

Pontificia Universidad Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

DISERTACIÓN PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Análisis de factibilidad de implementación de buses 100% eléctricos (E-Buses) para impulsar la movilidad sostenible en el sistema de transporte urbano del Distrito Metropolitano de Quito

Autor:

Gonzalo Cueva Ruiz

Director:

Ing. Paúl Enríquez

Quito, abril de 2019

Dedicatoria:

A mi madre, a mi padre y a mis abuelitos: Leonor, Manuel, Argelia y Pío quienes han sido las personas que siempre han estado a mi lado desde mi niñez hasta la culminación de mis estudios profesionales.

Al Capítulo de estudiantes ACI PUCE y a la Sociedad de Debate PUCE, organismos estudiantiles que me permitieron dejar mi huella en mi querida universidad.

Agradecimiento:

En primer lugar a Dios quien siempre estuvo a mi lado durante este proceso académico, a mi padre, a mi madre y a mis abuelitos quienes siempre creyeron en mí y fueron mi baluarte durante mi carrera universitaria.

De forma especial al ingeniero Paúl Enríquez quien ha dirigido mi tesis y ha sido la persona que me ayudó a lograr culminar con éxito esta disertación de grado. Al ingeniero Lauro Lara y al ingeniero Gonzalo Moya por ser parte de mi proceso de titulación. A mis docentes, a mis compañeros de estudio que me acompañaron a transitar este camino universitario.

Así mismo, de forma especial a mis amigos del Capítulo de Estudiantes ACI PUCE, con quienes pudimos representar a nuestra querida facultad de ingeniería en concursos nacionales e internacionales con todo el compromiso y amor por la carrera necesario.

A mis amigos de la Sociedad de Debate PUCE, quienes fueron mis compañeros para representar a nuestra querida universidad en torneos nacionales e internacionales y que sobre todo me brindaron su amistad y me ayudaron a crecer en mi formación integral como miembro de la sociedad y como persona.

Resumen

Actualmente el mundo está inmerso en continuos avances tecnológicos e industriales lo cual afecta e influye directamente el concepto de ciudad, urbanismo y transporte urbano. Actualmente la sustentabilidad de las ciudades es cada vez más un compromiso de las autoridades y de los profesionales encargados de planificar, diseñar y ejecutar los procesos para el funcionamiento integral y sostenible de las ciudades.

Por lo tanto en la presente investigación se desarrollará un estudio de factibilidad para la implementación de buses 100% eléctricos en el sistema de transporte urbano del DMQ. Debido a que los buses eléctricos son una alternativa sostenible y eficaz para encaminar a las ciudades hacia la movilidad urbana sustentable, la cual es muy importante para tomar en cuenta por los gobiernos municipales, ya que satisface principalmente los siguientes puntos:

- Reducir la emisión de gases contaminantes del medio ambiente, de los vehículos de transporte público.
- Reducir la contaminación auditiva y emisión de ruido excesivo de los buses del sistema de transporte público.
- Reducir la dependencia hacia combustibles fósiles no renovables, por parte de la Empresa Pública Metropolitana de Movilidad y Obras Públicas de Quito y de las empresas de transporte urbano del DMQ.
- Promueve unidades de transporte masivo (autobuses) más eficientes en el aspecto de costos de operación.

Con la implementación de buses 100% eléctricos en el sistema de transporte urbano del DMQ se reducirían eminentemente las emisiones de gases contaminantes al aire de la ciudad, y por ende los usuarios del sistema de transporte público del DMQ respirarán un aire más limpio y reducirán la probabilidad de contraer enfermedades respiratorias en consecuencia de inhalar aire contaminado, enfermedades que se explicarán en los siguientes apartados del presente trabajo de investigación.

Al implementar el uso de buses 100% eléctricos como una política pública en el sistema de transporte urbano del Distrito Metropolitano de Quito, los habitantes de la ciudad, incluso quienes no utilizan buses como medio de transporte, resultarán beneficiados al poder respirar un aire más puro y menos contaminado en la ciudad. Puesto que, independientemente de si un habitante del DMQ sube a un bus para transportarse, éste está en constante contacto con los buses del sistema de transporte público, ya que estas unidades están presentes en muchas de las avenidas y calles más transitadas de la ciudad.

Introducción

Una de las problemáticas más importantes en las zonas metropolitanas, son las altas tasas de contaminación en sus ciudades, debido al creciente uso del vehículo particular como medio de transporte y de sus emisiones de gases contaminantes al ambiente, producto de la utilización de combustibles fósiles no renovables, y del uso de autobuses a diésel en el sistema de transporte público, particularmente en Quito, según los cuales generan una alta tasa de contaminación al medio ambiente, como se indica en el capítulo 3, apartado 3.3. De la presente tesis.

A nivel global, países como China implementan cada vez más el uso de buses 100% eléctricos (E-Buses) en sus sistemas públicos de transporte, con el objetivo de minimizar el impacto ambiental negativo de la contaminación, así como de tener unidades que operativamente en el tiempo son más rentables que los buses a diésel, según estudios de *Bloomberg New Energy Finance* se espera que la cantidad de autobuses eléctricos se triplique en la próxima década, de 386.000 el año pasado a 1.2 millones de unidades en 2025, equivalente al 47% de la flota mundial de autobuses urbanos. (Eléctricos, 2018)

China liderará este mercado, debido al fuerte apoyo interno y los ambiciosos objetivos del gobierno para fomentar la sustentabilidad de sus ciudades, así como de contribuir a disminuir la contaminación ambiental en las mismas. La ciudad china de Shenzhen anunció a inicios de 2018 año la electrificación completa de su flota con más de 16.000 autobuses eléctricos, prestando servicios en una región con más de 12 millones de habitantes. (Eléctricos, 2018)

Otro caso importante de implementación de buses 100% eléctricos en el continente americano es el caso de Santiago de Chile. Un plan del gobierno chileno, a finales del año 2018, trajo 200 nuevos buses eléctricos para potenciar la flota del Transantiago, el sistema de transporte público urbano que opera en el área metropolitana de la ciudad de Santiago. El plan pretende convertir a este país en el segundo país con mayor cantidad de buses 100% eléctricos en Sudamérica. (Fernández, El plan que busca convertir a Chile en el segundo país con más buses eléctricos del mundo, 2018)

El actuar chileno sigue a la tendencia en la que China se embarcó hace una década: combatir la alta contaminación de sus ciudades y satisfacer una demanda creciente de inversionistas por crear una industria automotora más moderna y más limpia. El último año, Chile planteó la meta de implementar "electrocorredores" a fines del 2018 para renovar el Transantiago, donde viaja a diario el 60% de los pasajeros de la capital.

La empresa chilena Enel-Distribución (anteriormente Compañía Chilena de Electricidad, es una empresa privada chilena distribuidora de energía eléctrica), esta adquirió 100 buses eléctricos que estarán en manos de la empresa operadora Metbus. Otro ejemplo es la empresa Vule, la cual adquirirá 75 buses eléctricos. La empresa chilena STP, por su parte, tendrá otros 25 adicionales. Todas las anteriores son empresas chilenas de transportes que comparten la operación de las líneas del Transantiago.

En el aspecto nacional, en el caso particular del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), el presupuesto para movilidad y transporte urbano es el rubro más alto del presupuesto municipal, el cual comprende cerca del 43% del mismo, con un valor de 738.6 mil millones de dólares debido a la importancia de fortalecer y construir alternativas de transportación urbana en el distrito metropolitano: entre ellas el metro de Quito, como la de mayor relevancia. (Carvajal, 2017)

El DMQ al ser la jurisdicción territorial y administrativa que comprende la capital de la república y al ser la segunda ciudad más poblada del país, su acelerado crecimiento poblacional y la expansión de la ciudad a lo largo de la hoya del Guayllabamba y de sus valles colindantes, han generado que las autoridades municipales promuevan e impulsen sistemas de transporte alternativos que busquen la sostenibilidad del sistema de transporte del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ). (Carvajal, 2017)

Quito es una metrópoli que produce una alta tasa de contaminación ambiental, principalmente a causa de las emisiones de CO_2 producidas por lo buses a diésel del sistema de transporte público del DMQ. Además, la emisión de este tipo de gases contaminantes afecta directamente a las vías respiratorias de los usuarios, lo cual puede provocar enfermedades respiratorias, dependiendo del tipo de gas inhalado. (Carvajal, 2017)

Índice de Contenido

Capítulo 1 13

Movilidad sostenible 13

1.1. Ciudades sustentables: logros y retos 13

1.2. Políticas urbanas para el desarrollo sostenible 16

1.3. Movilidad Sostenible en el mundo y en Latinoamérica 17

1.3.1. Consumo energético 19

1.3.2. Contaminación 19

1.3.3. Absorción de recursos de inversión 20

1.4. Indicadores de sostenibilidad de un sistema de transporte urbano. 21

1.5. Movilidad sostenible en el Distrito Metropolitano de Quito. 22

1.6. Uso de energía renovable como alternativa sustentable. 23

Capítulo 2 28

Buses 100% eléctricos (E-Buses) 28

2.1. E-Buses 28

2.1.1. Requisitos generales para la carga del autobús: Infraestructura 29

2.1.2. Tipos de sistema de carga 29

2.1.2.1. Sistemas Manuales 29

2.1.2.2. Sistemas de carga automática 30

2.1.3. Consideraciones de infraestructura y de ingeniería civil en el sistema 31

2.1.3.1. Terminales 31

2.1.3.2. Riesgos y mitigación de riesgos para las terminales de E-Buses 32

2.1.3.2.1. Riesgos: 32

2.1.3.2.2. Mitigación de riesgos: 35

2.2. Experiencia con E-Buses en el mundo. 36

2.2.1. Sistema de transporte público de Berlín (Streckengebundene Nahverkehrssysteme Berlin) 36

2.2.1.1. Marco para la electrificación del sistema de transporte urbano de Berlín: 38

2.2.1.2. Políticas públicas para la electromovilidad en Alemania 39

2.2.1.3. Proyecto E-Bus Berlín: Características técnicas 40

2.2.1.3. Ruta del E-Bus en Berlín 42

2.2.1.4. Experiencia con el sistema de carga de los E-Buses en Berlín 43

2.2.1.4. Empresa privada y universidades que apoyan la electrificación del transporte urbano en Berlín 45

2.2.2. Electromovilidad en China 47

2.2.2.1. Fabricación de vehículos eléctricos (E-vehicles) en China 47

2.2.2.2. Políticas públicas para impulsar la electromovilidad en China 48
2.2.2.3. Producción de buses 100% eléctricos (E-Buses) en China 48
2.3. Experiencia con E-Buses y electromovilidad en Latinoamérica. 50
2.3.1. Electromovilidad en América Latina 50
2.3.2. E-Buses y electromovilidad en Chile 52
2.3.2.1. Políticas urbanas para la electrificación del sistema de transporte público y privado en Chile 52
2.3.2.2. Adquisición de E-buses en Chile 54
2.4. E-Buses y Electromovilidad en Ecuador y en Quito 55
2.4.1. Políticas públicas para impulsar la movilidad sostenible en Ecuador 55
2.4.1.1. Exoneración de impuestos a vehículos 100% eléctricos en Ecuador 55
2.4.1.2. Tarifa diferenciada para la recarga de vehículos 100% eléctricos en Ecuador 57
2.4.2. Ejemplos prácticos de electromovilidad en Ecuador 57
2.4.2.1. Flota de taxis 100% eléctricos en la ciudad de Loja 57
2.4.2.2. E-Buses en Guayaquil 60
2.4.2.3. Pruebas de E-Buses en Quito 61
Capítulo 3 63
Impacto ambiental negativo de los vehículos a diésel y su afectación directa al nivel de servicio de un sistema de transporte urbano. 63
3.1. Impacto ambiental negativo de los vehículos a diésel en un sistema de transporte urbano 63
3.2. Enfermedades causadas a los usuarios y a los ciudadanos. 65
3.2.1. Elementos contaminantes del aire producidos por vehículos a combustión 65
3.2.1.1. Monóxido de Carbono (CO): 66
3.2.1.2. Ozono 66
3.2.1.3. Plomo (Pb) 66
3.2.1.4. Óxidos de nitrógeno (NOx) 67
3.2.1.5. Otros compuestos contaminantes peligrosos para la salud humana 67
3.2.2. Efectos de la contaminación sobre la salud humana 67
3.2.3. Relación de la contaminación del aire con la mortalidad 68
3.2.4. Relación de la contaminación del aire con la morbilidad 68
3.2.5. Los efectos negativos del ruido generado por automotores sobre el ser humano 70
3.3. La ciudad de Quito y sus altos niveles de contaminación del aire 71
Capítulo 4 72
Metodología de investigación 72
4.1. Objetivos de investigación 72
4.1.1. Objetivo general 72

4.1.2. Objetivos específicos ... 72
4.2. Marco metodológico ... 73
4.3. Investigación documental-bibliográfica ... 73
4.4. Recopilación de datos e investigación de campo ... 74
4.4.1. Obtención de datos cuantitativos ... 74
4.4.2. Obtención de datos cualitativos ... 74
Capítulo 5 ... 75
Resultados de la investigación ... 75
5.1. Resultados cuantitativos ... 75
5.1.1. Análisis económico de factibilidad ... 75
5.1.1.1. Costos de adquisición, operación y mantenimiento de un bus a diésel en el mercado ecuatoriano. ... 75
5.1.1.1.1. Características mecánicas bus a diésel ... 75
5.1.1.1.2. Tabla comparativa de costos de adquisición, operación y mantenimiento bus a diésel ... 77
5.1.1.2. Costos de adquisición, operación y mantenimiento de un bus 100% eléctrico en el mercado ecuatoriano. ... 79
5.1.1.2.1. Características mecánicas bus eléctrico ... 79
5.1.1.2.2. Tabla comparativa de costos de adquisición, operación y mantenimiento bus a diésel ... 82
5.1.1.3. Costo de una flota de buses 100% eléctricos en Ecuador ... 84
5.1.1.3.1. Cargadores individuales ... 84
5.1.1.3.2. Electrolineras ... 84
5.2. Resultados cualitativos ... 85
5.2.1. Interpretación de los resultados cualitativos (entrevistas) en función de los objetivos específicos ... 85
Capítulo 6 ... 92
Conclusiones, recomendaciones y propuesta ... 92
6.1. Conclusiones ... 92
6.2. Recomendaciones: ... 95
6.3. Propuesta ... 97
Bibliografía ... 98
Anexos ... 101

Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Ventas de vehículos eléctricos en el mundo 24
Ilustración 2: Países que prohibirán la venta de vehículos a combustión para el año 2040 25
Ilustración 3: stock de vehículos eléctricos (miles) 26
Ilustración 4: Inventario de vehículos eléctricos en el mundo (por miles) 26
Ilustración 5: incentivos para vehículos eléctricos en países nórdicos 27
Ilustración 6: proceso de carga son cables 30
Ilustración 7: proceso de carga con pantógrafo 30
Ilustración 8: proceso de carga inductivo 31
Ilustración 9: terminal de carga de buses eléctricos 32
Ilustración 10: Motor de energía estacionaria 33
Ilustración 11: Baterías estacionarias para respaldo y suministro de energía eléctrica 34
Ilustración 12 Cargadores de múltiples salidas 35
Ilustración 13: cargadores redundantes 35
Ilustración 14: datos estadísticos de la empresa de transporte BVG 37
Ilustración 15: rutas del sistema de transporte urbano de Berlín 37
Ilustración 16: tranvía en Alemania 38
Ilustración 17: E-Bus en Alemania 39
Ilustración 18: Estados federales alemanes que disponen de electromovilidad 40
Ilustración 19: Bus 100% eléctrico del sistema de transporte urbano de Berlín 41
Ilustración 20: Estructura interna de un E-Bus alemán 41
Ilustración 21: Ruta del E-Bus en Berlín 42
Ilustración 22: rendimiento y disponibilidad en el sistema de carga de E-buses en Berlín 43
Ilustración 23: compras acumuladas de E-buses 2018-2011 44
Ilustración 24: flotas de E-buses en Berlín 45
Ilustración 25: Empresa privada y universidades que apoyan la electrificación del transporte urbano en Berlín 45
Ilustración 26: número de E-vehicles vendidos en China 47
Ilustración 27: Fábrica de vehículos y buses 100% eléctricos de la empresa china BYD, ubicada en Lancaster, California, EE.UU 50
Ilustración 28: políticas de reducción y exención de aranceles que han desarrollado países latinoamericanos para fomentar la electromovilidad 51
Ilustración 29: distribución de puntos de carga para E-Vehicles en Santiago de Chile 53
Ilustración 30: comparador virtual de precios entre vehículos eléctricos y vehículos a combustión en Chile 54
Ilustración 31: tabla de exoneración al impuesto ICE para vehículos eléctricos en Ecuador 56
Ilustración 32: *Fotografía en las calles Av. Orillas del Zamora y calle Azuay, Loja-Ecuador:* 58
Ilustración 33: características de los taxis 100% eléctricos en Loja 59
Ilustración 34: costo de operación y mantenimiento del taxi eléctrico en Loja 59
Ilustración 35: costo de operación y mantenimiento del taxi a gasolina en Loja 60
Ilustración 36: Buses 100% eléctricos marca BYD que recorren la ciudad de Guayaquil 61
Ilustración 37: *Bus articulado 100% eléctrico circulando en Quito* 62
Ilustración 38: límites de emisiones de gases contaminantes que pueden emitir los diferentes tipos de combustible según su tipo 63
Ilustración 39: normativas internacionales para la regulación del combustible diésel 64
Ilustración 40: estándar de emisiones de vehículos según la normativa Euro 65

Ilustración 41: contaminación del aire en Quito 71

Índice de Tablas

Tabla 1: Boletín informativo “Ruidolfo bájale al ruido”. DAGMA-Alcaldía de Santiago de Cali.. 18
Tabla 2: Carga de vehículos 100% eléctricos en Ecuador 57
Tabla 3: Características mecánicas de un bus a diésel Hino AK 75
Tabla 4: tabla promedio de costos de buses a diésel disponibles en el mercado ecuatoriano: bus Hino AK 77
Tabla 5: Especificaciones técnicas E-bus BYD K9G 80
Tabla 6: tabla de costos promedio de un E-Bus en el mercado ecuatoriano: bus eléctrico BYD K9G 82
Tabla 7: Cargadores individuales para buses eléctricos en el mercado ecuatoriano 84

Capítulo 1

Movilidad sostenible

1.1. Ciudades sustentables: logros y retos

El desarrollo sostenible es un concepto que a partir de la década de 1980 ha venido tomando fuerza en el mundo entero. El desarrollo sostenible ha marcado la línea de acción de muchos gobiernos centrales y locales alrededor del globo. Quienes han puesto en práctica este concepto a través de la gestión de políticas urbanas amigables con el medio ambiente y basadas en los principios de la sostenibilidad de las ciudades.

