

¿De qué manera se pueden implementar el uso de los vehículos eléctricos en la zona urbana del Valle de Aburrá para mejorar la calidad del aire?

Elisa Correa Olarte

Luisa Toro Villegas

Grado: Once A

Asesoras

Marcela Gómez Quintero y Catalina Caicedo Cadavid

Colegio Marymount

Proyecto de Grado

Medellín

2018

Índice

Índice de figuras	3
Índice de tablas	5
Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Justificación	9
Objetivos	10
<i>Pregunta</i>	<i>10</i>
Antecedentes del tema	11
1. Marco Contextual	13
1.1. <i>Sostenibilidad</i>	<i>13</i>
1.1.1. Sistemas complejos.	15
1.1.2. Objetivos de desarrollo sostenible.	16
1.1.3. Sostenibilidad ambiental.	19
1.2. <i>Movilidad sostenible</i>	<i>20</i>
1.2.1. Calidad del aire.	20
1.2.1.1. Indicadores del estado de la calidad del aire	23
1.2.2. Contaminantes del aire y sus efectos en la salud.	23
1.2.3. Valle de Aburrá.	26
1.2.3.1. Regulaciones y políticas públicas en relación con la movilidad eléctrica.	29
1.2.3.1.1. Modelos implementados exitosos	30
1.2.3.2. Capacidad o eficiencia energética.	31
1.2.3.3. La micro movilidad en el Valle de Aburrá	31
1.3. <i>Alternativas para la movilidad: vehículos de propulsión eléctrica</i>	<i>32</i>
1.3.1. Generalidades.	33
1.3.2. Clasificación según funcionamiento.	36
1.3.3. Impacto en el ambiente.	38
1.3.4. Extracción de litio y sus impactos en el ambiente.	40

2. Metodología	42
2.1. <i>Revisión bibliográfica como marco contextual</i>	42
2.1.1. Planteamiento de Hipótesis.	42
2.2. <i>Correlación.</i>	43
2.3. <i>Instrumentos de recolección de datos</i>	43
2.3.1. La encuesta.	43
2.3.1.1. Población y muestra.	45
2.3.2. Entrevista.	45
2.3.2.1. Población.	46
3. Análisis y Triangulación de Resultados	47
Conclusiones	60
Referencias	62
Bibliografía	65
Anexo A. Entrevista	71

Índice de figuras

Figura 1. Sunpower Corporation. (2017). The triple bottom line: a sustainable model for success. Traducido por Luisa Toro (2019). Tomado de: http://businessfeed.sunpower.com/business-feed/triple-bottom-line-sustainable-business-model-infographic	15
Figura 2. PNUD. (2019). <i>Objetivos de Desarrollo Sostenible</i> . Recuperado de: http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html	17
Figura 3. Alcaldía de Medellín. (2019). Análisis de la correspondencia entre el Plan de Desarrollo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. [Interactiva]. Recuperado de: http://subinfo.github.io/new/ods/	18
Figura 4. SIATA. (s.f.). <i>Mapa de red de monitoreo</i> . Red de calidad del aire. Recuperado de: http://www.calidaddelaire.co/como-medir-ica.php	20
Figura 5. Alcaldía de Medellín. (2017). Emisiones de PM2.5, Medellín 2015-2016. Documento en pdf.	23
Figura 6. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). <i>Principales contaminantes del aire</i> . Recuperado de: http://www.calidaddelaire.co/principales-contaminantes.php	25
Figura 7. Corporación Ruta N (2016). Observatorio Cie: Informe No. 1 Área de oportunidad en Movilidad Eléctrica Sostenible. Recuperado de: https://www.rutanmedellin.org/images/biblioteca/observatoriocti/02_ENERGIA/VT_MOVILIDAD-ELECTRICA_UPB.pdf	29
Figura 8. International Energy Agency. (2018). Passenger electric car stock in major regions and the top-ten EVI countries. Documento en pdf.	36
Figura 9. International Energy Agency. (2018). CO2 emissions avoided due to EVs worldwide, 2017. Recuperado y adaptado de documento en pdf.	39
Figura 10. Alcaldía de Medellín. (2017). Emisiones evitadas de CO2 en Medellín y su área metropolitana, 2015-2019. Documento en pdf.	40
Figura 11. Consciencia ambiental de las personas encuestadas. (2019). Elaboración propia.	51
Figura 12. Medios de transporte más usados. (2019). Elaboración propia.	52
Figura 13. Consciencia sobre las alternativas a los vehículos de combustión interna. (2019). Elaboración propia.	53
Figura 14. Consciencia sobre las alternativas a los vehículos de combustión interna. (2019). Elaboración propia.	54

Figura 15. Consciencia sobre los vehículos eléctricos. (2019). Elaboración propia.	55
Figura 16. Consciencia sobre el estado del aire en el Valle de Aburrá. (2019). Elaboración propia.	56
Figura 17. Consciencia sobre las causas del estado del aire en el Valle de Aburrá. (2019). Elaboración propia.	57
Figura 18. Interés en compra de vehículo eléctrico. (2019). Elaboración propia.	58
Figura 19. Interés en compra de vehículo eléctrico con motivaciones monetarias. (2019). Elaboración propia.	58

Índice de tablas

Tabla 1.	19
Tabla 2.	22
Tabla 3.	26
Tabla 4.	27
Tabla 5.	47

Resumen

En el siguiente proyecto de investigación se dio respuesta a la pregunta ¿de qué manera se pueden implementar el uso de los vehículos eléctricos en la zona urbana del Valle de Aburrá para mejorar la calidad del aire? Esto se logró por medio de una revisión de antecedentes en los que se encuentran temáticas como: la sostenibilidad, en especial en el ámbito del ambiente y la movilidad sostenible en el Valle de Aburrá. De acuerdo con estos antecedentes se construyó un marco conceptual que abarca a mayor profundidad estas temáticas, dando cuenta de la construcción del concepto sostenibilidad y lo que este conlleva en la sociedad. Además, se definieron factores que pueden afectar el funcionamiento de un sistema complejo autosuficiente y su desarrollo, que, en el caso presentado, representan el territorio de interés. Se indagó sobre la forma de organizar la movilidad de manera limpia, para que sea práctica en los sectores ambientales, económicos y sociales. Debido a la situación precaria del ambiente en la que los ciudadanos del área están sometidos, se decidió investigar sobre la calidad del aire, los factores que la afectan, los efectos en la salud y las medidas que se están tomando. Para darle solución a esto, se investigó sobre los vehículos eléctricos; su historia, su funcionamiento, su impacto en el ambiente y la oferta de energía necesaria para suplirlos. La metodología usada fue cualitativa, usando herramientas como la entrevista y la encuesta para darle apoyo a la información encontrada durante la investigación. Con el análisis se logró llegar a diferentes conclusiones con la principal siendo que los vehículos eléctricos realmente son una solución viable por el momento para la problemática del Valle de Aburrá.

Palabras clave: combustión interna, eléctrico, medio ambiente, sostenibilidad, contaminación del aire, vehículo, transporte, conciencia ambiental.

Abstract

The following research was focused on responding this question: In what ways can electric vehicles be implemented in the urban area of the *Valle de Aburra* to improve its air quality? This was achieved through a thorough investigation of sustainability that pivoted around the environmental field and the use of clean mobility in the Valle de Aburra. Subsequently, a contextual framework that delves further into these topics was written, taking into account the construction of this sustainability concept and the effects it could have on our society. Furthermore, factors that affect the performance of a complex self-sufficient system and its development were defined. In the case at hand, they represent the territory of interest as one. An investigation on how to organize the city's mobility scheme, without affecting the air quality, was carried out. This had to be a practical scheme for the environmental, economic and social sectors to be able to implement. Due to the precarious situation of the environment in which the citizens of the area live under, it was decided to investigate air quality and the factors that play a role in it, the effect on the health of the citizens and the current measures being taken. To give a solution to the problem electric vehicles were explored; including their history, function, impact on the environment and the necessary energy supply to power them. The methodology used was qualitative, using tools such as interviews and surveys to support the information found during the investigation. With the analysis it was possible to reach different conclusions with the main one being that electric vehicles are a perfectly viable solution for the current air quality crisis in the Aburrá Valley.

Key words: internal combustion, environment, sustainability, air contamination, vehicle, transport, environmental consciousness.

Introducción

El lector podrá encontrar en este trabajo una investigación frente a la problemática de la implementación de carros eléctricos en el Valle de Aburra. El objetivo central de la investigación será comprender cómo la implementación de estos vehículos podría incidir en la disminución de la contaminación. Para desarrollar esta línea de trabajo, se estructurarán en el trabajo unos antecedentes que darán cuenta de lo que se ha logrado en el área investigada con respecto al transporte público eléctrico, que se verá representado por el metro y sus ramas: metro cable, metro plus, tranvía, EnCicla, entre otras; y con el transporte privado, con las bicicletas eléctricas y el micro transporte.

Luego, se enmarcará un marco teórico que abordará conceptos centrales como sostenibilidad desde los sistemas complejos, los objetivos de desarrollo sostenible y la sostenibilidad ambiental; la movilidad sostenible desde la calidad del aire, sus indicadores, sus contaminantes, sus efectos en la salud; el Valle de Aburrá desde sus regulaciones y políticas públicas en relación con la movilidad eléctrica, la capacidad o eficiencia energética del área, la micro movilidad; y las alternativas para la movilidad: vehículos de propulsión eléctrica, sus generalidades, la clasificación según funcionamiento, su impacto en el ambiente y los impactos de la extracción de litio. Esta estructura permitirá al lector informarse sobre sostenibilidad y movilidad sostenible y cómo estos dos están presentes en el Valle de Aburrá.

Para continuar con el proceso de indagación, se planteará una metodología basada en el estudio cualitativo que usa la recolección de documentos especializados en sostenibilidad y otros temas que son relevantes a la pregunta que se busca responder. Esta metodología tendrá una aplicación de instrumentos como la entrevista y la encuesta para comprobar y dar veracidad a la información recolectada.

Finalmente, en la cuarta parte se encontrará el análisis, que tratará de triangular la información del marco contextual, la entrevista y la encuesta con el objetivo de darle autenticidad a lo encontrado y apoyar los resultados de los instrumentos de recolección. Cerrando con unas conclusiones que darán cuenta de los objetivos planteados y de la pregunta.

Justificación

El interés por el tema de la calidad del aire surge por la necesidad de encontrar alternativas para reducir los índices de contaminación que en este momento padece, no sólo el mundo en general, sino también el Valle de Aburra. Entre las posibles soluciones que existen para enfrentar esta problemática está el uso de los vehículos eléctricos, ya que estos no producen partículas contaminantes.

A través de este proceso se busca investigar el impacto del uso de vehículos con motores eléctricos en el Valle de Aburra para demostrar que es una opción no sólo plausible, sino también beneficiosa para el área, mucho más si se implementa en el transporte público.

Con esta investigación se pretende impactar y ayudar a entender a las personas particulares sobre la problemática de contaminación que vive el área metropolitana y su posible reducción a través del uso de vehículos eléctricos, reemplazando de esta forma a los automotores de combustión interna, mejorando así la calidad de vida de los ciudadanos del Valle de Aburra y de la misma naturaleza.

Se pretende redactar un documento especializado sobre el tema para luego entender la problemática desde una mirada crítica e informada, y así poder contrastar los beneficios y los aspectos negativos que conllevaría el uso de los vehículos eléctricos y de combustión interna.

El área donde se realizará la investigación es el Valle de Aburra ya que sus factores geográficos y topográficos indican significativamente en la calidad del aire. Esta investigación se realizará durante ocho meses contados a partir de octubre del 2018.

Objetivos

Objetivo general

Comprender cómo la implementación de vehículos eléctricos en el Valle de Aburra puede disminuir la contaminación en esta área.

Objetivos específicos

Para poder alcanzar el objetivo general presentado anteriormente, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

1. Definir los conceptos de vehículo eléctrico, vehículo de combustión interna y contaminación.
2. Investigar las causas principales de la contaminación en el Valle de Aburra.
3. Comparar el uso de los vehículos eléctricos y los de combustión interna, para medir su índice de contaminación.

Pregunta

¿De qué manera se puede implementar el uso de los vehículos eléctricos en la zona urbana del Valle de Aburrá para mejorar la calidad del aire?

Antecedentes del tema

La sostenibilidad se basa en lo que puede mantenerse en el tiempo, de aquí que un desarrollo sostenible sea aquél que "cumple las necesidades de la generación del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de cumplir sus necesidades". (Informe Brundtland, 1987). De acuerdo con esto, se pretende indagar si el aumento en el uso de vehículos eléctricos en la ciudad de Medellín y el Valle de Aburrá llevaría a un desarrollo sostenible. Dado que la sostenibilidad ambiental abarca muchos factores, haciéndola un sistema complejo, se ha tomado la decisión de enfocar el proyecto en sólo uno de ellos, del cual se hablará a continuación.

En la actualidad, hay una tendencia creciente hacia las alternativas de transporte y movilidad sostenibles, la cual se puede observar en la ciudad de Medellín y en la zona del Valle de Aburrá. En la ciudad hay varios proyectos de transporte sostenible y el mercado de vehículos eléctricos para los ciudadanos particulares está creciendo, al igual que los avances necesarios en la infraestructura para que estos vehículos tengan un funcionamiento efectivo.

Megaproyectos como el Metro, el Metrocable y el nuevo tranvía son los que han llevado la delantera en movilidad y sostenibilidad de la ciudad, no sólo evitando la emisión de grandes cantidades de sustancias como material particulado, CO₂ y CO al aire, sino también ahorrándole a la ciudad grandes sumas de dinero.

En 2015 la operación de las líneas de metro y cable evitó la emisión de 199.416 toneladas de CO₂, un beneficio social que el Metro calcula en \$20 mil millones. Así mismo, se evitó el consumo de cerca de 22 millones de galones de diésel, lo que para la sociedad representa un beneficio cuantificado en \$135 mil millones (Metro de Medellín, 2016).

Además, en los últimos meses del 2017, la ciudad obtuvo el nuevo tranvía que es un sistema de transporte eléctrico que aporta una alternativa a los buses o carros de combustible fósil. Es importante resaltar que este medio atraviesa la calle Ayacucho, que representa una de las vías principales para la movilidad en el centro de la ciudad, conectando oriente con occidente.

Al 2018, la ciudad de Medellín tiene disponibles múltiples vehículos eléctricos desde bicicletas hasta carros, lo cual muestra que el mercado de estos vehículos crece cada día más. En la ciudad hay en total diecinueve sitios de carga, los cuales tienen como objetivo fomentar el uso de éstos. En el 2011, se dio inicio al parque automotor eléctrico en Medellín, gracias a la alianza

entre Renault, Endesa Colombia, y EPM, que presentó los primeros cuatro vehículos eléctricos en el país y los sistemas de recarga necesarios, proyectándose la traída de 250 más para el año siguiente. Federico Restrepo Posada, gerente de EPM en el momento, recalcó la importancia de dar beneficios fiscales a aquellos ciudadanos que se unieran a la iniciativa.

Frente a este panorama lo que se busca con este proyecto es determinar la forma en que la implementación de vehículos eléctricos en el Valle de Aburrá puede disminuir la contaminación del aire causada por emisiones.

1. Marco Contextual

1.1. Sostenibilidad

Puede definirse la sostenibilidad como aquello que puede durar en el tiempo. Según Bancolombia (2019), significa “actuar en el presente, pensando en el futuro. Significa que cada decisión que se toma genera valor en las comunidades en las que se tiene presencia. Significa pensar en un crecimiento económico, sin dejar de lado el bienestar social y el cuidado del medio ambiente”. Para profundizar en esta definición se usarán como referencia los axiomas de sostenibilidad¹ planteados por Richard Heinberg (2010), que son:

- Cualquier sociedad que use sus recursos de manera no sostenible colapsará.
- El crecimiento de la población, o el crecimiento de la tasa de uso de recursos, no puede ser sostenible.
- Para ser sostenible, el uso de los recursos renovables debe ser a una tasa menor o igual a la tasa de reposición natural².
- Para ser sostenible, el uso de recursos no renovables debe proceder a una tasa decreciente, y la tasa de disminución³ debe ser mayor o igual a la tasa de agotamiento⁴.
- La sostenibilidad requiere que las sustancias introducidas en el medio ambiente por actividades humanas se minimicen y se vuelvan inofensivas para las funciones de la biosfera.

Otra mirada que se le puede dar a la sostenibilidad es como “la ciencia del balance vital entre la humanidad y su hábitat” (Warren, 2013) ya que se trata del compromiso que deben tener los ciudadanos de una sociedad para que esta cumpla con los axiomas mencionados anteriormente.

Este tema es de gran relevancia en las sociedades actuales ya que estas se están viendo enormemente afectadas por el daño que los seres humanos han infringido al planeta tierra, especialmente en los últimos siglos desde la revolución industrial y el uso de materiales como carbón y petróleo para generar lo necesario para la movilidad e impulsar las variadas maquinas

¹Estos axiomas permiten establecer los criterios para evaluar la sostenibilidad de un sistema, y por esto, serán considerados como aspectos de relevancia a lo largo de este trabajo.

² En inglés, *rate of natural replenishment*. Traducción de las autoras.

³ En inglés, *rate of decline*. Traducción de las autoras.

⁴ En inglés, *rate of depletion*. Traducción de las autoras.

que han sido creadas. Debido a que esta problemática abarca todos los sectores de la sociedad, es necesario encontrar una solución que los integre a todos y para esto se requieren nuevas maneras de pensar y tomar acción. La solución planteada para esto es el desarrollo sostenible, que es “un programa de acción que ha emergido de los valores humanos básicos, de la preocupación sobre las consecuencias de explotación pasada, y de la demostración científica del daño a largo plazo que se ha infligido en el capital ambiental y social.” (Warren, 2013)

El siguiente trabajo va a ser enfocado en la sostenibilidad ambiental ya que tiene mayor relación con la temática de interés. Sin embargo, se definirán los otros tipos a continuación. Según Harris & Goodwin (como fue citado por Heinberg, 2010), “un sistema socialmente sostenible debe de lograr justicia en la distribución y en las oportunidades, en la provisión de los servicios sociales, incluyendo salud y educación, equidad de género y contabilidad política y participación”. Este se ve muy relacionado con la definición de sostenibilidad económica ya que esta es definida como “un sistema de producción que satisface las necesidades de consumo sin comprometer a las necesidades del futuro.” (Basiago, 1999) Una mirada aceptada hacia los deberes de la economía, específicamente desde las empresas, es con el método de *triple bottom line* (Figura 1), planteado por Jhon Elkington en 1994, que consiste en balancear las necesidades de la economía, la equidad y la ecología.

Triple bottom line:

Un modelo sostenible para el éxito

Las compañías sostenibles utilizan un marco para evaluarse conocido como el triple bottom line.



