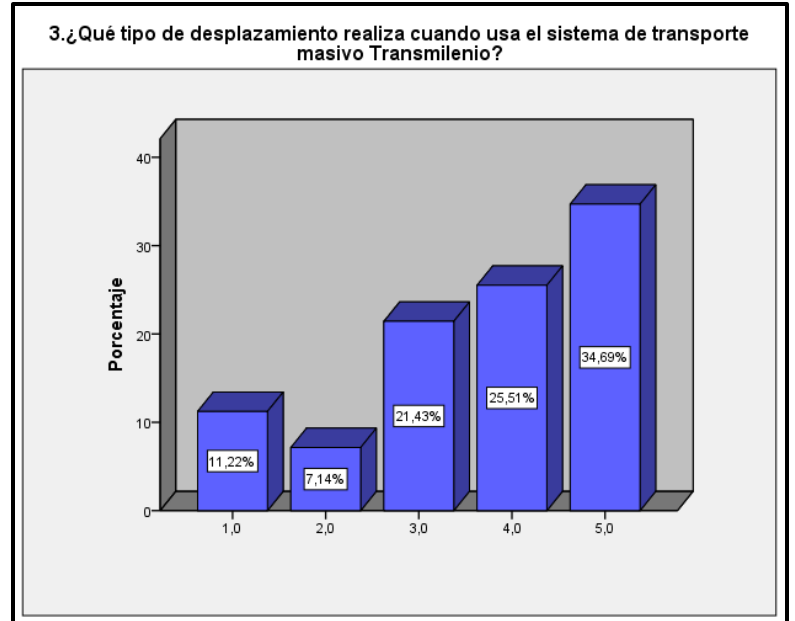


Ilustración 9. Diagrama de barras tipo de desplazamientos realizados en Transmilenio

Análisis: De acuerdo con los resultados se puede deducir que la mayoría de las personas encuestadas prefieren utilizar Transmilenio o SITP, para realizar desplazamientos de largos trayectos con un resultado del 34.69% que equivale a una frecuencia de 34 personas, seguido 25 personas con participación del 25.5% y con 11.22% las personas prefieren utilizar este medio de transporte para trayectos cercanos.

4.¿Por qué razón utiliza este medio de transporte público? [Rapidez]					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	10	10,2	10,2	10,2
	2	20	20,4	20,4	30,6
	3	18	18,4	18,4	49,0
	4	24	24,5	24,5	73,5
	5	26	26,5	26,5	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Tabla 6. Tabla de frecuencia razón por la que se emplea Transmilenio (Rapidez)

Análisis: Al revisar por qué los encuestados empleaban a Transmilenio – SITP como medio de transporte público, se identifican los siguientes hallazgos de acuerdo a las variables establecidas:

- **RAPIDEZ:** De los 98 encuestados el 26,53% emplea Transmilenio- SITP por rapidez en los desplazamientos; tan solo el 10,20% elige este medio de transporte aunque consideran que no es rápido.

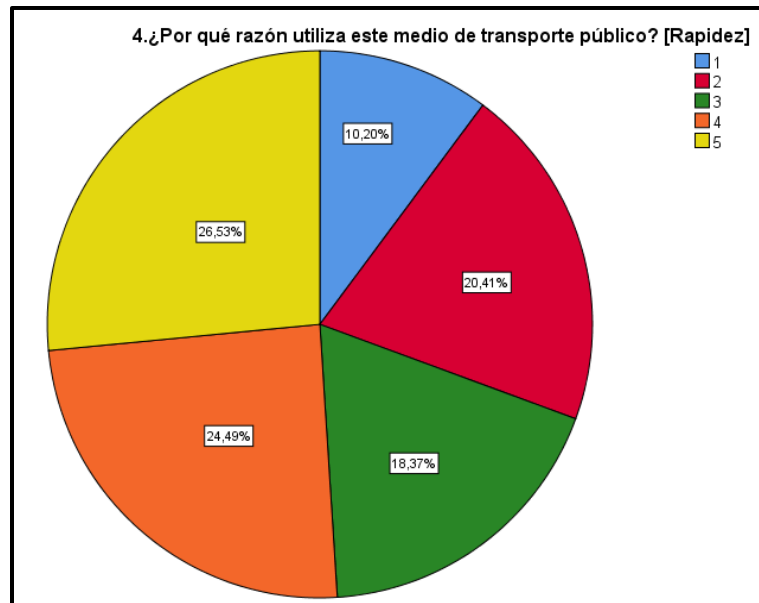


Ilustración 10. Diagrama de barras razón por la que se emplea Transmilenio (Rapidez)

- COMODIDAD:** El 63,27% que corresponde a 62 encuestados utilizan Transmilenio – SITP como medio de transporte, aunque no lo consideran cómodo, por otra parte, solo el 3,06% lo elige gracias a su comodidad.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	62	63,3	63,3	63,3
	2	18	18,4	18,4	81,6
	3	12	12,2	12,2	93,9
	4	3	3,1	3,1	96,9
	5	3	3,1	3,1	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Tabla 7. Tabla de frecuencia razón por la que se emplea Transmilenio (Comodidad)

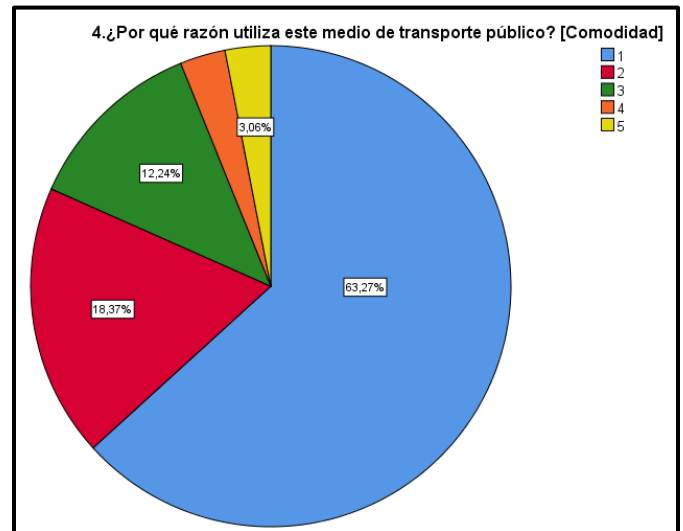


Ilustración 11. Diagrama de barras razón por la que se emplea Transmilenio (Comodidad)

- ÚNICA ALTERNATIVA EN LA ZONA:** 18 personas que representan el 18,4% de los encuestados tienen más alternativas de transporte diferentes a Transmilenio – SITP; por otra parte, el 14,3% tienen como única opción este medio de transporte.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	18	18,4	18,4	18,4
	2	20	20,4	20,4	38,8
	3	36	36,7	36,7	75,5
	4	10	10,2	10,2	85,7
	5	14	14,3	14,3	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Tabla 8. Tabla de frecuencia razón por la que se emplea Transmilenio (Única alternativa en la zona)

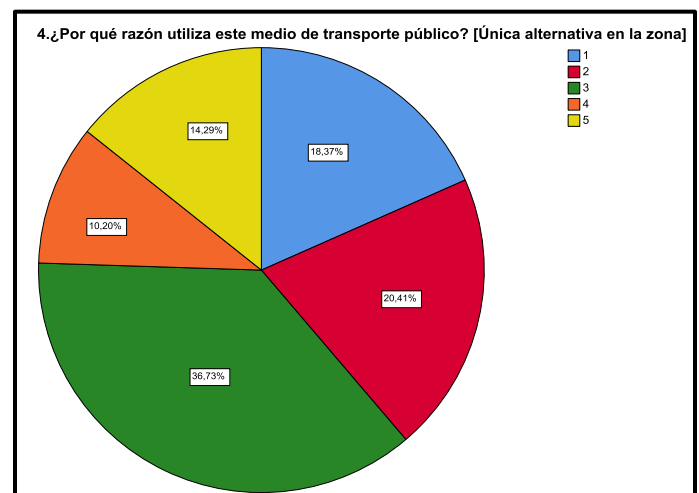


Ilustración 12. Diagrama de barras razón por la que se emplea Transmilenio (Única alternativa en la zona)

- **ECONOMÍA:** El 47,96% de los encuestados no elige este medio de transporte público por economía difiriendo con el 10,20% que eligen con puntuación 5 esta opción.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	47	48,0	48,0	48,0
	2	16	16,3	16,3	64,3
	3	17	17,3	17,3	81,6
	4	8	8,2	8,2	89,8
	5	10	10,2	10,2	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Tabla 9. Tabla de frecuencia razón por la que se emplea Transmilenio (Economía)

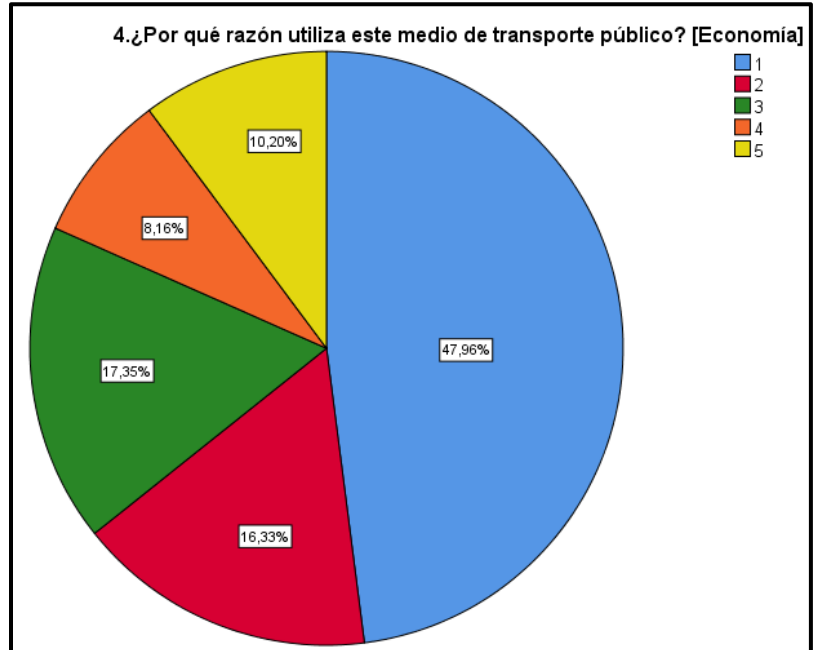


Ilustración 13. Diagrama de barras razón por la que se emplea Transmilenio (Economía)

- **SEGURIDAD:** La variable de seguridad es contemplada con máxima puntuación por el 3,1% de los encuestados y con mínima puntuación el 56,1%.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	55	56,1	56,1	56,1
	2	27	27,6	27,6	83,7
	3	9	9,2	9,2	92,9
	4	4	4,1	4,1	96,9
	5	3	3,1	3,1	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Tabla 10. Tabla de frecuencia razón por la que se emplea Transmilenio (Comodidad)