Una de las definiciones más conocidas y mayormente aceptadas de este concepto, dice que el desarrollo urbano sostenible es la capacidad y las acciones de las ciudades para atender y satisfacer sus necesidades presentes, sin comprometer las capacidades de las futuras generaciones para atender y satisfacer las suyas. (Moller, 2006)

A partir de esta definición de sostenibilidad se crea un dilema social, que consiste en que, si bien es cierto que el desarrollo productivo e industrial a gran escala, colabora inminentemente con la destrucción de la naturaleza: contaminando recursos hídricos, talando bosques, contaminando la capa de ozono con gases de efecto invernadero, desde el punto de vista utilitario, no se puede negar la capacidad y la oportunidad de desarrollo a las ciudades, así como la oportunidad de contribuir a la lucha contra la pobreza a través de la generación de fuente de empleo.

Este dilema involucra a todos los actores principales de la sociedad, como lo son: estado, territorio y población. Así como a todos los habitantes de la población económicamente activa, como son empresarios, obreros, profesionales, emprendedores, microempresarios y actores de la economía popular y solidaria. Debido a ello para encontrar un equilibrio entre la explotación descontrolada de recursos y la necesidad de cuidar del medio ambiente, se pone en boga la definición de desarrollo sostenible.

Es importante tener presente que el Estado necesita explotar recursos minerales y pétreos para desarrollar obras de infraestructura, y que necesita utilizar recursos renovables como el agua o el viento para la generación de energía eléctrica en centrales hidroeléctricas o eólicas respectivamente, sin embargo, también es importante

considerar y respetar políticas de cuidado ambiental, y sobre todo, de sustentabilidad de los procesos de extracción, a través de una extracción responsable, que respete parámetros de responsabilidad ambiental, los cuales están normados en los distintos cuerpos legales que son regulados y supervisados por los diferentes ministerios, tales como el Ministerio del Ambiente, la Secretaría Nacional del Agua, el Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, entre otras carteras de estado y organismos públicos de control.

Si queremos entender cuál es la problemática detrás de lograr ciudades sostenibles, a través de la gestión de políticas urbanas y de extracción responsable de recursos, debemos remontarnos al año 1949, cuando el presidente de los EE.UU. Harry Truman define a los países que no habían alcanzado el nivel de desarrollo o de modus vivendi de Estados Unidos, como "países subdesarrollados".

A partir de allí, se determina en la comunidad internacional que todos los países del mundo se desarrollan en la misma dirección, es decir siguiendo el modelo de desarrollo norteamericano, europeo y japonés. Esto fijó una meta en los "países subdesarrollados", alcanzar el desarrollo en base a los modelos mencionados, mientras que los "países desarrollados" empezaron su carrera por mantener y aumentar sus niveles de desarrollo, lo cual hace que emerja una profunda crisis a nivel mundial, que se describe en dos elementos: "La crisis de la justicia" y "la crisis de la naturaleza".

"La crisis de la justicia" habla del papel hegemónico que juegan las superpotencias a nivel mundial en donde un ejemplo muy concreto expresa que "los 200 multimillonarios de los Estados Unidos manejan recursos superiores al Producto Interno Bruto de 48 países con 600 millones de habitantes". Lo cual significa que la posibilidad de que los países en vías de desarrollo alcancen los niveles de vida para su población de los países desarrollados es sumamente baja. Esto es importante cuando hablamos de ciudades sostenibles porque, si el hecho de que una población no se desarrolle económicamente genera pobreza, el momento en que se destruye el medio ambiente los primeros afectados son los pobres, porque el hecho de no tener acceso a servicios básicos genera que tengan que pagar más que otros por tener acceso a agua apta para consumo. En muchos casos tienen sus viviendas en zonas de alto riesgo, expuesto a inundaciones o

deslizamiento de montañas. Y en muchas ciudades viven cerca de empresas industriales, expuestos a gases tóxicos y aguas contaminadas por dichas industrias.

“La crisis de la naturaleza” habla acerca de que los modelos de desarrollo tradicionales expuestos anteriormente, están causando los graves problemas ambientales existentes en todos los países del globo. La destrucción ambiental que se desarrolla a nivel global trae como consecuencia que dichos modelos de desarrollo se hayan convertido en una real amenaza para la vida sobre la tierra. Lo cual ha puesto muy de moda el término desarrollo sostenible que se estudiará a lo largo de esta disertación de grado.

De acuerdo con Robert Golland, citado por Moller (2006), el calentamiento del planeta, la destrucción de la capa de ozono y el acelerado crecimiento de la tasa poblacional, población que necesita satisfacer sus necesidades básicas, de trabajo, vivienda, vestimenta, entre otras necesidades. Son muestras preocupantes de las fuertes presiones y socavación al medio ambiente que sufre el planeta Tierra a nivel global.

En el siglo XX ocurrieron varios acontecimientos que marcaron la mentalidad de los gobiernos de los países desarrollados la necesidad de crear políticas públicas que promuevan la lucha contra la contaminación ambiental y la promoción de ciudades sostenibles, que sin dejar de producir o satisfacer las necesidades de sus habitantes, puedan cuidar de la naturaleza y del medio ambiente a través de políticas urbanas que apunten hacia la sostenibilidad.

Algunos de estos acontecimientos fueron, por ejemplo, la nube de smog que cubrió a la ciudad de Londres en 1952, evento que cobró la vida de 4000 personas y generó miles de enfermos, producto de la contaminación del aire y las vías respiratorias de los afectados. Otro ejemplo sucedió en diciembre de 1984 tras la liberación de elementos contaminantes al medio ambiente como el isocianato de metilo, durante una inversión térmica, la cual fue la causa del desastre de Bhopal, que produjo 3 300 muertos y 20 000 afectados. Otro ejemplo muy conocido a nivel mundial de contaminación al aire y al medio ambiente, fue el desastre nuclear de Chernóbil, suscitado el 26 de abril de 1986, el cual a través del viento afectó directamente e inmediatamente la vida de miles de personas y de muchas otras a largo plazo.

Estos son, nada más, pocos ejemplos de desastres ambientales que han causado muerte de vidas humanas, fauna y flora en ciudades, como resultado de la carrera de los países desarrollados por mantener y aumentar dichos niveles de desarrollo, así como de los países sub desarrollados por intentar alcanzar el nivel de desarrollo de los países primermundistas, lo cual sin lugar a dudas despertó el gran interés de la comunidad internacional por buscar medidas y políticas de desarrollo sostenible más incluyentes, para la industria, para el comercio, para las ciudades y metrópolis. (Moller, 2006)

1.2. Políticas urbanas para el desarrollo sostenible

Las políticas urbanas son proyectos y actividades que diseñan los gobiernos centrales o municipales para satisfacer las necesidades de sus ciudadanos en aspectos de movilidad, trabajo, transporte urbano, economía, cultura, aspectos de cuidado ambiental e inclusión social. Para obtener resultados integrales estas políticas deben ser gestionadas de forma holística y articulada, entendiendo que las ciudades son puntos centrales de la sociedad moderna, con parámetros sociales, culturales y económicos en constante dinamismo.

Los actores principales en la gestión y planificación de las políticas urbanas son los ciudadanos y el territorio que ocupan en una determinada ciudad. Así como todos los factores sociales, económicos, culturales y de infraestructura que intervienen su modus vivendi. La gestión eficaz de dichas políticas dependerá de la capacidad de la gobernabilidad que se pueda desarrollar en un determinado territorio, así como de la articulación del trabajo entre el gobierno central y los gobiernos locales. Es muy importante para el correcto desarrollo de políticas urbanas contar con una activa participación ciudadana desde los diversos espacios comunales, barriales, empresariales, académicos y productivos que ocupan dentro de la sociedad. (Reyes Marzal & Boix Palop, 2014)

A medida que el nuevo siglo avanza, se vuelve más exigente la necesidad de articular políticas públicas que sean resilientes ante problemas cotidianos que viven los municipios como es el aumento y la complejidad de los problemas urbanos como el desempleo, el estallido de burbujas inmobiliarias, el endeudamiento hipotecario insostenible de personas que pierden sus empleos. En fin, muchas problemáticas que

deben afrontar los municipios, luchando todas en común con la complejidad que tienen muchos ayuntamientos para proveerse con el presupuesto y los recursos necesarios para hacer frente a estas constantes problemáticas urbanas.

Dado el alto impacto que tienen las políticas públicas urbanas en el diario vivir de miles de millones habitantes que viven en ciudades a lo largo del mundo, se debe replantear, cada día, la forma de hacer políticas públicas, dejando de hacer políticas públicas segmentadas y especializadas, que resuelvan problemas a corto plazo, y empezar a hacer políticas articuladas e integrales que intenten resolver los problemas urbanos a mediano y largo plazo, siempre con un enfoque encaminado a la resiliencia de las ciudades.

Las ciudades deben aprender de sus propios errores y mejorarlos en nuevas políticas públicas o mejorando y reformando las ya existentes, no se trata solamente de copiar modelos externos o extranjeros, sin antes realizar varios estudios de factibilidad y adaptación al medio donde se replicará una política determinada, para de esta forma adaptarla a la realidad local y tener éxito en los objetivos planteados.

Las metrópolis, ciudades y áreas urbanas que logran avanzar hacia el desarrollo sustentable de mejor manera, son aquellas que mantienen abiertos los canales de innovación en la gestión de políticas urbanas, teniendo como fundamento la sostenibilidad y la inclusión social, así como, manteniendo fórmulas de gobierno integrales, con gobernanza multinivel y una participación ciudadana activa. (Reyes Marzal & Boix Palop, 2014)

1.3. Movilidad Sostenible en el mundo y en Latinoamérica

Una vez analizados los conceptos de ciudad sostenible, la presente investigación empezará a enfocarse en una de sus áreas, conocida como la movilidad sostenible.

Vivimos en sociedades que rinden culto a la movilidad, en especial a la movilidad a través de vehículos mecánicos, además comúnmente se considera que mientras más grandes y rápidos sean estos, es mejor, ya sea desde un punto de vista de transporte individual o colectivo.

Sin embargo muchas veces se olvida, que la movilidad no es el fin, sino solamente un medio, para realizar actividades laborales, académica, familiares o simplemente de ocio. Lo que nos lleva a pensar que es menester reformular el pensamiento de la sociedad respecto de la movilidad urbana, a que esta sea sostenible, es decir que el usuario pueda en primer lugar analizar la posibilidad de usar medios no mecánicos como la bicicleta, o el transporte público, o combinar el transporte público con un tramo prudente a pie, lo cual sin duda reduciría gastos, y contaminación al medio ambiente.

En todo caso si no es factible el uso de bicicletas o de transportarse a pie, debido a las largas distancias, a la falta de infraestructura de ciclo vías o la percepción de inseguridad de las ciclo vías existentes por parte del usuario. Existe una respuesta amigable al medio ambiente, que es la utilización de un sistema de transporte sustentable, pero para que este sea sustentable debe cumplir ciertos parámetros ecológicos, ambientales y de accesibilidad al usuario.

La contaminación que producen los autobuses al emanar gases de efecto invernadero al aire de una ciudad, la debilitación de la capa de ozono de una urbe debido a dicha contaminación, la contaminación auditiva que producen las unidades debido a las características propias de los motores de combustión interna que funcionan con diésel, son parámetros que reducen la sustentabilidad de un sistema de transporte urbano.

Debido a ello se presentan a los buses 100% eléctricos (E-Buses) como unidades que no producen gases de efecto invernadero para ser emanados al medio ambiente y que no producen contaminación auditiva puesto que el ruido emitido por el motor es prácticamente imperceptible en comparación a los buses que funcionan con diésel.

Tabla 1: Boletín informativo “Ruidolfo bájale al ruido”. DAGMA-Alcaldía de Santiago de Cali

Máximo de decibeles permitidos según zonas de la ciudad de Cali		
Zona	Día (db)	Noche (db)
I Residencial	65	45
II Comercial	70	60
III Industrial	75	75
IV Tranquilidad	45	45

Elaborada por: (Moller, 2006)

Por otro lado, los impactos ambientales negativos que actualmente vive la Unión Europea (UE), respecto de varios parámetros relacionados con el transporte público, son:

1.3.1. Consumo energético

- Más del 30% de consumo de energía en la Unión Europea se destina al transporte y el 95% del mismo es destinado al transporte por carretera. (Reyes Marzal & Boix Palop, 2014)
- La dependencia de las importaciones de petróleo es negativa para los países de la UE, puesto que vuelve su economía y comercio exterior más vulnerables. Un ejemplo de ello es España, en donde el valor del petróleo y sus importaciones son totalmente determinantes para el déficit de su balanza comercial.
- Gran parte de los conflictos armados a nivel mundial están determinados por el control y la hegemonía sobre el petróleo, debido al elevado valor económico y comercial que tiene el petróleo en el mercado internacional. (Reyes Marzal & Boix Palop, 2014)

1.3.2. Contaminación

La extracción petrolera y su alta demanda en el mercado internacional, hace que los procesos de extracción de crudo a nivel mundial, sean una de las causas más contaminantes al medio ambiente que actualmente existen.

Un ejemplo de ello es la contaminación producida a lo largo de la Amazonía ecuatoriana, producida por compañías petroleras que dejaron grandes estragos por contaminación en los ríos y suelos de las zonas, los mismos que afectan directamente a la biodiversidad de fauna y flora, y a las comunidades cercanas que riegan sus cultivos con cuerpos de agua contaminados tanto superficiales como subterráneos.

El transporte en general es responsable de más del 30% de las emisiones europeas de gases de efecto invernadero y supone el 90% de las emisiones de monóxido de carbono. Además se conoce que en la UE la contaminación del aire causa mayor cantidad de muertes que los accidentes de tránsito. (Reyes Marzal & Boix Palop, 2014)

1.3.3. Absorción de recursos de inversión

En la UE el 40% de las inversiones públicas son dirigidas a proyectos de transporte, sin embargo esas medidas no solucionan los problemas de congestión crónica de sus ciudades, debido a varios factores como la sobreproducción y sobreventa de vehículos livianos y la sobrepoblación que experimentan varias metrópolis europeas. Así también las estructuras viarias suponen el 1.5% de la superficie de la UE concentrada mayormente en las ciudades y zonas agrícolas. De la misma forma, las estadísticas europeas señalan que el número de vehículos particulares y los kilómetros recorridos crecen más rápido que la población misma del continente. (Reyes Marzal & Boix Palop, 2014)

Como conclusión de estos impactos negativos del transporte se puede observar que el vehículo particular es el medio de transporte menos eficaz desde un punto de vista energético. Y que los autobuses que utilizan hidrocarburos para su funcionamiento, son vehículos que aunque puedan transportar a más personas que un automóvil siguen contaminando en gran escala al medio ambiente, por lo que los autobuses 100% eléctricos son una alternativa muy atractiva que se viene proponiendo y ejecutando en los modernos modelos y sistemas de transporte a nivel mundial. (Reyes Marzal & Boix Palop, 2014)

En la experiencia de sistemas de transporte sustentables en Latinoamérica tenemos el caso de Santiago de Cali, en donde se creó y desarrolló el Plan de Ordenamiento Territorial y ElPlan Vial de Cali, como condicionantes para la solución de los problemas de transporte urbano. En este plan se aplica el Modelo Curitiba, el cual es un modelo de urbanismo verde y desarrollo sostenible que busca la modernización de las ciudades sin sacrificar el patrimonio natural, ni la identidad cultural de las urbes en el proceso. Parte del éxito que ha tenido este plan se basa en los ejes de trabajo que ha mantenido, los cuales han sido liderados por el municipio de la ciudad de Santiago de Cali, que consisten en:

El Plan Vial de Cali: el cual consiste en una planificación para ampliar la red vial de la ciudad, así como racionalizar el sistema vial a corto plazo y optimizar el actual sistema

de transporte urbano de la ciudad. Así como aumentar progresivamente la capacidad de pasajeros de los buses en mención.