Tiene en cuenta las ganancias pero también mide su impacto en la sociedad en la que actúa y en el planeta.



Mide el impacto de todas las partes del **ciclo de proceso** en el ambiente.



Identifica **riesgos y oportunidades** más allá de las ganancias.



Cultiva **empleados y clientes** más comprometidos por su enfoque sostenible.



Reduce los **residuos** y **emisiones de carbono**, adopta **energías renovables**, y trabaja sólo con proveedores que tratan a sus trabajadores y al medio ambiente de manera **justa**.

Figura 1. Sunpower Corporation. (2017). *The triple bottom line: a sustainable model for success*. Traducido por Luisa Toro (2019). Tomado de: <http://businessfeed.sunpower.com/business-feed/triple-bottom-line-sustainable-business-model-infographic>

1.1.1. Sistemas complejos.

Teniendo en cuenta que la sostenibilidad está en constante movimiento y que se ve afectada por factores externos que causan desequilibrios en sus diferentes componentes (ambiental, social y económico), “es necesario, entonces, entenderlo como un sistema complejo donde diversas dimensiones se entrecruzan y deben ser atendidas metodológica e interdisciplinariamente.” (Cremaschi, Cremaschi, Pantaleon & Fiscarelli, 2014). En un sistema complejo las partes

interactúan entre ellas y con factores externos. Ya que interactúan con factores externos, los sistemas complejos deben tener la habilidad de adaptarse a las fluctuaciones que estos causan.

Las características que definen un sistema complejo:

- La emergencia del sistema, es decir que el comportamiento colectivo de sus partes sea el resultado de sus interacciones, un proceso en el cual un número grande de elementos interactúan de forma dinámica y no lineal, intercambiando información.
- Son sistemas abiertos disipativos, es decir que la energía fluye a través de ellos.
- Son sistemas adaptativos, es decir, que pueden cambiar y obtener experiencia.

Dentro de los diferentes aspectos que afectan la sostenibilidad en una comunidad, se consideró observar a la movilidad sostenible como un sistema complejo en sí porque, aunque es un componente de la sostenibilidad, se ve afectado por muchos factores como la infraestructura, el estado del arte y la tecnología, las regulaciones gubernamentales, entre otros; observar este sistema de forma lineal no daría una comprensión profunda de la situación, mientras dedicarle especial atención puede favorecer el entendimiento del fenómeno desde, al menos, una perspectiva.

Uno de los factores que influyen este sistema complejo es el planteamiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, los que serán descritos a mayor profundidad en la siguiente sección.

1.1.2. Objetivos de desarrollo sostenible.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) son los diecisiete retos más importantes para los seres humanos en los próximos años, los cuales fueron planteados por el Programa de las Naciones Unidas del Desarrollo (PNUD), en enero del 2016 buscando ser cumplidos para el 2030. Éstos son inspirados por los Objetivos del Milenio, que fueron 8 retos escritos también por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el 2000, además abarcan temas desde el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación y el consumo sostenible. Estos objetivos “precisan la colaboración de la sociedad civil y los sectores públicos y privados, cuyo éxito significaría un mundo más igualitario y habitable” (PNUD, 2019). A continuación, en la Figura 2, se plantean los ODS:

 **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE**



Figura 2. PNUD. (2019). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado de: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

El actual alcalde de la ciudad de Medellín, Federico Gutiérrez Zuluaga, ha usado los ODS para organizar su plan de administración municipal “Medellín cuenta con vos”, formulado del 2016 al 2019. El 2 de mayo de 2018, fue invitado al Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas (ECOSOC) a hablar sobre su trabajo y sobre el Plan de Desarrollo que tiene para su gobierno, ya que el 70% de éste abarca los ODS. Esta plataforma promueve la innovación y el debate (Mora Eusse, 2018). En la Figura 3 se obtiene una idea más clara de cómo el plan de la administración municipal de Federico Gutiérrez está alineado a estos ODS, al mostrar cómo “127 indicadores de resultado en nuestro Plan de Desarrollo corresponden a 106 indicadores de los ODS”. (Alcaldía de Medellín, s.f.).

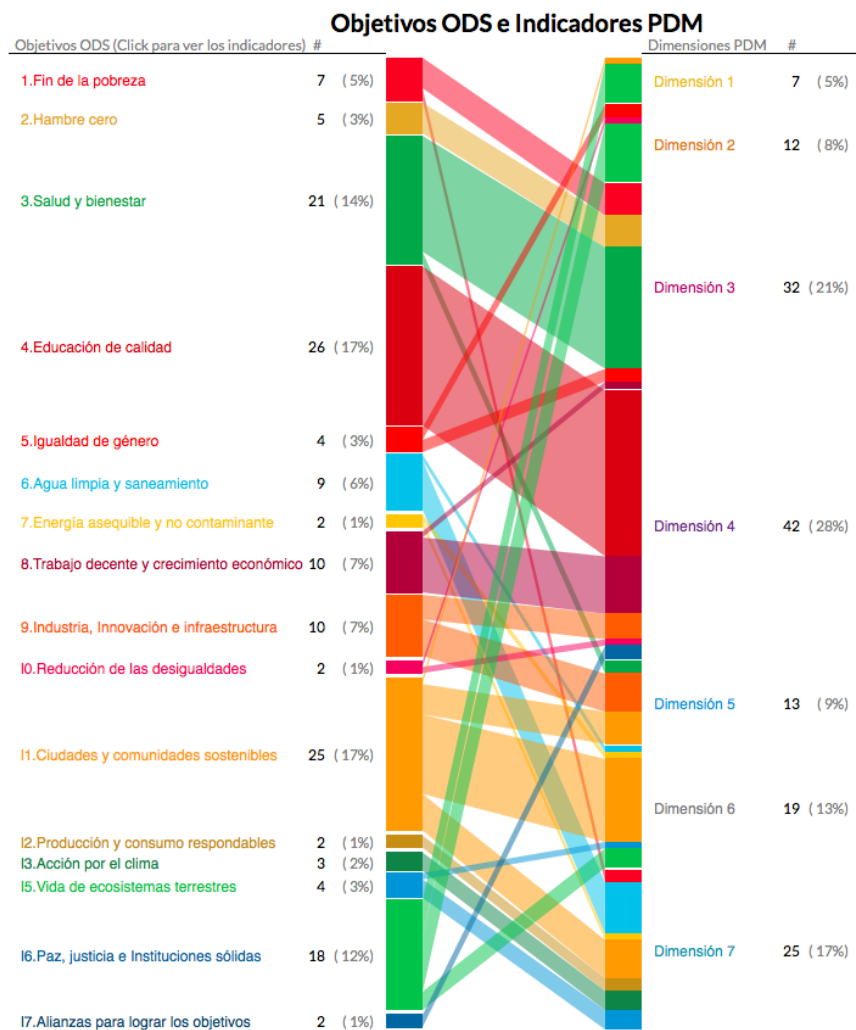


Figura 3. Alcaldía de Medellín. (2019). *Análisis de la correspondencia entre el Plan de Desarrollo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. [Interactiva]. Recuperado de: <http://subinfo.github.io/new/ods/>




Este informe fue hecho bajo las guías de Global Report Initiative (GRI), y busca garantizar nuevos retos para cada día ser mejores. Lo anterior demuestra la prioridad que se le da en el gobierno actual a este aspecto, tal y como dijo Federico Gutiérrez, en el Primer Informe de Gestión del 2016, desarrollado por la Alcaldía de Medellín en el 2017:

“La sostenibilidad no es una opción para las ciudades que, en alguna medida, le apunten al desarrollo; es un imperativo”

En el informe de gestión de la Alcaldía para el 2017 se encuentran múltiples tablas las cuales muestran los avances reales que se han logrado con el Plan de Desarrollo hasta ese año, como se ve en la Tabla 1, la meta de reducir las toneladas de contaminantes como el PM_{2,5} y el CO₂ para el 2016 se lograron. Además, en este mismo informe se menciona que hoy la ciudad cuenta con 59 vehículos que prestan el servicio de transporte público colectivo y que funcionan con energías limpias de los cuales 19 son buses.

Tabla 1.

Por la calidad del aire que respiramos

ODS	Nombre del indicador	Unidad de Medida	Meta PD	Meta 2016	Logro 2016
	Emisiones de PM _{2,5} en el sistema de transporte público de Medellín (TPM)*	Toneladas	15,7	27,5	27,2
	Emisiones de CO ₂ en el sistema de transporte público de Medellín (TPM)*	Toneladas	96.071	99.459	98.884
	Emisiones evitadas de CO ₂ en sistemas eléctricos de transporte público masivo/pasajero**	Toneladas CO ₂ /millón pasajero	948,4	916,15	NA***

Alcaldía de Medellín. (2017). *Por la calidad del aire que respiramos*. Documento en pdf.

1.1.3. Sostenibilidad ambiental.

El séptimo de los objetivos de desarrollo del milenio de las Naciones Unidas hace referencia específica a esta cuestión, como medio de integrar los principios del desarrollo sostenible en las políticas y los programas de un país e invertir la pérdida de los recursos ambientales. (Banco Mundial, 2008), dado que asegura la compensación, en gran medida, del daño producido por las actividades humanas al medio ambiente.

Además, se hace referencia a este aspecto en el quinto de los axiomas⁵ de la sostenibilidad anteriormente mencionados; en él se plantea que las sustancias introducidas en el medio ambiente por actividades humanas se deben minimizar hasta ser inofensivas para las funciones de la biosfera.

⁵ Según la RAE, es una proposición tan clara y evidente que se admite sin demostración.

1.2. Movilidad sostenible

La movilidad sostenible es uno de los puntos más traídos al debate cuando se habla de sostenibilidad ambiental. Éste afecta de manera significativa la calidad de vida de los miembros de una comunidad, porque tiene efectos notorios en la calidad de su ecosistema, mediante la alteración de varios de sus componentes, a saber: el aire, las aguas que bañan el territorio, y el espacio disponible para su normal circulación. Todos éstos tienen un impacto generalmente nocivo en la salud.

A continuación, se describirán algunos de estos aspectos en relación con el estilo de vida del Valle de Aburrá.

1.2.1. Calidad del aire.

La calidad del aire en un lugar puede ser determinada por las autoridades ambientales de una zona; en el caso del Valle de Aburrá, los datos sobre la calidad del aire son recopilados y brindados por el Sistema de Alerta Temprana de Medellín y el Valle de Aburrá (SIATA). La zona metropolitana cuenta con una variedad de estaciones que registran y miden los diferentes contaminantes constantemente. Lo anterior se muestra en la siguiente Figura 4 que es el mapa de monitoreo.



Figura 4. SIATA. (s.f.). *Mapa de red de monitoreo*. Red de calidad del aire. Recuperado de: <http://www.calidaddelaire.co/como-medir-ica.php>

Los factores que influyen en la calidad del aire (Calidad del aire, s.f.) son:

- Crecimiento poblacional humano: puede ser medido como el incremento de individuos en un territorio en determinado tiempo. Esto afecta al aire porque el aumento de la población trae consigo el incremento de actividad humana en masa como el transporte automotor y la producción industrial, por lo que este efecto se hace también visible en la producción de contaminantes por metro cuadrado.

Esto se puede ver en el Valle de Aburrá, ya que su población ha aumentado considerablemente y en el presente hay los 3 millones 866 mil habitantes en 1.157 kilómetros cuadrados (Ver Tabla 2).

- La densidad poblacional⁶ también es un factor que afecta la calidad del aire, ya que en Medellín la densidad poblacional es tan alta que la ciudad está clasificada como la tercera más densa del mundo con 19.700 personas por kilómetro cuadrado, después de Dhaka, Bangladesh con 44.500 y Mumbai, India 31.700. (Brodie, 2017) Esto en la mayoría de los casos sería algo positivo, pero en el caso de nuestra ciudad la población está concentrada en áreas periféricas lo cual causa problemas como la alienación de poblaciones dentro de la ciudad y la concentración de vehículos en estas zonas la cual contribuye a la acumulación de gases en el Valle de Aburrá.

⁶ Densidad poblacional: “La Densidad poblacional se trata del número de individuos de una población presentes en una determinada área, depende del número de nacimientos, de muertes y del número de individuos que salen y entran en la comunidad.” (Almeida, 2018)

Tabla 2.

Crecimiento de la población del Valle de Aburrá.

Año	Población de Medellín (urbano)	Población del Valle de Aburrá	Porcentaje de la población de Antioquia (%)
1905	31.055	105.305	15,9
1912	n.d.	125.407	16,9
1918	51.951	141.797	17,2
1928	83.955	196.612	19,4
1938	143.952	252.124	21,2
1951	328.294	499.756	31,8
1964	717.865	1,084.660	43,8
1973	1.070.924	1.517.944	51,2
1985	1.418.174	2.095.147	53,9
2005	2.071.392	2.213.000	60,0

Hermelin. (31 de agosto de 2007). *Crecimiento de la población del Valle de Aburrá*. Documento en pdf.

- Geografía y condición morfológica: estas afectan la dispersión de los gases y las partículas contaminantes. El Valle de Aburrá es un valle angosto y semicerrado por lo que retiene los gases en éste.
- Clima y condiciones meteorológicas: la temperatura ambiental, la humedad, la pluviosidad, la velocidad y la dirección del viento, la estabilidad atmosférica, las presiones atmosféricas y la altura sobre el nivel del mar se deben tener en cuenta para determinar la calidad del aire. En lo que respecta al Valle de Aburrá, debido a que está localizado en una región tropical, tiene baja corriente de viento y se tienden a formar nubes a una baja altura lo que retiene los gases.

Emisiones de PM2.5, Medellín 2015-2016.

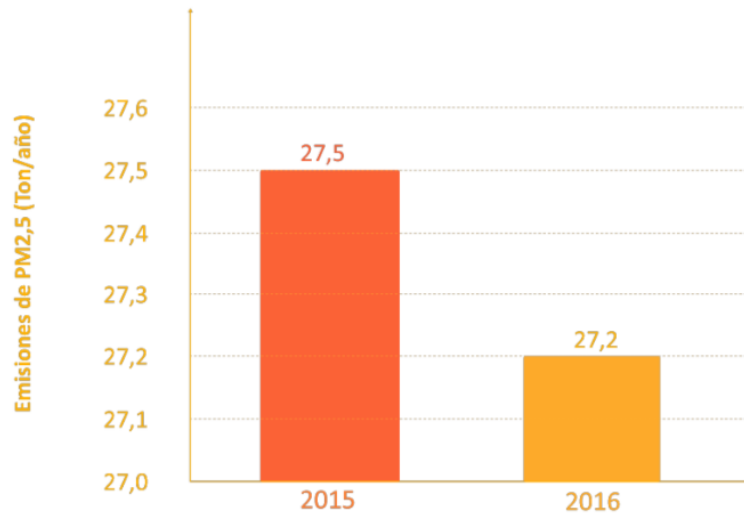


Figura 5. Alcaldía de Medellín. (2017). *Emisiones de PM2.5, Medellín 2015-2016*. Documento en pdf.

Debido a lo mostrado en la Figura 5, se puede notar la gran presencia que tiene el PM 2.5 en el aire que respiramos. Más adelante, se entrará en detalle sobre este y otros contaminantes que abundan en la ciudad.

1.2.1.1. Indicadores del estado de la calidad del aire

Según el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2019), POECA clasifica el estado del aire en 4 niveles que se explicarán a continuación:

- Nivel normal (Nivel I): los contaminantes se encuentran en un nivel que no es nocivo para la salud ni para el ambiente.
- Nivel de Prevención (Nivel II): los contaminantes se encuentran en un nivel que a un largo tiempo de exposición pueden causar efectos nocivos leves para la salud.
- Nivel de Alerta (Nivel III): los contaminantes se encuentran en un nivel que causa alteraciones en el medio ambiente y la salud.
- Nivel de Emergencia (Nivel IV): los contaminantes se encuentran en un nivel que puede causar enfermedades agudas o graves e incluso, ocasionar la muerte.

1.2.2. Contaminantes del aire y sus efectos en la salud.

La salud de los habitantes del Valle de Aburrá está principalmente afectada por la calidad del aire, es decir, sustancias como el material particulado, lo cual es diferente al CO₂ que causa el cambio climático. Los mayores problemas que se pueden observar en la salud de los residentes

del Valle de Aburrá son de tipo respiratorio. Esto no es sorpresa ya que la concentración llega a ser tan grande en el territorio que se puede observar a simple vista y esto se conoce como niebla fotoquímica.

Los mayores contaminantes que se pueden encontrar en el aire de esta zona (Calidad del aire, s.f.) son los que se describen a continuación y se recopilan en la Figura 6:

- Material particulado PM₁₀ y PM_{2.5}⁷: contaminante de tamaño microscópico emitido por fuentes fijas como fábricas, y móviles como vehículos. El PM₁₀ afecta las vías respiratorias superiores y el PM_{2.5} afecta todo el sistema respiratorio. Además, causa enfermedades cardiovasculares.
- Ozono Troposférico (O₃): oxidante químico y el componente mayor de la niebla fotoquímica. Puede limitar las vías respiratorias, agravar enfermedades respiratorias como enfisema, bronquitis y asma, dañar partes profundas de los pulmones, causar ruido al respirar, dolor de pecho, sequedad en la garganta, dolor de cabeza o náuseas.
- Monóxido de Carbono (CO): gas sin olor ni color. Se produce por la quema de combustibles como el gas, la gasolina, el petróleo, el tabaco y la madera. Cuando los vehículos están detenidos y permanecen con el motor encendido lo despiden. Puede reducir el transporte de oxígeno del cuerpo humano con lo que se puede presentar una disminución de nuestros reflejos y causar confusión y somnolencia. También puede causar: dolor de cabeza, fatiga, pérdida de reflejos e, incluso, la muerte.
- Dióxido de Azufre (SO₂): El dióxido de azufre SO₂ es un gas tóxico con olor ocre e irritante, que se atribuye, en muchas ocasiones, a los procesos de combustión debido a que los combustibles como el carbón, el petróleo, el diésel o el gas natural contienen ciertas cantidades de compuestos azufrados. Puede interferir en las funciones respiratorias. Puede actuar como agente de acentuación de enfermedades respiratorias como el asma, el enfisema y la bronquitis.
- Óxido de Nitrógeno (NO_x): El dióxido de nitrógeno es un gas tóxico, el cual se forma como subproducto de los procesos de combustión a altas temperaturas, como en los vehículos motorizados y las plantas eléctricas. Puede generar irritación al tracto

⁷ Los números 10 y 2.5 describen su tamaño.

superior del sistema respiratorio e incluso afectar los pulmones. En altas concentraciones puede provocar bronquitis y enfermedades de esta índole.