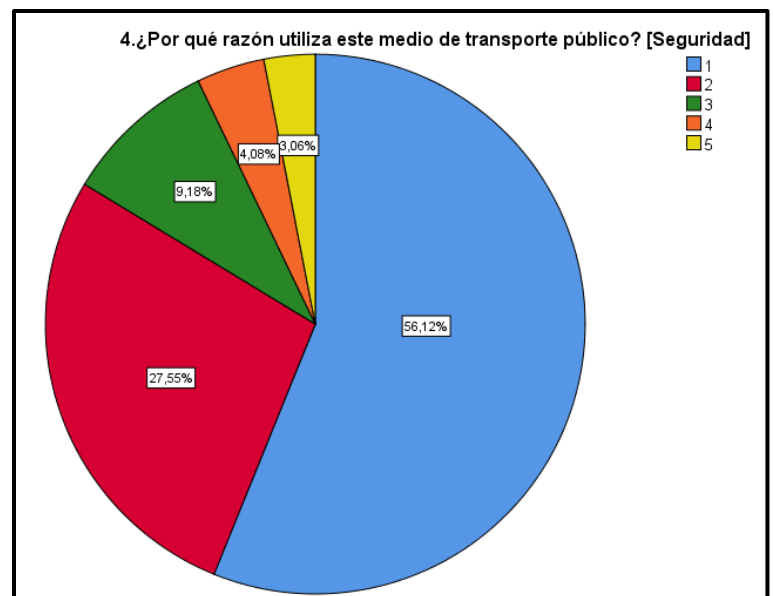


Ilustración 14. Diagrama de barras razón por la que se emplea Transmilenio (Comodidad)

De las 5 variables contempladas (Rapidez, comodidad, única alternativa en la zona, economía y seguridad) la que menos representa el pensamiento de los usuarios de Transmilenio es comodidad seguida de seguridad. Variables que deben ser trabajadas con estrategias antes de la implementación de una flota de vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá, específicamente en el medio de transporte Transmilenio. Teniendo en cuentas los resultados obtenidos, el ranking de motivos por los cuales los ciudadanos encuestados eligen Transmilenio – SITP como medio de transporte son:

- 1- Rapidez
- 2- Única alternativa en la zona
- 3- Economía
- 4- Comodidad
- 5- Seguridad

5.¿En qué nivel considera usted que Transmilenio S.A mejoraría, si vincula vehículos eléctricos?					
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
Válido	1,0	14	14,3	14,3	14,3
	2,0	8	8,2	8,2	22,4
	3,0	18	18,4	18,4	40,8
	4,0	23	23,5	23,5	64,3
	5,0	35	35,7	35,7	100,0
Total		98	100,0	100,0	

Tabla 11. Tabla de frecuencia nivel de mejora de la implementación de vehículos eléctricos en Transmilenio

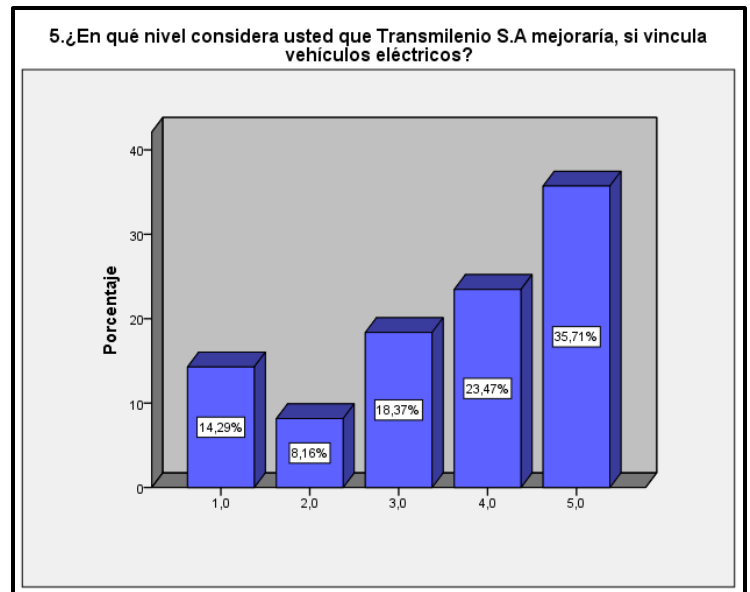


Ilustración 15. Diagrama de barras nivel de mejora de la implementación de vehículos eléctricos en Transmilenio

Análisis: El 35.71% de la población considera que mejoraría significativamente la implementación de flota eléctrica al sistema masivo de Transmilenio, seguido 23.47% que poco mejoraría y el 14.29% con una frecuencia de 14, consideran que no mejoraría en lo absoluto.

6. ¿Cuál considera que sería el comportamiento de las emisiones de gases y contaminación, si se implementaran vehículos eléctricos a Transmilenio?				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1,0	1	1,0	1,0
	2,0	3	3,1	4,1
	3,0	17	17,3	21,4
	4,0	22	22,4	43,9
	5,0	55	56,1	100,0
Total	98	100,0	100,0	

Tabla 12. Tabla de frecuencia comportamiento de las emisiones de gases con vehículos eléctrico en Transmilenio

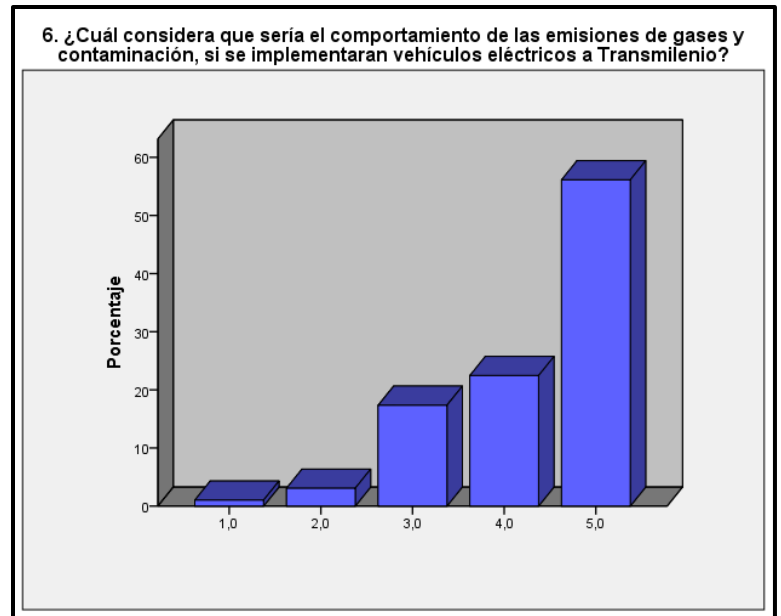


Ilustración 16. Diagrama de barras comportamiento de las emisiones de gases con vehículos eléctrico en Transmilenio

Análisis: 56.1% de las personas encuestadas consideran que implementando flota eléctrica al sistema masivo de Transmilenio las emisiones de gases y contaminación disminuiría en más de un 80%, seguido 22.4% con frecuencia de 22 personas y tan solo el 1% considera que se continuaría con el mismo nivel de contaminación.

7. ¿Qué impacto considera que Transmilenio tendría con la implementación de vehículos eléctricos, de acuerdo a los siguientes factores? [Carga de los vehículos]				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1,0	11	11,2	11,2
	2,0	19	19,4	30,6
	3,0	37	37,8	68,4
	4,0	14	14,3	82,7
	5,0	17	17,3	100,0
Total	98	100,0	100,0	

Tabla 13. Frecuencia impacto implementación vehículos eléctricos en Transmilenio

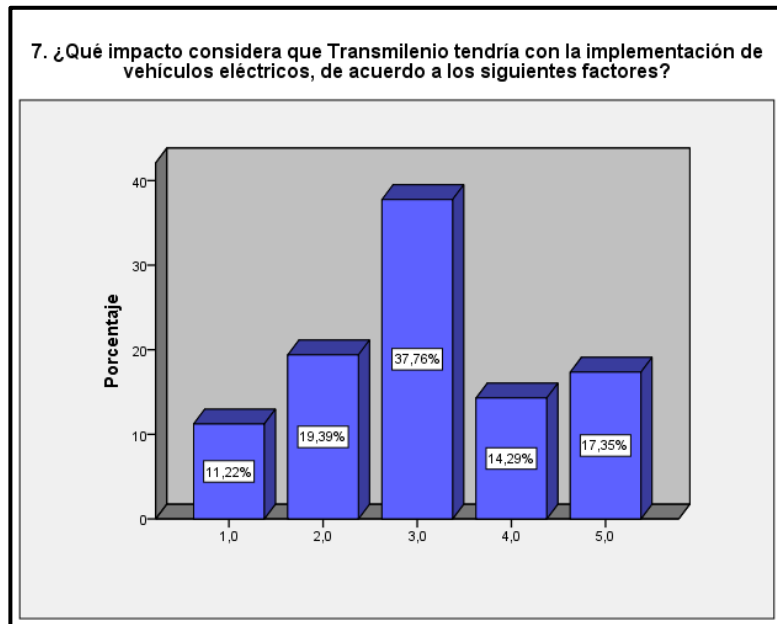


Ilustración 17. Diagrama de barras impacto implementación vehículos eléctricos en Transmilenio

Análisis: El 37.76% de la población encuestada es bastante escéptica respecto al sistema de carga que se le bridaría a la flota eléctrica, el mantenimiento y la infraestructura, lo que indica un impacto negativo, toda vez que consideran que Transmilenio en la actualidad no cuenta con un sistema preparado para implementar este tipo de transporte público en la ciudad. Por otra parte, 31 personas consideran un impacto negativo respecto a las variables preguntadas.

8.¿Cuándo cree usted que se vincularan vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá al transporte masivo ?