El plan vial de Cali también se preocupa de los peatones, pues prevé la construcción de puentes peatonales y más soluciones para los peatones, como la construcción y repotenciación de andenes y paraderos en diversas partes de la ciudad.

Por otra parte Santiago de Cali, cuenta con un Plan de Ordenamiento territorial (POT), el cual reúne todos los lineamientos básicos para concretar una visión a futuro de la ciudad. Dicho plan busca promover la gestión ambiental, así como asegurar el desarrollo armónico de los espacios de la ciudad en concordancia con las condiciones ambientales.

Por último Santiago de Cali considera en su planificación urbana la creación de condiciones seguras para la movilidad de peatones y ciclistas en la ciudad. Para ello es necesario la creación de espacios que permitan a las personas ir a pie y en bicicleta por la ciudad de forma segura, no solo en una parte, sino en toda la ciudad. Aunque el argumento en contra de la reconstrucción en masa de las ciclo vías son sus altos costos, los cuales se consideran demasiado elevados para ciudades del presupuesto que actualmente reciben las ciudades de América Latina. Esto aleja a las ciudades latinas de acercarse al modelo europeo de ciclo rutas que cubre casi la totalidad de kilómetros de las vías para vehículos. Sin embargo se plantean soluciones alternativas como la de crear espacios seguros para ciclistas y peatones a través de la redistribución del uso de la vía ya existente a favor de peatones y ciclistas, separando dicha ciclo vía a través de bolardos, materas, árboles u otros objetos empotrados en las calles.

1.4. Indicadores de sostenibilidad de un sistema de transporte urbano.

"Un sistema de transporte urbano es insostenible cuando éste fomenta o permite la contaminación innecesaria del aire, el aumento del ruido, la exclusión social, la discriminación por sexo o edad, el aumento de la pobreza, los accidentes, la violencia y agresividad, etc." (Moller, 2006)

La determinación de cómo un sistema de transporte urbano será insostenible se mide a través del uso de indicadores. Un indicador se define como una medición de parámetros a considerar para poder obtener conclusiones, en el presente estudio, el nivel de insostenibilidad de un sistema.

Los indicadores que comúnmente se usan son los indicadores ambientales, los cuales a su vez se dividen en: contaminación del aire, medición de la calidad del aire, consumo de combustibles, número absoluto de autos y motos matriculados, el ruido.

Los indicadores sociales considerados en este trabajo son: medir la calidad del transporte público, la calidad de los buses, espacios seguros para ciclistas, porcentaje de pavimentación de la red vial, estadísticas de víctimas y heridos en accidentes de tráfico.

Por otra parte, los indicadores económicos y financieros considerados para este trabajo son: empleo en el transporte urbano, endeudamiento financiero del sector público, distribución equitativa de la financiación pública en el transporte urbano. (Moller, 2006)

1.5. Movilidad sostenible en el Distrito Metropolitano de Quito.

Según Miralles Guasch (2002), citado por (Gordón Salvatierra, 2012), el proyecto trolebús de Quito es un proyecto emblemático para la ciudad, pues marca un antes y un después en la movilidad sostenible de la ciudad, además de haber sido uno de los primeros Sistemas de Bus Rapid Transit BRT en América Latina.

Sin embargo estos trolebuses son vehículos híbridos, que aún generan dependencia hacia combustibles fósiles y aún producen contaminación al medio ambiente, a diferencia de los buses 100% eléctricos que no dependen de diésel y no expulsan gases contaminantes al aire de la ciudad.

A raíz de que Quito fue declarado Primer Patrimonio Cultural de la Humanidad en el año de 1978, se inició con un intento de realizar políticas urbanas de sustentabilidad para la ciudad, pero a consideración de los autores Guasch y Gordón Salvatierra, es hasta la implementación del sistema hibrido trolebús que se inicia con la gestión de políticas públicas de largo plazo y que generen una visión más holística para abarcar la sostenibilidad de la ciudad. Puesto que hay que considerar que el trolebús recorre la ciudad de sur a norte.

Lamentablemente el hecho de que apenas uno de los tres sistemas BRT que tiene la capital sea al menos hibrido, y que ninguna de las rutas alimentadoras cuente con buses 100% eléctricos (en funcionamiento permanente), hacen que ésta aún sea una política urbana parcialmente eficiente en términos de reducir la emisión de gases de efecto

invernadero, pero que aún es una política urbana desarticulada. Puesto que debería considerarse la implementación de buses 100% eléctricos o híbridos tanto en la Ecovía, en el Metrobus, en los corredores y en los buses alimentadores que salen de las distintas estaciones que complementan a los sistemas BRT.

Los tres ejes fundamentales para fomentar el transporte urbano sostenible que desde el año 1976 Quito Alcaldía ha manejado son: resolver el caos del transporte público, implantar una red integrada de transporte y reducir la contaminación ambiental. (Gordón Salvatierra, 2012)

En 1976 se aprueba en el consejo metropolitano la ordenanza No 1784, que fomenta el transporte sostenible, pero es en 1994, en donde a través de una reforma incluyen a las emisiones de gases por parte de vehículos privados y públicos como agentes contaminantes además del ruido. Esta medida como cualquier otra política pública tuvo su impacto social, el cual se centró en que los transportistas se negaban a acoplarse a esta ordenanza, al punto de que paralizaron dos veces la ciudad en rechazo a la medida. Lo que claramente indica que una política pública sobre urbanismo sustentable debe ser socializada de forma adecuada con la ciudadanía a través de charlas a los grupos civiles directamente involucrados, difusión en medios de comunicación y en los canales de comunicación pertinentes.

1.6. Uso de energía renovable como alternativa sustentable.

La electromovilidad es el conjunto de desplazamientos que se realiza por medio de vehículos propulsados total o parcialmente por energía almacenada en baterías. Es además un tema de interés de muchos gobiernos y empresas privadas de transporte a nivel mundial debido al uso de energía eléctrica como remplazo del diésel, lo que reduce costos de operación y a su vez no genera emisiones de gases de efecto invernadero a la capa de ozono.

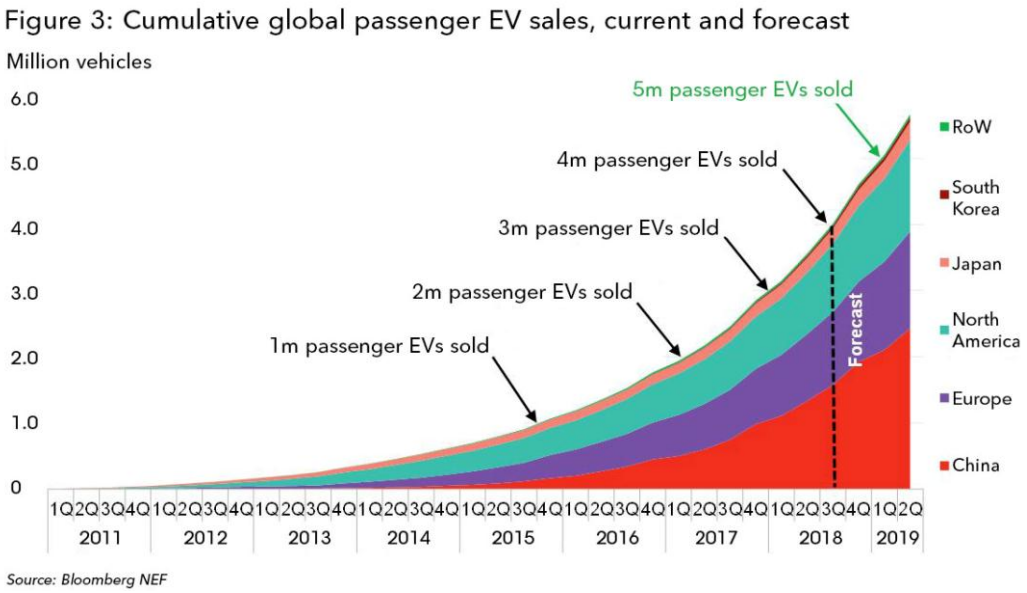


Ilustración 1: Ventas de vehículos eléctricos en el mundo

Elaborado por: (Bermúdez Forn, 2018)

Según Esteban Bermúdez Forn (Bermúdez Forn, 2018), Coordinador de MOVE Movilidad Eléctrica en Latinoamérica, de ONU Medio Ambiente, en septiembre de 2018 se alcanzó el record de 4 millones de vehículos eléctricos a nivel global, y un total de más de 420,000 buses eléctricos en circulación.

Varios países se han comprometido a poner fin a los vehículos de combustión, mientras que otros países ya están definiendo sus metas de reducción de emisiones en transporte.

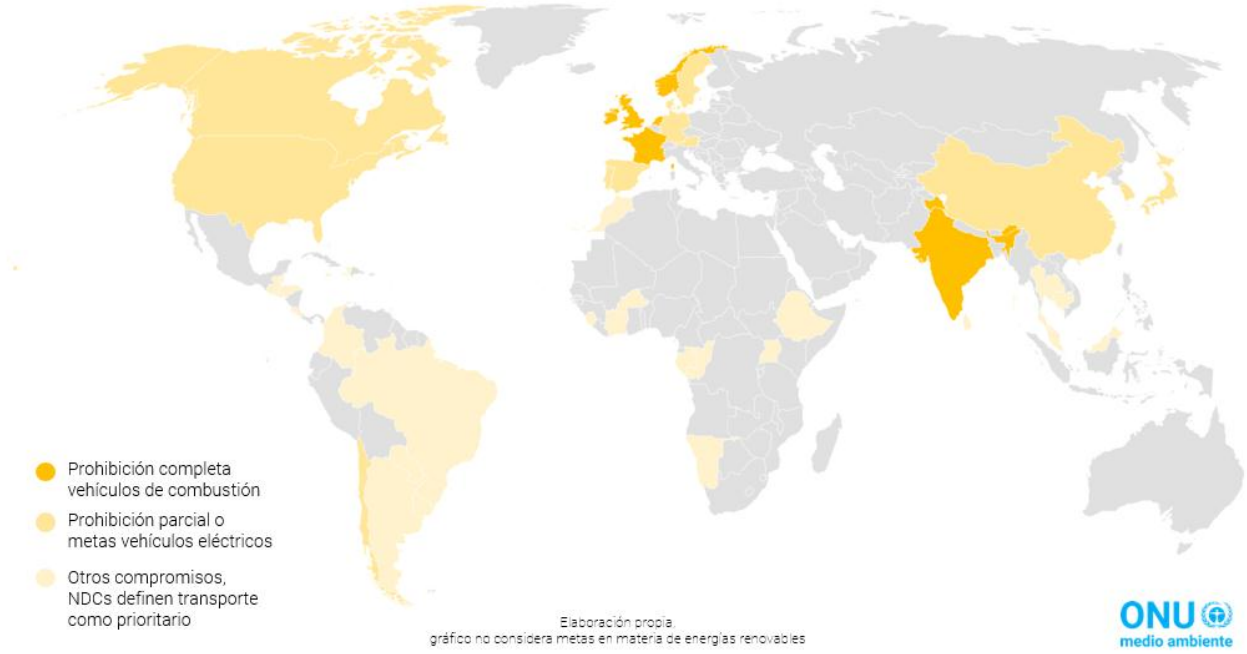


Ilustración 2: Países que prohibirán la venta de vehículos a combustión para el año 2040

Elaborado por: (Bermúdez Forn, 2018)

En el año 2017, el presidente de Francia Emmanuel Macron anunció que su país se sumaba a varios países europeos que prohíben la venta y comercialización de vehículos que funcionan a diésel, con el objetivo de contribuir al desarrollo sostenible de sus sistemas de transporte y sobre todo a reducir la emisión de gases de efecto invernadero al medio ambiente. Siendo 2040 la fecha tope en la que ya no se podrá vender ningún vehículo de este tipo. Lo cual sin duda motivará al sector automovilístico a migrar holísticamente a la tecnología de la electromovilidad.

Como incentivo el gobierno francés ofrece a sus ciudadanos incentivos financieros para chatarrizar vehículos a diésel fabricados antes de 1997 y vehículos a gasolina fabricados antes de 2001. Está medida pretende convertir al país europeo en un país neutral ante la contaminación con carbono para 2050. Estas políticas de estado fortalecen la electromovilidad y por ende la visión de transporte sostenible en la Unión europea y en el mundo. (Sandoval, 2017)

A continuación se muestran una relación del stock de vehículos eléctricos versus el año de puesta en circulación en varios países de la unión europea:

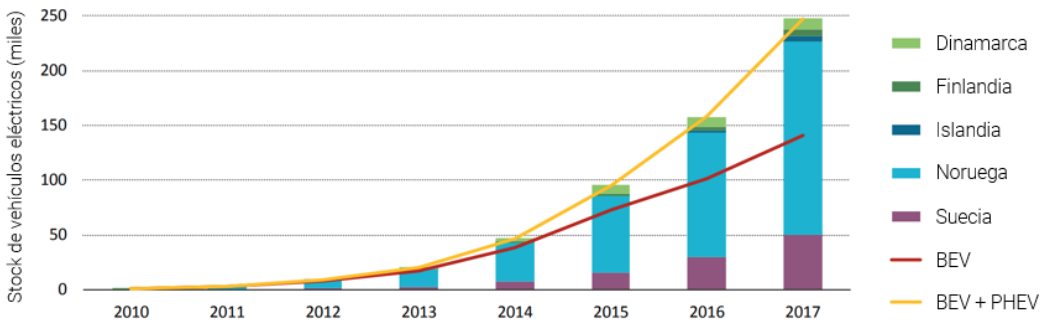


Ilustración 3: stock de vehículos eléctricos (miles)

Elaborado por: (Bermúdez Forn, 2018)

A continuación se muestran una relación del stock de vehículos eléctricos versus el año de puesta en circulación en varios países de la unión europea, considerando el tipo de motor eléctrico que poseen, ya sea BEV (Vehículos eléctricos a batería) por sus siglas en inglés o PHEV (Vehículos híbridos eléctricos enchufables) por sus siglas en inglés:

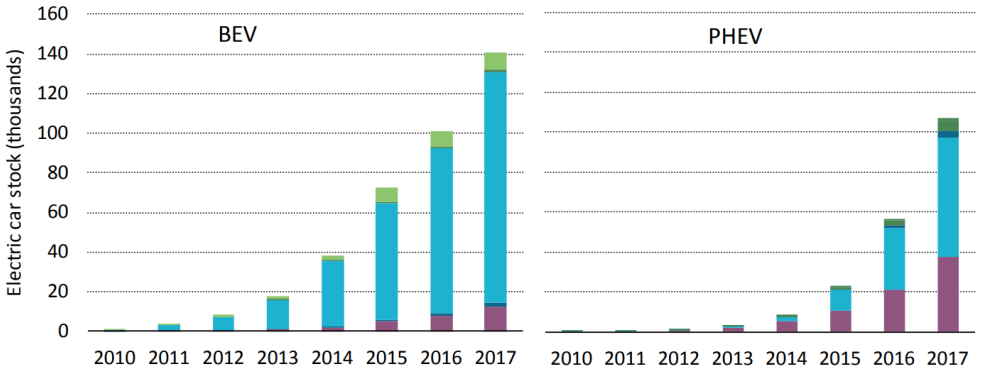


Ilustración 4: Inventario de vehículos eléctricos en el mundo (por miles)

Elaborado por: (Bermúdez Forn, 2018)

Los incentivos gubernamentales, a través de la implementación de políticas públicas de electromovilidad y transporte urbano sustentable, son muy importantes para que los ciudadanos opten por usar vehículos 100% eléctricos, como se puede observar en la siguiente tabla, algunos de los incentivos que varios países nórdicos de la unión europea emplean para fomentar el uso del vehículo eléctrico son:

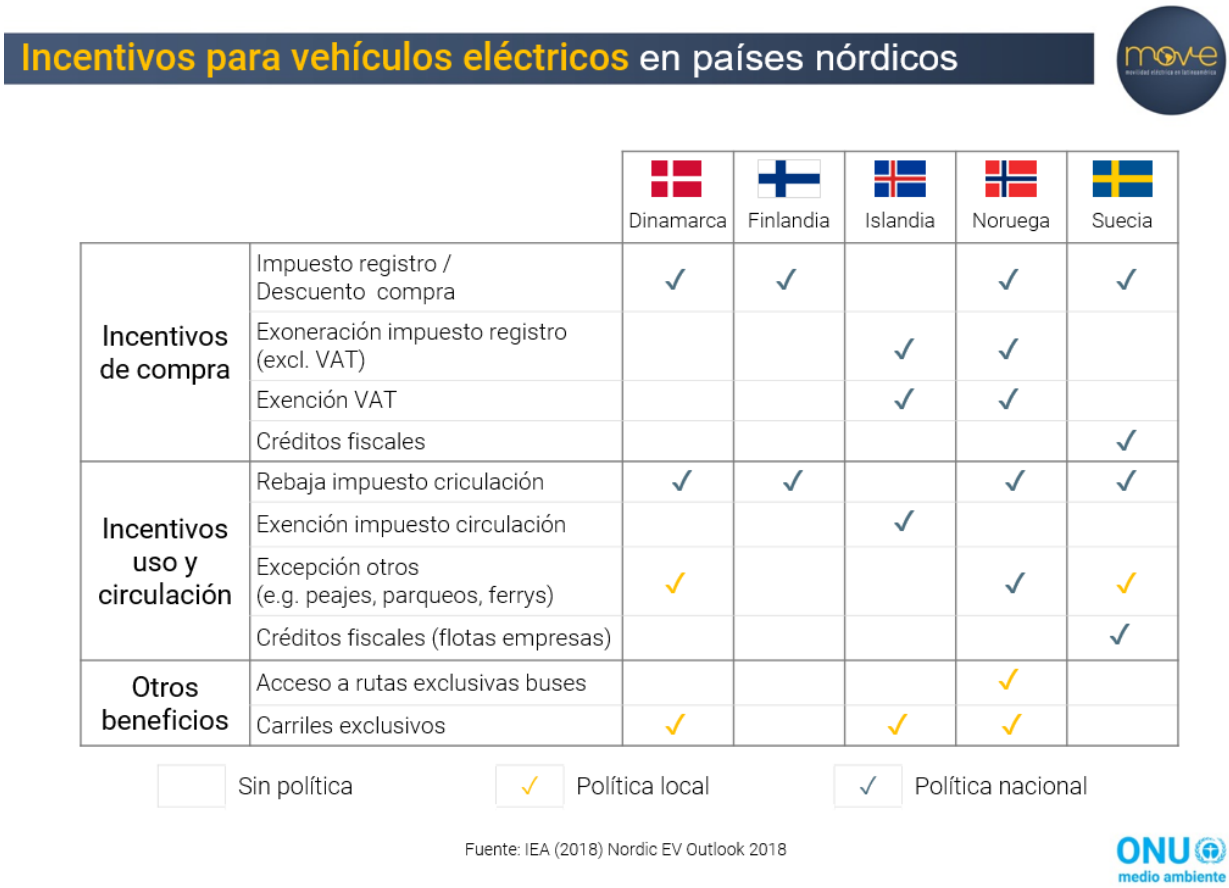


Ilustración 5: incentivos para vehículos eléctricos en países nórdicos

Elaborado por: (IEA, 2018)

Capítulo 2

Buses 100% eléctricos (E-Buses)

2.1. E-Buses

Como se ha mencionado en el capítulo anterior, las ciudades a lo largo del mundo enfrentan cada día problemáticas referentes a la contaminación ambiental y a la mala calidad del aire que sus habitantes respiran, debido a la emisión de gases de efecto invernadero de los buses de transporte urbano, así como de los vehículos, siendo clara la tendencia del ciudadano promedio a aspirar a la adquisición de un vehículo particular.

Sin embargo las políticas de sustentabilidad de las ciudades han llevado a la industria a desarrollar nuevas tecnologías y nuevos conceptos de movilidad, que colaboren a la mitigación de estas problemáticas ambientales, una de ellas son los buses 100% eléctricos (E-Buses), estos buses tienen la capacidad de reducir dramáticamente los niveles de contaminación del aire, reducir exponencialmente las emisiones de gases de efecto invernadero y eliminar la contaminación auditiva generada por el transporte público.

Los buses 100% eléctricos pueden acoplarse completamente a un sistema de transporte ecológico y amigable con el medio ambiente, como es la tendencia de muchas ciudades y metrópolis a lo largo del globo.

Este tipo de buses, al funcionar con energía que es obtenida ya sea a partir de baterías o de sistemas de carga continua, son 100% libres de emisiones de CO_2, uno de los gases de efecto invernadero mayormente presentes cuando de contaminación del aire de las urbes se trata. Sin embargo la factibilidad económica es un tema que debe acompañarse de la ingeniería de costos adecuada para que pueda resultar factible, así como de parámetros técnicos adecuados de carga y mantenimiento. (Pihlatie, Samu, Teemu, Karvonen, & Nylund, 2014)

Un adecuado análisis costo beneficio, así como los parámetros técnico económicos, serán necesarios para evaluar e identificar las líneas de buses idóneas para ser electrificadas, puesto que dicho proceso en los países donde ha sido implementando, normalmente se lo ha realizado por fases de tiempo.

Por ejemplo, en Helsinki- Finlandia, el organismo municipal responsable de organizar el transporte público en la ciudad, anunció que existe un plan para aumentar su cuota de E-Buses notablemente. La cuota de autobuses eléctricos fue del 1% en 2015, será del 10% en 2020 y del 30% en el 2025. (Pihlatie, Samu, Teemu, Karvonen, & Nylund, 2014)

2.1.1. Requisitos generales para la carga del autobús: Infraestructura

- Interoperabilidad: los cargadores eléctricos existentes en el sistema, deben ser suficientes para satisfacer al número de buses eléctricos.
- Escalabilidad: la escalabilidad es la capacidad del sistema de ir aumentando progresivamente la capacidad de trabajo y el tamaño de la flota, sin comprometer el funcionamiento y la calidad del sistema.
- Integración en la infraestructura de la ciudad: la construcción de obras civiles adecuadas para cargar los buses ya sea por las noches en los parqueaderos del sistema o con sistemas de carga continua a lo largo de las rutas de los buses, serán fundamentales para el buen funcionamiento del sistema.
- Compatibilidad a nivel de sistema con la red eléctrica: debe existir un estudio de ingeniería eléctrica adecuado para poder adaptar las necesidades de los E-Buses a los sistemas eléctricos de la ciudad donde se vaya a implementar un sistema de transporte con E-Buses. (Pihlatie, Paakkinen, & Anttila, Electric buses and recharging systems, 2017)

2.1.2. Tipos de sistema de carga

2.1.2.1. Sistemas Manuales

Este tipo de sistemas funcionan a través de cables que se conectan directamente desde el puerto de carga del E-Bus al enchufe en la estación de carga correspondiente.

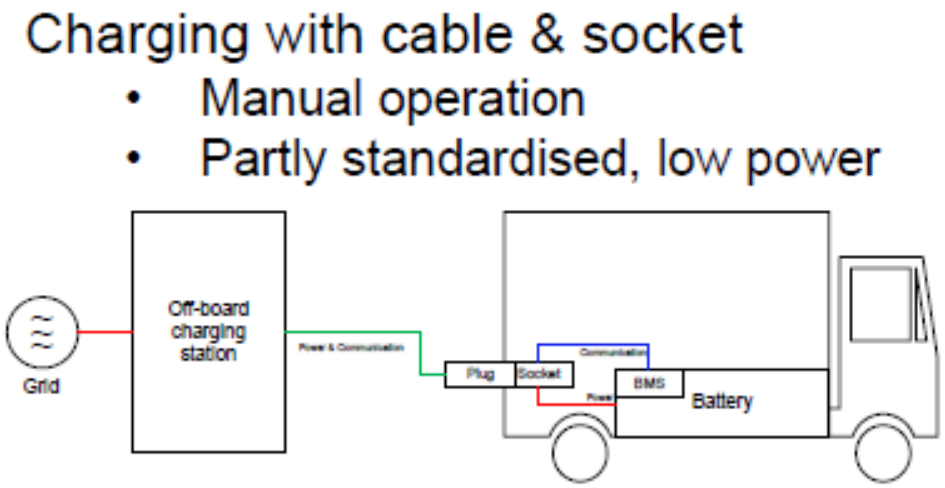


Ilustración 6: proceso de carga son cables

Elaborado por: (Pihlatie, Electrification of public transport – from pilots to roll out, 2017)

2.1.2.2. Sistemas de carga automática

Este tipo de carga se puede realizar a través de un pantógrafo, el cual es una estructura metálica que se coloca en el techo del vehículo, el cual traspasa la electricidad de cables paralelos a la ruta directamente al E-Bus.

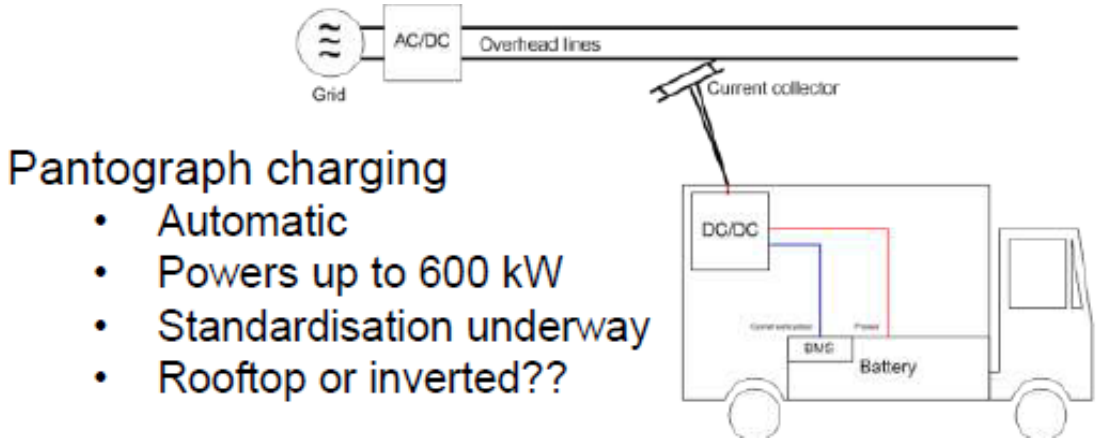


Ilustración 7: proceso de carga con pantógrafo

Elaborado por: (Pihlatie, Electrification of public transport – from pilots to roll out, 2017)

2.1.2.3. Sistema de carga inductiva

Este tipo de carga utiliza un campo magnético para transferir la energía desde la fuente de poder hasta el E-Bus. (Pihlatie, Paakkinen, & Anttila, Electric buses and recharging systems, 2017)

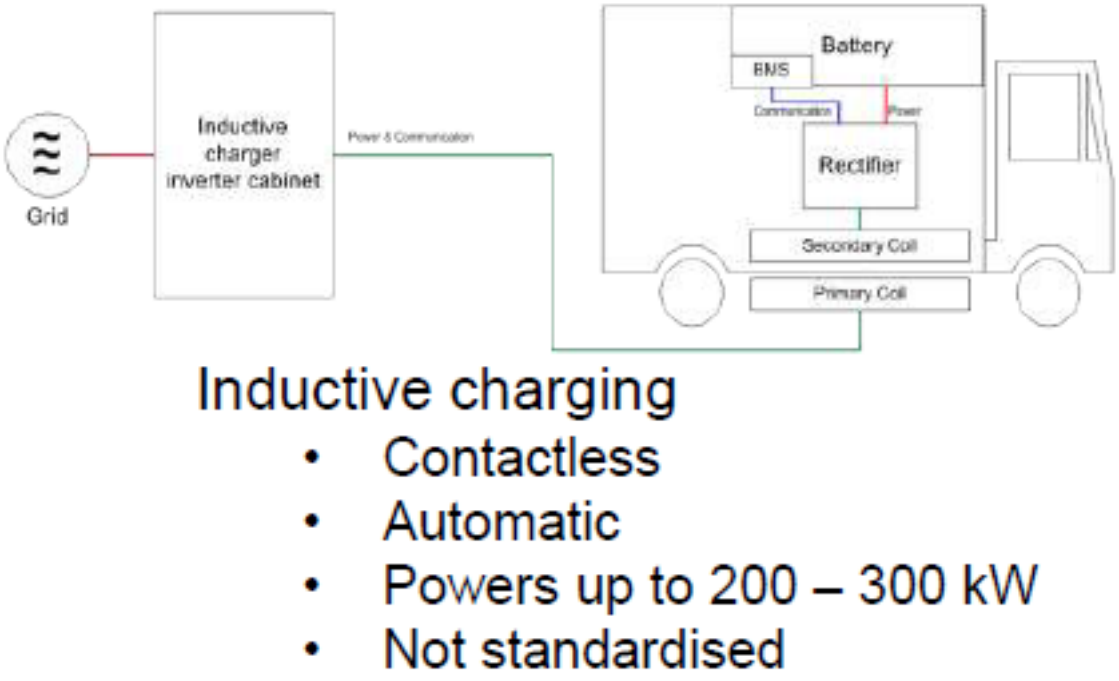


Ilustración 8: proceso de carga inductivo

Elaborado por: (Pihlatie, Electrification of public transport – from pilots to roll out, 2017)

2.1.3. Consideraciones de infraestructura y de ingeniería civil en el sistema

2.1.3.1. Terminales

Las terminales adaptadas a los buses eléctricos deben contar con sistemas de carga que permitan abastecer de energía a las unidades por las noches. O en las terminales principales ubicadas en los polos extremos de las rutas, luego de cada ciclo o vuelta. O a su vez, en las terminales principales y en las terminales auxiliares ubicadas en puntos intermedios de las rutas, al final y durante cada ciclo o vuelta. Más allá de las consideraciones de carga para las unidades, el resto de la infraestructura civil será la misma que en una terminal de buses convencional.



Ilustración 9: terminal de carga de buses eléctricos

Autor: (BYD Company)

Las terminales como elementos del sistema, y de acuerdo con lo mencionado en el subcapítulo anterior deben ser escalables, es decir, deben ser planificadas para poder aumentar progresivamente el número de buses que pueden ser cargados en el sistema de cada terminal.

2.1.3.2. Riesgos y mitigación de riesgos para las terminales de E-Buses

2.1.3.2.1. Riesgos:

Los riesgos que enfrentan las terminales de E-Buses pueden ser los siguientes:

- **Retrasos de los buses debido a cargadores abarrotados o rotos:** Un riesgo que se puede correr dentro del sistema de carga de los E-Buses es la presencia de cargadores abarrotados, es decir que el número de cargadores sea mayor al número de buses a cargar. Además puede presentarse el caso de que alguno de los cargadores falle, se rompa o afronte algún problema técnico durante los periodos de carga de los E-Buses. Para la mitigación de este tipo de riesgo se utilizan: cargadores de múltiples salidas y redundancia de los puntos de carga, cuyo funcionamiento se explica en el apartado por falla del punto de carga: se explican en el apartado *2.1.3.2.2.* del presente capítulo.

- **Estabilidad de la red eléctrica:** es muy importante que la red eléctrica sea adaptada para brindar la potencia necesaria para que los autobuses puedan satisfacer sus requerimientos de carga dentro del tiempo planificado. No solo es importante la construcción y la instalación de los equipos adecuados, sino que se debe realizar mantenimiento a los mismos, dicho mantenimiento debe realizarse de forma continua y preventiva, y no solamente cuando los equipos fallen.

- **Necesidad de almacenamientos de energía estacionarios para soportar una carga rápida:** es decir, se debe almacenar energía de reserva en estaciones de energía en la terminal para usarla de manera más eficiente para la carga de los E-Buses, así como en caso de un corte eléctrico imprevisto.

Motor de energía estacionaria:



Ilustración 10: Motor de energía estacionaria

Autor: (Genertek, 2016)

Baterías estacionarias para respaldo y suministro de energía eléctrica:

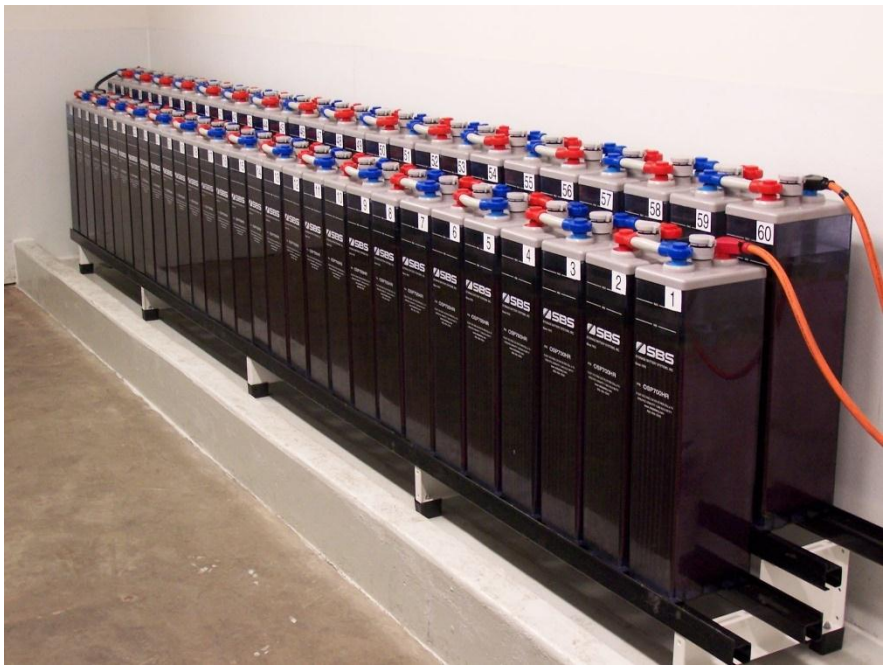


Ilustración 11: Baterías estacionarias para respaldo y suministro de energía eléctrica

Autor: (Enery electrical Integrators Corp, 2015)

- **Integrar a la red inteligente con producción de energía renovable:** los E-Buses al estar directamente relacionados con el transporte sustentable y con la gestión de políticas urbanas sostenibles y amigables con el ambiente. Su sistema de carga debe procurarse a toda costa que sea proporcionado por energía producida a través de fuentes renovables, como centrales hidroeléctricas, centrales eólicas, entre otros sistemas de producción de energía que utilizan recursos renovables.