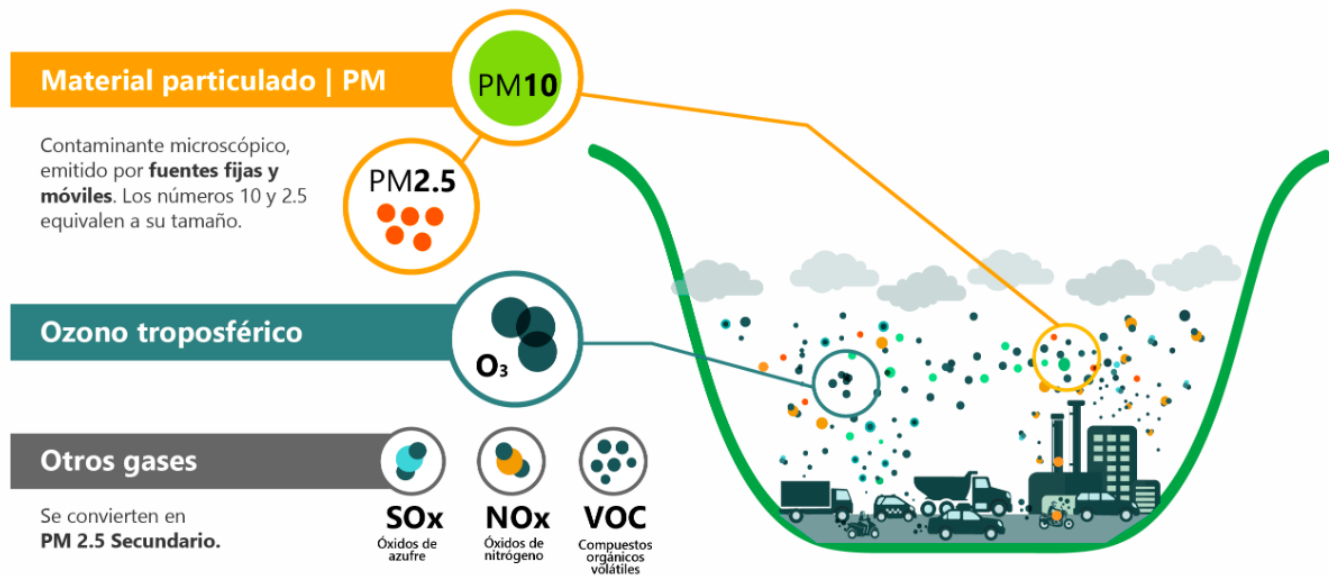


Figura 6. Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). *Principales contaminantes del aire*. Recuperado de: <http://www.calidaddelaire.co/principales-contaminantes.php>

Estos problemas de salud han llegado a escalar bastante, causando incluso la muerte de ciudadanos. A continuación, se mencionarán las muertes atribuibles a la actual problemática en la Tabla 3 y los casos evitados por el Plan Integral de Gestión de la Calidad del Aire (PIGECA). Este

es el Plan de acciones por el aire pensado al año 2030, que contiene un conjunto de estrategias para reducir los niveles de contaminación y mejorar la calidad del aire del Valle de Aburrá a corto, mediano y largo plazo; además contiene medidas, metas e instrumentos de medición; para mantener un aire limpio, proteger la salud de la población y propiciar un desarrollo metropolitano sostenible. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019)

Sus ejes temáticos son

la generación, aprovechamiento y fortalecimiento del conocimiento científico y la tecnología, la planificación y ordenamiento territorial con criterios de sostenibilidad, la infraestructura y equipamiento con alta cobertura, seguros e incluyente para una movilidad activa, la transformación hacia un sistema de movilidad de bajas emisiones, la industria sostenible, competitiva y productiva, la protección, restauración y restitución de arbolado urbano, espacio público y ecosistemas, la efectividad y cobertura en el control y

sanciones a agentes contaminantes, la atención oportuna y eficaz a episodios de contaminación del aire, la protección y transformación de zonas sensibles a la contaminación del aire, entre otras. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019)

Tabla 3.

Carga de mortalidad por la implementación del PIGECA

Criterio	2015	2030 LB	2030 PIGECA	Casos evitados	Porcentaje de reducción
Mortalidad (número de casos atribuibles a la contaminación en mayores de 30 años)	1748	5810	1456	4354	75%
Mortalidad infantil (número de casos atribuibles a la contaminación en menores de 1 año)	42	113	29	84	74%
Mortalidad atribuible a la contaminación del aire	1790	5923	1485	4438	75%

Olivera, Manuel F. (2019). *Movilidad limpia*. Congreso de Movilidad Futura. Medellín.

Nota: La mortalidad total corresponde al total de muertes en los municipios del Valle de Aburrá (excluyendo causas accidentales y homicidios). La mortalidad total al año 2030 se estima con base en las proyecciones del crecimiento poblacional del Plan BIO 2030.

1.2.3. Valle de Aburrá.

El área de enfoque de la investigación será el Valle de Aburrá. Medellín es la ciudad que lleva la delantera en la sostenibilidad y la movilidad sostenible en el país y esto se demuestra con el

plan de desarrollo planteado por la alcaldía municipal, liderada por Federico Gutiérrez, donde se forma un plan para la movilidad sostenible, con el objetivo de “integrar los sistemas y medios de transporte de Medellín con la infraestructura existente, proporcionando a los ciudadanos un transporte accesible, fluido, seguro y de calidad, que aporte a su calidad de vida y a la sostenibilidad de la ciudad.” (Alcaldía de Medellín, 29 de febrero de 2016) Fue elegida la ciudad más sostenible en el concurso de *City of the Year* en el 2013.

La alcaldía junto con el área metropolitana ha trabajado por brindar a los ciudadanos un sistema de transporte que sea más sostenible, dentro de este sistema están integrados el metro, el metro cable, el tranvía, las bicicletas públicas de EnCicla, y los nuevos buses eléctricos del Metroplús; este sistema es conocido como Sistema Integrado de Transporte del Valle de Aburrá (SITVA) y recorre 76.12 kilómetros en total dividido entre 79 estaciones. Todos los mencionados anteriormente contribuyen a cumplir los objetivos en el plan de movilidad sostenible del alcalde de Medellín. En el 2018, se dejaron de emitir 675 366 toneladas de CO₂, con el sistema integrado metro. (Secretaría de Movilidad de Medellín, 2019)

A continuación, se pueden ver los datos relacionados a la efectividad y uso del SITVA:

Tabla 4.

Medios de transporte en el Valle de Aburrá.

	Metro	Metrocable	Tranvía	Metroplús	Encicla
Usuarios diarios	770000	85000	45000	142000	11000
Extensión (km)	73.52	11.77	4.2	26	n.d.
Cantidad de vehículos	80	n.d.	12	n.d.	1200

Olivera, Manuel F. (2019). *Movilidad limpia*. Realización propia con datos tomados de la conferencia en el Congreso de Movilidad Futura.

Otros proyectos como los días sin carro y el pico y placa ambiental que hay durante el año apuntan a la mejora de la calidad del aire, sin embargo, la ciudad ha estado bajo alerta naranja múltiples veces debido a la baja calidad del aire en los últimos años. Como complemento a estos proyectos se esperan tener zonas de cero emisiones en diferentes lugares de la ciudad, las cuales

tienen como propósito alivianar la cantidad de emisiones producidas según las medidas del PIGECA y la Resolución 2231 de 2018 con declaratoria de 2 Zonas Urbanas de Aire Protegido (ZUAPs).

Recientemente, se ha comenzado otra iniciativa en la que se traerán taxis eléctricos, será “un automóvil tipo sedán (cuatro puertas) de color verde, producido por la multinacional china BYD, será el primer taxi 100 % eléctrico que prestará servicio de transporte público próximamente en Medellín. La meta de la administración municipal es que en 2020 sean 1.500 los ecotaxis que circulen.” (Orrego Arenas, 2019)

Además, la implementación de este vehículo les muestra a los demás ciudadanos que es posible costearlo, ya que “desde BYD afirman que este vehículo representa un ahorro del 70 % en el costo del combustible y 50 % menos en el mantenimiento, lo que ayudaría a librar en un tiempo de 2 o 3 años los \$99'900.000 que vale el taxi”. (Orrego Arenas, 2019)

A principios del 2019, la Alcaldía de Medellín adquirió 64 buses 100% eléctricos cero emisiones de la compañía BYD, y “según la compañía, Medellín dejaría de recibir altas cantidades de CO₂ y el ahorro en gastos de operación será de 55% menor que los buses a combustión.” (Rodríguez Flórez, 2019) Adicionalmente, “Los 64 buses tienen 12,5 metros duales y su autonomía puede ofrecer más de 300 kilómetros, suficiente para realizar la operación de un día con una sola carga, que necesita solo dos horas para llegar a su 100%.” (Rodríguez Flórez, 2019). Esta decisión es realmente beneficiosa para el área ya que marca un precedente sobre esta tecnología y rompe estigmas sobre el funcionamiento de estos vehículos, especialmente en una ciudad característica por sus empinadas calles, lo cual causa duda a la hora de un usuario adquirir uno de estos.

En el sector industrial también se busca integrar los planes de movilidad sostenible de acuerdo con esto en el 2018 se implementó la Resolución 1379, la cual decreta:

Todas las organizaciones privadas y públicas que tengan más de 200 trabajadores directos e indirectos, y cuyas instalaciones se encuentren en alguno de los 10 municipios del Valle de Aburrá (Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Medellín, Itagüí, Envigado, Sabaneta, La Estrella y Caldas), deben estructurar e implementar Planes Empresariales de Movilidad Sostenible (Planes MES) que provean soluciones de movilidad y puedan reducir las emisiones generadas por el desplazamiento que realizan sus trabajadores

desde y hacia su lugar de origen y destino. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019)

Esta decisión trae muchos beneficios dentro de las organizaciones, ya que mejora la productividad de la empresa, reduce los costos de transporte, reduce la congestión de la ciudad y mejora la calidad de aire.

1.2.3.1. Regulaciones y políticas públicas en relación con la movilidad eléctrica.

Se considera que para que haya implementación de los vehículos eléctricos en el Valle de Aburrá es necesario que exista apoyo desde las entidades locales como la alcaldía del municipio en iniciativas como las que se mencionarán a continuación en la Figura 7.

Iniciativas nacionales y locales





-  ● **Acuerdo 44 de 2015 - Medellín:** Por medio del cual se crea “LA ESTRATEGIA PARA LA PROMOCIÓN Y MASIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD ELÉCTRICA” en el Municipio de Medellín”, con el objeto de estimular el uso de vehículos impulsados por energía eléctrica como medio de transporte para los ciudadanos (Fuente: Consejo de Medellín, 2015).
-  ● **Proyecto BID -Adopción de buses eléctricos para transporte público en Colombia:** Evaluación financiera de vehículos avanzados con tecnología limpia bajo el SITP. Evaluación de vehículos eléctricos en el contexto del corredor a lo largo de la Avenida Séptima. Evaluación de la adecuación de vehículos eléctricos impulsados por baterías (Fuente: BID, 2016).
-  ● **Proyecto de ley para movilidad sostenible, es aprobado en su primer debate en la cámara de representantes.** La Comisión Sexta dio voto positivo a la iniciativa del representante Federico Hoyos, que busca otorgar incentivos para promover el uso de tecnologías limpias de movilidad en Colombia (Fuente: Revista VEC, 2016).
-  ● **Proyectos en Movilidad eléctrica - Medellín:** Trabajando con los concesionarios de automóviles, motocicletas y bicicletas eléctricas, se ha planteado la necesidad de contar en la ciudad de Medellín con modelos eléctricos que puedan ser usados por los potenciales clientes para la realización de pruebas de manejo y con un servicio técnico adecuado. Igualmente junto a los bancos y empresas aseguradoras, se iniciaron trabajos con el objetivo de contar con alternativas, precios y tasas razonables, para los interesados en adquirir vehículos eléctricos (Fuente: Revista VEC, 2016).

Figura 7. Corporación Ruta N (2016). *Observatorio Cie: Informe No. 1 Área de oportunidad en Movilidad Eléctrica Sostenible*. Recuperado de: https://www.rutanmedellin.org/images/biblioteca/observatoriocti/02_ENERGIA/VT_MOVILIDAD-ELECTRICA_UPB.pdf

En la Figura 7 se menciona al proyecto de ley para la movilidad sostenible por Federico Hoyos, a continuación, se adentrará más en las propuestas que trae con el:

“Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones”. El congreso de Colombia decreta: Artículo 1. 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. (Federico Hoyos, 2018)

Es importante mencionar algunos de los artículos que se consideran más significantes a la hora de auspiciar la comercialización a mayor escala de los vehículos eléctricos como: el artículo 3 que limita la cantidad de impuestos que se le pueden aplicar al vehículo según el valor comercial, el artículo 4 que impone un descuento sobre la revisión técnico mecánica, el artículo 5 que impone un descuento sobre el registro, el artículo 6 que le da descuento en los parqueadero, el artículo 7 que los exime de las medidas de regulación como el pico y placa y los días sin carro, el artículo 9 dice que los municipios predeterminados por la Ley 1551 de 2012 deben de tener por lo menos 10% de los vehículos anualmente comprados sean eléctricos, y según el artículo 10 dice que en los siguientes 3 años esos mismos municipios deben de tener por lo menos 5 estaciones de carga rápida, y Bogotá 10. Además, en el artículo 11 dice que los edificios construidos de ahora en adelante deberán tener posibilidad de carga para vehículos eléctricos en por lo menos 25% de los parqueaderos de uso privado.

1.2.3.1.1. Modelos implementados exitosos

Para comprender el efecto real que tiene el arduo trabajo que se realiza con respecto a las nuevas tecnologías eléctricas, es necesario tener una mirada sobre los casos en los que ha sido implementada y las consecuencias positivas y negativas que ha tenido en la calidad de vida y el daño provocado al ambiente. Un termino recientemente desarrollado que trata esta temática es *Smart city*, o ciudad inteligente que según Rueda Cruz (2017)

se define como un sistema complejo e interconectado que aplica las nuevas tecnologías para gestionar desde el correcto funcionamiento de los sistemas de transporte público y privado, hasta el uso eficiente de los recursos energéticos o hídricos, pasando por los planos de protección civil, o aspectos socioeconómicos, como la vitalidad de los espacios públicos y del tejido comercial, o la comunicación de incidencias a habitantes y visitantes.

Para dar un ejemplo concreto, se utilizará a Holanda, un país que para el 2020 debe reducir sus emisiones de CO₂ por el 25% por las demandas que se le han hecho al gobierno, y como camino le están apostando fuertemente a la movilidad eléctrica en las ciudades. (Ferrer, 2018) Su plan es que, a partir del 2030, sólo se venderán vehículos con cero emisiones, lo que impedirá los

vehículos de combustión interna e incluso los vehículos híbridos. (García Martínez, 2017) En Ámsterdam, se tiene una infraestructura optima para lograr que estas tecnologías puedan ser usadas eficazmente por todos los ciudadanos, la ciudad cuenta con 4000 puntos de carga para vehículos eléctricos. En la micro movilidad la ciudad ha apostado a las vías para ciclistas y cuenta con 400 kilómetros dedicados a esto.

Copenhague es otro ejemplo de una ciudad que ha invertido en una movilidad más al usuario y al medio ambiente. Cuentan con 350 kilómetros de ciclo vías lo que permite que el 62% de los ciudadanos usen la bicicleta como transporte principal. Con los proyectos de *carsharing*⁸ que hay en la ciudad se logra que por cada carro eléctrico que se alquila al público se replacen el equivalente a seis carros privados. (REDACCIÓN 360 EN CONCRETO, 2017)

1.2.3.2. Capacidad o eficiencia energética.

Una preocupación que puede emerger al hablar de la masificación de los vehículos eléctricos es la capacidad del Valle de Aburrá, o Colombia en general, para abastecer la energía que se necesitaría para el funcionamiento de estos. De acuerdo con el proyecto de ley presentado por Federico Hoyos, (2018):

En términos de capacidad energética, Colombia está preparada para atender la demanda de energía en el mediano y largo plazo que se origine de una posible masificación de la tecnología en la totalidad de la cadena productiva. Esto abarca el proceso de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía.

Adicionalmente, el incremento en el número de vehículos eléctricos que a su vez aumenta la demanda de energía eléctrica causaría mayor eficiencia en el uso de los activos eléctricos y repercutirá en menores tarifas para todos los usuarios del servicio de energía eléctrica en todos los segmentos y sectores.

1.2.3.3. La micro movilidad en el Valle de Aburrá

Un aspecto importante para abordar dentro de la movilidad es el transporte urbano, que se los viajes cotidianos que se realizan a diario en la ciudad por aquellos que habitan la urbe. El

⁸ Es un servicio que permite alquilar coches por periodos de tiempo limitados, ya sean horas o minutos. (El Mundo, 2015)

termino micro movilidad no tiene una definición concreta, sin embargo, tiene unas características determinantes. Según Archanco (2018) son:

- Ser un transporte urbano
- Vehículos que pesan 500 kg o menos.
- Su fuente de energía es eléctrica.

Esto surge como una respuesta al problema de espacio en las calles y la falta de un transporte público versátil y eficaz. Más que todo, este tipo de transporte está pensado para viajes cortos e individuales. Sin embargo, en el futuro se busca que pueda ser una respuesta más veraz a las problemáticas que trae consigo el transporte tradicional. Por ejemplo, estos vehículos al ser eléctricos hacen muy poco ruido, que soluciona la contaminación auditiva y por su tamaño evitan problemas de espacio que causan tráfico. Al utilizar menos espacio, se aprovecha el espacio público existente, ya que es mucho más fácil movilizar grandes cantidades de estos vehículos que los carros.

En el Valle de Aburrá, se está trayendo esta realidad a la cotidianidad de los ciudadanos. Desde el lado público, las bicicletas encicla es la forma más conocida y con mayor difusión existente. Desde el lado privado, muchas empresas han aprovechado la oportunidad de negocio para lanzarse al mercado, con productos como el *segway*, las bicicletas eléctricas, el patinete eléctrico (*electric scooter*), y otros. Su costo es mucho más asequible que los carros eléctricos o las motos, entonces es una gran alternativa para las personas que desean ayudar, pero no tienen la capacidad económica para un carro eléctrico, que es bastante costoso.

1.3. Alternativas para la movilidad: vehículos de propulsión eléctrica

De acuerdo con los conceptos y problemáticas planteados anteriormente, se hablará sobre las alternativas para la movilidad. Una alternativa a los tipos de movilidad más comunes en el mundo y el Valle de Aburrá en la actualidad debe ser sostenible para tener un impacto real en temas como la calidad del aire. Los vehículos de propulsión eléctrica han sido una de las alternativas que ha crecido en popularidad pues estos no liberan gases u otros materiales que puedan causar daño al lugar en donde se implementen, especialmente al medio ambiente de éste.