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido 1,0	5	5,1	5,1	5,1
2,0	7	7,1	7,1	12,2
3,0	13	13,3	13,3	25,5
4,0	21	21,4	21,4	46,9
5,0	52	53,1	53,1	100,0
Total	98	100,0	100,0	

Tabla 14. Tabla de frecuencia tiempo de implementación de los vehículos eléctricos

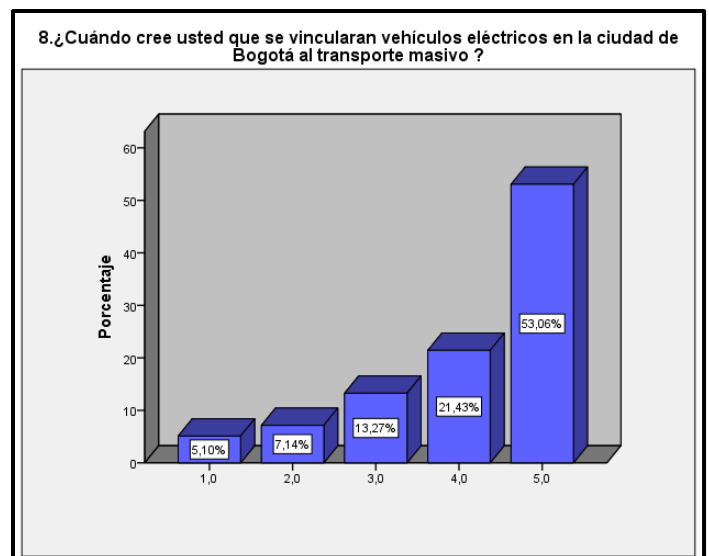


Ilustración 18. Diagrama de barras tiempo de implementación de los vehículos eléctricos

Análisis: El 53.06% de la población encuestada cree que se vincularán vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá al transporte masivo a largo plazo, seguido el 21.43%. Por otro lado, el 5.10% y 2,0 consideran que la implementación será a corto plazo.

9.¿En qué nivel considera usted que la infraestructuras actual de Transmilenio S.A. y las iniciativas gubernamentales orientadas a vehículos eléctricos están preparadas para la vinculación de vehículos eléctricos?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1,0	34	34,7	34,7	34,7
	2,0	20	20,4	20,4	55,1
	3,0	28	28,6	28,6	83,7
	4,0	12	12,2	12,2	95,9
	5,0	4	4,1	4,1	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Tabla 15. *Tabla de frecuencia infraestructura vs. Vinculación vehículos eléctricos en Transmilenio*

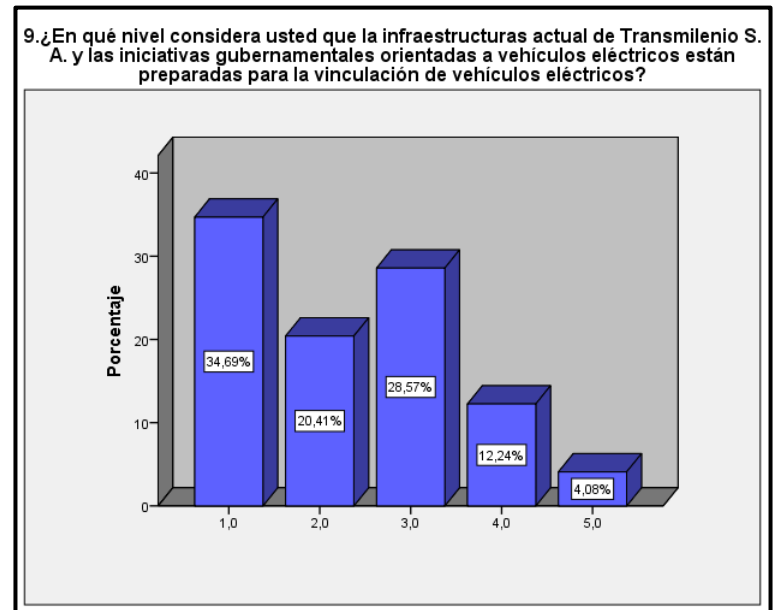


Ilustración 19. *Diagrama de barras infraestructura vs. Vinculación vehículos eléctricos en Transmilenio*

Análisis: Respecto a la pregunta el 34.69% de los ciudadanos, consideran que la infraestructura actual de Transmilenio y las iniciativas gubernamentales no están preparadas para la vinculación de vehículos eléctricos, seguido el 20.41% con una frecuencia de 20 encuestados. Tan solo el 4.08% consideran que están totalmente preparados con una frecuencia de 4 personas.

10.¿Cómo califica la calidad del servicio que brinda Transmilenio S.A. en la actualidad Escala de?					
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado	
Válido	1,0	28	28,6	28,6	28,6
	2,0	27	27,6	27,6	56,1
	3,0	29	29,6	29,6	85,7
	4,0	11	11,2	11,2	96,9
	5,0	3	3,1	3,1	100,0
Total		98	100,0	100,0	

Tabla 16. Tabla de frecuencia calidad en el servicio de Transmilenio

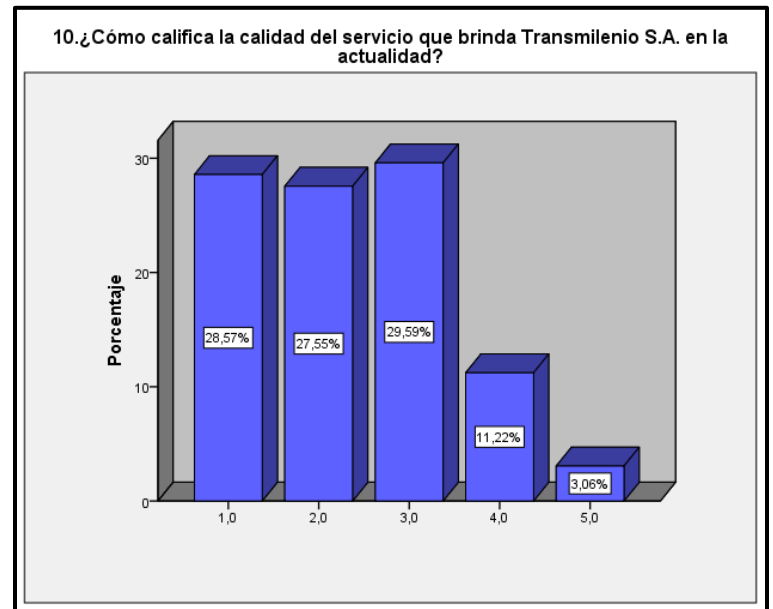


Ilustración 20. Diagrama de barras calidad en el servicio de Transmilenio

Análisis: 28 personas con una participación del 58.57%, consideran que el servicio de Transmilenio es pésimo, seguido el 27.55% con frecuencia de 27 indica que es poco pésimo, medio pésimo 29 encuestados con una frecuencia de 29 y tan solo el 3.06% consideran que el servicio es muy bueno. Al revisar los aspectos en los que debe mejorar Transmilenio se identificaron los siguientes hallazgos de acuerdo a estas variables:

- CALIDAD:** El 32,7% de los encuestados de acuerdo a las respuestas consideran que Transmilenio – SITP debe mejorar en cuanto a su calidad; solo el 8,2 de los encuestados respondió que este sistema no debe mejorar en este aspecto otorgando el puntaje de 1. En esta variable cabe aclarar que la **muestra fue de 97** por tanto una persona no dio respuesta. En promedio de acuerdo a la opinión de la población de muestra este sistema debe mejorar **en 3,7** que es un valor intermedio en la escala del 1 al 5 dispuesta para las respuestas.

11.¿En qué aspectos considera que deba mejorar el transporte público Transmilenio? [Calidad]					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	8	8,2	8,2	8,2
	2	16	16,3	16,5	24,7
	3	27	27,6	27,8	52,6
	4	14	14,3	14,4	67,0
	5	32	32,7	33,0	100,0
	Total	97	99,0	100,0	
Perdidos	Sistema	1	1,0		
Total		98	100,0		

Tabla 17. Tabla de frecuencia aspectos a mejorar en Transmilenio (Calidad)

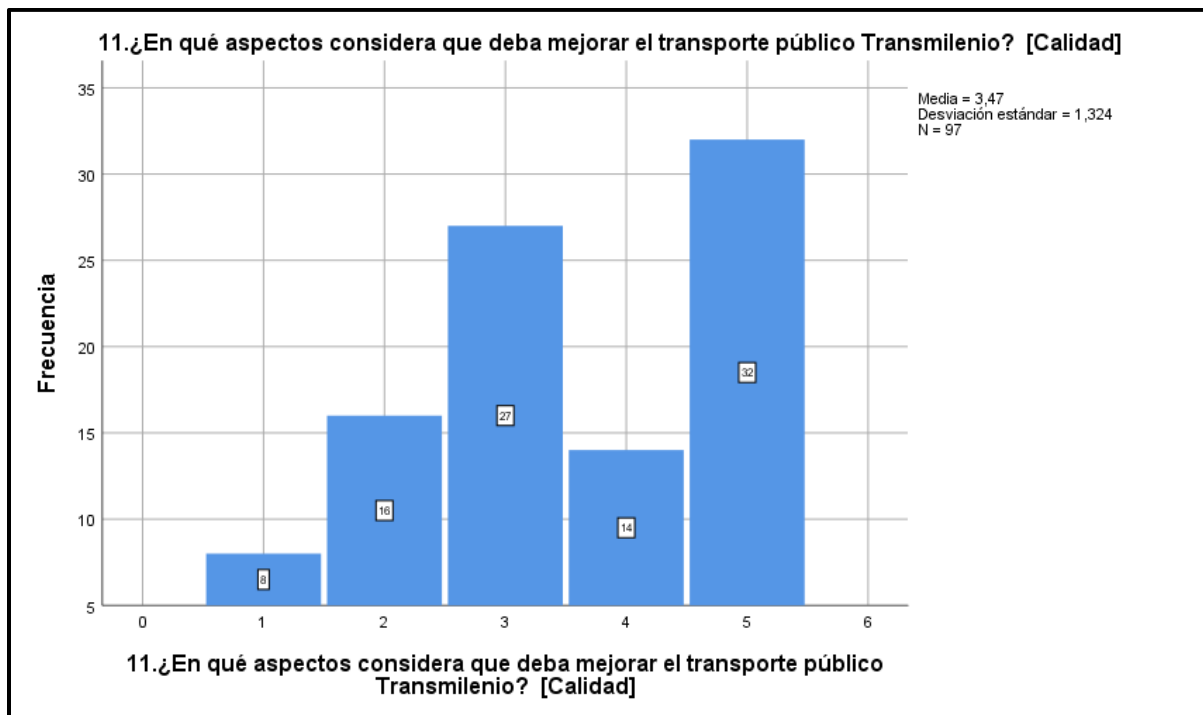


Ilustración 21. Histograma aspectos a mejorar en Transmilenio (Calidad)

- **PRESTACIÓN DEL SERVICIO:** El 26,6% que corresponde a 26 encuestados consideran que Transmilenio –SITP debe mejorar medianamente en la prestación del servicio, seguido del 22,4% que calificó con la máxima puntuación a esta oportunidad de mejora. En promedio de acuerdo a la opinión de la población de muestra este sistema debe

mejorar en 3,2 en este aspecto; valor que es intermedio en la escala del 1 al 5 dispuesta para las respuestas.