  Puesto que si un municipio intentaría abastecer a su sistema eléctrico de E-Buses con energía producida en una central nuclear, estaría mitigando la contaminación de emisiones de CO_2 al ambiente de los buses de su sistema de transporte, pero sería una pseudo-mitigación puesto que la central nuclear corre un alto riesgo de contaminar a los cuerpos de agua, al aire y en fin al ambiente de la misma ciudad. Por ende la coherencia de un sistema sustentable debe primar no solo en cómo funciona el sistema de carga de los E-Buses, sino también en el proceso para la producción de energía que abastecerá al sistema.

2.1.3.2.2. Mitigación de riesgos:

- **Cargadores de múltiples salidas:** es decir se deben colocar en las estaciones cargadores que dispongan de múltiples salidas en un mismo punto de carga, con el objetivo de aumentar la cantidad de buses que podrán ser cargados.



Ilustración 12 Cargadores de múltiples salidas

Autor: (Diario Estrategia, 2018)

- **Redundancia de los puntos de carga por falla del punto de carga:** los puntos de carga al ser elementos críticos del sistema, deben tener un respaldo al cual se pueda acudir en caso de falla del sistema.



Ilustración 13: cargadores redundantes

Autor: (Superintendecia de Industria y Comercio Colombia;, 2016)

- **Priorización de la asignación de potencia:** se requiere que la potencia del sistema de carga de E-Buses sea priorizada en función del número de vehículos que se abastecerán de energía en cada estación. Así como de los horarios para recargar las unidades.
- **Control de los horarios de salida del bus y control de carga de la batería:** Los horarios de abastecimiento de energía y lo horarios de salida de buses deberán ser monitoreados constantemente por un equipo técnico que se encargue y asegure que los E-Buses puedan sincronizar su procedimiento de carga con sus horarios de circulación por las diferentes rutas del sistema.
- **Escalabilidad del sistema de carga: el** sistema de carga debe brindar la posibilidad de aumentar fácilmente su capacidad a medida que la flota crezca, sin reducir la calidad ni la estabilidad del sistema.

2.2. Experiencia con E-Buses en el mundo.

2.2.1. Sistema de transporte público de Berlín (Streckengebundene Nahverkehrssysteme Berlin)

El sistema de transporte urbano de Berlín está manejado por la empresa BVG, este sistema cuenta con más de 3 000 vehículos, el número de pasajeros anuales es de aproximadamente 977 millones (Ok, 2018), mientras que en la ciudad de Quito según la Secretaría de Movilidad del DMQ, existen 3 333 buses, y el número de viajes anuales de pasajeros en Quito es de aproximadamente 1 189 millones (Secretaría de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito, 2018) lo cual nos indica que el volumen de pasajeros del DMQ es mayor pero de dimensiones similares al de la capital alemana de Berlín.

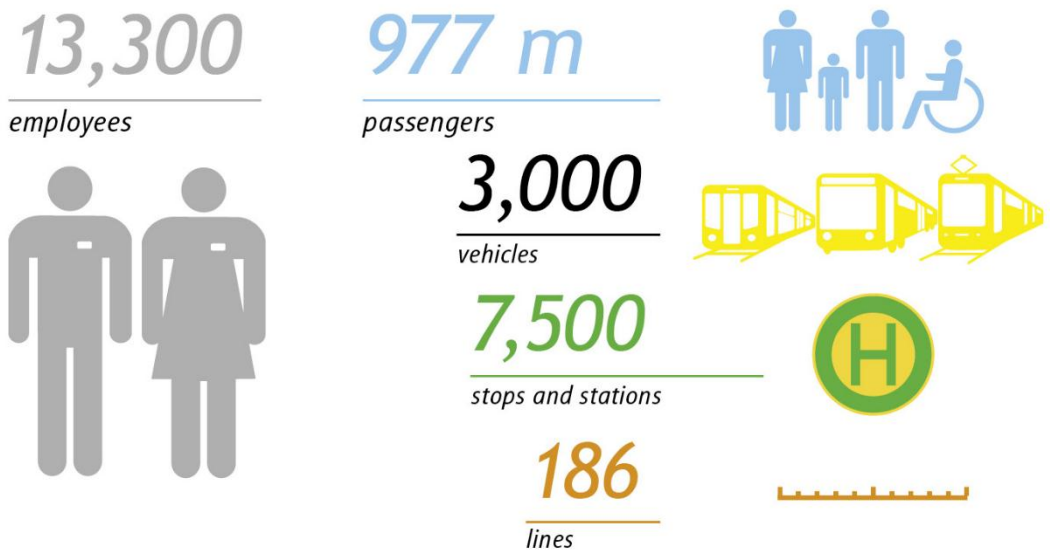


Ilustración 14: datos estadísticos de la empresa de transporte BVG

Elaborado por: (Ok, 2018)

El sistema de transporte de Berlín cuenta con casi 6 500 paradas. Este sistema es actualmente la red de autobuses urbanos más grande de Alemania.

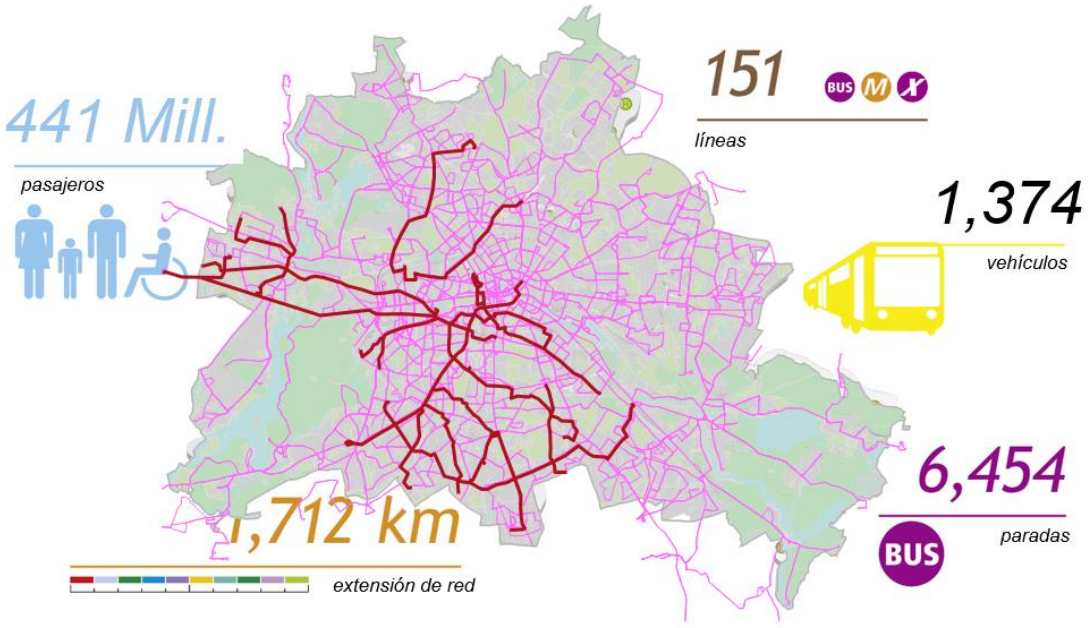


Ilustración 15: rutas del sistema de transporte urbano de Berlín

Elaborado por: (Ok, 2018)

2.2.1.1. Marco para la electrificación del sistema de transporte urbano de Berlín:

Berlín forma parte de los acuerdos europeos para que en 2050 sea una ciudad libre de emisiones de carbono, para ello se han implementado políticas urbanas en la ciudad, como la adquisición a partir de 2020, únicamente de autobuses eléctricos para el sistema de transporte público urbano.

El transporte público en Alemania tradicionalmente es eléctrico, actualmente cuenta con:

- 48 Sistemas de tranvía
- 4 Metros
- 3 Sistemas de trolebús
- Sistemas especiales

Tranvía alemán:



Ilustración 16: tranvía en Alemania

Autor: (Ok, 2018)

Bus eléctrico en el sistema de transporte urbano alemán:



Ilustración 17: E-Bus en Alemania

Autor: (Ok, 2018)

2.2.1.2. Políticas públicas para la electromovilidad en Alemania

El gobierno federal cuenta con un programa de financiamiento para la inversión en electromovilidad, cuatro ministerios federales están actualmente involucrados en el desarrollo de estas políticas urbanas sostenibles. Además el gobierno federal impulsa un acompañamiento científico integral tanto de las universidades como de los centros privados de investigación que posee la nación germana. La inversión total es de 300 millones de euros, de los cuales el 60% es financiado por el gobierno federal alemán. Si bien es cierto la mayor parte del financiamiento va al automóvil particular. Varios proyectos son para potenciar el uso de autobuses 100% eléctricos (E-Buses).

Actualmente todos los estados federales marcados en el siguiente gráfico cuentan ya con electromovilidad:

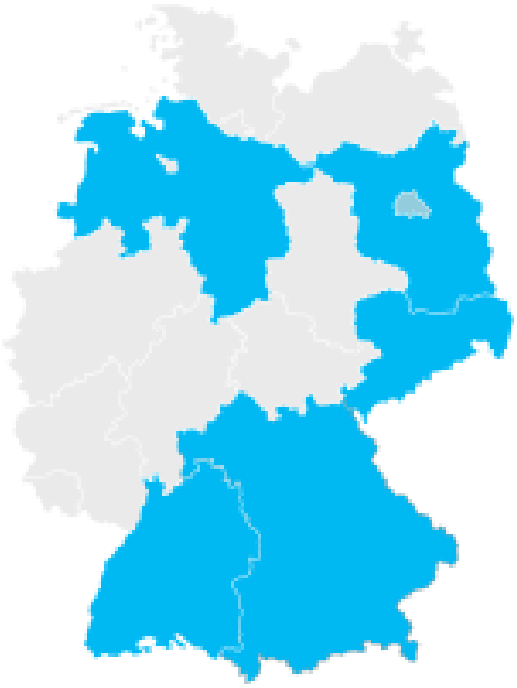


Ilustración 18: Estados federales alemanes que disponen de electromovilidad

Elaborado por: (Ok, 2018)

2.2.1.3. Proyecto E-Bus Berlín: Características técnicas

En septiembre de 2018 Berlín ya contaba con cuatro E-Buses tipo, de 12 m de largo, con un sistema de carga inductiva de baterías. Los cuales cuentan con tres estaciones de carga, dos en las cabeceras y una en el depósito. El tiempo de carga en las cabeceras es de 4 a 7 minutos. Además cuenta con un sistema de recuperación de energía de frenado, es decir que cuando el vehículo frena parte de su energía cinética se convierte en energía eléctrica y se almacena para utilizarse posteriormente.

Bus 100% eléctrico del sistema de transporte urbano de Berlín:



Ilustración 19: Bus 100% eléctrico del sistema de transporte urbano de Berlín

Autor: (Ok, 2018)

Estructura interna de un E-Bus alemán:

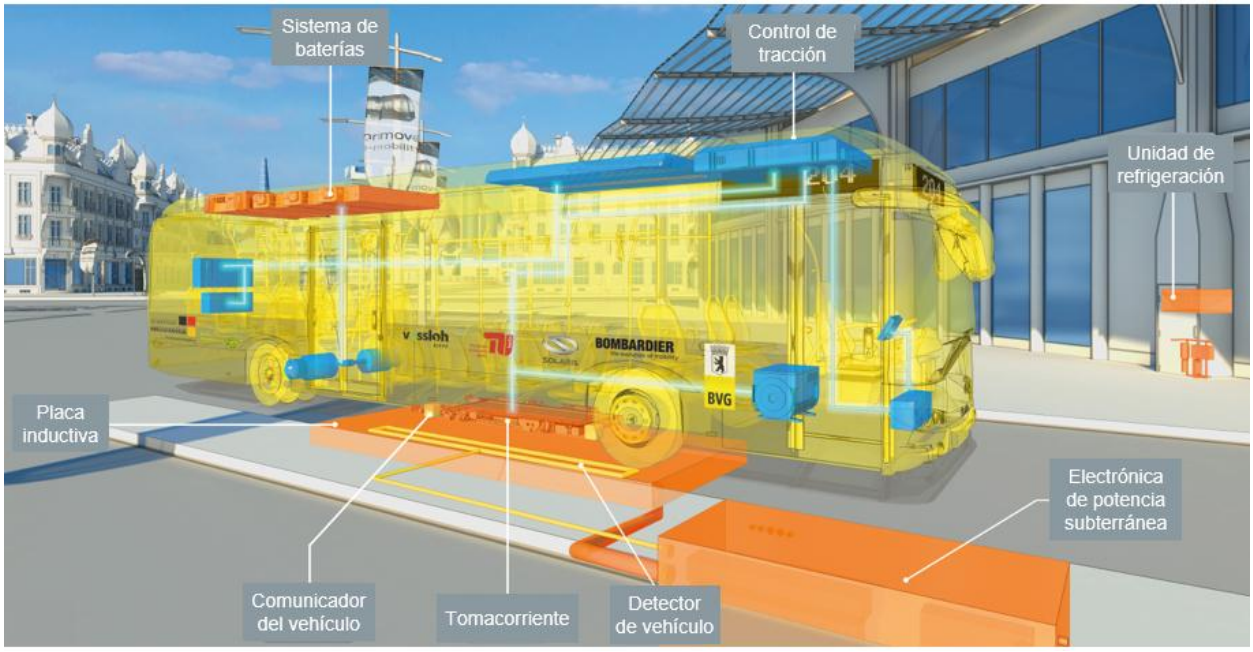


Ilustración 20: Estructura interna de un E-Bus alemán

Elaborado por: (Ok, 2018)

2.2.1.3. Ruta del E-Bus en Berlín



Ilustración 21: Ruta del E-Bus en Berlín

Elaborado por: (Ok, 2018)

La ruta piloto de los E-Buses en Berlín va través del centro de la ciudad, cuenta con una longitud de 6.2 kilómetros, y su tiempo de viaje está estimado en 23 a 29 min, lo que da una velocidad media de 13 km/h, mientras que en Quito la velocidad media para el Trolebús es de 18 Km/h (Empresa de Pasajeros de Quito, 2012). Por motivo de ser un proyecto piloto su frecuencia actualmente es de 20 minutos. Y su horario de servicio es de 6 a 20 horas diarias entre semana y de 9 a 18 horas los sábados.

El número de autobuses actualmente de 4 unidades 100% eléctricas y se interconecta a otras rutas de autobús, metro, trenes urbanos, trenes regionales, trenes internacionales de alta velocidad. Este sistema empezó a funcionar con pasajeros en Agosto de 2015 y se espera que en los próximos años la flota aumente paulatinamente hasta llegar a la meta de convertir a Berlín en una ciudad neutral en la emisión de CO_2 en el año 2050.

2.2.1.4. Experiencia con el sistema de carga de los E-Buses en Berlín

Luego de construir un depósito especial para la carga de los E-Buses, en una de las estaciones de Buses de Berlín, así como luego de operar este proyecto piloto desde 2015 hasta la actualidad las experiencias sobre rendimiento y disponibilidad en el sistema de carga son las siguientes:



Rendimiento	
Capacidad 200 kW	Eficiencia > 90 %
Ø Tiempo de carga	6 minutos / 12 minutos por ida y vuelta*



Disponibilidad	
Restricciones o fallas operativas < 1%	
Agua, nieve o ensuciamiento no impactan a la carga.	
Disponibilidad de infraestructura de carga inductiva	99,3 %

Ilustración 22: rendimiento y disponibilidad en el sistema de carga de E-buses en Berlín

Elaborado por: (Ok, 2018)

2.2.1.4. Costos y efectos de los E-Buses en Berlín

El Gobierno Federal financió 4.1 millones de euros del total del proyecto, es decir 47% de los costos totales. Se compraron cuatro buses a 835,000 USD cada uno, y se ahorraron 260 toneladas de emisión de CO_2 por año al aire de la ciudad de Berlín, considerando que el precio por tonelada de este gas contaminante expulsado al ambiente tiene un costo en la Unión Europea de aproximadamente 20,70 euros (Ojeda, 2018), por ende el ahorro en emisiones de CO_2 con la compra de cuatro buses eléctricos en Berlín será de 5 382euros, sin embargo si el número de buses eléctricos aumenta, este ahorro también se incrementará. Al hacer una comparativa con la ciudad de Quito, las emisiones de CO_2 derivadas del transporte urbano son de 2.8 millones de toneladas al año (Diario El Comercio, 2014), si estas emisiones se detuvieran debido a la adquisición y uso de buses y vehículos particulares eléctricos, el ahorro en la ciudad de

Quito podría ser muy amplio, alcanzando un ahorro máximo de 57.9 millones de euros al año, si consideramos 20,70 euros el precio por tonelada de CO_2.

La empresa administradora del sistema de transporte urbano en Berlín BVG y el Gobierno Federal Alemán planea comprar 135 autobuses entre 2018 y 2021, para fortalecer exponencialmente la electrificación del sistema de transporte urbano en la capital alemana.