1.3.1. Generalidades.

Los vehículos eléctricos son un tipo de transporte que crea movimiento con un proceso que transforma energía cinética en energía eléctrica que es almacenada en una batería recargable. Su motor puede ser de corriente alterna o de corriente continua. Las baterías de los motores hoy en día trabajan con iones de litio, también usadas en aparatos como celulares.

A pesar de que parece una idea muy nueva, los primeros modelos para estos vehículos fueron pensados desde el siglo XIX. De hecho, Robert Anderson, un inventor escocés, fue el pionero de los carruajes eléctricos creando un carro 100% eléctrico que utilizaba celdas primarias no recargables⁹ para sus baterías, entre 1832 y 1839. Al mismo tiempo, en 1835, Sibrandus Stratingh en los Países Bajos empezó a experimentar con vehículos de vapor con resultados exitosos. En 1859, Gaston Planté inventó una batería recargable de plomo-ácido, lo cual revolucionó la industria porque permitía más usos y lo volvía más renovable. En 1897 se trajeron taxis eléctricos en la ciudad de Nueva York. Thomas Edison vio las posibilidades de este mercado en 1899, y se enfocó en crear automóviles que fueran eficientes para el transporte, en términos de duración de la batería, utilizando la batería alcalina.

Muchas otras empresas, como The Pope Manufacturing Company, crearon sus propios modelos de automóviles eléctricos, y tuvieron éxito en el mercado ya que no producían ruido, eran más eficientes que los motores a vapor y eran muy fáciles de manejar. Sin embargo, tenían muchas limitaciones. Su batería debía de ser recargada constantemente entonces no era útil para largos trayectos. Además, el costo de producción y de venta era alto, por lo que era exclusivo para aquellos que podían pagarlo.

Con la llegada del Modelo T de Henry Ford en el 1908, el mercado de estos vehículos se vio gravemente afectado. Él revolucionó lo que se conocía hasta el momento de producción, ya que se usaban líneas de ensamblaje, en las que cada empleado estaba encargado una parte específica del producto final, y esto agilizaba el proceso, permitiéndoles sacarlo al mercado con un precio considerablemente menor que el resto de las ofertas. Debido a que las partes se producían individualmente, se facilitaba el arreglo y remplazo de las partes dañadas. El motor del Modelo T era de combustión interna (ICE¹⁰), por lo que utilizaba gasolina, y esto le permitía una velocidad

⁹ Las baterías son dispositivos que guardan energía en forma electroquímica, y una celda primaria es aquella en la que cuando es utilizada, su reacción electroquímica es irreversible.

¹⁰ En inglés: *Internal Combustion Engine*

máxima de 65km/h. Tanto era la popularidad de este modelo que entre 1909 y 1927, se vendieron 15,007,034 ejemplares en los Estados Unidos.

Hasta ese momento, los vehículos de combustión tenían un inconveniente a la hora de arrancar ya que se debía de introducir una palanca a la parrilla para rotar un mecanismo que iniciaba el motor. Charles Franklin Kettering vio en esa situación una urgente necesidad de solucionarlo, por lo que creó en 1912 el motor de arranque el cual hacía arrancar más simple. La primera vez que fue implementado en un vehículo, fue para el modelo Cadillac Touring Edition de General Motors.

Es por esto que los vehículos eléctricos, a pesar de su abundante potencial, fueron dejados atrás y reemplazados completamente por los de combustión interna. No es hasta muchos años después que, debido a los efectos de la gasolina en el medio ambiente y el incremento de su precio que se ve la necesidad de traerlos de vuelta y buscar maneras de resolver sus limitaciones. Estados Unidos toma iniciativa en la transición con el Acta de Aire Limpio¹¹ en 1970, donde se regulan las emisiones de aire desde fuentes fijas y móviles. Busca cumplir con la Estándares Nacionales de Calidad de Aire¹² para proteger al público de los contaminantes nocivos para la salud.

Múltiples eventos han evidenciado la necesidad de otras fuentes de energía, como el ocurrido en los 70's después de la Guerra de Yom Kippur, cuando la OPEP hizo un embargo en los países que apoyaron a Israel; esto llevó a la Crisis del Petróleo en 1973, durante la cual el barril de petróleo subió de 2.90 a 11.90 dólares. Las investigaciones llevadas a cabo posteriormente, fomentaron el desarrollo de, entre otras, baterías eléctricas que contaran con capacidades competitivas con las de motores de combustión interna, teniendo en cuenta que es la energía eléctrica una de las más limpias y de mayor cobertura en una comunidad urbana; de este modo, los diferentes dispositivos que constituyen un sistema energético a partir de electricidad, comenzaron a estudiarse y perfeccionarse, con el propósito de mejorar su rendimiento.

Dentro de los parámetros para evaluar el rendimiento de una batería eléctrica, es su duración en servicio. Una solución que se encontró para incrementar dicha duración, fueron los vehículos híbridos. Estos combinan un motor de combustión interna con uno o varios motores eléctricos, por lo que además de ser recargable, puede funcionar con gasolina. El primero funcional fue

¹¹ En inglés: *Clean Air Act*. Traducción de las autoras.

¹² En inglés: *National Ambient Air Quality Standards (NAAQS)*. Traducción de las autoras.

hecho en 1972 por Victor Wouk utilizando un Buick Skylark de General Motors. Sin embargo, no fue muy popular debido a la alta presión de la industria del petróleo, que es más económicamente beneficiosa para aquellos en poder. A partir de ahí, se crearon muchos modelos híbridos como el CitiCar de Vanguard-Sebring, el Prius de Toyota y el Insight de Honda. Vehículos completamente eléctricos como el EV plus de Honda, el Altra EV de Nissan, el S-10 EV de Chevy fueron introducidos al mercado, pero no tuvieron mucho éxito y fueron discontinuados.

Es en el 2006 cuando Tesla llegó con el Tesla Roadster, un vehículo 100% eléctrico que buscaba impactar debido a su diseño, este utiliza batería de iones de litio.

El mercado de los vehículos eléctricos tiene como ventaja en la industria de transporte aspectos mejor calidad de aire, menos contaminación auditiva y reducción del efecto invernadero. Además, tiene cabida a gran competencia e innovación en el mercado y de atraer inversores. Esta competencia trae consigo incremento en la cantidad de venta y esto decrece el valor de cada producto, especialmente para las baterías que son lo que más cuesta. Teniendo en cuenta que el alto precio es la razón por la que las personas escogen los vehículos de combustión interna, ya que es más rentable para la persona particular.

Es por esto, que en el 2009 se formó la Iniciativa de Vehículos Eléctricos¹³, en el Ministerial de Energía Limpia, y tiene como ideal acelerar el desarrollo de la industria automotriz eléctrica. Esto ha ayudado al crecimiento de su mercado, de acuerdo con su último reporte en el 2017 (ver Figura 7).

¹³En inglés: *Electric Vehicles Initiative (EVI)*. Traducción de las autoras.

Cantidad de vehículos eléctricos en los países que hacen parte de EVI

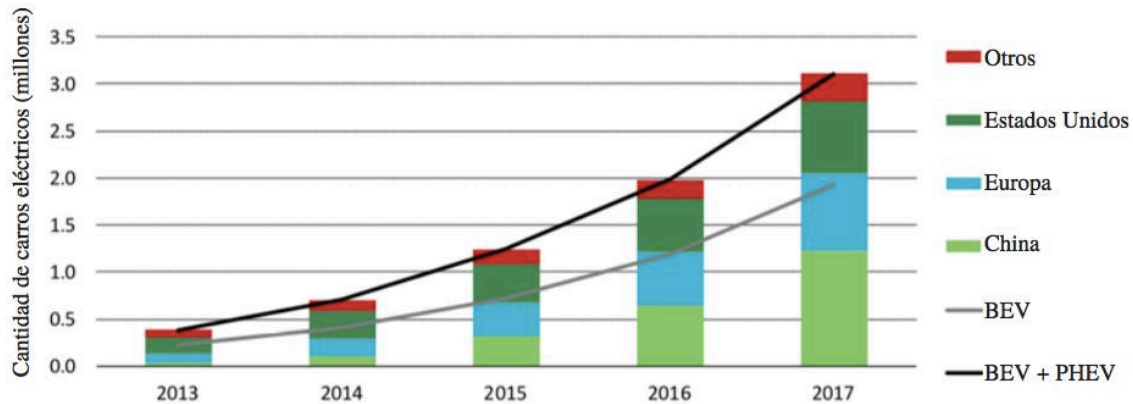


Figura 8. International Energy Agency. (2018). *Passenger electric car stock in major regions and the top-ten EVI countries*. Documento en pdf.¹⁴

En Colombia los primeros carros eléctricos llegaron en el 2011 gracias a la alianza entre Renault, Endesa Colombia, y Empresas Públicas de Medellín (EPM) como un proyecto piloto. Se trajeron dos diferentes modelos, el Fluence ZE, tiene velocidad máxima de 130 km/h y autonomía de 160 km, y el Kangoo ZE, tiene velocidad máxima de 135km/h. EPM estuvo encargado de aportar la infraestructura necesaria para el proyecto, es decir las estaciones de carga. Al día de hoy, hay más opciones de vehículos eléctricos para las personas particulares incluyendo bicicletas, motos y carros. Desde ese momento, se vio la necesidad de garantizarle beneficios fiscales a aquellos usuarios para motivar al uso de estos.

1.3.2. Clasificación según funcionamiento.

Los vehículos eléctricos de todos los tipos tienen ciertos principios de funcionamiento en común, los cuales tienen que ver más que todo con la corriente eléctrica y las baterías que los impulsan. Los vehículos eléctricos actuales funcionan con uno o más motores que usan la energía eléctrica almacenada en baterías recargables y la convierten en energía mecánica. El motor de un carro eléctrico puede funcionar con una corriente alterna, en la que la dirección del flujo de electrones va y viene en intervalos regulares, o de corriente continua que fluye de forma constante en una dirección. Las baterías que se usan generalmente en los carros eléctricos son las

¹⁴ BEV= son los vehículos eléctricos de batería; PHEV= son vehículos eléctricos híbridos recargables.

de litio, estas baterías usan la sal de litio como electrolito¹⁵ del que se obtienen iones¹⁶ y se genera una reacción electroquímica entre el cátodo¹⁷ y el ánodo¹⁸. Además, algunos vehículos eléctricos usan baterías de elementos como el fosfato de hierro.

Los motores eléctricos se clasifican de acuerdo con el tipo de energía eléctrica que reciben para trabajar:

- Motores de corriente continua (CD): funcionan cuando su campo eléctrico permanece constante y la corriente de electrones siempre va en la misma dirección.
- Motores de corriente alterna (CA): funcionan cuando su campo eléctrico cambia alternativamente de sentido porque los electrones oscilan de un lado a otro del conductor, y los polos cambian de carga.
- Motores universales (funcionan con CD o CA): funcionan con ambos tipos de corriente.

El proyecto se enfoca en los carros eléctricos y los vehículos de carga eléctricos pues estos pueden ser los que más impacto tengan, además los primeros son más accesibles y atractivos para los ciudadanos.

Los carros eléctricos se clasifican en las siguientes categorías (Electromovilidad, s.f.):

- Vehículo eléctrico, EV (*electric vehicle*)
- Vehículo totalmente eléctrico, AEV (*all-electric vehicle*)
- Vehículo eléctrico híbrido, HEV (*hybrid electric vehicle*)
- Vehículo eléctrico híbrido recargable, PHEV (*plug-in hybrid electric vehicle*)
- Vehículo eléctrico de rango extendido, EREV - PHEV-RE (*extended range electric vehicle*)

Los EV's obtienen toda su energía de la electricidad distribuida por la red eléctrica en su interior, los AEV's y los PHEVs también están incluidos en esta categoría. Con la diferencia de que los AEV's se conectan a la red y guardan la electricidad en baterías y los PHEVs se conectan a la red para recargar sus baterías y también usan combustibles a base de petróleo para combustión interna del motor, estos últimos incluyen los EREVs.

¹⁵ Según la RAE, en química es una sustancia que se somete a la electrólisis, que es la descomposición en iones de una sustancia en disolución mediante la corriente eléctrica.

¹⁶ Según la RAE, en Física y Química es un átomo o agrupación de átomos que por pérdida o ganancia de uno o más electrones adquiere carga eléctrica.

¹⁷ Según la RAE, en física es un electrodo negativo.

¹⁸ Según la RAE, en física es un electrodo positivo.

1.3.3. Impacto en el ambiente.

Para poder medir el cambio en el aire producido por la transición de combustión interna a propulsión eléctrica, debemos de tomar como referencia a regiones en las cuales se ha implementado la segunda, aquellos que están en la delantera de esta tecnología, como lo son China, Estados Unidos y Europa. La República Popular China ha avanzado mucho en el área debido a la necesidad que se les ha presentado con su alta densidad poblacional y su baja calidad de aire. Esto les estaba causando muchos problemas en la salud de sus ciudadanos. Con planes de inversión, subsidios para los particulares, y otros tipos de motivación fiscal y económica teniendo en cuenta ambos los vehículos eléctricos y la infraestructura necesaria para ellos como la carga, lograron que grandes compañías buscaran nuevas tecnologías que evitaran la emisión de gases contaminantes y fueran rentables para los ciudadanos. BYD es una de ellas. Basada en Shenzhen, fue creada en 2003 por Wang Chuanfu, con el objetivo de ayudar al medio ambiente mediante una energía más limpia y renovable y aplicar esta al transporte. Su enfoque son las baterías, los vehículos particulares, los vehículos para uso comercial y el Skyrail, un sistema de monorraíl tipo straddle. Se encuentran en 200 ciudades de 48 países, una de ellas siendo Medellín. Tienen una sede en Envigado. También tienen concesionarios en Bucaramanga, Cali, Cartagena, y otras ciudades de Colombia.

Además, incitaron a los ciudadanos a utilizar esta tecnología en su día a día y a las grandes empresas de tecnología y transporte a producirlas. Un claro ejemplo de la importancia que se le da a este aspecto es Shenzhen, una ciudad con toda su flota conformada de autobuses eléctricos.

Otro país que lleva la delantera es Noruega. A pesar de no haber experimentado problemáticas de calidad de aire como las de China, se decidió tomar iniciativa como manera preventiva. Además, consideran las problemáticas que se viven en el mundo y buscan la manera de aportar como país. Su parlamento ha puesto como objetivo para el 2025 tener cero emisiones provenientes de carros nuevos. Se ha logrado que esta iniciativa florezca ya que se ve una gran diferencia en los beneficios monetarios que implica comprar un vehículo eléctrico versus un vehículo de combustión, debido a que los segundos deben de pagar más impuestos, como el de importación del vehículo, el IVA, entre otros. Los compradores de EVs, reciben grandes cantidades de incentivos, además de ser exentos de una cantidad considerable de los impuestos anteriormente mencionados y otros impuestos como los de carretera, incluyendo los peajes, pagan menos en el transporte público y al manejar pueden usar los carriles de buses. Esto los ha

llevado a ser el país con el tercer mercado más grande de EV's, después de China y los Estados Unidos, con una baja población de aproximadamente 5.3 millones.

Las decisiones que los ciudadanos toman se ven afectadas por el alto precio del petróleo en Noruega. Esto, junto con lo anteriormente mencionado, causa que el precio final de tener ambos tipos de vehículo sea similar, con la connotación de que el costo anual de los EV's sea menor que el de uno de combustión eléctrica.

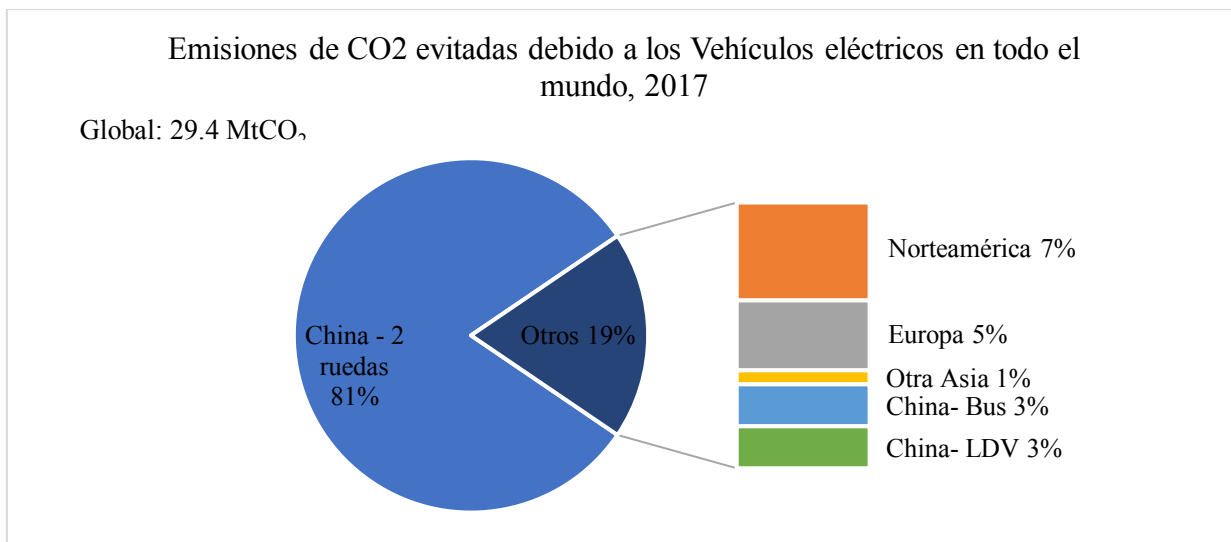


Figura 9. International Energy Agency. (2018). *CO₂ emissions avoided due to EVs worldwide, 2017*. Recuperado y adaptado de documento en pdf.

Como se ve claramente en la Figura 8 de arriba, los vehículos eléctricos pueden tener un impacto positivo notable en la cantidad de emisiones de CO₂ que se libera en los países que implementan esta tecnología: En China particularmente, se ha logrado una reducción en emisiones superior al 80%, la cual presume un incremento en la calidad del aire local, respirado por una de las poblaciones más grandes del planeta.

Se debe de tener en cuenta la extracción de la materia prima necesaria para las baterías que reemplaza a la gasolina y el petróleo, el impacto en el medio ambiente y el socioeconómico que implicaría traer estos nuevos materiales al mercado de transporte, por ejemplo, el cobre, el níquel, el cobalto y el litio. Estos dos últimos son utilizados en la producción de las baterías, y cada vez se busca la manera de incremental la densidad de la energía en las celdas. El litio es extraído de zonas en Sur América, en países como Chile y en Oceanía y se espera que crezca su oferta. Con esto llegarán nuevas problemáticas las cuales se pueden evitar o se les puede dar una solución más fácilmente si son previstas.