11.¿En qué aspectos considera que deba mejorar el transporte público Transmilenio? [Prestación del servicio]					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	12	12,2	12,4	12,4
	2	18	18,4	18,6	30,9
	3	26	26,5	26,8	57,7
	4	19	19,4	19,6	77,3
	5	22	22,4	22,7	100,0
	Total	97	99,0	100,0	
Perdidos	Sistema	1	1,0		
Total		98	100,0		

Tabla 18. Tabla de frecuencia aspectos a mejorar en Transmilenio (Prestación del servicio)

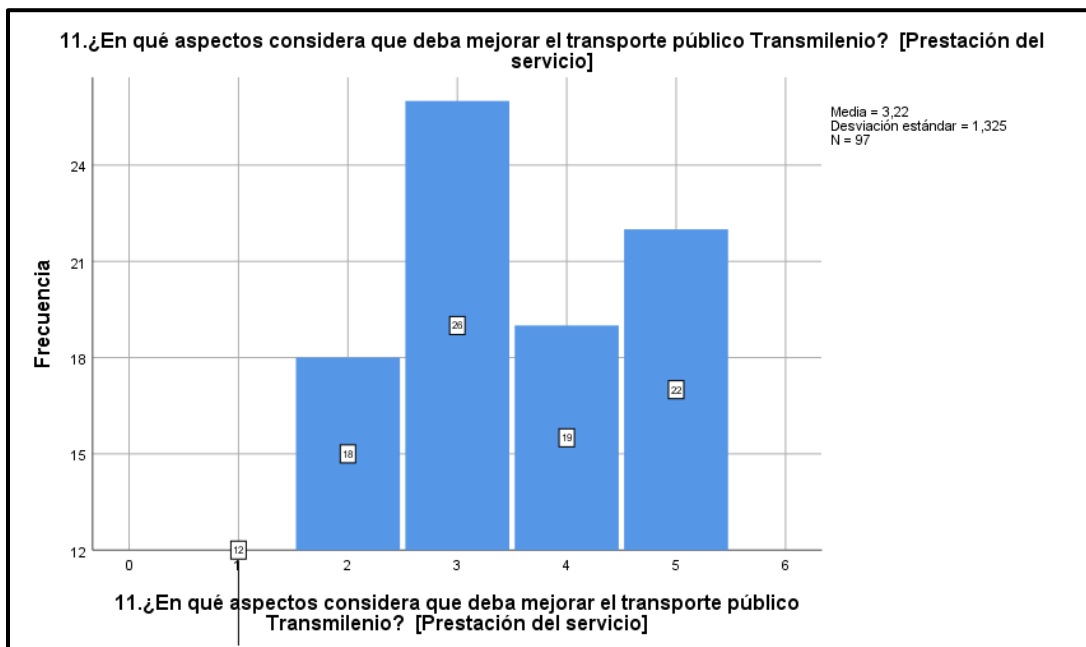


Ilustración 22. Histograma aspectos a mejorar en Transmilenio (Prestación del servicio)

- TIEMPOS:** El mayor porcentaje de encuestados, representado en un 26,5% considera que este medio de transporte debe mejorar significativamente en tiempos de servicio y tan solo el 10,2 no considera que esta empresa deba mejorar en este aspecto. En promedio

de acuerdo a la opinión de la población de muestra este sistema debe mejorar en 3,23 en este aspecto; valor que es intermedio en la escala del 1 al 5 dispuesta para las respuestas.

11.¿En qué aspectos considera que deba mejorar el transporte público Transmilenio? [Tiempos]					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	10	10,2	10,2	10,2
	2	20	20,4	20,4	30,6
	3	31	31,6	31,6	62,2
	4	11	11,2	11,2	73,5
	5	26	26,5	26,5	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Tabla 19. Tabla de frecuencia aspectos a mejorar en Transmilenio (Tiempos)

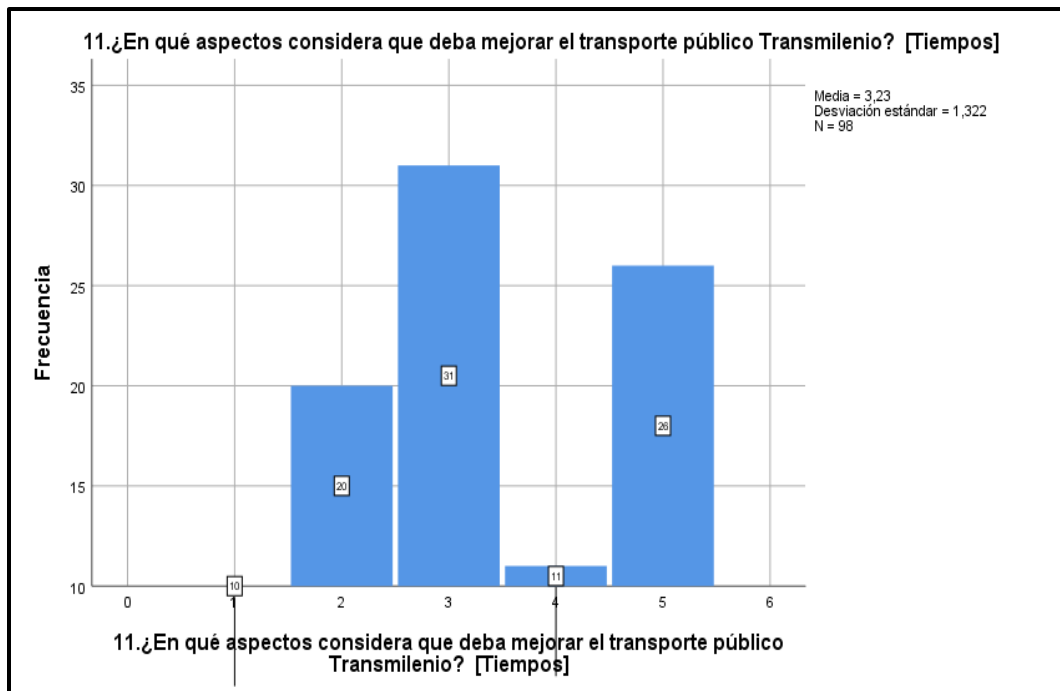


Ilustración 23. Histograma aspectos a mejorar en Transmilenio (Tiempos)

- CONTAMINACIÓN AMBIENTAL:** Un gran porcentaje de encuestados representado en un 37,8% considera que Transmilenio –SITP debe mejorar considerablemente con relación a los niveles de contaminación ambiental y el 11,2% no considera que se deba

mejorar en este factor. Esta variable presenta una desviación estándar del 1,3, valor que es bajo y permite determinar que la información es útil y trabajable con relación a la investigación realizada.

11.¿En qué aspectos considera que deba mejorar el transporte público Transmilenio? [Contaminación ambiental]					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	11	11,2	11,2	11,2
	2	12	12,2	12,2	23,5
	3	25	25,5	25,5	49,0
	4	13	13,3	13,3	62,2
	5	37	37,8	37,8	100,0
	Total	98	100,0	100,0	

Tabla 20. Tabla de frecuencia aspectos a mejorar en Transmilenio (Contaminación Ambiental)

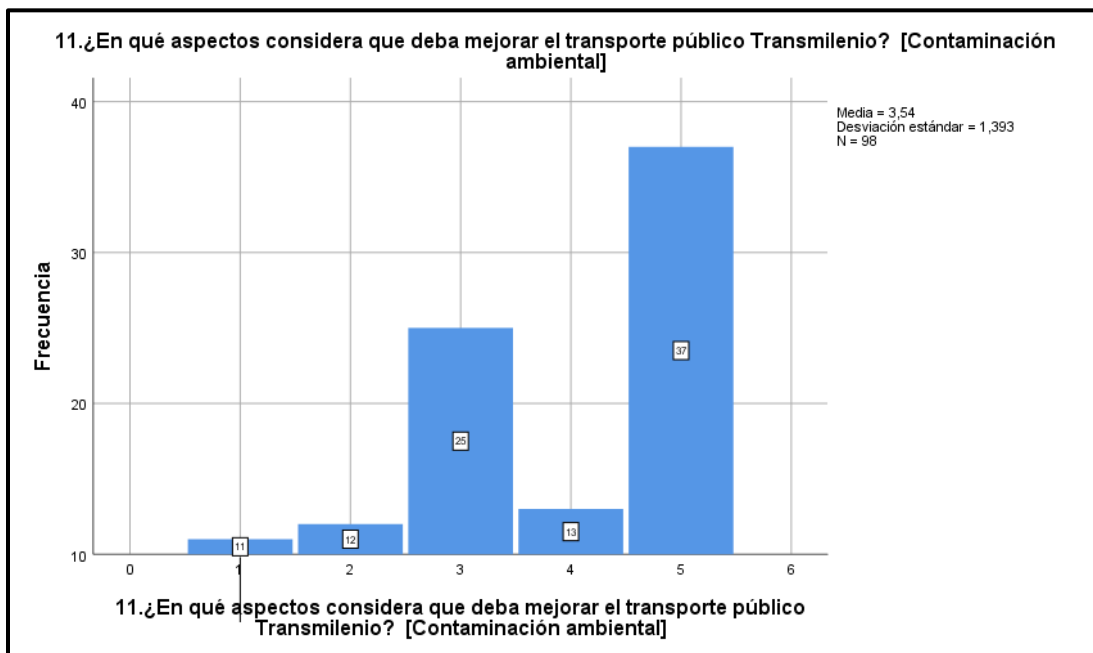


Ilustración 24. Histograma aspectos a mejorar en Transmilenio (Contaminación Ambiental)

- **FRECUENCIA DEL SERVICIO:** En esta variable existe una parcialidad entre si el sistema Transmilenio debe mejorar mediana o definitivamente con relación a la frecuencia del servicio representando cada una el 29,6% del total de la muestra.