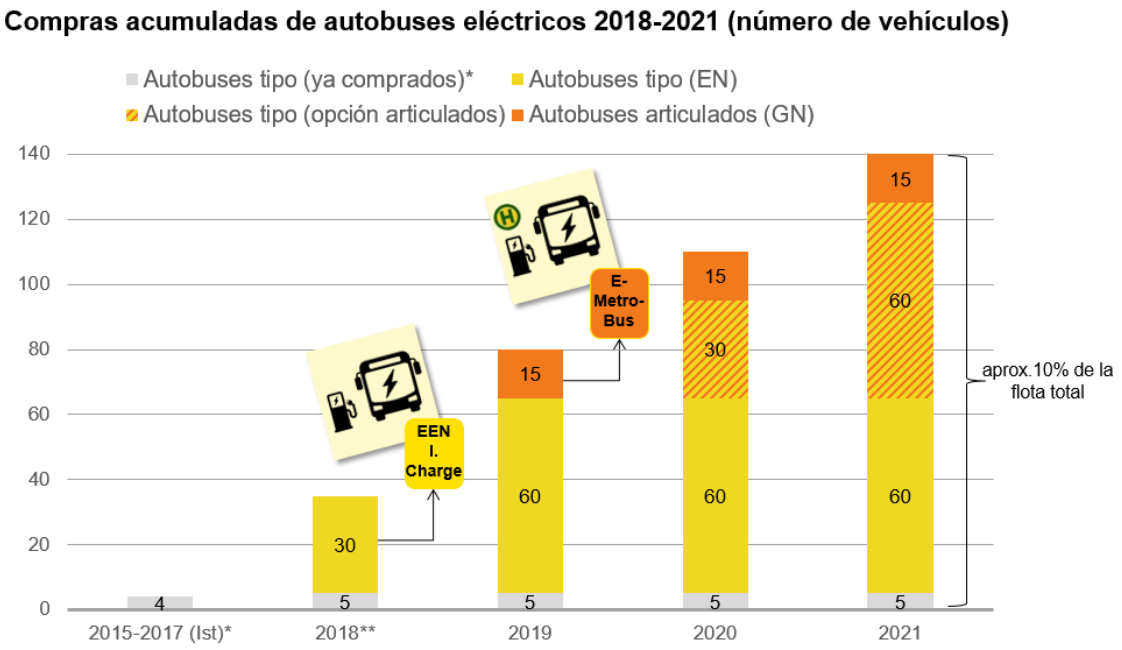


Ilustración 23: compras acumuladas de E-buses 2018-2011

Elaborado por: (Ok, 2018)

La primera flota de esta nueva flota llegará a Berlín en marzo de 2019 y estará compuesta por 15 E-Autobuses marca EvoBus eCitaro y 15 E-Autobuses marca Solaris new urbino, en el siguiente gráfico se puede observar un ejemplar de cada marca:



Ilustración 24: flotas de E-buses en Berlín

Autor: (Ok, 2018)

2.2.1.4. Empresa privada y universidades que apoyan la electrificación del transporte urbano en Berlín



Ilustración 25: Empresa privada y universidades que apoyan la electrificación del transporte urbano en Berlín

Derechos de autor: pertenecientes a cada una de las marcas respectivamente

La Universidad Técnica de Berlín (Die Technicshe Universität Berlin) a través de su escuela de ingeniería brinda respaldo a esta iniciativa del gobierno federal alemán (Bundesregierung).

Vossloh es una empresa de tecnología alemana que se encarga de realizar infraestructura y soluciones tecnológicas sustentables y amigables para el medio

ambiente en el área de transporte y colabora con el Bundesregierung en la electrificación del sistema urbano de transporte en Berlín en aspectos puntuales de generación y producción de tecnología para sistemas de tracción y sistemas de gestión de energía. (Ok, 2018)

Bombardier de igual manera es una empresa transnacional con sede en Canadá, que actualmente es la empresa manufacturera de aviones y trenes más grande del mundo, dicha empresa también colabora con la iniciativa del Gobierno Federal Alemán en la generación y producción de tecnología para sistemas de carga inductiva y sistemas de baterías para vehículos 100% eléctricos.

Concretamente esta iniciativa del Gobierno Federal Alemán para electrificar los vehículos y el sistema de transporte urbano de sus principales ciudades se conoce como "Schaunfenster elektromoblität" que en español significa "Vitrina de la electromovilidad". Dicha iniciativa nace en 2011 y trata de desarrollar programas sustentables de electromovilidad para diferentes regiones del país, alguno de los proyectos desarrollados más destacables y de mayor magnitud son:

- Living Lab BWe mobil (Baden-Württemberg)
- International Showcase of Electric Mobility (Berlin-Brandenburg)
- Our Horsepower Turns Electric (Niedersachsen)
- Electromobility Connects (Bavaria-Saxony)

Además a lo largo de todo el país se han desarrollado cerca de 140 proyectos en cuatro regiones de la nación. Los cuales fueron financiados por el gobierno federal alemán, así como por otros participantes de la empresa privada y de la academia entre 2012 y 2015.

Está iniciativa gubernamental es direccionada y regentada por el Ministerio Federal de Transporte e Infraestructura Digital, quienes se encargan directamente de generar políticas públicas para la aplicación de estas medidas sustentables y amigables con el medio ambiente. Así como gestionar los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos. (Gobierno Federal Alemán, 2019)

2.2.2. Electromovilidad en China

2.2.2.1. Fabricación de vehículos eléctricos (E-vehicles) en China

China es el líder mundial en la fabricación de vehículos eléctricos, tales como: automóviles, taxis y buses. La expansión del mercado de la producción de vehículos eléctricos se ha expandido a lo largo de todo el país asiático y alrededor del mundo, en el siguiente gráfico se indica el número de vehículos eléctricos vendidos en China desde el año 2013 hasta el año 2017.

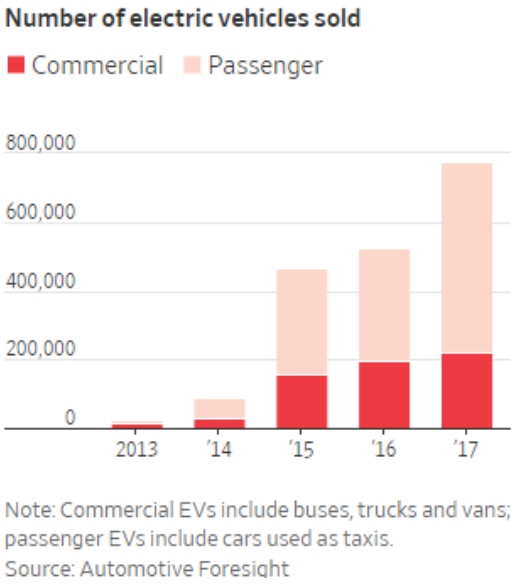


Ilustración 26: número de E-vehicles vendidos en China

Elaborado por: (Moss, China 'Is the Only One in the Race' to Make Electric Buses, Taxis and Trucks, 2018)

Esta es una iniciativa del gobierno de la República Popular de China para promover la electromovilidad de su parque automotor y de sus sistemas de transporte urbano. Para ello se han elaborado alianzas público privadas en donde el gobierno subsidia proyectos de construcción y puesta en marcha de fábricas manufactureras de vehículos eléctricos en varias ciudades del país asiático. (Moss, China 'Is the Only One in the Race' to Make Electric Buses, Taxis and Trucks, 2018)

2.2.2.2. Políticas públicas para impulsar la electromovilidad en China

El gobierno central de China ha expedido y gestionado varias políticas públicas que impulsan la electrificación del transporte particular y del transporte público en las principales ciudades del país. El gobierno chino ha invertido 48 miles de millones de dólares en subsidiar esta creciente industria, en la que actualmente son líderes a nivel mundial.

En China hoy en día existen 487 empresas productoras de vehículos 100% eléctricos. Cerca de 770 000 vehículos 100% eléctricos fueron vendidos en China en el último año, lo cual representa la mitad de las ventas de vehículos 100% eléctricos a nivel mundial. Los fabricantes de buses 100% eléctricos en China, reciben un subsidio de hasta USD 25 900 (veinte y cinco mil novecientos dólares de los Estado Unidos de América) por vehículo vendido, dicho subsidio es de carácter continuo. (Moss, China 'Is the Only One in the Race' to Make Electric Buses, Taxis and Trucks, 2018)

En las principales ciudades chinas se gestionan políticas públicas para electrificar completamente los sistemas urbanos de transporte público. Un ejemplo es la ciudad nororiental de Dalián, en donde para 2020 solo se venderán taxis y buses 100% eléctricos en los distritos centrales y más adelante dichas restricciones de ventas de vehículos que funcionan con combustibles fósiles, se extenderán a los sectores suburbanos. (Moss, China 'Is the Only One in the Race' to Make Electric Buses, Taxis and Trucks, 2018)

2.2.2.3. Producción de buses 100% eléctricos (E-Buses) en China

Según la consultora de investigación de Shanghai Automotive Foresight, las empresas manufactureras chinas produjeron un total de 358 000 E-Buses entre 2014 y 2017. Lo cual equivale a la mitad de la flota de buses urbanos de China, además es importante destacar que el 99% de E-Buses desplegados en todo el mundo fueron producidos por empresas chinas.

Desde el punto de vista económico, hasta el cierre del año fiscal en 2018, las empresas chinas fabricantes de E-Buses prácticamente no enfrentaban competencia extranjera en el mercado internacional. A diferencia de las empresas fabricantes de buses a diésel,

quienes tienen una notable competencia de producción y ventas, con empresas fabricantes de autobuses a diésel en varios países del mundo.

En varias ciudades Chinas se realizan importantes inversiones en ingeniería del transporte, con un enfoque sustentable y de electromovilidad. Por ejemplo en julio de 2018, en la ciudad de Guangzhou, ubicada en la provincia de Guandong al sur del país, se invirtieron 795 millones de dólares en la compra de 4810 buses eléctricos, siendo la mayoría provistos por la compañía china BYD. (Moss, China 'Is the Only One in the Race' to Make Electric Buses, Taxis and Trucks, 2018)

Por su parte las compañías chinas que operan grandes flotas de vehículos hacen lo propio, por ejemplo la empresa Grupo Estatal de Correros de China, anunció que a partir de 2020 comprará solamente vehículos 100% eléctricos para su vasta flota de distribución urbana.

La distribución de buses 100% eléctricos fabricados por empresas manufactureras chinas, no solo ha crecido exponencialmente dentro del país asiático, sino que se ha extendido a mercados internacionales, por ejemplo en Londres, el famoso taxi negro ahora está siendo construido por una empresa subsidiaria china de la empresa Geely, llamada London EV Co. Mientras que los nuevos autobuses rojos de 2 pisos son provistos por la empresa China de automóviles 100% eléctricos BYD. Lo cual hace que los esfuerzos del gobierno central chino para subsidiar esta industria rindan frutos no solo a nivel nacional sino también en el mercado internacional. (Moss, China 'Is the Only One in the Race' to Make Electric Buses, Taxis and Trucks, 2018)

Más allá del tema comercial y desde un punto de vista técnico, la expansión internacional del mercado chino de E-Buses y E-vehicles a lo largo del mundo logrado contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible de muchas ciudades en varios continentes, a través de la implementación de flotas de E-taxis e E-Buses en diversos sistemas de transporte urbano alrededor del globo. La empresa china BYD ha provisto flotas de taxis 100% eléctricos en varias ciudades latinoamericanas como Loja-Ecuador (tema que se desarrollará en el apartado 2.4.). BYD además ha provisto de buses y taxis 100% eléctricos en más de 50 ciudades alrededor del mundo. Actualmente cuenta con

una fábrica de E-Buses en Lancaster-California-EE.UU. Fábrica de la cual han vendido 750 E-Buses a diferentes clientes en los Estados Unidos.



Ilustración 27: Fábrica de vehículos y buses 100% eléctricos de la empresa china BYD, ubicada en Lancaster, California, EE.UU

Autor: (Field, 2017)

La difusión a gran escala de la electromovilidad como principio de la movilidad sustentable, no solo ha generado interés en las compañías manufactureras chinas. En los últimos años se han concretado importantes alianzas entre empresas chinas y empresas extranjeras fabricantes de vehículos, como por ejemplo la alianza entra la empresa china Didi Chuxing Technology Co y Renault-Nissan-Mitsubishi, Toyota Motor Corp. y Volkswagen para producir y distribuir vehículos eléctricos. Lo cual fomentará la distribución de estos vehículos amigables con el medio ambiente en más mercados a nivel mundial y por ende contribuirá a la expansión de una filosofía de transporte urbano sustentable en diferentes ciudades del mundo.

2.3. Experiencia con E-Buses y electromovilidad en Latinoamérica.

2.3.1. Electromovilidad en América Latina

La electrificación del transporte en Latinoamérica significaría mermar la emisión de 1.4 giga toneladas de CO_2 al aire de las ciudades latinoamericanas. Y un ahorro en combustibles pétreos de 85 mil millones de dólares en el lapso de 2016 a 2050. (López & Galarza, 2016)

La electromovilidad es una importante fuente de desarrollo, puesto que involucra ahorros en los sistemas de transporte urbano, en lo concerniente a gastos en

combustible. Además es una fuente de innovación tecnológica, puesto que su sistema de carga que se relaciona directamente con la producción de energías limpias y por ende llegar a ser una fuente de desarrollo tecnológico y una fuente generadora de nuevos empleos. En países como estados unidos según Navigant Research (2016), esta forma de desarrollo tecnológico llamado “Vehicle to grid” o en español “vehículo conectado a la red” en Estados Unidos tendrá un amplio crecimiento y podría convertirse en una industria que mueva alrededor de 190.7 millones de dólares en 2022. (López & Galarza, 2016)

Si bien son conocidas las limitaciones que tiene el sector energéticas eléctrico y las limitaciones económicas de américa latina. Así como las barreras tributarias de algunos países de la región para fomentar este tipo de tecnologías sustentables y amigables con el medio ambiente en las ciudades. Sin embargo existen varios países en Latinoamérica que han gestionado políticas fiscales para fomentar la electromovilidad en sus ciudades con el objetivo de incentivar políticas urbanas sostenibles.

INCENTIVO /PAÍS	ARGENTINA	BRASIL*	COLOMBIA	COSTA RICA**	CHILE	ECUADOR	MÉXICO	URUGUAY
Exención de IVA		●	●			●		
Exención de permiso de circulación		●		●			●	
Exención de programas de restricción vehicular			●	●	●		●	
Exención de impuestos aduaneros			●	●		●		●
Exención de impuesto a consumos especiales				●		●		
Tarifa eléctrica diferenciada					●	●	●	
Exención de impuesto ambiental					●	●		

** En el caso de Brasil, los incentivos son a nivel estatal, no federal.
** Basado en actual propuesta de ley sobre movilidad eléctrica en Costa Rica.

Ilustración 28: *políticas de reducción y exención de aranceles que han desarrollado países latinoamericanos para fomentar la electromovilidad*

Elaborado por: (López & Galarza, 2016)

Si bien estas políticas son un buen inicio para fomentar la electrificación del parque automotor, se requiere un esfuerzo mayor de cohesión y trabajo conjunto entre las políticas arancelarias de exención a los E-vehicles por parte del gobierno, así mismo se necesita continuar con acciones como las del gobierno chino que contribuyen a la creación de una demanda en el mercado a través descuentos de impuestos y el interés del gobierno central y gobiernos regionales para introducir vehículos eléctricos a sus flotas de taxis, buses urbanos, camiones de recolectores de basura, entre otros.

Continuar este tipo de medidas puede llevar a la región a impulsar la electrificación de sus sistemas de transporte tanto público como privado. Sin llegar a aplicar políticas como subsidios a gran escala, los cuales son medidas prácticamente insostenibles en economías de países en desarrollo.

Entendiéndose como subsidios a gran escala, por ejemplo, el hecho de que un país latinoamericano con una economía en desarrollo, como Ecuador, destinó en 2014 el 19.6% del total de los ingresos fiscales del estado para subvencionar los combustibles fósiles, abarcando un total de 3 931 millones de dólares de subsidio a dichos combustibles. (Fierro, 2014)

2.3.2. E-Buses y electromovilidad en Chile

2.3.2.1. Políticas urbanas para la electrificación del sistema de transporte público y privado en Chile

Chile es un país que avanza hacia la electromovilidad a través de la gestión de políticas de transporte que brindan beneficios e incentivos a los vehículos eléctricos. Por ejemplo a partir de octubre de 2014 se cobra un impuesto en Chile a los vehículos en función de la cantidad de gases de efecto invernadero que producen. Por ende los E-vehicles están exentos de este impuesto en Chile.

La capital chilena actualmente cuenta con una red de puntos de carga para E-vehicles distribuida a lo largo de toda la ciudad, lo cual contribuye a la electrificación del transporte de la ciudad y a la movilidad sostenible a través de la utilización de vehículos libres de emisiones de gases de efecto invernadero. Dicha distribución de puntos de carga para E-Vehicles se muestra en el siguiente gráfico:



Ilustración 29: distribución de puntos de carga para E-Vehicles en Santiago de Chile

Elaborado por: (Chilectra-El Mercurio)

En febrero de 2013 se creó una política conocida como el Sistema de Etiquetado de Eficiencia Energética para vehículos, el cual es una disposición obligatoria en donde las empresas deben etiquetar los vehículos de forma que se pueda comparar el rendimiento energético de vehículos nuevos.