Emisiones evitadas de CO₂ en Medellín y su área metropolitana, 2015-2019

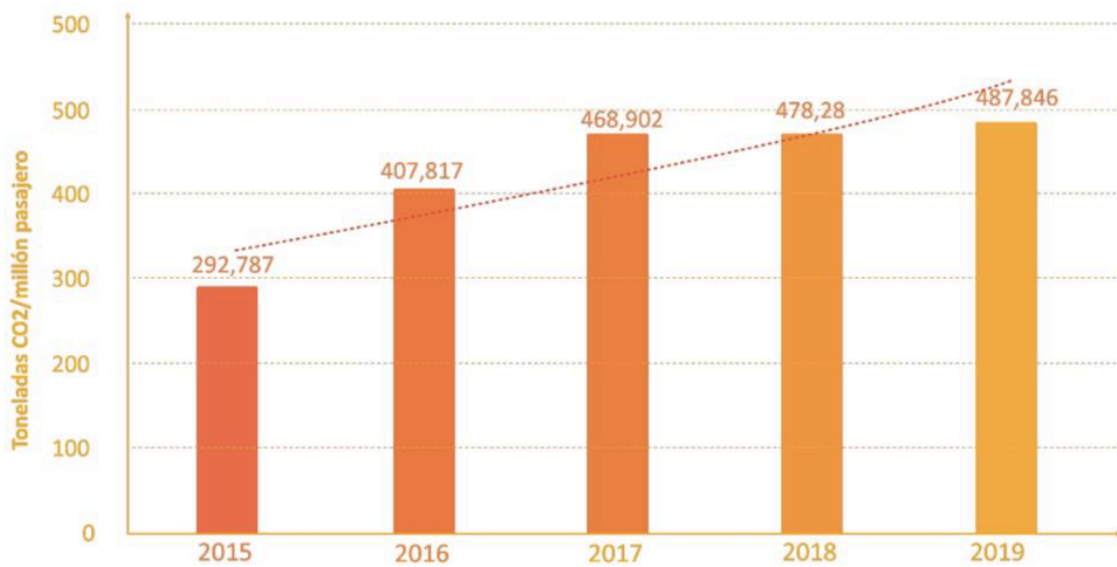


Figura 10. Alcaldía de Medellín. (2017). *Emisiones evitadas de CO₂ en Medellín y su área metropolitana, 2015-2019*. Documento en pdf.¹⁹

La Figura 10 muestra la reducción de la cantidad de CO₂ emitido por cada año, y se debe a acciones del metro de Medellín como la movilización de 3'525,000 usuarios en el tranvía en el año 2016.

1.3.4. Extracción de litio y sus impactos en el ambiente.

El litio es el material más usado para producir baterías para aparatos como teléfonos celulares, computadores, tabletas, y ahora carros; con la intención de reducir las emisiones de CO₂ y de mejorar la calidad del aire con esta tecnología. Debido a la demanda creciente del material se ha tenido que empezar a estudiar cual sería el impacto de la extracción de este en el ambiente. En países con grandes reservas de litio, como Argentina, Chile y Bolivia (en estos lugares se encuentra el 75% de las reservas de litio conocidas) se ha hablado de las posibilidades económicas que traería la minería de este material. Sin embargo, también se han denunciado los problemas que trae consigo. La extracción en grandes cantidades de cualquier material, es decir, la megaminería, afecta los ecosistemas que la rodean, contaminando el agua, que en el caso de los lugares en que se encuentra este material suele ser escasa. Además, ésta también implica el

¹⁹ La información de los años 2017 a 2019, es proyectada.

uso de materiales químicos peligrosos para el ambiente como el nitrato de litio y el hidróxido de litio.

A pesar de que el proceso de extracción es efectivo y barato, este consume mucha agua, casi 500,000 galones de agua por tonelada de litio, por ejemplo, en el salar del Atacama en Chile se ha consumido casi el 65% del agua de la región debido a las actividades mineras. En el Tíbet hubo derrames de químicos tóxicos a un río de la región terminando en la contaminación del agua y la muerte de una gran cantidad de peces y ganado. La minería de este también trae efectos sociales, las comunidades en el llamado “Triángulo del Litio” la zona árida entre Argentina, Chile y Bolivia cada vez tienen menos recursos de agua limpia para sus actividades agrícolas y para la vida cotidiana, además, durante el proceso de extracción se produce contaminación al aire que puede ser perjudicial para la salud de los habitantes de esta zona.

Es imperativo que se dé más la discusión sobre los impactos negativos de la extracción de este metal ligero ya que es importante reducirlos para que en un futuro no causen un daño irreversible a los ecosistemas en los que se encuentra. Esto se puede lograr con regulaciones a los procesos con que se extrae el material y con investigación para hacer estos procesos más limpios.

2. Metodología

La presente sección del proyecto se basa en exponer el tipo de investigación realizada y describir la metodología. Esta será de carácter cualitativo, con un proceso documental exploratorio que permitirá un proceso correlacional básico entre las variables de interés: la mayor presencia de vehículos eléctricos en el parque automotor del Valle de Aburrá, y la calidad del aire de dicha comunidad.

Entendiendo a la metodología cualitativa como "una categoría de diseños de investigación que extraen descripciones a partir de observaciones que adoptan la forma de entrevistas, narraciones, notas de campo, grabaciones, transcripciones de audio y video, registros escritos de todo tipo, fotografías o películas y artefactos." (LeCompte, 1995, citado por Rodríguez, 1996) y que como producto tiene información descriptiva basada en comportamientos observables.

Usando un proceso de investigación exploratoria la cual permite que se formule una hipótesis sin requerir de conocimientos muy extensos o especializados sobre el tema, en esta investigación se analizan documentos previos para que en las conclusiones se pueda confirmar o descartar la hipótesis. (Suárez, 2008) Además del proceso de investigación exploratoria se usa un proceso de investigación correlacional.

Bajo este panorama, se definieron las siguientes etapas del proyecto:

2.1. Revisión bibliográfica como marco contextual

En esta etapa se implementó como técnica la recopilación de documentos, como planes de desarrollo de la Alcaldía de Medellín, casos de investigación en otros lugares del mundo y estudios históricos. Es de carácter exploratorio ya que se revisaron los antecedentes de las aplicaciones de esta tecnología en el mundo y su estado del arte y la técnica.

A partir de esta revisión bibliográfica se formó un marco contextual que permitió un mejor entendimiento de las variables de interés y su correlación.

2.1.1. Planteamiento de Hipótesis.

La conciencia del medio ambiente de los ciudadanos respecto a temas como la movilidad por medio de transportes sostenibles como los vehículos eléctricos en el Valle de Aburrá, produce un impacto positivo en la calidad del aire de dicha zona.

2.2. Correlación.

La investigación correlacional “tiene como propósito conocer la relación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular.” (Hernandez Sampieri, Fernandez-Collado, & Baptista Lucio, 2006). Se da con por lo menos dos variables, en la que una es la independiente que se cambia a gusto y la dependiente que cambia según la independiente. En este caso la variable independiente sería la implementación de vehículos eléctricos en la zona urbana del Valle de Aburrá, ya que esta se puede manipular y la dependiente sería la calidad del aire la cual se espera que cambie gracias al crecimiento de la plaza automotriz de vehículos eléctricos en el territorio.

2.3. Instrumentos de recolección de datos

En la investigación se emplearán los siguientes instrumentos para recopilar información de interés respecto al tema, estos darán una visión más completa de la problemática desde la perspectiva del usuario de los vehículos eléctricos y el profesional de esta área.

2.3.1. La encuesta.

Teniendo en cuenta que por encuesta se entiende como un “conjunto de preguntas tipificadas dirigidas a una muestra representativa de grupos sociales, para averiguar estados de opinión o conocer otras cuestiones que les afectan”. (Real Academia Española, 2019) y tiene como objetivo responder preguntas como: ¿cuántos? ¿quiénes? y ¿en qué medida? Con la aplicación de la encuesta se espera tener datos numéricos suficientes para comprobar la hipótesis. La encuesta de la que se obtendrán los datos será auto administrada por internet, con esto se espera que la propagación sea más fácil y que las personas a las que se apunta con la encuesta tengan la posibilidad de hacerla rápidamente. Además, recogerá datos específicos porque se darán opciones de respuesta a los encuestados (A, B y C), y serán direccionados porque sólo responderán las opciones dadas. Será aplicada a 76 personas. Estos datos podrán ser plasmados en estadísticas.

El propósito de la encuesta será determinar si la población elegida usaría esta tecnología y saber que tanto conocimiento tiene sobre esta.

A continuación, se presenta la encuesta que se aplicará, la cual consta de 11 preguntas.

- ¿Es de su interés el cuidado del medio ambiente?

Sí/ No

- ¿Qué medios de transporte utiliza regularmente?

Automóvil/ automóvil eléctrico/ autobús/ tranvía/ metro/ metro cable/ metro plus/ bicicleta/ bicicleta eléctrica/ otro.

- ¿Conoce alternativas diferentes a los vehículos que funcionan con gasolina?

Sí/ No

- ¿Cuáles conoce?

Respondí no/ Carros híbridos/ Carros eléctricos/ Carros a gas/ Motos eléctricas/ Motos híbridas/ Otro

- ¿Conoce lo que es un vehículo eléctrico?

Sí/ No

- ¿Usted estaría interesado en comprar un vehículo eléctrico en los próximos cinco años?

Sí/ No

- ¿Está enterado del estado de la calidad del aire actualmente en el Valle de Aburrá?

Sí/ No

- Si respondió sí, ¿conoce las causas de esta problemática?

Respondí no/ Condiciones topográficas y geográficas/ Emisión de gases por vehículos particulares/ Emisión de gases por vehículos de transporte público/ Emisión de gases por la industria/ Clima/ Tala de árboles/ Otro

- ¿Usted estaría interesado en comprar un vehículo eléctrico en los próximos cinco años?

Sí/ No

- Si tuviera beneficios monetarios como impuestos reducidos, ser exento del pico y placa, reducción del precio de la energía, reducción en el precio del peaje, entre otros, ¿sería usuario de un vehículo eléctrico?

Sí/ No

- Si su respuesta fue no en las preguntas anteriores, ¿qué causa que usted prefiera los vehículos de combustión interna sobre los eléctricos? (Si su respuesta fue sí, escriba "Respondí sí").

2.3.1.1. Población y muestra.

La población a la que se apunta por medio de la encuesta está conformada por personas entre los 17 y 40 años, pertenecientes a un estrato socioeconómico medio a alto (cuatro, cinco y seis), además, las personas de la población serán personas que vivan en el Poblado o transiten regularmente por sus vías. Los encuestados serán elegidos de manera aleatoria.

La muestra será específica pues es necesario que las personas encuestadas sean aquellas que tendrían la posibilidad de comprar un vehículo eléctrico y que tengan acceso a la infraestructura necesaria para mantener tal vehículo. La muestra será de 76 personas, a pesar de que esta muestra no sería considerada representativa se cree que es suficiente para lograr un entendimiento general de la problemática en cuestión y cómo las personas se relacionan con ella.

Por otro lado, la población a la que se le apunta a la entrevista es diferente a la de la encuesta pues de estas se esperan diferentes clases de datos y retroalimentación.

2.3.2. Entrevista.

Sumando a la encuesta planteada, se complementará el instrumento utilizando como otra técnica de recolección de datos la entrevista semiestructurada individual con preguntas abiertas.

La entrevista es una herramienta que permite conocer información que no se obtiene mediante la observación o la investigación, adentrándose en los conocimientos de alguien además de sus ideas. Es una conversación entre dos personas denominadas entrevistador y entrevistado. Se realiza un diálogo con pautas acordadas previamente y existe una interacción verbal. (Cerde, 1991, pp. 274-276)

Esta se realizará a una persona que tenga un amplio conocimiento en los temas de movilidad, sostenibilidad y calidad del aire; con esto se espera tener una retroalimentación más especializada, que permita un entendimiento profundo de estos temas en relación con la zona del Valle de Aburrá.

A continuación, se presenta la entrevista que se aplicará, la cual consta de 8 preguntas. Será aplicada al Señor Carlos Ríos, Gerente de Movilidad Humana de la Alcaldía de Medellín.

1. ¿Nos puede contar un poco sobre cómo está actualmente la condición ambiental en Medellín, especialmente en el ámbito del aire? Y ¿por qué?
2. Desde su conocimiento ¿qué impacto tienen los vehículos de combustión interna en la calidad de aire de la ciudad?

3. ¿Considera que es viable o qué perspectiva tiene usted sobre el aumento del parque automotor eléctrico de la ciudad y qué proyectos de política pública se están gestionando alrededor de este tema?
4. ¿Qué procesos internos conoce que estén teniendo lugar en las empresas públicas o privadas para incentivar el uso de medios de transporte más sostenibles?
5. ¿Qué considera usted que puede hacer la alcaldía municipal para aportar a la solución de esta problemática?
6. ¿Qué nivel de consciencia de cuidado del medio ambiente cree usted que hay en la población de las personas que viven o transitan en la comuna 14?
7. Si no hay consciencia, ¿qué se puede hacer para crearla?
8. ¿Qué tan importante cree usted que es el aspecto cultural (la percepción) que tiene la gente de los vehículos eléctricos respecto a esta problemática?

2.3.2.1. Población.

La entrevista se le aplicará a una persona con estudios relacionados a los temas de interés y que además tenga experiencia laboral en los campos de estos estudios.

3. Análisis y Triangulación de Resultados

Después de agrupar información en categorías por medio de los instrumentos de recolección mencionados previamente, las entrevistas semi-estructuradas a dos o uno? expertos en el área de interés y la encuesta, que constó de 11 preguntas, diez de opción múltiple y una abierta con un total de 76 respuestas; se procederá a analizar esta información por medio de la triangulación, la cual permite tener una mirada completa, alimentada por diferentes fuentes, en este caso los instrumentos de recolección, el marco teórico y los objetivos trazados. “[...] se recolectarán datos y se agruparán los repetidos en patrones, que más adelante serán las categorías emergentes, que se explicarán a la luz de la teoría y de esta forma se podrán analizar los resultados, logrando la validez y confiabilidad de la investigación, a través, del método de la triangulación, que consiste en: confrontar los datos obtenidos con los instrumentos de recolección, con la teoría y los textos encontrados.” (Lozano, 2008 citado por Caicedo, 2017).

Se presentarán los datos por medio de gráficas circulares que incluyen porcentajes de cada ítem que representan las respuestas de la población encuestada y se tabularan los resultados de la encuesta.

El análisis se da ya que “se debe considerar que los datos tienen su significado únicamente en función de las interpretaciones que les da el investigador, ya que de nada servirá abundante información si no se somete a un adecuado tratamiento analítico”. (Balestrini, 2003 citado por Loggiodice, 2008) A continuación se dan los resultados.

Tabla 5.

Encuesta de movilización vehicular.

¿Es	Sí	No
de su interés el cuidad o del medio ambien te?	98.67%	1.33%

¿Qué medios de transporte utiliza regularmente?	Automóvil	Automóvil eléctrico	Autobús	Tren vía	Metro	Metro cable	Metroplús	Bicicleta	Bicicleta eléctrica	Otro
	90.67%	1.33%	29.33%	2.67%	25.33%	2.67%	2.67%	0%	2.67%	18.67%
¿Conoce alternativas diferentes a los vehículos que funcionan con gasolina?	Sí						No			
	94.59%						5.41%			
¿Cuáles conoce?	Ninguno	Carros híbridos	Carros eléctricos	Carros a gas	Motos eléctricas	Motos híbridas	Otro			
	4%	56%	90.67%	81.33%	44%	8%	13.33%			
¿Conoce lo que es un vehículo eléctrico?	Sí						No			
	97.33%						2.67%			
¿Está?	Sí						No			
	98.67%						1.33%			

enterado del estado de la calidad del aire actualmente en el Valle de Aburrá ?								
Si respondió sí, ¿cuáles de las siguientes creen que son las causas de esta problemática ?	Respon dió no	Condicio nes topográficas y geográficas	Emisión de gases por vehículos particulares	Emisión de gases por vehículos de transporte público	Emis ión de gases por la industria	Clima	Tala de árboles	O tro
	1.32%	59.21%	78.95%	88.16%	84.2 1%	27.63 %	40.79%	3 .95 %
¿Us ted estaría interes ado en compr ar un vehícu lo	Sí				No			
	85.53%				14.47%			

<p>eléctric o en los próxim os cinco años?</p>		
<p>Si tuviera benefic ios</p>	<p>Sí</p>	<p>No</p>
<p>moneta rios como impues tos reduci dos, se r exento del pico y placa, reducci ón del precio de la energía , reducci ón en el precio del peaje, entre otros, ¿</p>	<p>93.42%</p>	<p>6.58%</p>

sería usuario de un vehícul o eléctric o?		
---	--	--

Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta.



Figura 11. Conciencia ambiental de las personas encuestadas. (2019). Elaboración propia.

El 98.67% de las personas encuestas mencionan en la pregunta uno (Figura 11), que tienen conciencia e interés por el cuidado del medio ambiente, y esto se da por las grandes campañas que se han realizado para dar luz a las problemáticas cómo bien mencionó Carlos Ríos, “desde 2016 se hicieron públicos estos resultados”, los resultados siendo la información recolectada por medio de las 18 estaciones que miden la calidad del aire del SIATA. La calidad de aire se divide en 4 categorías: nivel normal (nivel I), nivel de prevención (nivel II), nivel de alerta (nivel III), y nivel de emergencia (nivel IV); esto con el propósito de reaccionar apropiadamente a cada estado y prevenir las consecuencias negativas en la salud de los ciudadanos. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019) Se dan recomendaciones para las poblaciones más vulnerables. El entrevistado también mencionó que “hay una alerta ambiental en Medellín” se dice que estas empiezan desde el nivel II, con medidas leves y a partir del nivel III, que ya las medidas se vuelven más severas esto a pesar de la concientización de la población.