11.¿En qué aspectos considera que deba mejorar el transporte público Transmilenio? [Frecuencia del servicio]					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1	13	13,3	13,3	13,3
	2	9	9,2	9,2	22,4
	3	29	29,6	29,6	52,0
	4	18	18,4	18,4	70,4
	5	29	29,6	29,6	100,0
	Total		98	100,0	100,0

Tabla 21. Tabla de frecuencia aspectos a mejorar en Transmilenio (Frecuencia del servicio)

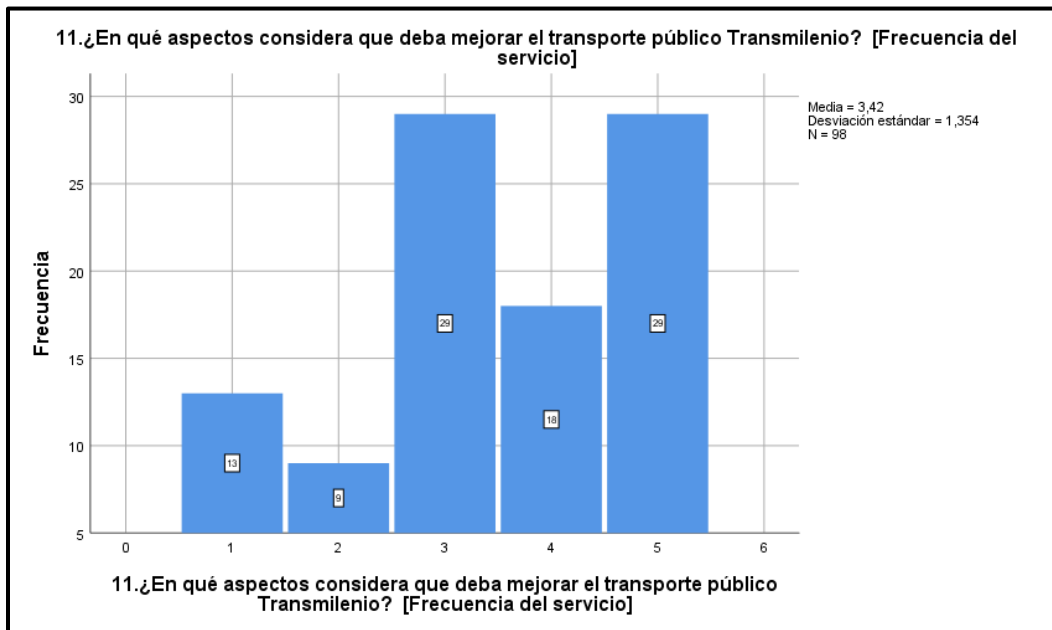


Ilustración 25. Histograma aspectos a mejorar en Transmilenio (Frecuencia del servicio)

Con relación a los resultados obtenidos se puede determinar que el ranking de aspectos a mejorar en el transporte público de Transmilenio es:

- 1- Contaminación ambiental
- 2- Calidad
- 3- Frecuencia del servicio
- 4- Tiempos
- 5- Prestación del servicio

Así las cosas, el aspecto al que se deben centrar las estrategias antes de la implementación de la flota eléctrica al sistema de Transmilenio es la Contaminación ambiental y el factor del cual se identifican fortalezas es la prestación del servicio.

12. Estaría dispuesto a pagar un porcentaje mayor al precio actual si se implementan buses eléctricos?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	1,0	41	41,8	41,8	41,8
	2,0	9	9,2	9,2	51,0
	3,0	19	19,4	19,4	70,4
	4,0	21	21,4	21,4	91,8
	5,0	8	8,2	8,2	100,0
Total		98	100,0	100,0	

Tabla 22. Tabla de frecuencia precio actual vs. Implementación de vehículos eléctricos

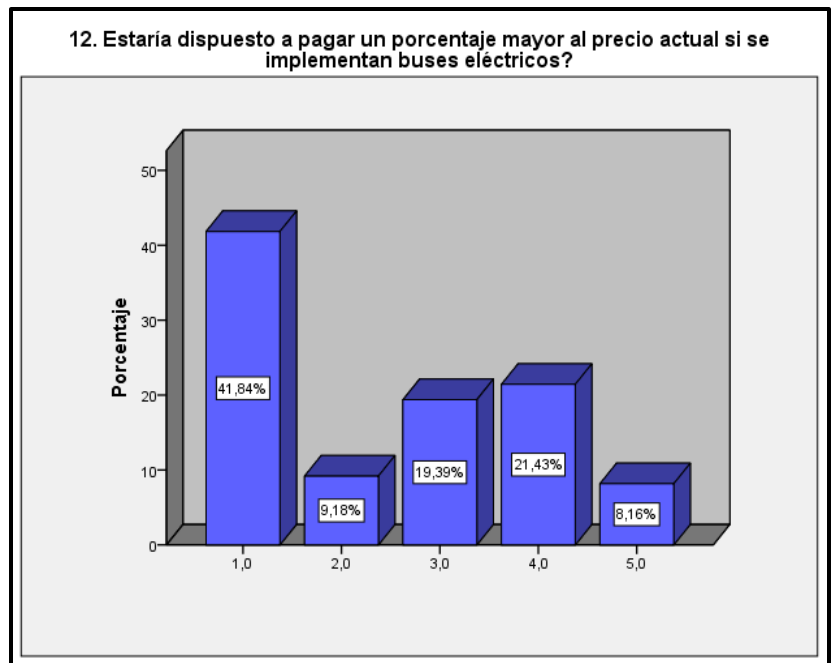


Ilustración 26. Diagrama de barras precio actual vs. Implementación de vehículos eléctricos

Análisis: El 41.8% de la población no está de acuerdo en pagar un mayor precio al actual si se implementa buses eléctricos, mientras el 21.4% podrían pensarlo en pagar un mayor precio, pero el 8.2% estaría totalmente de acuerdo en pagar un precio mayor.

ANÁLISIS DE REGRESIÓN

Resumen del modelo ^b				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
1	,314 ^a	,099	,060	1,3707

Tabla 23. Resumen Modelo

ANOVA ^a						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	19,127	4	4,782	2,545	,045 ^b
	Residuo	174,719	93	1,879		
	Total	193,847	97			

Tabla 24. ANOVA

Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
		B	Error estándar	Beta		
1	(Constante)	1,534	,741		2,069	,041
	6. ¿Cuál considera que sería el comportamiento de las emisiones de gases y contaminación, si se implementaran vehículos eléctricos a Transmilenio?	,337	,156	,223	2,164	,033
	7. ¿Qué impacto considera que Transmilenio tendría con la implementación de vehículos eléctricos, de acuerdo a los siguientes factores? [Carga de los vehículos]	-,119	,155	-,103	-,767	,445
	7. ¿Qué impacto considera que Transmilenio tendría con la implementación de vehículos eléctricos, de acuerdo a los siguientes factores? [Mantenimiento]	,340	,209	,276	1,630	,107
	7. ¿Qué impacto considera que Transmilenio tendría con la implementación de vehículos eléctricos, de acuerdo a los siguientes factores? [Infraestructura]	-,031	,195	-,027	-,160	,873

a. Variable dependiente: 5. ¿En qué nivel considera usted que Transmilenio S.Amejoraría, si vincula vehículos

Tabla 25. Coeficientes

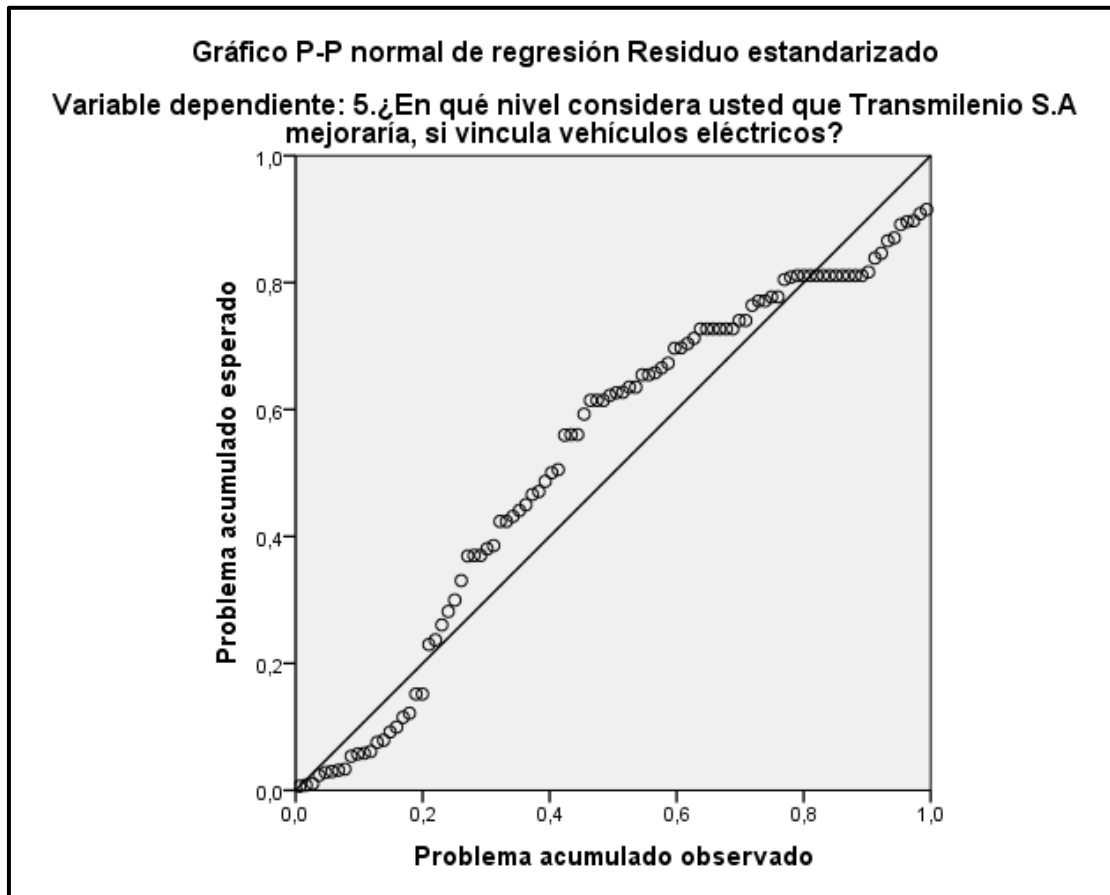


Ilustración 27. P-P normal de regresión Residuo estandarizado

En la Tabla 25, se encuentran los coeficientes de regresión lineal parcial estandarizados, que definen la ecuación de regresión una vez estandarizadas las variables originales, permitiendo valorar la importancia relativa de cada variable independiente dentro de la ecuación así:

$$T = 0,223X_1 - 0,103X_2 + 0,276X_3 - 0,027X_4$$

Ecuación 1. Ecuación de regresión

Una disminución de 1% en el comportamiento de las emisiones de gases y contaminación, aumentaría en un 0.023 el nivel de consideración en que mejoraría la vinculación de vehículos eléctricos a sistema integrado de Transmilenio o SITP.

Al aumentar en un punto la medida del impacto que genera cargar los buses tipología eléctrica, disminuiría en -0.103 puntos el nivel de consideración de que mejoraría la implementación de vincular flota eléctrica al sistema integrado de Transmilenio o SITP.

Al disminuir en un punto la medida del impacto en mantenimiento a los articulados de modalidad eléctrica, aumentaría en 0.276 el nivel de consideración de vinculación de la flota eléctrica.

Al aumentar en un punto la medida del impacto en infraestructura instalada disminuiría en 0.027 el nivel de consideración de vinculación de vehículos eléctricos, toda vez que la población encuestada considera que no existe o no conocen en la actualidad una infraestructura adecuada en la ciudad para la puesta en marcha de una flota eléctrica modalidad transporte público.