Según el Ministerio de Energía de Chile esta medida fue eficiente ya que permite a los compradores comparar modelos de similares características, de forma que podrán elegir el más eficiente de los dos. Se calcula que el ahorro anual por consumidor puede ser de 600 000 pesos chilenos al año (906 dólares estadounidenses). (Ministerio deEnergía de Chile, 2017)

A continuación se muestra un ejemplo de comparación, obtenido de la página web de esta iniciativa del gobierno chileno:



Ilustración 30: comparador virtual de precios entre vehículos eléctricos y vehículos a combustión en Chile

Elaborado por: (Ministerio de energía de Chile, 2019)

En el gráfico se puede observar una etiqueta de comparación entre un vehículo BYD 100% eléctrico y un Hyundai Tucson con combustión a gasolina. En donde en primer lugar se observa que el Tucson paga un impuesto verde de $1 139 064 pesos chilenos ($1720 dólares), mientras que el vehículo BYD 100% eléctrico al no realizar emisiones de gases de efecto invernadero al ambiente está exento de este impuesto.

Mientras que el gasto en consumo de energía es menor por parte del vehículo BYD 100% eléctrico, existiendo un ahorro de $1 139 064 pesos chilenos ($1720 dólares estadounidenses). Dando un ahorro total de $3 440 al año al propietario que se decida por adquirir el auto 100% eléctrico en lugar del auto a combustión con gasolina.

También se observa que el auto a combustión de gasolina del ejemplo, contamina al ambiente una cantidad de 4.4 toneladas al año de CO_2. Mientras que el vehículo 100% eléctrico emite 0 toneladas al año de CO_2, lo cual contribuye al concepto de transporte urbano sostenible y movilidad amigable con el medio ambiente.

2.3.2.2. Adquisición de E-buses en Chile

En el segundo semestre de 2018 Chile adquirió 100 buses eléctricos marca BYD, las unidades serán operadas por la compañía Met Bus en la ciudad de Santiago. Dichos

autobuses tienen 12 metros de largo, autonomía para 280 kilómetros y capacidad para 85 pasajeros.

Si bien la electrificación del sistema de transporte eléctrico aún está empezando en Chile, son acciones que tienen un trasfondo muy positivo, puesto que ciudades chilenas como Santiago fueron ya declaradas como ciudades "saturadas" de material particualdo fino, y es responsabilidad del gobierno central y de los gobiernos zonales combatir este tipo de contaminación de las ciudades a través de la gestión de políticas urbanas sostenibles y responsables con el medio ambiente. Cuyo fin último es brindar mejores condiciones de vidas y salud a los habitantes de su país y de sus ciudades. (Fernández, El plan que busca convertir a Chile en el segundo país con más buses eléctricos del mundo, 2018)

2.4. E-Buses y Electromovilidad en Ecuador y en Quito

2.4.1. Políticas públicas para impulsar la movilidad sostenible en Ecuador

Ecuador ha realizado considerables avances en materia de electromovilidad, generando políticas públicas que beneficien la importación de este tipo de vehículos que contribuyen al transporte sustentable. El gobierno ecuatoriano ha dispuesto varios beneficios tributarios y fiscales a la importación de E-vehicles para facilitar su entrada al mercado nacional.

2.4.1.1. Exoneración de impuestos a vehículos 100% eléctricos en Ecuador

En materia de vehículos 100% eléctricos en 2014-2015 existía cupo para 1000 unidades o un monto total de 25 millones de dólares estadounidenses para este rubro. Dicha restricción se suspendió e noviembre de 2015, a través de resolución ministerial número 009 del 2015 del Ministerio de Comercio Exterior del Ecuador, lo que aporta notablemente al crecimiento de la flota de E-vehicles en el país. (López & Galarza, 2016)

Debido a que Ecuador actualmente carece de empresas manufactureras o ensambladoras de vehículos 100% eléctricos la gestión de políticas del gobierno para apoyar al sector se han centrado en favorecer a la importación de este tipo de vehículos amigables con el medio ambiente. Las importaciones de E-vehicles en Ecuador están exoneradas de varios impuestos. Los E-vehicles con un valor menor a $40 000 dólares

estadounidenses están exentos del arancel de importación que va del 15% al 35% del valor total del vehículo, dependiendo su lugar de origen.

En Ecuador los E-vehicles o vehículos híbridos con un costo final al consumidor menor a $35 000, están exonerados del impuesto a consumos especiales (ICE). Mientras que los E-vehicles o vehículos híbridos con precios superiores a dicho valor tienen impuestos reducidos para el pago del ICE.

Vehículo (tecnología)	Precio del vehículo	ICE %
Híbrido o eléctrico	Hasta $35,000	0%
	$35,000 - $40,000	8%
	$40,000 - $50,000	14%
	$50,000 - $60,000	20%
	$60,000 - $70,000	26%
	Mayor a $70,000	32%
Camionetas, furgonetas, camiones y vehículos de rescate	Hasta $30,000	5%
Motorizados livianos	Hasta $20,000	5%
	$20,000 - $30,000	10%
	$30,000 - $40,000	15%
	$40,000 - $50,000	20%
	$50,000 - $60,000	25%
	$60,000 - $70,000	30%
	Mayor a $70,000	35%

Fuente: Servicio de Rentas Internas del Ecuador http://www.sri.gob.ec/de/ice

Ilustración 31: tabla de exoneración al impuesto ICE para vehículos eléctricos en Ecuador

Elaborado por: (Servicio de Rentas Internas del Ecuador)

Respecto al impuesto verde, que aplica en función de la antigüedad y cilindraje de todo vehículo. En Ecuador los E-vehicles están exentos de este impuesto, mientras que los vehículos híbridos tienen un 20% de descuento en dicho impuesto. Respecto del Impuesto del Valor Agregado (IVA). En Ecuador, los vehículos 100% eléctricos o híbridos con una tasa imponible menor a $35 000 dólares estadounidenses, no gravan IVA. (López & Galarza, 2016)

2.4.1.2. Tarifa diferenciada para la recarga de vehículos 100% eléctricos en Ecuador

Como parte de las políticas públicas que fomentan la electromovilidad de automóviles y buses 100% eléctricos en Ecuador. El sistema de recarga de las unidades posee una tarifa diferenciada, con el objetivo de fomentar la adquisición y uso de estos vehículos amigables con el medio ambiente.

La tarifa diferenciada se compone de la siguiente manera:

Tabla 2: Carga de vehículos 100% eléctricos en Ecuador

Carga de vehículos 100% eléctricos en Ecuador	
Horario	**precio del Kw/h en USD**
22h00-04h00	0,08
04h00-18h00	0,05
18h00-22h00	0,10

Elaborado por: (López & Galarza, 2016)

2.4.2. Ejemplos prácticos de electromovilidad en Ecuador

2.4.2.1. Flota de taxis 100% eléctricos en la ciudad de Loja

La austral ciudad de Loja es una ciudad líder en materia de sostenibilidad y ecologismo. Loja es pionera en materia de producción de energía renovable tanto eléctrica como eólica, así como en materia de transporte y movilidad sostenible. La urbe lojana es además pionera en aspectos de tratamiento sanitario y reciclaje de residuos.

La ciudad de Loja fue la primera ciudad del Ecuador en producir energía eléctrica, el 23 de abril de 1897 bajo la dirección de Ramón Eguiguren se formó La Sociedad de Luz eléctrica, y el 1 de abril de 1899 la ciudad ya contaba con alumbrado público que brindaba el servicio eléctrico a la urbe lojana. (Hidalgo, 2015)

En materia de energía eólica, Loja es la primera y la única ciudad del Ecuador continental en contar con una planta de producción de energía eólica pública, conocida como la Central Eólica Villonaco, la cual fue inaugurada a inicios de la presente década, la central genera 90.92 GWh/año y genera un ahorro de emisiones de 38 mil toneladas de CO_2 al aire. Así como un ahorro anual de aproximadamente 13 millones de dólares al año en

combustible necesario para la producción de energía termoeléctrica. (Ministerio de Turismo de Ecuador, 2019)

En materia de electromovilidad y transporte sustentable, Loja es una ciudad pionera puesto que en 2017 esta ciudad se convirtió en la primera urbe del país en crear una compañía de taxis en donde todas sus 30 unidades son 100% eléctricas. Las unidades pueden recorrer aproximadamente 200 km al día.

Como se puede observar en la ilustración 34 y 35, los taxis gastan un promedio de $110 dólares americanos al mes, en recargar las unidades con energía eléctrica. Lo que comúnmente a un taxi que funciona a gasolina le cuesta para el mismo recorrido un total de aproximadamente $450 dólares americanos al mes en gasolina. El mantenimiento estándar preventivo de los taxis 100% eléctricos tiene un costo promedio de $158 dólares americanos, mientras que el de los taxis a gasolina es de aproximadamente $486. Si se hace una comparativa anual el promedio de ahorro de este rubro es de cerca del 50%. Por ende los propietarios de los taxis 100% eléctricos, considerando todos los rubros expuestos en las tablas indicadas, ahorran cerca de $5 000 dólares americanos al año. (Diaz, 2018)



Ilustración 32: *Fotografía en las calles Av. Orillas del Zamora y calle Azuay, Loja-Ecuador:*

Autor: (Jaramillo, 2018)

Según datos de Loja Alcaldía, existen dos modelos de taxis 100% eléctricos circulando en la ciudad. Dichos taxis 100% eléctricos cuentan con las carácteristicas que se exponen a contianuación:



- **Autonomía: 220 Km**
- **Rendimiento: 0.24 KWh por Km**
- **Capacidad de la batería: 47.5 KWh**
- **Existe un cargador rápido**
- **Limitación para salir de la ciudad**
- **Pocos comercios para venta de repuestos y accesorios**
- **Producción: $50-$60 por día**
- **Facturación mensual electricidad: USD $70 - $90**



- **Autonomía: 120 - 140 Km**
- **Rendimiento: 0.23 KWh por Km**
- **Capacidad de la batería: 27 KWh**
- **No existe cargador rápido**
- **Limitación para salir de la ciudad**
- **Pocos comercios para venta de repuestos y accesorios**
- **Producción: $50-$60 por día**
- **Facturación mensual electricidad: USD $70 - $90**

Ilustración 33: características de los taxis 100% eléctricos en Loja

Elaborado por: (Jaramillo, 2018)

COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TAXI - ELÉCTRICO

ELEMENTOS DE COSTO	DÓLAR /VEH /AÑO	DÓLAR /VEH /MES	DÓLAR /VEH /DÍA	DÓLAR /VEH /KM
COSTOS VARIABLES	4,248.67	354.06	11.80	0.05
a. COMBUSTIBLE	1330.56	110.88	3.70	0.017
b. RODAMIENTO	772.992	64.416	2.15	0.010
c. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	1907.52144	158.96012	5.30	0.024
d. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	237.6	19.8	0.66	0.003
COSTOS FIJOS	16,387.26	1,185.57	39.52	0.15
a. MANO DE OBRA OPERACIONAL	8008.80	667.40	22.25	0.086
b. SEGUROS	1693.20	141.10	4.70	0.018
c. GASTOS DE LEGALIZACIÓN DE VEHÍCULOS	291.11	24.26	0.81	0.003
d. GASTOS ADMINISTRATIVOS	720.00	60.00	2.00	0.008
e. GASTOS OPERATIVOS	360.00	30.00	1.00	0.004
f. DEPRECIACIÓN	2073.73	172.81	5.76	0.022
g. UTILIDAD DE LA INVERSIÓN 30% VALOR DEL VEHÍCULO	1080.00	90.00	3.00	0.012
h. COSTO DE FINANCIAMIENTO DEL 70% DEL VALOR DEL VEHÍCULO	2160.42	180.03	6.00	0.023
COSTO TOTAL	**20,635.93**	**1,539.63**	**51.32**	**0.207**

Ilustración 34: costo de operación y mantenimiento del taxi eléctrico en Loja

Elaborado por: (Jaramillo, 2018)

COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO TAXI - GASOLINA

ELEMENTOS DE COSTO	DÓLAR /VEH /AÑO	DÓLAR /VEH /MES	DÓLAR /VEH /DÍA	DÓLAR /VEH /KM
COSTOS VARIABLES	12,984.86	1,082.07	36.07	0.14
a. COMBUSTIBLE	5,496.79	458.07	15.27	0.06
b. RODAMIENTO	588.06	49.00	1.63	0.01
c. MANTENIMIENTO PREVENTIVO	5,832.22	486.02	16.20	0.06
d. MANTENIMIENTO CORRECTIVO	1,067.79	88.98	2.97	0.01
COSTOS FIJOS	12,722.76	1,060.23	35.34	0.14
a. MANO DE OBRA OPERACIONAL	8,008.80	667.40	22.25	0.09
b. SEGUROS	1,164.72	97.06	3.24	0.01
c. GASTOS DE LEGALIZACIÓN DE VEHÍCULOS	291.11	24.26	0.81	0.00
d. GASTOS ADMINISTRATIVOS	720.00	60.00	2.00	0.01
e. GASTOS OPERATIVOS	360.00	30.00	1.00	0.00
f. DEPRECIACIÓN	1,339.33	111.61	3.72	0.01
g. UTILIDAD DE LA INVERSIÓN 30% VALOR DEL VEHÍCULO	838.80	69.90	2.33	0.01
h. COSTO DE FINANCIAMIENTO DEL 70% DEL VALOR DEL VEHÍCULO	1,382.67	115.22	3.84	0.01
COSTO TOTAL	**25,707.63**	**2,142.30**	**71.41**	**0.28**

Ilustración 35: costo de operación y mantenimiento del taxi a gasolina en Loja

Elaborado por: (Jaramillo, 2018)

Como se puede observar en las tablas comparativas, el costo total de un taxi eléctrico es alrededor de $5 000 dólares más económico en la ciudad de Loja. Lo cual es comprende una viabilidad económica para este tipo de vehículos que integran el sistema de transporte de la ciudad. La cual se ve mayormente reflejada en el costo final por año del vehículo si se incluye principalmente el valor de mantenimiento y combustible.

2.4.2.2. E-Buses en Guayaquil

La ciudad de Guayaquil actualmente posee la flota de E-Buses más grande del Ecuador. La cual posee 20 unidades propias en total. Dichos buses pertenecen a la Línea 89 del cantón Guayaquil. Dicha línea cubre la ruta que va desde sauces hasta el centro de la ciudad. El fabricante de estos E-vehicles al igual que en la ciudad de Loja es la marca china BYD. La inversión para la adquisición de las unidades fue de $8.4 millones de dólares estadounidenses, $7.6 de dólares se obtuvieron de un crédito de la Corporación Financiera Nacional (CFN).



Ilustración 36: Buses 100% eléctricos marca BYD que recorren la ciudad de Guayaquil

Autor: (González , 2018)

La empresa de transporte realizó pruebas en 2017 con un bus eléctrico. En donde los usuarios de la ruta se sintieron conformes con el servició, principalmente porque las unidades cuentan con aire acondicionado y no producen ruido mientras se desplazan a diferencia de los buses diésel. La empresa de transporte dueña de los vehículo aprovecho las facilidades y exoneraciones fiscales de la ley de eficiencia tributaria ecuatoriana, la cual se explicó en el apartado (2.4.1.1.) de la presente disertación. (González , 2018)

La apuesta de las empresas de transporte privada de cantones como Guayaquil, materializan y fructifican los esfuerzos del gobierno central en la gestión de políticas de transporte urbano que exoneren de algunos impuestos y beneficien a los compradores de vehículos amigables con el ambiente, como lo son los E-Buses.

2.4.2.3. Pruebas de E-Buses en Quito

El 19 de julio de 2018 empezaron en la ciudad de Quito las pruebas con tres buses 100% eléctricos de la marca china BYD, por un periodo de dos meses. Las pruebas estuvieron a cargo de la empresa privada de transporte UnitransQ, uno de ellos cubría la ruta que va desde El Condado hasta la Asamblea Nacional. Uno de los vehículos era articulado

con capacidad para 160 pasajeros, mientras los otros 2 buses de 12 metros de largo, contaban con una capacidad de 80 personas.



Ilustración 37: *Bus articulado 100% eléctrico circulando en Quito*

Autor: (Bravo, 2018)

Las unidades poseen un centro de control totalmente electrónico, aire acondicionado, sistema automatizado que restringe el exceso de velocidad, un sistema de control de las puertas que no permiten ser abiertas mientras el vehículo se encuentre en movimiento y no emite ruido. (Bravo, 2018)

Las rutas fueron cubiertas por las rutas comunes de compañías como: Transplaneta, Tranzeta y Translatinos. Con el objetivo de recorrer la variada geografía de la capital. Otro de los objetos de las empresas de transporte es observar y medir por cuenta propia el consumo de energía y el ahorro potencial ahorro económico en combustible y mantenimiento de las unidades. (Bravo, 2018)

Cuando la empresa privada trabaja de manera coordinada con las autoridades locales y nacionales para poner en práctica acciones concretas de electromovilidad, aportan directamente a la sustentabilidad del transporte urbano, a la reducción de las emisiones gases de efecto invernadero y a la reducción de la contaminación auditiva producida por las unidades del sistema de transporte público.