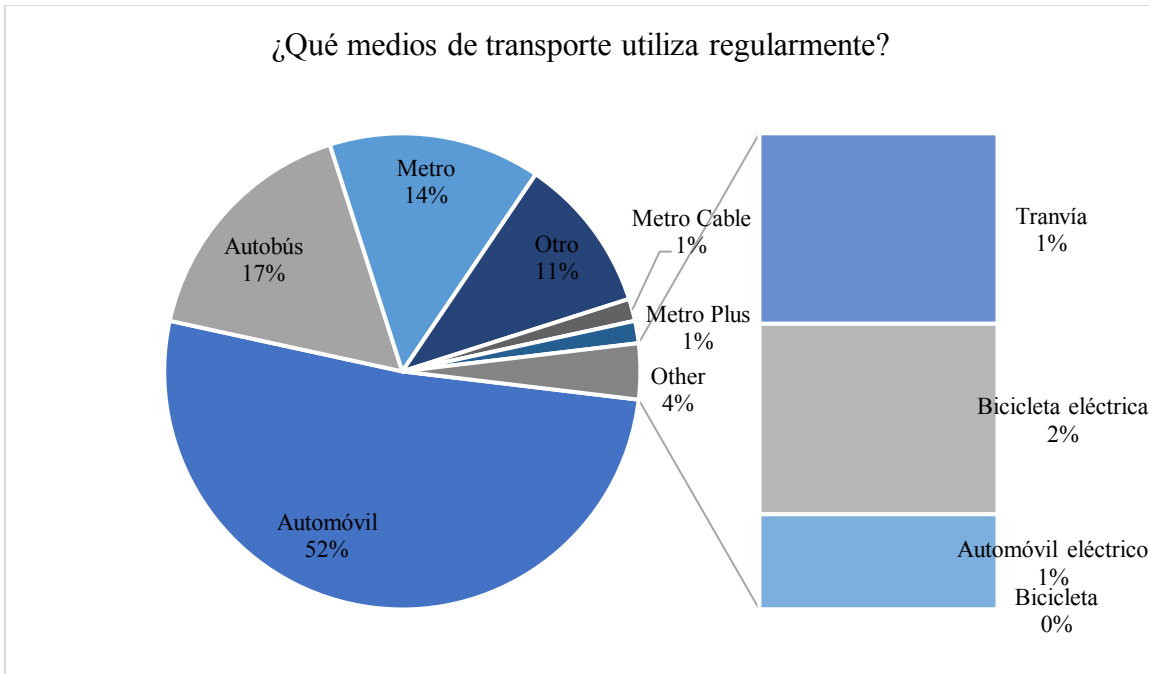


Figura 12. Medios de transporte más usados. (2019). Elaboración propia.

La pregunta dos (Figura 12) muestra que el medio de transporte más usado por la población encuestada es el automóvil y el segundo más usado es el autobús. Esto conlleva a interpretar que a pesar de que lo que se dijo en la Tabla 3, con respecto a la pregunta uno sobre el interés del cuidado del medio ambiente, y que la gente es consciente de los daños que genera a este siguen utilizando un medio de transporte que sólo contribuye en el daño adicional del aire que se respira siendo el autobús el más dañino ya que usa diésel. Sin embargo, la realidad sobre la flota pública está cambiando con proyectos en los que se busca renovarla, cambiando los buses más viejos por buses que contaminen menos o incluso buses eléctricos. Esto último se menciona en el marco contextual en la sección del Valle de Aburrá, y se dice que ‘A principios del 2019, la Alcaldía de Medellín adquirió 64 buses 100% eléctricos cero emisiones de la compañía BYD, y “según la compañía, Medellín dejaría de recibir altas cantidades de CO₂ y el ahorro en gastos de operación será de 55% menor que los buses a combustión.” (Rodríguez Flórez, 2019) Adicionalmente, “Los 64 buses tienen 12,5 metros duales y su autonomía puede ofrecer más de 300 kilómetros, suficiente para realizar la operación de un día con una sola carga, que necesita solo dos horas para llegar a su 100%.” (Rodríguez Flórez, 2019).’

Además, Carlos Ríos, gerente de movilidad humana en la Alcaldía de Medellín, agrega en la entrevista realizada el día 4 de abril de 2019, que los buses del metro plus también están siendo remplazados por vehículos eléctricos.

Otro aspecto por discutir es la micro movilidad, mencionada anteriormente. Esta es representada en la gráfica por las bicicletas eléctricas y aunque sólo represente el 2% de la población encuestada esto significa que, a pesar de que esta propuesta sea nueva, ha llamado la atención de la población y ha tenido éxito en sus primeras etapas. Este porcentaje crecerá cuando mayor cantidad de vía exclusiva para este tipo de vehículos sea habilitada, ya que esto brindará mayor seguridad a los usuarios de esta alternativa. Muchos consideran andar en bicicleta peligroso por la desventaja que tiene esta hacia un carro o una moto, y esta es su razón para seguir usando carro. Sobre el tema, Carlos Ríos dice:

Hasta ahora estamos empezando, estamos generando la consciencia en las empresas, en las instituciones educativas, ya la consciencia lógicamente hay que ir la masificando, entonces para esto hay que tener muchas campañas de cultura, de consciencia ambiental para el uso y compartir el espacio con otros modos, y respetar al peatón, respetar al ciclista. Eso ayuda a que la gente se sienta segura cuando transita en las calles. Son campañas de cultura vial y además de consciencia ambiental, entonces creería que por parte de las mismas instituciones educativas sería muy bueno gestionar eso, vehículo compartido, empezar a usar bicicletas como lo han empezado a usar las mismas empresas y motivar a sus estudiantes que viven cerca de sus colegios, a pesar de la topografía puedan llegar y usar la bicicleta.

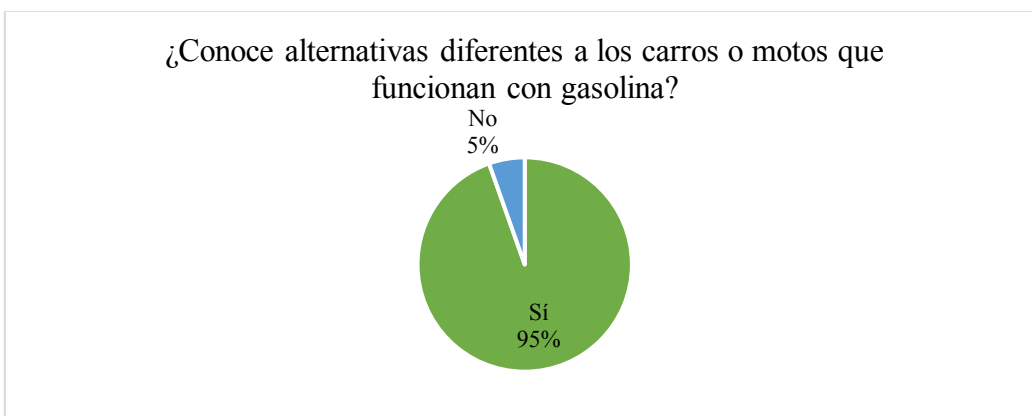


Figura 13. Consciencia sobre las alternativas a los vehículos de combustión interna. (2019). Elaboración propia.

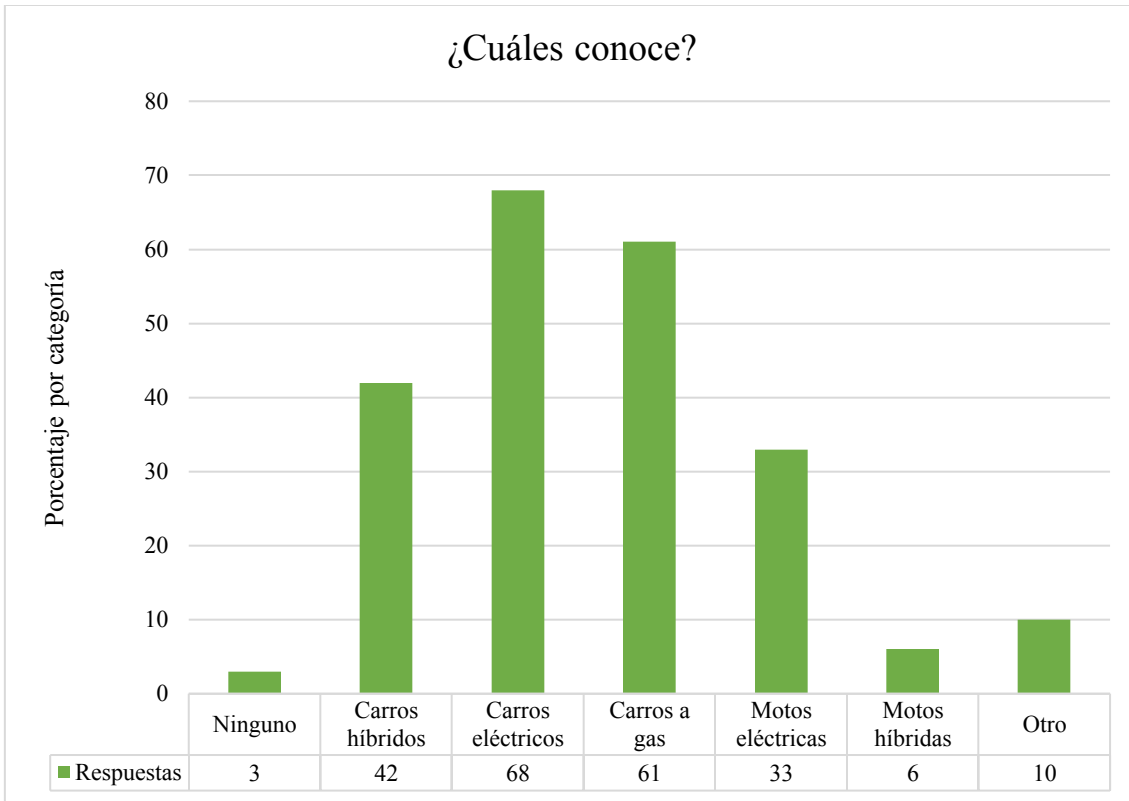


Figura 14. Consciencia sobre las alternativas a los vehículos de combustión interna. (2019). Elaboración propia.

En la pregunta tres (Figura 13), se arroja el resultado que el 94.59% de los encuestados conocen alternativas diferentes a los vehículos de combustión interna, y en la pregunta cuatro (Figura 14) se determinó que los carros eléctricos son los que más conocen con el 90.67%, seguido por los carros a gas con el 81.33% y los carros híbridos con el 56%.

A pesar de que la gente si conoce las alternativas, es posible que no se sientan cómodos o seguros dejando de utilizar su vehículo privado por esto se deben hacer campañas que fomenten el respeto en las vías. Esto lo menciona Carlos Ríos cuando habló sobre la consciencia y disposición ciudadana.

“Hasta ahora estamos empezando, estamos generando la consciencia en las empresas, en las instituciones educativas, ya la consciencia lógicamente hay que ir la masificando, entonces para esto hay que tener muchas campañas de cultura, de consciencia ambiental para el uso y compartir el espacio con otros modos, y respetar al peatón, respetar al ciclista. Eso ayuda a que la gente se sienta segura cuando transita en las calles. Son campañas de cultura vial y además de consciencia ambiental, entonces creería que por parte de las mismas instituciones educativas sería muy bueno gestionar eso, vehículo compartido, empezar a usar bicicletas

como lo han empezado a usar las mismas empresas y motivar a sus estudiantes que viven cerca de sus colegios, a pesar de la topografía puedan llegar y usar la bicicleta”.

En la investigación se encontró que dentro de los vehículos eléctricos existen muchas subcategorías, siendo: vehículo eléctrico (EV electric vehicle), vehículo totalmente eléctrico, (AEV all-electric vehicle), vehículo eléctrico híbrido, HEV (hybrid electric vehicle), vehículo eléctrico híbrido recargable, (PHEV plug-in hybrid electric vehicle), vehículo eléctrico de rango extendido, (EREV extended range electric vehicle). Estas diferencian a los vehículos según su batería, su carga, entre otras. (Electromovilidad, s.f.)

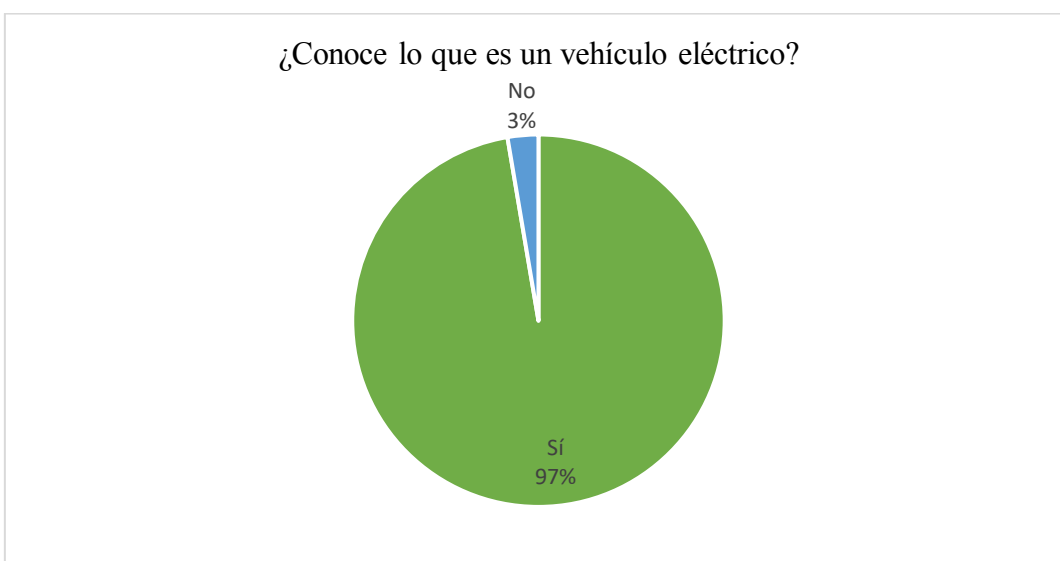


Figura 15. Consciencia sobre los vehículos eléctricos. (2019). Elaboración propia.

En la pregunta cinco (Figura 15), el 97.33% de los encuestados dicen que conocen los carros eléctricos, y 2.67% no los conocen. El alto porcentaje de la opción sí no es una sorpresa ya que en los últimos años estos han adquirido una alta popularidad, en especial en los países altamente desarrollados y en parte por el crecimiento en popularidad de una de las empresas de Elon Musk, Tesla. Esto se debe principalmente a los efectos negativos que han tenido las tecnologías anteriores en el medio ambiente y en la salud de los ciudadanos, la alta demanda del petróleo y otras. “De acuerdo con la Organización de Naciones Unidas (ONU) los vehículos a motor son responsables de una cuarta parte de las emisiones de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático del planeta.” (REDACCIÓN 360 EN CONCRETO, 2017)

Sobre el tema, Carlos Ríos afirma:

“Me parece que los vehículos eléctricos son una alternativa bastante importante que ha nacido desde la misma normativa del Área Metropolitana con el plan integral de gestión de la calidad del aire, PIGECA, en donde pide la implementación de flota eléctrica en la ciudad y esto como tal motiva a que las personas reemplacen sus vehículos de aquí a 2030, y se plantea que aunque sea un 10% de la flota de la ciudad en automóviles sean eléctricos y 20% en motos, entonces creería que los vehículos eléctricos son una alternativa apropiada para mitigar todos estos impactos ambientales y contrarrestar estos efectos”.



Figura 16. Consciencia sobre el estado del aire en el Valle de Aburrá. (2019). Elaboración propia.

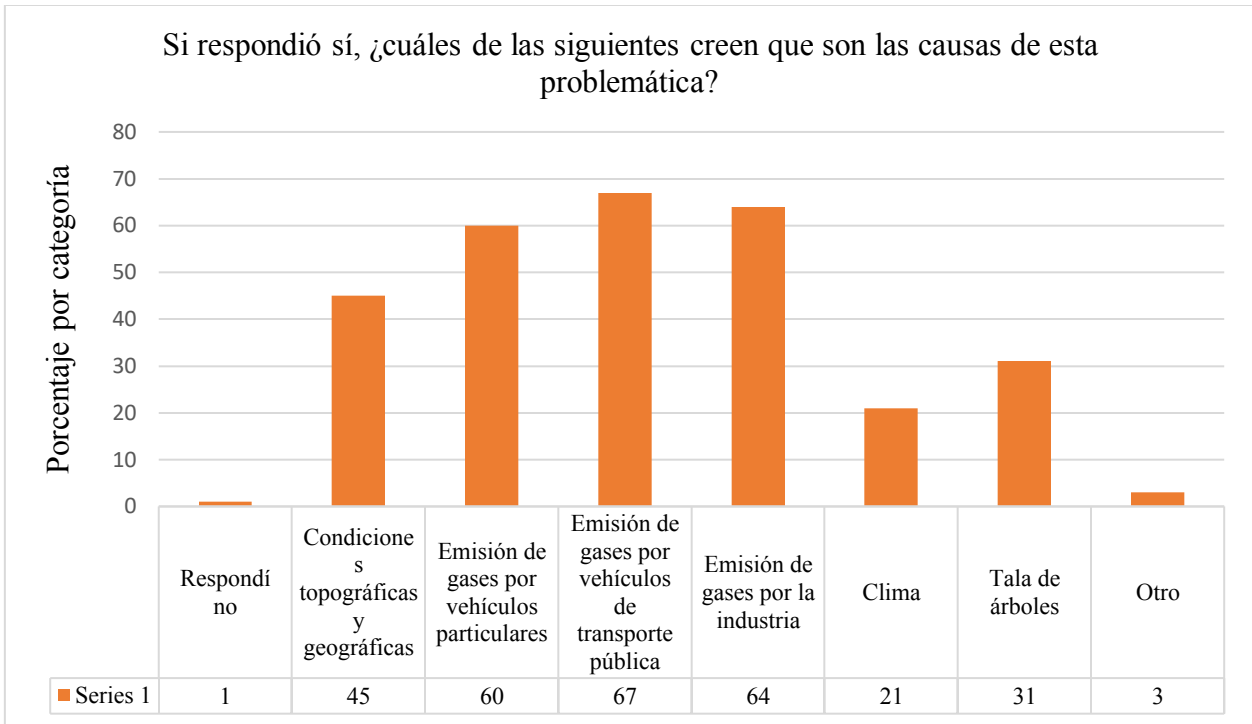


Figura 17. Consciencia sobre las causas del estado del aire en el Valle de Aburrá. (2019). Elaboración propia.

En la pregunta seis (Figura 16), el 98.67% están enterados del estado de la calidad del aire actualmente en el Valle de Aburrá y cuando se les preguntó sobre las causas de este estado en la pregunta siete (Figura 17), 88.16% aclaman que es debido a la emisión de gases por vehículos de transporte público, 84.21% por la emisión de gases por la industria, 78.95% la emisión de gases por vehículos particulares, 59.21% las condiciones topográficas y geográficas, 40.79% la tala de árboles, 27.63% el clima, 3.95% por otras razones.

Carlos Ríos afirma que los vehículos públicos, en especial los buses y los camiones que funcionan con diésel son los que mayor cantidad de material particulado 2.5 arrojan, que es el contaminante que más concierne al área, junto con el material particulado 10. Además, “la contaminación es en general proviene 80% de las fuentes móviles y 20% de las fuentes fijas”.

La investigación realizada en el marco contextual con fuentes como el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (2019) determinan que los factores que afectan en esta área son:

- Crecimiento poblacional humano: el aumento de la población incrementa la actividad humana en masa como el transporte automotor y la producción industrial.
- Densidad poblacional: Medellín está clasificada como la tercera ciudad más densa del mundo con 19.700 personas por kilómetro cuadrado.

- Geografía y condición morfológica: la retención de gases que causa el valle angosto.
- Clima y condiciones meteorológicas: el Valle de Aburrá está localizado en una región tropical, y tiene baja corriente de viento y se tienden a formar nubes a una baja altura lo que retiene los gases.