Por otra parte, el coeficiente de determinación R^2 , indica el conocimiento de las variables independientes y permite mejorar los pronósticos en un 9.9%, lo que no genera un excelente ajuste, pero en general es bueno y tal vez se podría mejorar relacionando otras variables que no se encuentran en la base de datos con la cual se trabajó el modelo

En cuanto al error estándar de la estimación, es bajo de 1.2, debido a que tiene en cuenta variables que explican el cambio en el nivel de consideración de que mejoraría Transmilenio si se vincularan buses eléctricos.

Por otra parte, la variable X1 (6. ¿Cuál considera que sería el comportamiento de las emisiones de gases y contaminación, si se implementaran vehículos eléctricos a Transmilenio?) es significativa, toda vez que mejora la calidad del modelo de regresión siendo de 0.33; las demás variables X2 (7. ¿Qué impacto considera que Transmilenio tendría con la implementación de vehículos eléctricos, de acuerdo con los siguientes factores? [Carga de los vehículos]), X3 (7. ¿Qué impacto considera que Transmilenio tendría con la implementación de vehículos eléctricos,

de acuerdo con los siguientes factores? [Mantenimiento]) y X4 (7. ¿Qué impacto considera que Transmilenio tendría con la implementación de vehículos eléctricos, de acuerdo con los siguientes factores? [Infraestructura]), explican de cierta forma el modelo, pero podrían ser reemplazadas por otras variables que logren aportar más al modelo.

Teniendo en cuenta que la relación puede ser positiva o negativa, en el gráfico N° se observa que existe relación positiva entre las variables.

13. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

De acuerdo con la metodología planteada para el análisis de los resultados de la viabilidad de implementar buses eléctricos al sistema masivo de Transmilenio S.A, se hace una investigación de la ciudades en Colombia que han adoptado y han realizado grandes avances en la incorporación de buses con tipología eléctrica, para lo cual se encuentra a Medellín con la flota de buses eléctricos más grande en la actualidad en el país contando con 47 vehículos padrones y 30 articulados con la espera que en el mes de agosto se incorporen 64 vehículos más. Por otra parte, esta Cali que ha estado adelantando proyectos de transporte sostenible en la espera que en el mes de mayo inicien operaciones 26 buses eléctricos y al final del año 2020 se cuenten con 120 en total.

Por otro lado, la Universidad Nacional de Colombia ha realizado estudios sobre los vehículos de tecnología eléctrica acerca del modelo de masificación en Bogotá y se encuentra que la incorporación de vehículos eléctricos en Colombia ha sido bastante lenta, pero la Universidad Nacional ha realizado pruebas de operabilidad con un bus referencia BYD KF1 en el cual los resultados evidencian el comportamiento de validación y eficiencia energética. Así mismo en el estudio se analizan otras variables muy importantes como el costo de adquisición de cada bus, la

publicidad y socialización a los ciudadanos, la tendencia y el comportamiento de masificación entre otras.

Por otra parte, se realizó una encuesta a una población de 97 personas en la ciudad de Bogotá con el fin de conocer, entender y medir las opiniones y recomendaciones respecto a la incorporación de flota eléctrica en Transmilenio S.A, en la cual se logró identificar los diferentes puntos de vista de los usuarios acerca del servicio que actualmente ofrece el operador, que debe mejorar y la factibilidad de incorporación de flota eléctrica al sistema entre otras.

14. CONCLUSIONES

Con base en la información analizada durante esta investigación y junto al resultado de las encuestas aplicadas se concluye lo siguiente:

- Implementar la tecnología eléctrica en Bogotá con las condiciones actuales de infraestructura y los tiempos con los que se cuenta para la reposición de la flota que será sustituida, no parece viable, esto lo podemos ver de acuerdo a las encuestas realizadas, ya que, el 34.69% de los ciudadanos, consideran que la infraestructura actual de Transmilenio y las iniciativas gubernamentales no están preparadas para la vinculación de vehículos eléctricos, y el 37,76% afirma que la tecnología eléctrica para el tipo de operación de Bogotá aún se encuentra en etapa de desarrollo, puesto que el autobús operado en estas condiciones no culminó el tiempo planeado de operación de acuerdo a estudios realizados.
- Si bien los resultados de evaluaciones técnicas sobre vehículos eléctricos en Colombia han evidenciado resultados positivos de acuerdo a estudio realizados, tanto en la ciudad de Medellín y Cali, como por la Universidad Nacional y directamente por Transmilenio

S.A, en lo que a características fundamentales como desempeño, confiabilidad, y seguridad respecta, el aspecto técnico presenta una ponderación menor a la hora de estructurar licitaciones para procesos de renovación de flota, lo anterior teniendo en cuenta que principios rectores del transporte como la sostenibilidad de la misma (Costo Mantenimiento) y la financiabilidad, determinan en gran medida la incorporación efectiva o no de este tipo de tecnologías nuevas.

- Para el caso analizado de la ciudad de Medellín, se evidencia la inclusión de un factor fundamental en el proceso de inclusión de tecnologías limpias tal como la política pública que determinó que la inclusión de nuevo equipo rodante debía surtirse exclusivamente con tecnologías de cero emisiones situación que posibilitó la inclusión de buses eléctricos. De tal suerte que es importante resaltar que la voluntad política, acompañada de un adecuado eje rector en materia técnica y ambiental son elementos que favorecen el tránsito hacia las tecnologías de cero emisiones.
- La tecnología eléctrica será una alternativa para la reposición de los autobuses de la Fase II y III de TRANSMILENIO S.A., la cual se proyecta debe ser realizada de manera contractual para el año 2026 de acuerdo al estudio realizado por este ente gestor, adicionalmente, el distrito plantea estrategias para que el transporte público en un futuro próximo sea 100% sostenible.
- En la encuesta realizada a una población de 97 personas se identifica que la mayoría con participación de 53.1% ha utilizado alguna vez Transmilenio o SITP como transporte público, el 50% lo hace de manera muy frecuente principalmente para trayectos largos con una ponderación de 34.7%.

- Se concluye que una de las razones por la que las personas utilizan este medio de transporte es por la rapidez con 26.53% para una muestra de 26 personas, aunque el 63.3% de las personas consideran que es realmente incómodo para transportarse. Así mismo el 48% encuestados no elige este medio de transporte público por economía y es considerado muy inseguro con 56.1%.
 - El 37,8% considera que el sistema masivo de pasajeros Transmilenio S.A debe mejorar considerablemente con relación a los niveles de contaminación ambiental. Adicional a esto el 56.1% de las personas encuestadas consideran que implementando flota eléctrica al sistema masivo de pasajeros Transmilenio S.A. las emisiones de gases y contaminación disminuiría en más de un 80%.

15. RECOMENDACIONES

- En cuanto a la revisión respecto a vehículos eléctricos con carga de oportunidad, se evidencia que, si bien presentan muchas ventajas en términos de ahorro de costos de operación al contar con baterías de menor capacidad y valor monetario, la infraestructura necesaria para incorporar esta tecnología implica inversiones cuantiosas en adecuaciones de infraestructura urbana que permita el éxito de esta modalidad. La necesaria articulación de este factor con los planes de desarrollo de las ciudades hace que actualmente no haya mayor favorabilidad a la inclusión de este tipo de tecnologías, por cuanto los planes de desarrollo de las ciudades del país generalmente se ocupan de atender problemáticas de mayor complejidad como la educación, seguridad, salud entre otras, relegando a la innovación en modos de transporte a un lugar secundario en las

prioridades urbanas. De acuerdo a lo anterior el Estado tendría que apoyar de una manera significativa la incursión de este proyecto.

- Continuar con este estudio inicial para que se dé lugar a un conocimiento más generalizado de las bondades que puede traer la operación masiva de autobuses con tecnología eléctrica en la ciudad de Bogotá. Es importante que las empresas que operan este sistema masivo de pasajeros actualmente aporten con la vinculación de al menos un Bus Articulado con esta tecnología y se realicen las pruebas necesarias en el día a día de la operación, con autorización y apoyo tanto del estado como de Transmilenio S.A.
- Las medidas de la conservación del medio ambiente deben apuntar a la movilidad sostenible en todas las modalidades, razón por la cual, prima el desarrollo de tecnologías cero emisiones y la masificación de uso del transporte público de calidad.

16. REFERENCIAS

B. J. Simpson, *Urban Public Transport Today*. London: E&FN Spon, 2003. Reuperado de https://iea-etsap.org/E-TechDS/PDF/T10_Public_Transport_v3_final_gs06062011.pdf. [Consultado: 14-jun-2018].

De la Torre, A. (08 noviembre de 2018). Las ciudades del mundo con más coches eléctricos. *Autopista.es*. Recuperado de <https://www.autopista.es/noticias-motor/articulo/las-25-ciudades-del-mundo-con-mas-coches-electricos>

Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales. (IDEAM, 2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Recuperado de

<http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf/7fabbbd2-9300-4280-befe-c11cf15f06dd>

La megápolis China de Shenzhen se pasa totalmente al transporte público eléctrico. (13 enero de 2018). *Sputniknes*. Recuperado de

<https://mundo.sputniknews.com/asia/201801131075403133-autobuses-electricos-china/>

Liyuan Battery CO, “Liyuan Battery CO”, 2010. [En línea]. Recuperado de

http://www.liyuanbattery.com.cn/en/product_detail-788672-965123-81296.html.

Moller, R. (2003). *Movilidad de personas, transporte urbano y desarrollo sostenible en Santiago de Cali, Colombia*. (Tesis de doctorado). Universidad de Kassel, Alemania

Moller, R. (2003). *Transporte urbano y desarrollo sostenible en America Latina. El ejemplo de Santiago de Cali, Colombia*. Cali, Colombia: Universidad del Valle

Motoa, F. (06 noviembre de 2018). Razones por las que una ciudad logró tener todos sus buses eléctricos. *El Tiempo*. Recuperado de <https://m.eltiempo.com/bogota/ciudades-del-mundo-con-buses-electricos-290394>

Motoa, F. (18 enero de 2018). En Shenzen (China) el 100% de los buses son eléctricos. *El Tiempo*. Recuperado por <https://www.eltiempo.com/bogota/en-shenzen-china-la-ciudad-con-todos-sus-buses-electricos-172710>

Shaukata, N., Khana, B., Alia, S.M., Mehmooda, C.A., Khana, J., Farida, U., Majid, M., Anwar, S.M., Jawad, M. y Ullaha, Z. (2018). A survey on electric vehicle transportation within Smart grid system. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 81(1). 1330-35

Superintendencia de industria y comercio. (2016). *Boletín tecnológico buses y camiones eléctricos*. Recuperado de

http://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Buses_Camiones_Electricos.pdf

Transmilenio. (2013). Transmilenio. Historia de Transmilenio. Recuperado de

<https://www.transmilenio.gov.co/publicaciones/146028/historia-de-transmilenio/>

Latinamerican post (2019). Medellín podría llegar a ser la capital de la movilidad eléctrica en Latinoamérica. Recuperado de

<https://latinamericanpost.com/es/25656-medellin-podria-llegar-a-ser-la-capital-de-la-movilidad-electrica-en-latinoamerica>

ANEXOS

ANEXO 1. FICHAS BIBLIOGRÁFICAS

Autor	Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios ambientales – IDEAM
Título	Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático
Año	2007
Editorial	
Ciudad, País	Colombia
Número de página	31 – 36
Relación con el proyecto	Efecto de gases invernadero y cambio climático
Resumen del contenido	En el calentamiento global impactan gases y sustancias químicas que dejan como consecuencia la destrucción de la capa de ozono. Entre los gases con mayor contribución negativa al medio ambiente está el dióxido de carbono que es el resultado de combustibles fósiles, carbono, petróleo y gas. El sector transporte con un promedio mundial afecta en un 25%

Autor	Sputniknes
Título	La megápolis China de Shenzhen se pasa totalmente al transporte público eléctrico
Año	2018
Editorial	
Ciudad, País	Rusia
Número de página	1
Relación con el proyecto	Transición de autobuses a tecnología eléctrica sostenible ambientalmente
Resumen del contenido	La ciudad de Shenzhen en China completa en un 100% el cambio de la flota de autobuses a eléctricos, correspondientes a 16.359 unidades. Esta ciudad es una de las 13 que fueron elegidas para hacer parte del piloto de vehículos de nueva energía, ya que cuenta con las condiciones de infraestructura que facilitan actividades como la carga de batería de los mismos.