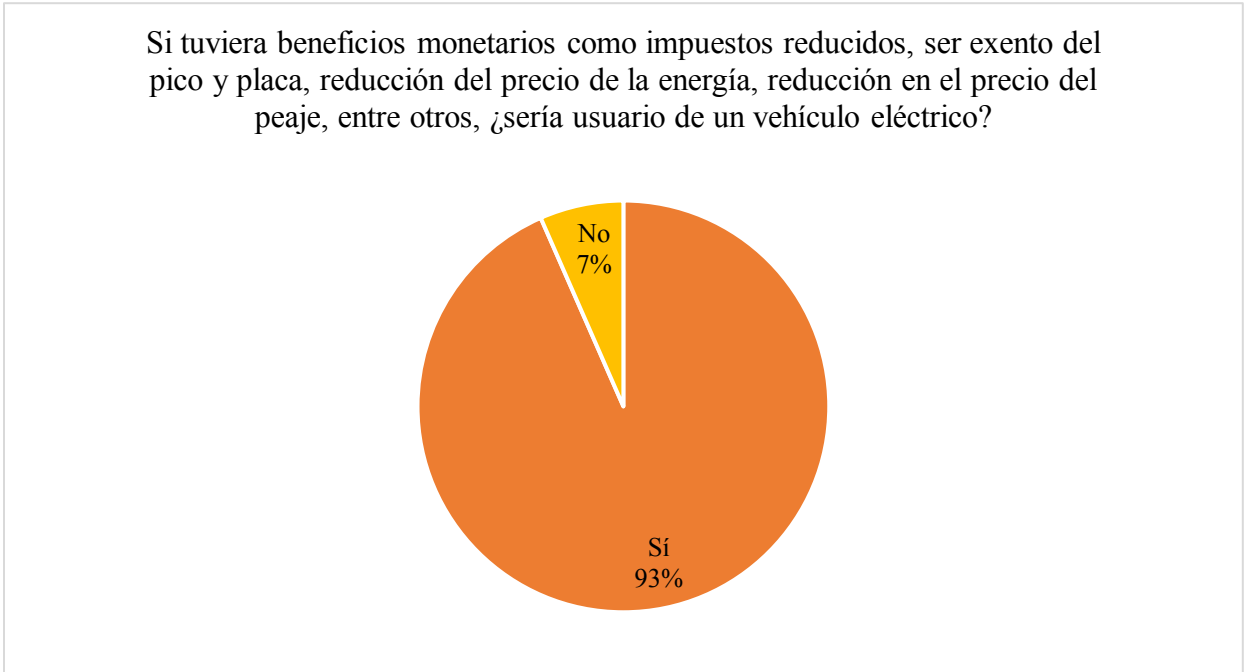


Figura 18. Interés en compra de vehículo eléctrico. (2019). Elaboración propia.

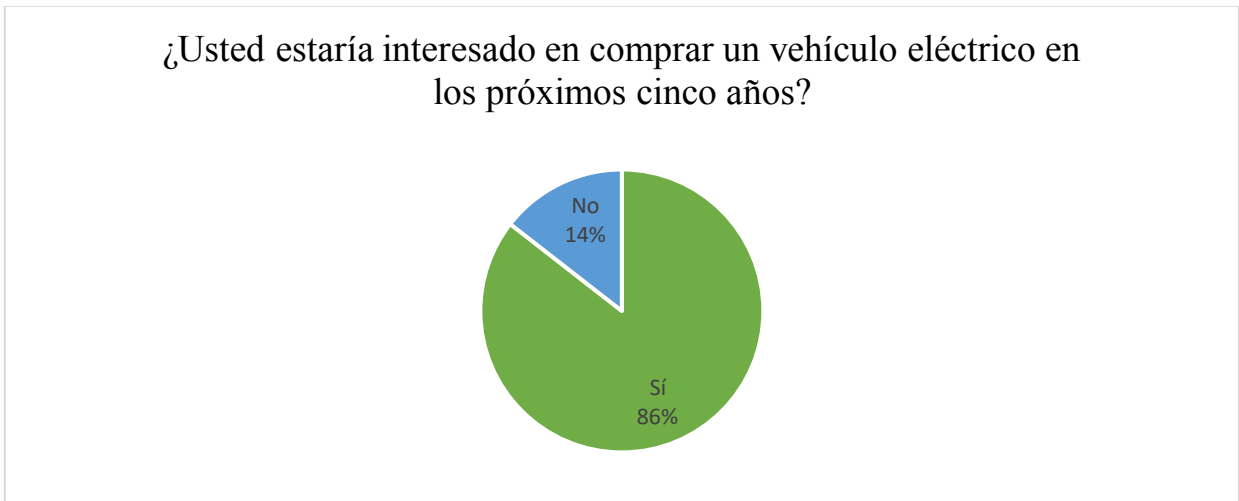


Figura 19. Interés en compra de vehículo eléctrico con motivaciones monetarias. (2019). Elaboración propia.

En la pregunta ocho (Figura 18) de la encuesta 85.53% de los encuestados estarían interesados en comprar un vehículo eléctrico en los próximos cinco años, pero para muchos cambia la

respuesta en la pregunta nueve (Figura 19) y el porcentaje aumenta a 93.42% cuando se les ofrecen beneficios monetarios como impuestos reducidos, ser exento del pico y placa, reducción del precio de la energía, reducción en el precio del peaje, entre otros. Esta alternativa ha nacido en parte “desde la misma normativa del Área Metropolitana con el plan integral de gestión de la calidad del aire, PIGECA, en donde pide la implementación de flota eléctrica en la ciudad y esto como tal motiva a que las personas reemplacen sus vehículos de aquí a 2030, y se plantea que, aunque sea un 10% de la flota de la ciudad en automóviles sean eléctricos y 20% en motos”, como plantea Carlos Ríos.

Con respecto al cambio del parque automotor de combustión interna al eléctrico, actualmente existen variadas causas que impiden que este sea rápido. Como se vio en la última pregunta de la encuesta, el costo monetario es un obstáculo para los ciudadanos a la hora de adquirir uno propio y para el gobierno municipal para una flota pública totalmente eléctrica.

Como la encuesta fue realizada a personas particulares que se movilizan en el poblado, se puede entender que esta población no tiene como objetivo adquirir un vehículo eléctrico por su propia cuenta, y las campañas realizadas en el momento se enfocan en el sector público y en el sector empresarial, ya que las empresas grandes deben tener Planes MES para optimizar el transporte de sus empleados, incentivando el carpool, la micro movilidad y el uso del sistema metro. Carlos Ríos entra más a profundidad en el tema cuando se le preguntó sobre los proyectos de política pública. Él afirma:

se realizó una firma del pacto por el aire con más de 90 empresas en todo el Valle de Aburrá con el fin de implementar los planes mes del Área Metropolitana que son los planes empresariales de movilidad sostenible con el fin de que las empresas empiecen a:
implementar planes de teletrabajo para disminuir viajes origen destino de trabajo hogar,
implementación de flota eléctrica, implementación de vehículos híbridos o a gas e
implementación de rutas empresariales para disminuir que las personas utilicen su vehículo persona y más bien utilicen rutas colectivas.

Conclusiones

Con base en el proceso investigativo y respondiendo a la pregunta ¿de qué manera se pueden implementar el uso de los vehículos eléctricos en la zona urbana del Valle de Aburrá para mejorar la calidad del aire? Se puede concluir que las personas identifican los tipos de vehículos que se movilizan en la ciudad y su propósito. Esto permitió constatar el saber con los conceptos abordados en el marco teórico en donde se expuso cada uno de estos vehículos y sus funciones.

En un segundo momento se revisaron las causas de la contaminación del Valle de Aburrá en donde se encontró, a nivel conceptual que, los vehículos de combustión y la urbanización son el mayor problema. Al constatarlo con la población se reafirma que las causas principales del estado actual del aire son los vehículos de combustión en primer lugar y la urbanización en el segundo. Pero hay que seguir concientizando ya que a pesar de que existe la mentalidad del transporte eléctrico, muchas veces se queda en la intención y no se ve reflejado en la realidad, y para eso, sobretodo, hay que crear leyes y políticas públicas que se ajusten a los estándares mundiales y a las necesidades de las sociedades del futuro. Estas deben de premiar el buen comportamiento pro ambiental. Para lograr que los jóvenes crezcan con esta cultura, se debe enseñar y mostrar las realidades ambientales en lugares como los colegios y los hogares.

Asimismo, más allá que crearlas, se deben implementar realmente en todos los aspectos de la sociedad para que los efectos deseados sean logrados. Se deben reducir las emisiones de CO₂, PM10, de PM2.5, SO_x, NO_x, VOC y otros contaminantes microscópicos. Es realmente pertinente dimensionar el daño ambiental que se hace al planeta con el estilo de vida que se tiene y entender cómo se puede cambiar. Como en el caso de Ámsterdam que buscan eliminar los vehículos de combustión completamente para el 2020, sería positivo para que la implementación tenga éxito, fijar fechas de eventos importantes, por ejemplo, el porcentaje de emisiones de CO₂ que se espera reducir. Además, se debe de buscar crear restricciones en la venta de vehículos de combustión interna, para lograr aminorar la cantidad de estos a gran escala. Un factor que se debe fortalecer a la par de lo anterior, son las vías para ciclistas y otros vehículos que hacen parte de la micro movilidad.

Pese a que se encontró una relación directa entre el daño que se genera al medio ambiente con el uso de vehículos de combustión interna y la conciencia que la población tiene sobre este hecho, el aumento en el uso de vehículos eléctricos no es tan grande como se quisiera y el parque automotor tradicional sigue creciendo descontroladamente.

Frente al último objetivo se concluye que los carros eléctricos y de combustión interna han estado presentes a través de la historia de los últimos siglos, afectando enormemente el estilo de vida de las personas y el desarrollo de las ciudades, posibilitando a mayor escala el transporte y conectando áreas que no se hubieran podido conectar antes. Debido a que los de combustión interna han impactado mayormente en las últimas décadas, han traído consigo el desafío de cómo reemplazarlos y de cómo adaptarse a lo que el ambiente ha sufrido, primeramente, por la ignorancia del hombre hacia los efectos de la quema de materiales a gran escala, en especial de gasolina, los efectos de la minería y ahora, por la avaricia que impide el cambio por el control que se tiene sobre la industria petrolera.

Finalmente, los aportes de este proyecto permiten comprender cómo la implementación de vehículos eléctricos en el Valle de Aburra puede disminuir la contaminación en esta área, porque proveen una alternativa viable para la demanda creciente de transportarse de una manera eficaz sin perjudicar la calidad del aire que se respira y contribuyendo a que la urbe sea un sistema sostenible que perdure en el tiempo.

Este proyecto les permitió a las investigadoras comprender que toda esta problemática de contaminación parte de la formación que se ha tenido en los últimos siglos, la cultura de consumo en la que se vive y el rol que cada ciudadano tiene en el cambio, impulsándolas a buscar modos de vida que se alineen con lo propuesto en el proyecto.

Referencias

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). *Calidad del aire en el Valle de Aburrá*. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de ¿Cuáles son los contaminantes del aire que respiramos? : <http://www.calidaddel aire.co/principales-contaminantes.php>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). *Calidad del aire en el Valle de Aburrá*. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de ¿Cómo medimos la calidad del aire en nuestro territorio?: <http://www.calidaddel aire.co/como-medir-ica.php>
- Alcaldía de Medellín. (29 de Febrero de 2016). Plan de Desarrollo Medellín cuenta con vos 2016-2019. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Alcaldía de Medellín. (marzo de 2017). Primer Informe de Gestión 2016. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Alcaldía de Medellín. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 25 de enero de 2019, de Análisis de la correspondencia entre el Plan de Desarrollo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible : <http://subinfo.github.io/new/ods/>
- Almeida, S. (6 de agosto de 2018). *knoow enciclopedia temática*. Recuperado el 27 de febrero de 2019, de Densidad Poblacional: <http://knoow.net/es/ciencias-tierra-vida/biologias/densidad-poblacional/>
- Archanco, E. (10 de diciembre de 2018). Micro Movilidad. Recuperado el 16 de mayo de 2019, de Qué es la micromovilidad: definición del medio de transporte urbano del futuro: <https://www.micromovilidad.es/articulos/que-es-la-micromovilidad-definicion>
- Banco Mundial IFC. (2008). Sostenibilidad ambiental. *Evaluación del apoyo ofrecido por el Grupo del Banco Mundial*. Washington D.C, United States.
- Basiago, A. (1999). *Economic, social, and environmental sustainability in development theory and urban planning practice*. Economic, Social, and Environmental Sustainability. Boston, Estados Unidos.
- Brodie, C. (22 de mayo de 2017). *World Economic Forum*. Recuperado el 27 de febrero de 2019, de These are the world's most crowded cities: <https://www.weforum.org/agenda/2017/05/these-are-the-world-s-most-crowded-cities/>
- Cerda, H. (1991). Los elementos de la Investigación. Ediciones El Búho. Bogotá, Colombia.

- Corporación Ruta N. (2016). Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad en Movilidad Eléctrica Sostenible. Medellín, Antioquia, Colombia. Obtenido de Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad en Movilidad Eléctrica Sostenible.
- Cremaschi, G., Cremaschi, M. E., Pantaleon, J., & Fiscarelli, D. (Septiembre de 2014). *Repositorio Institucional de la UNLP*. (Facultad de Arquitectura y Urbanismo) Recuperado el 24 de Enero de 2019, de Reflexiones sobre un sistema complejo: <http://hdl.handle.net/10915/54798>
- Ferrer, I. (9 de octubre de 2018). *El País*. Recuperado el 21 de mayo de 2019, de Holanda debe reducir las emisiones de CO2 en un 25% para 2020: https://elpais.com/sociedad/2018/10/09/actualidad/1539082887_013203.html
- García Martínez, G. (30 de noviembre de 2017). *Movilidad eléctrica*. Recuperado el 21 de mayo de 2019, de A partir de 2030 en Holanda solo se venderán coches cero emisiones: <https://movilidadelectrica.com/partir-2030-holanda-solo-se-venderan-coches-cero-emisiones/>
- Grupo Bancolombia. (2019). *Sostenibilidad*. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de ¿Qué es SOSTENIBILIDAD?: https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/acerca-de/informacion-corporativa/sostenibilidad/que-es-sostenibilidad?gclid=CjwKCAiAyfVhBRBsEiwAe2t_iyu7H744zmGYwpy9RjJBV-u8JjxNo8cnJ4qITaPNuECHUoKHjzUSIxOC8yIQAvD_BwE
- Heinberg, R. (2010). What Is Sustainability? *The Post Carbon Reader Series: Foundation Concepts*. California, United States of America.
- Hermelin, M. (Agosto de 2007). Valle de Aburrá. *¿Quo vadis?, 10*. Medellín.
- International Energy Agency. (Mayo de 2018). Global EV Outlook 2018. *Global EV Outlook 2018*. Francia: IEA Publications.
- Ley No. “Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones”. Congreso de la Republica de Colombia, Bogotá, Colombia. 25 de abril de 2019.
- Loggiodice, Z. (2008). Resultados de la Encuesta. Obtenido de <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/zll/resultados-investigacion.pdf>

- Mora Eusse, J. S. (3 de Mayo de 2018). *Medellín Cuenta*. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de El 70 % de los indicadores ODS de ONU son medibles en el Plan de Desarrollo de Medellín:
<https://www.medellincuenta.com/?NavigationTarget=navurl://5f437752b58dc80c6c1e517ed206064e>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2019). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 17 de Enero de 2019, de electrolito: <http://dle.rae.es/?id=EUovakV>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 17 de Enero de 2019, de electrólisis: <http://dle.rae.es/?id=EUlJdt1>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 17 de Enero de 2019, de Ánodo: <http://dle.rae.es/?id=2j8UyKk>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 17 de Enero de 2019, de Cátodo: <http://dle.rae.es/?id=7y0xMcC>
- REDACCIÓN 360 EN CONCRETO. (15 de julio de 2017). 360 en concreto. Recuperado el 21 de mayo de 2019, de Ciudades ejemplo en movilidad sostenible:
<https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ciudades-ejemplo-en-movilidad-sostenible>
- Rodríguez Gómez, G. y otros (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga. Ediciones Aljibe, S.L.
- Rueda Cruz, M. (23 de febrero de 2019). *BBVA*. Recuperado el 19 de mayo de 2019, de ¿Qué son las Smart Cities?: <https://www.bbva.com/es/las-smart-cities/>
- Secretaría de Movilidad de Medellín. [sttmed]. (20 de marzo, 2019). Un transporte innovador, incluyente y amigable con el planeta. Nos sentimos orgullosos de tenerlo @metrodemedellin. [Imagen de Instagram]. Recuperado de https://www.instagram.com/p/BvPm09aAJ_1/?utm_source=ig_share_sheet&igshid=1u58vmeqr2kst
- Suárez, P (2008). *Metodología de la investigación. Diseños y Técnicas*. Orión Editores Ltda. Bogotá, Colombia.

- Sunpower Corporation. (10 de octubre de 2017). Sunpower. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de The triple bottom line: a sustainable model for success:
<http://businessfeed.sunpower.com/business-feed/triple-bottom-line-sustainable-business-model-infographic>
- Warren, F. R. (2013). Practice of Sustainable Community Development. En F. R. Warren, A Participatory Framework for Change (pág. 458). New York: Springer-Verlag New York.