Autor	Rolf Moller
Título	Transporte urbano y desarrollo sostenible en América Latina
Año	2006
Editorial	Universidad del Valle
Ciudad, País	Cali, Colombia
Número de página	81 – 100
Relación con el proyecto	Evolución del transporte urbano con foco en Latinoamérica
Resumen del contenido	Comparativo del transporte urbano de Cali con relación a otras ciudades de Latinoamérica, en el siglo XXI involucrando diferentes actores como los peatones, ciclistas, transporte público y propietarios tanto de taxis, motocicletas como autos.

Autor	Felipe Mota Franco
Título	En Shenzen (China) el 100% de los buses son eléctricos. <i>El Tiempo</i> .
Año	2018
Editorial	Periódico EL Tiempo
Ciudad, País	Bogotá, Colombia
Número de página	1
Relación con el proyecto	Testimonio de disminución del consumo de energía y dióxido de carbono gracias al cambio de transporte eléctrico
Resumen del contenido	La flota de autobuses eléctricos con la que cuenta Shenzen no solo es la más grande del mundo sino la primera ciudad en funcionar completamente con energía eléctrica. Proceso que ha tardado alrededor de 9 años

Autor	Transmilenio
Título	Historia de Transmilenio
Año	2013
Editorial	
Ciudad, País	Bogotá, Colombia
Número de página	1
Relación con el proyecto	Reconocimiento del sistema de transporte actual en Bogotá
Resumen del contenido	El sistema integrado de transporte público Transmilenio es una medida creada como mecanismo de respuesta al constante crecimiento de la población en la ciudad de Bogotá. Aunque se evaluaron medidas como el metro en diciembre del 2000 se dio inauguración a este sistema que a la fecha cuenta con 112,9 kms para la operación. Cumpliendo con los pilares de operación con calidad, eficiencia y sostenibilidad

Autor	Felipe Motoa Franco
Título	Razones por las que una ciudad logró tener todos sus buses eléctricos
Año	2018
Editorial	Periódico El Tiempo
Ciudad, País	Bogotá, Colombia
Número de página	1
Relación con el proyecto	Migración hacia las energías limpias – Hito mundial
Resumen del contenido	El caso de Shenzhen se convirtió en un hito mundial en materia de transporte no solo por su transición sino por tratarse de una megaciudad. Las bondades de esta gran flota van desde la no generación de emisiones contaminantes, el menor uso de energía con relación a vehículos impulsado con Diesel, hasta el posicionamiento vanguardista de la ciudad en este tema.

Autor	Alberto de la Torre
Título	Las ciudades del mundo con más coches eléctricos.
Año	2018
Editorial	Periódico Autopista.es
Ciudad, País	
Número de página	1
Relación con el proyecto	Ciudades que le apuestan a la sostenibilidad ambiental con el uso de vehículos eléctricos
Resumen del contenido	El mercado chino lidera el uso de vehículos eléctricos, situación que está directamente relacionada con los gobiernos y sus directrices adoptando la infraestructura y condiciones necesarias para su uso. Aunque otro pido de ciudades lideran su venta, definitivamente china demuestra una gran ventaja y evolución en el tema.

Autor	Superintendencia de industria y comercio
Título	<i>Boletín tecnológico buses y camiones eléctricos</i>
Año	2016
Editorial	Cigepi- Centro de información tecnológica y apoyo a la gestión de la propiedad industrial
Ciudad, País	Colombia
Número de página	
Relación con el proyecto	Tipo de tecnologías en materia de transporte patentadas en Colombia
Resumen del contenido	Debido al dinamismo del sector transportes se identifica la necesidad de reemplazar el diesel y la gasolina como principales fuentes de energía transportadora. Aunque la ANDI firma que una de las características del sector automotriz es la calidad, nivel de formalidad, también el sector está en la cumbre para el desarrollo económico y social. Lo cual permite pensar que las tecnologías eléctricas vehiculares son una buena alterativa para Colombia pero antes hay que evaluar factores políticos, económicos, ambientales, sociales y tecnológicos; que permitan identificar tendencias nacionales e internacionales.

Autor	N. Shaukata, B. Khana, □, S.M. Alia, C.A. Mehmooda, J. Khana, U. Farida, M. Majidb, S.M. Anwarc, M. Jawadd, Z. Ullaha - Department of Electrical Engineering, COMSATS Institute of Information Technology, Abbottabad, Pakistan
Título	A survey on electric vehicle transportation within smart grid system
Año	2018
Editorial	Journal Renewable and Sustainable Energy Reviews 81 - Opiniones de Energía Renovable y Sostenible
Ciudad, País	Taxila, Pakistan
Número de página	1330 – 1335
Relación con el proyecto	Contribución en los ámbitos: económico, político, ambiental y social de los vehículos de transporte eléctrico
Resumen del contenido	Los vehículos de transporte eléctrico reducen la utilización de combustibles fósiles y la generación de gases con efecto invernadero. Esta encuesta muestra además los beneficios que traen a nivel económico, medio ambiental este tipo de vehículos para la industria de transportes, lo cual ha llevado a trabajar en tecnologías que reduzcan el impacto a los recursos naturales logrando el objetivo de identificar los retos que implicaría su implementación.

ANEXO 2. Formato Encuesta

VEHÍCULO ELÉCTRICO TRANSPORTE MASIVO DE PASAJEROS TRANSMILENIO S.A

Esta encuesta tiene como objetivo identificar las necesidades de cada uno de los usuarios del sistema masivo de pasajeros Transmilenio S.A.

Por favor lea la totalidad de preguntas del siguiente instrumento y seleccione la opción que considere se acerca más a su punto de vista.

*Obligatorio

Vehículo Eléctrico



1. ¿Ha utilizado Transmilenio o SITP como medio de transporte público? *

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los items descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde Nunca y 5 Muy frecuentemente

	1	2	3	4	5	
Nunca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy frecuentemente

2. ¿Con qué frecuencia utiliza este medio de transporte público? *

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los items descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde Nunca y 5 Muy frecuentemente

	1	2	3	4	5	
Nunca	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Muy Frecuentemente

3. ¿Qué tipo de desplazamiento realiza cuando usa el sistema de transporte masivo Transmilenio? *

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los items descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde a un Trayectos cercanos y 5 Trayectos con grandes desplazamientos

	1	2	3	4	5	
Trayectos cercanos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Trayectos con grandes desplazamientos

4. ¿Por qué razón utiliza este medio de transporte público?

*

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los items descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde a la razón de menor peso y 5 su principal razón

	1	2	3	4	5
Rapidez	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Comodidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Única alternativa en la zona	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Economía	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Seguridad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5. ¿En qué nivel considera usted que Transmilenio S.A mejoraría, si vincula vehículos eléctricos? *

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los items descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde No mejoraría y 5 Mejoraría significativamente

	1	2	3	4	5	
No mejoraría	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mejoraría significativamente

6. ¿Cuál considera que sería el comportamiento de las emisiones de gases y contaminación, si se implementaran vehículos eléctricos a Transmilenio? *

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los items descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde Las emisiones continúan con el mismo nivel y 5 Disminuye más de un 80%

	1	2	3	4	5	
Continúan con el mismo nivel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Disminuye más de un 80%

7. ¿Qué impacto considera que Transmilenio tendría con la implementación de vehículos eléctricos, de acuerdo a los siguientes factores? *

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los items descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde a un impacto negativo y 5 un impacto positivo

	1	2	3	4	5
Carga de los vehículos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mantenimiento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Infraestructura	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. ¿Cuándo cree usted que se vincularan vehículos eléctricos en la ciudad de Bogotá al transporte masivo ? *

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los items descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde a un corto plazo y 5 un largo plazo

	1	2	3	4	5	
Corto plazo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Largo plazo

9. ¿En qué nivel considera usted que la infraestructuras actual de Transmilenio S.A. y las iniciativas gubernamentales orientadas a vehículos eléctricos están preparadas para la vinculación de vehículos eléctricos? *

1 2 3 4 5

No está preparada

Está totalmente preparada

10. ¿Cómo califica la calidad del servicio que brinda Transmilenio S.A. en la actualidad Escala de? *

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los items descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde a Pésimo y 5 Muy Bueno

1 2 3 4 5

Pesimo

Muy bueno

11. ¿En qué aspectos considera que deba mejorar el transporte público Transmilenio? *

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los ítems descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde a la razón de menor peso y 5 su principal razón

	1	2	3	4	5
Calidad	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Prestación del servicio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tiempos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Contaminación ambiental	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Frecuencia del servicio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

12. Estaría dispuesto a pagar un porcentaje mayor al precio actual si se implementan buses eléctricos? *

Por favor conteste la siguiente pregunta seleccionando un valor numérico para cada uno de los ítems descritos, teniendo en cuenta que 1 corresponde a Totalmente en Desacuerdo y 5 Totalmente en de acuerdo

	1	2	3	4	5	
Totalmente en desacuerdo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Totalmente de acuerdo

ANEXO 3. Normatividad

NORMTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
NOMRATIVIDAD ACTUAL		
La Constitución Política, en su artículo 79	consagra que "Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano". En consecuencia, es imperativo que el Estado adopte medidas y estrategias tendientes a reducir la contaminación atmosférica generada por la emisión de material particulado y gases de efecto invernadero.	
Ley 23 de 1973:	"prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del Territorio Nacional." La misma indica que al ser el medio ambiente un "patrimonio común", su "mejoramiento y conservación son actividades de utilidad pública" que requieren de la participación del Estado y los particulares	
Ley 164 de 1994:	la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático" Establece además como compromiso de las partes el promover y apoyar prácticas y procesos que "controlen, reduzcan o prevengan las emisiones antropógenas de gases de efecto invernadero... en todos los sectores pertinentes, entre ellos la energía, el transporte..."	
Ley 1844 de 2017:	"Acuerdo de París". En el mismo, el Estado colombiano se compromete a reducir en un 20% las emisiones de gases efecto invernadero antes del 2030.	file:///C:/Users/YD UARTE/Downloa s/pl_075- 17_vehiculos elec tricos.pdf
Reforma Tributaria, Ley 1819 de 2016	Los inversores de carga eléctrica para uso en vehículos eléctricos, híbridos e híbridos enchufables; vehículos eléctricos, híbridos e híbridos enchufables para el transporte de 10 o más personas, incluido el conductor; vehículos eléctricos, híbridos e híbridos enchufables concebidos principalmente para el transporte de personas se consideran bienes gravados con una tarifa del IVA diferenciada del 5 por ciento.	
<ul style="list-style-type: none"> ● Jurisprudencia de la Corte Constitucional: ○ Sentencia C-860/01: 	la Corte Constitucional establece que " es necesario desarrollar programas orientados a disminuir la rapidez del proceso de cambio climático" y que es "indispensable compartir tecnología necesaria, y cooperar para lograr reducir las emisiones de gases generadores de efecto invernadero".	
Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC)	forma parte del Plan Nacional de Desarrollo y la inclusión de acciones que apunten a la reducción de emisiones de carbono en el sector transporte en los compromisos ambientales para la COP21, en donde se apunta a mejorar el transporte público urbano, incluyendo la promoción con modos alternativos (transporte no motorizado) y a un transporte de carga más eficiente, incluyendo la promoción de otras modalidades de carga (férrea y fluvial) [4].	http://www.cidet.org.co/mwq-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=hpd8yGgEnkbFi8Ulh3qtsF27eL3tbFDc75scwPMnQE
Decreto 087 de 2011	Política sectorial de parque automotor	
Decreto 1116 de 29 de junio de 2017	Establece un gravamen arancelario del 0% para la importación de cargadores para baterías utilizados en vehículos eléctricos e híbridos enchufables.	

NORMTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
MARCO REGULATORIOS INTERNACIONALES		
IEC	comprende trabajos y actividades relacionados con componentes y suministro de infraestructura eléctrica.	
*IEC 61851-1, SAE J1772, UL 2594, UL 2231, UL 991, UL 1998, UL 2251	requisitos para equipos para carga de los vehículos eléctricos, deben instalarse con tensiones normalizadas de acuerdo con Colombia, etiquetado con datos como número de fase.	
ISO	<p>se enfoca en trabajos y actividades relacionadas con el vehículo eléctrico, teniendo como el centro o su base. Se regula también mediante la norma ISO TC22/SC21: vehículos de carretera propulsados eléctricamente, que tiene tres grupos de trabajo (WG work group):</p> <ul style="list-style-type: none"> • WG 1 - condiciones de funcionamiento del vehículo, seguridad de los vehículos y la instalación de almacenamiento de energía. • WG 2 - Definiciones y métodos de medición de rendimiento del vehículo y del consumo de energía. • WG 3 - Ion de litio de tracción Baterías. ▯ 	http://www.cidet.org.co/mwg-internal/de5fs23hu73ds/progress?id=hapd8yGgEnkbFi8Uih3gtsF27eL3tbFDc75scwPMnQE,
ISO 6469-3	<p>la cual determina en ella los requisitos mínimos que deben tener en cuenta los fabricantes de vehículos de propulsión eléctrica, que otorguen seguridad al consumidor y de los agentes externos alrededor del mismo Primera parte. Define la necesidad de seguridad en los sistemas de almacenamiento de energía recargable de los vehículos de tracción eléctrica.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Segunda parte: Determina los medios de seguridad operacional y protección contra los errores asociados con riesgos específicos de vehículos de propulsión eléctrica. • Tercera parte: Tiene como objetivo la protección frente a los peligros relacionados con la electricidad y que pueden afectar a los usuarios. 	
NORMTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	FUENTE
NORMATIVIDAD QUE SE PUEDE AJUSTAR CON LA IMPLEMENTACIÓN		
Proyecto de Ley 075_17 POR MEDIO DE LA CUAL SE PROMUEVE EL USO DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS EN COLOMBIA Y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES"	Objeto. La presente Ley tiene por objeto promover el uso de vehículos eléctricos a través de incentivos y beneficios para propietarios, con el fin de contribuir a la movilidad sostenible y a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	
Artículo 3. Impuesto sobre Vehículos Automotores.	Adiciónese el parágrafo 5° al artículo 145 de la Ley 488 de 1998 el cual quedará así: 2 Parágrafo 5°: Para los vehículos eléctricos, las tarifas aplicables no podrán superar en ningún caso, el uno por ciento (1%) del valor comercial del vehículo.	file:///C:/Users/YDUARTE/Downloads/pl_075-17_vehiculos_electricos.pdf
Artículo 4. Descuento sobre la revisión técnico-mecánica.	Dentro de los seis meses (6) siguientes a la entrada en vigencia de la presente Ley, el Gobierno Nacional, vía decreto, establecerá un descuento mínimo del cincuenta por ciento (50%) en el valor de la Revisión Técnico-Mecánica consagrada en la Ley 1383 de 2010, a los vehículos eléctricos. Lo anterior, dado que su naturaleza impide el sometimiento a la revisión de emisión de gases contaminantes.	
Artículo 5. Descuento sobre el registro vehicular.	Para los vehículos eléctricos, el costo del registro inicial según la definición de la Ley 769 de 2002, no podrá ser superior al cincuenta por ciento (50%) del valor habitual que se le cobre a los vehículos de combustión.	
Artículo 6. Tasas diferenciadas de estacionamiento	Los vehículos eléctricos tendrán una tasa preferencial y diferenciada en el cobro por el uso de parquímetros en todo el territorio nacional. En ningún caso, la tasa podrá ser superior al cincuenta por ciento (50%) del valor de la tasa habitual que se le cobre a los vehículos de combustión.	
Artículo 7. Restricción a la circulación vehicular	Los vehículos eléctricos estarán exentos de las medidas de restricción a la circulación vehicular que cualquier autoridad de tránsito local disponga (Pico y placa, día sin carro, restricciones por materia ambiental, entre otros.).	
Artículo 8. Parqueaderos preferenciales.	Las entidades públicas y los establecimientos comerciales que ofrezcan al público sitios de parqueo, deberán destinar un porcentaje mínimo del dos por ciento (2%) del total de plazas de parqueo habilitados, para el uso preferencial de vehículos eléctricos.	

ANEXO 4. Licencia de autorización de publicación

LICENCIA DE USO - AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES

Actuando en nombre propio identificado (s) de la siguiente forma:

Nombre Completo Carolina Marcela Castro Paulista

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 1019093175

Nombre Completo Jenny Carolina Florez Motta

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 1006020104

Nombre Completo Vivian Tatiana Gutierrez R

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 1018431695

Nombre Completo Yessica Paola Duarte Uzeita

Tipo de documento de identidad: C.C. T.I. C.E. Número: 1023934065

El (Los) suscritor(s) en calidad de autor (es) del trabajo de tesis, monografía o trabajo de grado, documento de investigación, denominado:

Sostenibilidad en proyectos de transporte marino utilizando medios de transporte basados en tecnología eléctrica

Dejo (dejamos) constancia que la obra contiene información confidencial, secreta o similar: SI NO
 (Si marqué (marcamos) SI, en un documento adjunto explicaremos tal condición, para que la Universidad EAN mantenga restricción de acceso sobre la obra).

Por medio del presente escrito autorizo (autorizamos) a la Universidad EAN, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad EAN y a los usuarios de bases de datos y sitios webs con los cuales la Institución tenga convenio, a ejercer las siguientes atribuciones sobre la obra anteriormente mencionada:

- A. Conservación de los ejemplares en la Biblioteca de la Universidad EAN.
- B. Comunicación pública de la obra por cualquier medio, incluyendo Internet
- C. Reproducción bajo cualquier formato que se conozca actualmente o que se conozca en el futuro
- D. Que los ejemplares sean consultados en medio electrónico
- E. Inclusión en bases de datos o redes o sitios web con los cuales la Universidad EAN tenga convenio con las mismas facultades y limitaciones que se expresan en este documento
- F. Distribución y consulta de la obra a las entidades con las cuales la Universidad EAN tenga convenio

Con el debido respeto de los derechos patrimoniales y morales de la obra, la presente licencia se otorga a título gratuito, de conformidad con la normatividad vigente en la materia y teniendo en cuenta que la Universidad EAN busca difundir y promover la formación académica, la enseñanza y el espíritu investigativo y emprendedor.

Manifiesto (manifestamos) que la obra objeto de la presente autorización es original, el (los) suscritos es (son) el (los) autor (es) exclusivo (s), fue producto de mi (nuestro) ingenio y esfuerzo personal y la realizo (zamos) sin violar o usurpar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es de exclusiva autoría y tengo (tenemos) la titularidad sobre la misma. En vista de lo expuesto, asumo (asumimos) la total responsabilidad sobre la elaboración, presentación y contenidos de la obra, eximiendo de cualquier responsabilidad a la Universidad EAN por estos aspectos.

En constancia suscribimos el presente documento en la ciudad de Bogotá D.C.,

NOMBRE COMPLETO: <u>Caroline Maireka Castro</u>	NOMBRE COMPLETO: <u>Jenny Carolina Florez</u>
FIRMA: <u>[Firma]</u>	FIRMA: <u>[Firma]</u>
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>474043475</u>	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>1006020109</u>
FACULTAD: <u>Ingeniería</u>	FACULTAD: <u>Ingeniería</u>
PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Esp. Gerencia Proyectos</u>	PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Esp. Gerencia Proyectos</u>

NOMBRE COMPLETO: <u>Vivida Tatiana Gutierrez</u>	NOMBRE COMPLETO: <u>Jessica Paola Duarte</u>
FIRMA: <u>[Firma]</u>	FIRMA: <u>[Firma]</u>
DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>1018431685</u>	DOCUMENTO DE IDENTIDAD: <u>1023934065</u>
FACULTAD: <u>Ingeniería</u>	FACULTAD: <u>Ingeniería</u>
PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Esp. Gerencia Proyectos</u>	PROGRAMA ACADÉMICO: <u>Esp. Gerencia Proyectos</u>

Fecha de firma: 18/06/2019