Bibliografía

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2019). Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Recuperado el 7 de marzo de 2019, de POECA, un protocolo en épocas de contingencia ambiental.: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/POECA.aspx><https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/POECA.aspx>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2019). Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Recuperado el 3 de abril de 2019, de Planes MES: <https://www.metropol.gov.co/movilidad/Paginas/movilidad-activa/acciones-de-promocion/planes-mes.aspx>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2019). Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Recuperado el 8 de mayo de 2019, de Plan Integral PIGECA: <https://www.metropol.gov.co/ambiental/calidad-del-aire/Paginas/Gestion-integral/PIGECA.aspx>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). Calidad del aire en el Valle de Aburrá. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de ¿Cuáles son los contaminantes del aire que respiramos? : <http://www.calidaddel aire.co/principales-contaminantes.php>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). Calidad del aire en el Valle de Aburrá. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de ¿Es la contaminación atmosférica una problemática mundial?: <http://www.calidaddel aire.co/problematika-mundial.php#Acelerado-crecimiento-urbano>
- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (s.f.). Calidad del aire en el Valle de Aburrá. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de ¿Cómo medimos la calidad del aire en nuestro territorio?: <http://www.calidaddel aire.co/como-medir-ica.php>

- Alcaldía de Medellín. (29 de Febrero de 2016). Plan de Desarrollo Medellín cuenta con vos 2016-2019. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Alcaldía de Medellín. (marzo de 2017). Primer Informe de Gestión 2016. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Alcaldía de Medellín. (s.f.). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Recuperado el 25 de enero de 2019, de Análisis de la correspondencia entre el Plan de Desarrollo y los Objetivos de Desarrollo Sostenible : <http://subinfo.github.io/new/ods/>
- Almeida, S. (6 de agosto de 2018). *knoow enciclopedia temática*. Recuperado el 27 de febrero de 2019, de Densidad Poblacional: <http://knoow.net/es/ciencias-tierra-vida/biologias-es/densidad-poblacional/>
- American Historama. (2017). *United States History for Kids*. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de Henry Ford and the Model T: <http://www.american-historama.org/1881-1913-maturation-era/henry-ford-model-t.htm>
- Archanco, E. (10 de diciembre de 2018). Micro Movilidad. Recuperado el 16 de mayo de 2019, de Qué es la micromovilidad: definición del medio de transporte urbano del futuro: <https://www.micromovilidad.es/articulos/que-es-la-micromovilidad-definicion>
- Banco Mundial IFC. (2008). Sostenibilidad ambiental. *Evaluación del apoyo ofrecido por el Grupo del Banco Mundial*. Washington D.C, United States.
- Basiago, A. (1999). *Economic, social, and environmental sustainability in development theory and urban planning practice*. Economic, Social, and Environmental Sustainability. Boston, Estados Unidos.
- Brodie, C. (22 de mayo de 2017). *World Economic Forum*. Recuperado el 27 de febrero de 2019, de These are the world's most crowded cities: <https://www.weforum.org/agenda/2017/05/these-are-the-world-s-most-crowded-cities/>
- BYD Company. (2018). *BYD*. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de Sustainable future: <http://www.byd.com/en/index.html>
- Cabia, D. L. (2018). *Economipedia*. Recuperado el Enero 17 de 2019, de Crisis del petróleo de 1973: <https://economipedia.com/definiciones/crisis-del-petroleo-1973.html>
- Cabia, D. L. (2018). *Economipedia*. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de Crisis del petróleo de 1973: <https://economipedia.com/definiciones/crisis-del-petroleo-1973.html>
- Cerda, H. (1991). Los elementos de la Investigación. Ediciones El Búho. Bogotá,

- Colombia.
- Colegio Marymount Medellín. (2017). MODELO MARYMOUNT. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Corporación Ruta N. (2016). Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad en Movilidad Eléctrica Sostenible. Medellín, Antioquia, Colombia. Obtenido de Observatorio CT+i: Informe No. 1 Área de oportunidad en Movilidad Eléctrica Sostenible.
- Cremaschi, G., Cremaschi, M. E., Pantaleon, J., & Fiscarelli, D. (Septiembre de 2014). *Repositorio Institucional de la UNLP*. (Facultad de Arquitectura y Urbanismo) Recuperado el 24 de Enero de 2019, de Reflexiones sobre un sistema complejo: <http://hdl.handle.net/10915/54798>
- El Mundo*. (23 de agosto de 2015). Recuperado el 21 de mayo de 2019, de ¿Qué es el carsharing?: <https://www.elmundo.es/motor/2015/07/23/55b1154846163f67098b4580.html>
- El tiempo. (28 de junio de 2017). *El tiempo*. Recuperado el 27 de febrero de 2019, de Esta es la evolución de las diez ciudades más densamente pobladas: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/crecimiento-de-las-ciudades-mas-densamente-pobladas-del-mundo-103226>
- Electromovilidad. (s.f.). *Electromovilidad*. Recuperado el 17 de mayo de 2019, de Tipos de coches eléctricos: <http://electromovilidad.net/tipos-de-coches-electricos/>
- Ferrer, I. (9 de octubre de 2018). *El País*. Recuperado el 21 de mayo de 2019, de Holanda debe reducir las emisiones de CO2 en un 25% para 2020: https://elpais.com/sociedad/2018/10/09/actualidad/1539082887_013203.html
- Foro Ambiental. (7 de Marzo de 2018). *Foro Ambiental*. Obtenido de Litio: ¿cómo afecta al medio ambiente y a las comunidades originarias?: <https://www.foroambiental.net/litio-afecta-al-medio-ambiente-las-comunidades-originarias/>
- García Martínez, G. (30 de noviembre de 2017). *Movilidad eléctrica*. Recuperado el 21 de mayo de 2019, de A partir de 2030 en Holanda solo se venderán coches cero emisiones: <https://movilidadelectrica.com/partir-2030-holanda-solo-se-venderan-coches-cero-emisiones/>

- Green Facts. (2018). *Green Facts*. Recuperado el 17 de Enero de 2019, de Corriente alterna y corriente continua: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/corriente-alterna.htm>
- Green Facts. (2019). *Green Facts*. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de Corriente alterna y corriente continua: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/corriente-alterna.htm>
- Grupo Bancolombia. (2019). *Sostenibilidad*. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de ¿Qué es SOSTENIBILIDAD?: https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/acerca-de/informacion-corporativa/sostenibilidad/que-es-sostenibilidad?gclid=CjwKCAiAyfvhBRBsEiwAe2t_iyu7H744zmGYwpy9RjJBV-u8JjxNo8cnJ4qITaPNuECHUoKHjzUSIxoC8yIQAvD_BwE
- Heinberg, R. (2010). What Is Sustainability? *The Post Carbon Reader Series: Foundation Concepts*. California, United States of America.
- Hermelin, M. (Agosto de 2007). Valle de Aburrá. ¿Quo vadis?, 10. Medellín.
- Iglesias Gómez, H., Cadena Gaitán, C., Hidalgo, D., Maya, A., Ramos, C., Kumov, V., & Tapia Salas, P. A. (2019). Movilidad limpia. Congreso de Movilidad Futura. Medellín: Grupo de liderazgo climático C40.
- International Energy Agency. (Mayo de 2018). Global EV Outlook 2018. *Global EV Outlook 2018*. Francia: IEA Publications.
- Jones, H. (2 de Julio de 2018). *The Guardian*. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de What's put the spark in Norway's electric car revolution?: <https://www.theguardian.com/money/2018/jul/02/norway-electric-cars-subsidies-fossil-fuel>
- Katwala, A. (5 de Agosto de 2018). *WIRED*. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de The spiralling environmental cost of our lithium battery addiction: <https://www.wired.co.uk/article/lithium-batteries-environment-impact>
- Ley No. “Por medio de la cual se promueve el uso de vehículos eléctricos en Colombia y se dictan otras disposiciones”. Congreso de la Republica de Colombia, Bogotá, Colombia. 25 de abril de 2019.
- Loggiodice, Z. (2008). Resultados de la Encuesta. Obtenido de <http://www.eumed.net/tesis-doctorales/2012/zll/resultados-investigacion.pdf>
- Mora Eusse, J. S. (3 de Mayo de 2018). *Medellín Cuenta*. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de El 70 % de los indicadores ODS de ONU son medibles en el Plan de Desarrollo de

- Medellín:
<https://www.medellincuenta.com/?NavigationTarget=navurl://5f437752b58dc80c6c1e517ed206064e>
- Niu, I. (15 de Noviembre de 2018). *Quartz*. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de Your next car could be electric—and Chinese: <https://qz.com/1463563/your-next-car-could-be-electric-and-chinese/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2019). *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*. Recuperado el 16 de Enero de 2019, de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 17 de Enero de 2019, de electrolito: <http://dle.rae.es/?id=EUovakV>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 17 de Enero de 2019, de electrólisis: <http://dle.rae.es/?id=EUlJdt1>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 17 de Enero de 2019, de Ánodo: <http://dle.rae.es/?id=2j8UyKk>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 17 de Enero de 2019, de Cátodo: <http://dle.rae.es/?id=7y0xMcC>
- Real Academia Española. (2019). *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 26 de marzo de 2019, de Definición de encuesta: <https://dle.rae.es/?id=FB7OOOp>
- REDACCIÓN 360 EN CONCRETO. (15 de julio de 2017). 360 en concreto. Recuperado el 21 de mayo de 2019, de Ciudades ejemplo en movilidad sostenible: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/ciudades-ejemplo-en-movilidad-sostenible>
- Redacción digital Blu radio. (20 de junio de 2017). Blu radio. Recuperado el 27 de febrero de 2019, de ¿Qué significa que Medellín sea la tercera ciudad más densamente poblada del mundo?: <https://www.bluradio.com/medellin/que-significa-que-medellin-sea-la-tercera-ciudad-mas-densamente-poblada-del-mundo-144736>
- Rodríguez Gómez, G. y otros (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Málaga. Ediciones Aljibe, S.L.
- Rodríguez Flórez, C. D. (1 de febrero de 2019). Medellín pondrá en funcionamiento 64 buses 100% eléctricos de la marca BYD. *La Republica*.

- Rueda Cruz, M. (23 de febrero de 2019). *BBVA*. Recuperado el 19 de mayo de 2019, de ¿Qué son las Smart Cities?: <https://www.bbva.com/es/las-smart-cities/>
- Secretaría de Movilidad de Medellín. [sttmed]. (20 de marzo, 2019). Un transporte innovador, incluyente y amigable con el planeta. Nos sentimos orgullosos de tenerlo @metrodemedellin. [Imagen de Instagram]. Recuperado de https://www.instagram.com/p/BvPm09aAJ_1/?utm_source=ig_share_sheet&igshid=1u58vmeqr2kst
- Suárez, P (2008). Metodología de la investigación. Diseños y Técnicas. Orión Editores Ltda. Bogotá, Colombia.
- Sunpower Corporation. (10 de octubre de 2017). Sunpower. Recuperado el 5 de marzo de 2019, de The triple bottom line: a sustainable model for success: <http://businessfeed.sunpower.com/business-feed/triple-bottom-line-sustainable-business-model-infographic>
- United States Environmental Protection Agency. (24 de Agosto de 2017). *United States Environmental Protection Agency*. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de Summary of the Clean Air Act: <https://www.epa.gov/laws-regulations/summary-clean-air-act>
- University of Groningen. (Octubre de 2015). *University of Groningen*. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de Sibrandus Stratingh (1785-1841): <https://www.rug.nl/society-business/university-museum/prominent-professors/stratingh?lang=en>
- Vepachedu Educational Foundation. (1 de Septiembre de 2017). *Research Gate*. Recuperado el 24 de Enero de 2019, de The History of the Electric Car: https://www.researchgate.net/publication/319787053_THE_HISTORY_OF_THE_ELECTRIC_CAR
- Warren, F. R. (2013). Practice of Sustainable Community Development. En F. R. Warren, A Participatory Framework for Change (pág. 458). New York: Springer-Verlag New York.
- Zacune, J. (s.f.). *Lithium*. Obtenido de Friends of the Earth Europe: https://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/13_factsheet-lithium-gb.pdf

Anexo A. Entrevista

La entrevista mostrada a continuación fue realizada a Carlos Ríos, gerente de movilidad humana en la Alcaldía de Medellín.

1. ¿Nos puede contar un poco sobre cómo está actualmente la condición ambiental en Medellín, especialmente en el ámbito del aire? Y ¿por qué?

Bueno actualmente como ustedes saben, en todo el área metropolitana tenemos alerta ambiental en la cual pasamos por estados desde prevención hasta alerta roja, de acuerdo al estado que nos da el SIATA en las 18 estaciones que tenemos en el área metropolitana, desde 2016 se hicieron públicos estos resultados y se hace este seguimiento del estado ambiental que posiblemente viene desde años atrás y no nos habíamos dado cuenta en este caso, pero ya con el seguimiento que se le ha hecho juicioso a SIATA pues podemos generar todas las alertas rojas de prevención para hacer todos los controles en este caso como restricciones del vehículo particular con el pico y placa entonces en este caso, esta es la última semana de pico y placa ambiental supuestamente esperamos que ya por las condiciones climáticas mejora la condición y podamos volver a la normalidad. En Medellín tenemos que lo que más nos afecta es el material particulado 2.5 que viene altamente de los vehículos diésel que en este caso hace parte de la flota de los buses que tenemos en el transporte público y también todo lo que son camiones y vehículos de carga. Aparte de eso hay otro componente que afecta el aire que es el material particulado pm 10, pero este hace parte del origen natural, el polvo, que es lo que uno percibe, el 2.5 es el que uno no percibe pero es el que más afecta a la salud e igual sabemos que la contaminación es en general proviene 80% de las fuentes móviles y 20% de las fuentes fijas y nosotros hacemos el control de las fuentes móviles pero el de las fuentes fijas es otro control que se le debe hacer a todas las industrias, etc. Digamos que ese es el estado actual de la ciudad y les estaré contando que estamos haciendo para mejorarlo.

2. Desde su conocimiento ¿qué impacto tienen los vehículos de combustión interna en la calidad de aire de la ciudad?

Entonces como les decía el porcentaje se divide entre 20% fuentes fijas y 80% fuentes móviles, en este caso tenemos que hacer una restricción al pico y placa y control ambiental entre la secretaria de movilidad y el área metropolitana a los vehículos pesados para que esos vehículos que pasan sus 20 años de vida útil y necesitan hacer un cambio. Esto se ha venido

generando con el área metropolitana que es la reposición de vehículos pesados de más de 20 años tanto en transporte público como en transporte privado, entonces la renovación de flota es lo más importante, eso es de los principales objetivos que tiene la secretaria, además de toda la implementación de planes empresariales para que todas las empresas vayan haciendo esa misma renovación de flota en las empresas de carga, etc.

3. ¿Considera que es viable o qué perspectiva tiene usted sobre el aumento del parque automotor eléctrico de la ciudad y qué proyectos de política pública se están gestionando alrededor de este tema?

Se realizó una firma del pacto por el aire con más de 90 empresas en todo el Valle de Aburrá con el fin de implementar los planes mes del Área Metropolitana que son los planes empresariales de movilidad sostenible con el fin de que las empresas empiecen a: implementar planes de teletrabajo para disminuir viajes origen destino de trabajo hogar, implementación de flota eléctrica, implementación de vehículos híbridos o a gas e implementación de rutas empresariales para disminuir que las personas utilicen su vehículo persona y más bien utilicen rutas colectivas.

4. ¿Qué considera usted que puede hacer la alcaldía municipal para aportar a la solución de esta problemática?

Desde la alcaldía hemos venido implementando flotas de vehículos eléctricos, en este caso tenemos 7 vehículos eléctricos, 3 camionetas y 4 Renault Twizy's, para el control de agentes desde la secretaría de movilidad. Hemos venido implementando el proyecto de buses eléctricos, que son 65 buses eléctricos, tenemos un piloto que ya está rodando por la ciudad hace más de 6 meses que es un articulado en metro plus en la línea uno, y vendrán 64 padrones que son vehículos de 80 pasajeros y son estos que transcurren por la línea dos por la avenida oriental también por línea uno. Estos vendrán a hacer parte de la línea de la avenida 80 para suplir parte del recorrido de lo que sería el tranvía como una medida a corto plazo hasta llegar el tranvía. Aparte de eso, también hay el proyecto de taxis eléctricos que son 1500 taxis eléctricos en tres años, que se espera que este año puedan entrar 250, se han hecho entonces todas las conversaciones con las empresas de taxi, ellos han decidido invertir, se les han dado lógicamente unos beneficios en cuanto a tarifa, porque el cierre financiero de estos vehículos, al ser más costosos y al tener su carga y reponer la batería a los 5 años de vida útil,

necesitan tener algún cierre financiero, entonces entrar con una tarifa más alta y algunos beneficios financieros por parte de EPM y la Secretaría de Movilidad.

5. ¿Qué nivel de consciencia de cuidado del medio ambiente cree usted que hay en la población de las personas que viven o transitan en la comuna 14?

Dentro de la comuna 14 tenemos el gran porcentaje de población con vehículos privados, esto no significa que las personas de la comuna 14 estén conscientes de dejar de usar el vehículo o del impacto ambiental que esto genera. Sabemos que en la comuna 14 por el desarrollo vial que se ha dado y por la topografía, la mayoría de viajes se realizan en vehículo particular. Sin embargo, hemos expandido varios proyectos como es CONVAL, CONVAL ha realizado proyectos viales en los que ha generado andenes en donde las personas pueden tener la accesibilidad que antes no tenía el poblado, o el proyecto de ciclorutas que ya ha generado 5 kilómetros de cicloruta en la comuna. Hemos visto que también muchas empresas como Bancolombia que hacen parte de esta comuna y otras empresas han generado también esos incentivos a los empleados en usar bicicletas eléctricas o bicicleta en general, en sentido de la ley 1811 que es dar medio día laboral por cada 30 días que uno monte en bicicleta, entonces uno ve que realmente si se ha podido avanzar tanto en parte de las empresas como de las instituciones educativas que también forman la comuna 14, como EAFIT, politécnico, que tenemos cómo mejorar o cambiar el uso que se le da a esta tecnología en la comuna, entonces pienso que si hay iniciativas por parte de los integrantes de esta comuna, hacen falta muchas y hace falta infraestructura también para poder brindar seguridad para que la gente pueda empezar a cambiar de modo, también desde la parte de transporte público se han implementado más rutas integradas al metro, entonces esto va a permitir que las personas puedan tener una oferta mayor de otros modos y empezar a moverse, y ser conscientes y dar una mano a la contingencia ambiental que tenemos en la ciudad.

6. Si no hay conciencia, ¿qué se puede hacer para crearla?

Hasta ahora estamos empezando, estamos generando la consciencia en las empresas, en las instituciones educativas, ya la consciencia lógicamente hay que ir la masificando, entonces para esto hay que tener muchas campañas de cultura, de consciencia ambiental para el uso y compartir el espacio con otros modos, y respetar al peatón, respetar al ciclista. Eso ayuda a

que la gente se sienta segura cuando transita en las calles. Son campañas de cultura vial y además de consciencia ambiental, entonces creería que por parte de las mismas instituciones educativas sería muy bueno gestionar eso, vehículo compartido, empezar a usar bicicletas como lo han empezado a usar las mismas empresas y motivar a sus estudiantes que viven cerca de sus colegios, a pesar de la topografía puedan llegar y usar la bicicleta. Me parece que son estrategias que se pueden brindar de lado y lado, tanto de la ciudadanía como de la misma alcaldía para que ese cambio se pueda dar.

7. ¿Qué tan importante cree usted que es el aspecto cultural (la percepción) que tiene la gente de los vehículos eléctricos respecto a esta problemática?

Me parece que los vehículos eléctricos son una alternativa bastante importante que ha nacido desde la misma normativa del Área Metropolitana con el plan integral de gestión de la calidad del aire, PIGECA, en donde pide la implementación de flota eléctrica en la ciudad y esto como tal motiva a que las personas reemplacen sus vehículos de aquí a 2030, y se plantea que aunque sea un 10% de la flota de la ciudad en automóviles sean eléctricos y 20% en motos, entonces creería que los vehículos eléctricos son una alternativa apropiada para mitigar todos estos impactos ambientales y contrarrestar estos efectos.