Capítulo 3

Impacto ambiental negativo de los vehículos a diésel y su afectación directa al nivel de servicio de un sistema de transporte urbano.

3.1. Impacto ambiental negativo de los vehículos a diésel en un sistema de transporte urbano

Los vehículos que funcionan a diésel, son unidades que emiten grandes cantidades de gases de efecto invernadero. Los gases emitidos por los escapes de los vehículos a diésel son una mezcla de distintos gases y partículas. Contienen partículas diminutas de hollín y de varios gases nocivos como benceno, arsénico y óxidos de nitrógeno. Estos elementos forman el smog, el cual es uno de los principales contaminantes del aire de las ciudades modernas. (International Council on Clean Transportation, 2018)

Un factor importante a tomar en cuenta es la calidad del diésel de los automotores. Es decir, existen diferentes tipos de diésel, que se diferencian por su calidad y su capacidad contaminante. Esta clasificación varía según la región del mundo donde se produce. El diésel usado en la mayoría de países latinoamericano se basa en la normativa Euro y la normativa U.S.

Aligned standard	Standard	Test Cycle	CO	NO_x	NMHC	NMHC + NO_x	PM	Particle number	NH_3
			g/bhp-hr						
U.S. 2004	1A	SET & FTP	15.5	—	—	2.4	0.10	—	—
					0.5	2.5		—	—
U.S. 2007	1AA	SET & FTP	15.5	1.2	0.14	—	0.01		
U.S. 2010	1B	SET & FTP	15.5	0.20	0.14	—	0.01	—	—

Aligned standard	Standard	Test Cycle	CO	NO_x	NMHC	HC	PM	Particle number	NH_3
			g/kWh						
Euro IV	2A	ESC	1.5	3.5	—	0.46	0.02	—	—
		ETC	4.0	3.5	0.55	—	0.03	—	—
Euro V	2AA	ESC	1.5	2.0	—	0.46	0.02	—	—
		ETC	4.0	2.0	0.55	—	0.03	—	—
Euro VI	2B	WHSC	1.5	0.4	—	0.13	0.01	8.0×10^{11}	10
		WHTC	4.0	0.46	—	0.16	0.01	6.0×10^{11}	10

Source: ICCT & DieselNet. 2017. TransportPolicy.Net (United States, European Union)

Ilustración 38: límites de emisiones de gases contaminantes que pueden emitir los diferentes tipos de combustible según su tipo

Elaborado por: (ICCT & DieselNet, 2017)

Como se puede observar en las tablas, mientras más actualizada es la normativa, más estricta es respecto de los límites de emisión de gases de efecto invernadero.

Un problema importante de la región, es que mientras países industrializados como EE.UU., países de la Unión europea, India, China, entre otros. Utilizan diésel con características normativas como el Euro VI o el U.S. 2010, es decir las normativas más avanzadas. Como se puede observar en el siguiente gráfico:

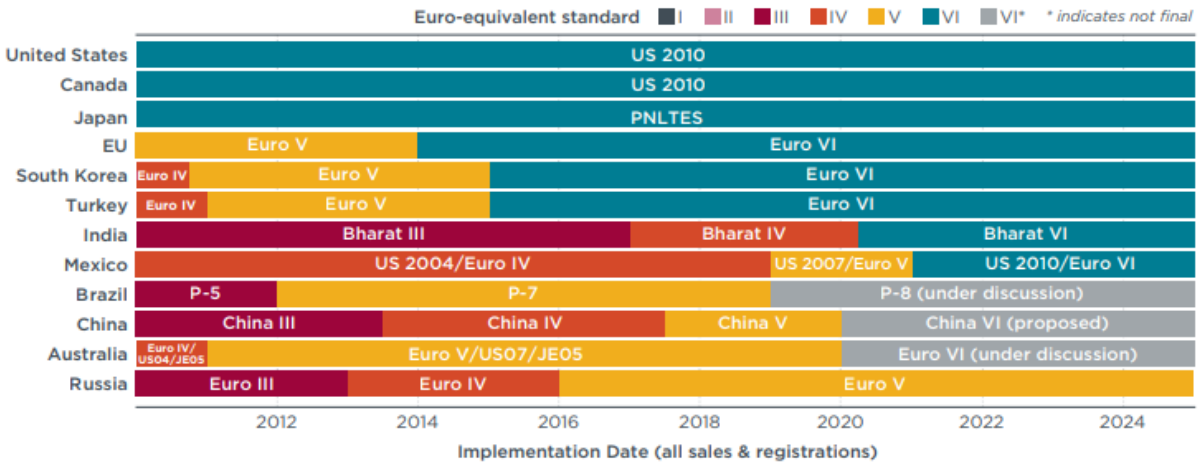
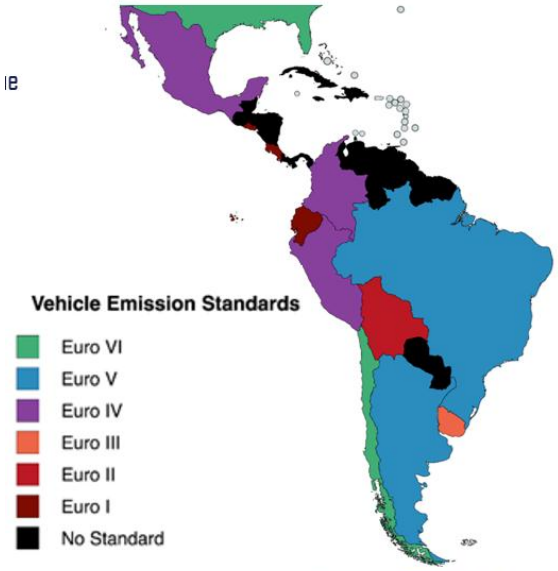


Ilustración 39: normativas internacionales para la regulación del combustible diésel

Elaborado por: (International Council on Clean Transportation, 2018)

En los países de la región sudamericana aún se utilizan normativas muy antiguas. Lo cual hace que las emisiones de gases de efecto invernadero sean aún mayores y estén totalmente retrasadas en materia de responsabilidad ambiental. Como se puede observar en el siguiente gráfico:



Fuente: ICCT, 2016

Ilustración 40: estándar de emisiones de vehículos según la normativa Euro

Elaborado por: (Becerra, 2018)

3.2. Enfermedades causadas a los usuarios y a los ciudadanos.

3.2.1. Elementos contaminantes del aire producidos por vehículos a combustión

La salud humana se ve directamente afectada por las emisiones de los vehículos que funcionan con combustión de gasolina o diésel. Una forma útil para comprender dichas afectaciones es definir los elementos contaminantes que son expulsados por dichos vehículos. Entendiendo como contaminante del aire, a todo elemento que causa efectos negativos en él. Y por ende afecte al bienestar de los seres humanos y en este caso particular de los usuarios de un sistema de transporte urbano que utiliza buses a diésel.

Los principales elementos contaminantes son:

- Monóxido de carbono (CO)
- Dióxido de carbono (CO_2)
- Plomo (Pb)
- Ozono (O_3)
- Óxido de Azufre (SOx)
- Óxido de nitrógeno (NOx)
- Material particulado (PM)
- Hidrocarburos volátiles

En el aire de las ciudades es común encontrar partículas conocidas como PM10 y PM25, cuya diferencia está establecida por su diámetro, el cual es de 10 micrómetros o menos, o 25 micrómetros o menos, respectivamente. Una de sus principales diferencias es que las partículas de menor diámetro son más dañinas para la salud humana, debido a que pueden llegar a la parte inferior de los pulmones. (Moller, 2006)

A continuación se brindara una descripción de los elementos contaminantes del aire mencionados:

3.2.1.1. Monóxido de Carbono (CO):

Este compuesto es un gas incoloro, e inodoro que en altas concentraciones tiene una alta probabilidad de ser letal. Una de las principales fuentes que originan este compuesto es la quema incompleta de combustibles fósiles. Las afectaciones a la salud dependerán del tiempo de exposición de la persona al gas.

Este gas reduce la cantidad de aire que ingresa al sistema sanguíneo. El efecto a corto plazo en una persona expuesta al gas es sensación de fatiga. La exposición a este gas puede generar enfermedades del corazón y los pulmones. Si bien el efecto es mucho mayor en niños de edades entre una a tres semanas y en ancianos, la exposición prolongada a monóxido de carbono puede producir la muerte. (Moller, 2006)

3.2.1.2. Ozono

El ozono es uno de los componentes mayormente presentes en el smog, el cual es uno de los gases residuales producidos por la combustión de combustibles de los vehículos de una urbe. Este causa principalmente en las personas que lo inhalan los siguientes efectos: dolor de cabeza, fatiga y alteraciones pulmonares. La población más vulnerable a recibir afectaciones por causa de la inhalación de ozono presente en el ambiente son los recién nacidos, ancianos y personas con enfermedades respiratorias.

3.2.1.3. Plomo (Pb)

El plomo es un elemento que se emite principalmente de la combustión de combustible, dando como resultado material particulado. Este es un material tóxico para la salud humana. Debido a su inhalación éste puede acumularse en diferentes órganos y causar afectaciones al sistema nervioso central del organismo humano. Estudios científicos han

demostrado que además de afectar al Sistema nervioso, la exposición a este gas puede bloquear el desarrollo intelectual en niños. (Moller, 2006)

3.2.1.4. Óxidos de nitrógeno (NOx)

Este compuesto está conformado por la unión de partículas de oxígeno y nitrógeno, y la principal fuente de emisión de estos gases son la quema de combustibles fósiles. Al entrar en contacto con el ambiente reacciona con sustancias químicas producidas por la luz solar y produce ácido nítrico, el cual es principal componente de la lluvia acida. También puede producir ozono y smog en el ambiente.

Los niveles bajos de este compuesto en el aire pueden producir irritación en los ojos, la nariz, la garganta y puede causar tos. Se puede producir además la acumulación de líquido en los pulmones 1 o 2 días después de la inhalación. La exposición a alto niveles de este compuesto o la exposición prolongada puede producir quemaduras, dilataciones en las vías respiratorias o en la garganta. (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016)

3.2.1.5. Otros compuestos contaminantes peligrosos para la salud humana

Además de los elementos químicos y compuestos antes mencionados, existentes otros contaminantes producto de la combustión de combustibles fósiles. Entre ellos se encuentran algunos elementos cancerígenos y no cancerígenos como: benzol, tetracloruro de carbono, cloro, óxido de etileno, cadmio y manganeso. El benzol por su parte ataca la médula ósea, puede afectar el sistema nervioso, los cromosomas y provocar leucemia. (Moller, 2006)

3.2.2. Efectos de la contaminación sobre la salud humana

La exposición e inhalación de partículas volátiles por parte de los usuarios del transporte urbano y por ciudadanos que respiran aire contaminado, aún en periodos cortos de tiempo, verán afectada su función pulmonar, y podrán sufrir cambios en el balance cardiaco autonómico. (Moller, 2006)

Los residuos volátiles producidos por la combustión del diésel pueden producir inmunoglobilina E, sustancia que se asocia a procesos alérgicos e inflamatorios, por ejemplo el asma. Según el Instituto de Desarrollo Urbano de la Alcaldía Mayor de

Bogotá, la tensión arterial también se pude ver afectada. Un estudio realizado en 2 600 adultos, demostró que la tensión se incrementó a la par con los niveles de contaminación del aire. Lo cual aumentará la posibilidad de infartos y otros problemas que afectan al corazón. (Moller, 2006)

3.2.3. Relación de la contaminación del aire con la mortalidad

Estudios demuestran que la contaminación del aire está relacionada con la mortalidad general. Existe un incremento de 0.51% en la mortalidad general por cada incremento en el nivel de PM10 de 10ug/m^3. El incremento en la mortalidad por causas cardiovasculares y respiratorias es de 0.68% por cada incremento de PM10 de 10 ug/m^3. (Moller, 2006)

La probabilidad de un individuo de morir por estar expuesta al aire contaminado es baja, pero cuando se habla de grandes ciudades habitas por miles o millones de habitantes la probabilidad de mortalidad consecuentemente aumenta. Por ende este factor está presente en la tasa de mortalidad de las ciudades.

Existen casos de países menos industrializados, por ende con un menor desarrollo tecnológico en sus políticas urbanas y en su normativa de combustible diésel. La mortalidad puede ser igual o incluso mayor que en países industrializados. Por ejemplo Bangkok (Tailandia) un cambio de 10ug/m^3, en los valores diarios de PM10 está relacionado con un incremento del 1-2% de la mortalidad general, un incremento del 1-2% en la mortalidad cardiovascular y un incremento de 3-6% en la mortalidad respiratoria. Existen reportes similares en países como Brasil, Chile y México. (Moller, 2006)

3.2.4. Relación de la contaminación del aire con la morbilidad

Considerando que el término morbilidad hace referencia al número de personas que enferman en un determinado tiempo y lugar. El empeoramiento de la calidad del aire es un factor que incide en el aumento de la atención en el servicio de urgencias en los hospitales a casos de crisis asmáticas, así como en la utilización de broncodilatadores y además problemas respiratorios en niños. Otro grupo vulnerable afectado por la contaminación del aire son los ancianos. Se ha demostrado que la mala calidad y

contaminación del aire aumenta los ingresos hospitalarias por neumonía en ancianos. (Moller, 2006)

El elemento contaminante que más incide en el aumento de ingresos hospitalarios por crisis respiratorias es el CO. N incremento del 25-75% en CO genera un incremento de un 40% en la búsqueda de atención médica por enfermedad cardiovascular. La morbilidad por efectos del aire contaminado de las ciudades ha sido mayormente en niños, y se ha demostrado que en niños con diagnóstico previo de asma es muy probable la agudización o persistencia de los síntomas debido a la exposición al aire contaminado de las urbes. (Moller, 2006)

La contaminación del aire también influye en el ausentismo escolar, es decir en la cantidad de niños que faltan a las escuelas y colegios debido a problemas de salud. Estudios indican que por cada 1.0 partes por millón y 50 partes por billón de aumento en CO y ozono, la ausencia escolar se aumenta en un 3.79% y 13.01% respectivamente. (Moller, 2006)

Así mismo los efectos en la salud del aire contaminado por la expulsión al ambiente de residuos volátiles tras la combustión de combustible de los vehículos de una ciudad. Está relacionada a la salud ocupacional. Se han realizado estudios en París que demuestran que policías y conductores de taxis y ciertas profesiones son mayormente proclives a la adquisición y prevalencia de enfermedades como bronquitis crónica y sinusitis. (Moller, 2006)

Es importante destacar que las enfermedades cardiovasculares y respiratorias en adultos, y el asma en niños, prevalecen con mayor frecuencia en los sectores urbanos de menores ingresos económicos, debido a que las fábricas se encuentran mayormente en barrios apartados de los centros urbanos, donde comúnmente se asienta la población de bajos recursos debido al menor costo de vivienda. O en ciertos casos, debido a que son lugares y terrenos vulnerables a experimentar invasiones.

Otro motivo es que en Latinoamérica la adquisición de E-vehicles se da con menor frecuencia en los barrios de bajos ingresos económicos, debido a la desinformación en torno a sus bondades ambientales y principalmente por el costo de los vehículos.

Todos estos factores mencionados anteriormente contribuyen a que la contaminación del aire sea un factor que influye directamente a la desigualdad en la salud. Por ende contribuye a la inequidad social. Tomando en cuenta que la equidad social es un principio básico de las ciudades sostenibles, se concluye que la contaminación del aire en las ciudades está directamente contrapuesta con la sostenibilidad urbana, y que la promulgación de políticas públicas que promuevan la disminución de la contaminación dela aire en las ciudades son mecanismos que contribuyen directamente a la sostenibilidad urbana.

3.2.5. Los efectos negativos del ruido generado por automotores sobre el ser humano

El ruido es un problema comúnmente presente en las ciudades. Es considerado un problema ambiental y urbano. Debido a que produce afectaciones a la salud de las personas y se propaga a través del ambiente. Una de las principales fuentes de contaminación auditiva son los automotores que funcionan con la combustión de combustibles fósiles.

Los buses y vehículos 100% eléctricos, los cuales son el objeto de estudio de la presente tesis, no producen ruido debido a que no poseen un motor de combustión interna en su estructura, en vez de ello poseen baterías que almacenan energía eléctrica para permitir la movilidad del vehículo durante un determinado periodo de tiempo, para posteriormente ser recargadas y poder repetir su ciclo de movilización.

Para explicar de mejor manera los efectos negativos del ruido generado por automotores sobre el ser humano, tomaremos el ejemplo de la ciudad de Santiago de Cali, ubicada en Colombia. La contaminación auditiva es un problema del transporte urbano de la ciudad tanto privado como público. Informes del Departamento Administrativo de la Gestión Ambiental de Santiago de Cali, señalan que este es el problema que produce un mayor número de quejas por parte de los ciudadanos, siendo el número de 1 014 quejas por impactos de ruido en el año 1999. (Moller, 2006)

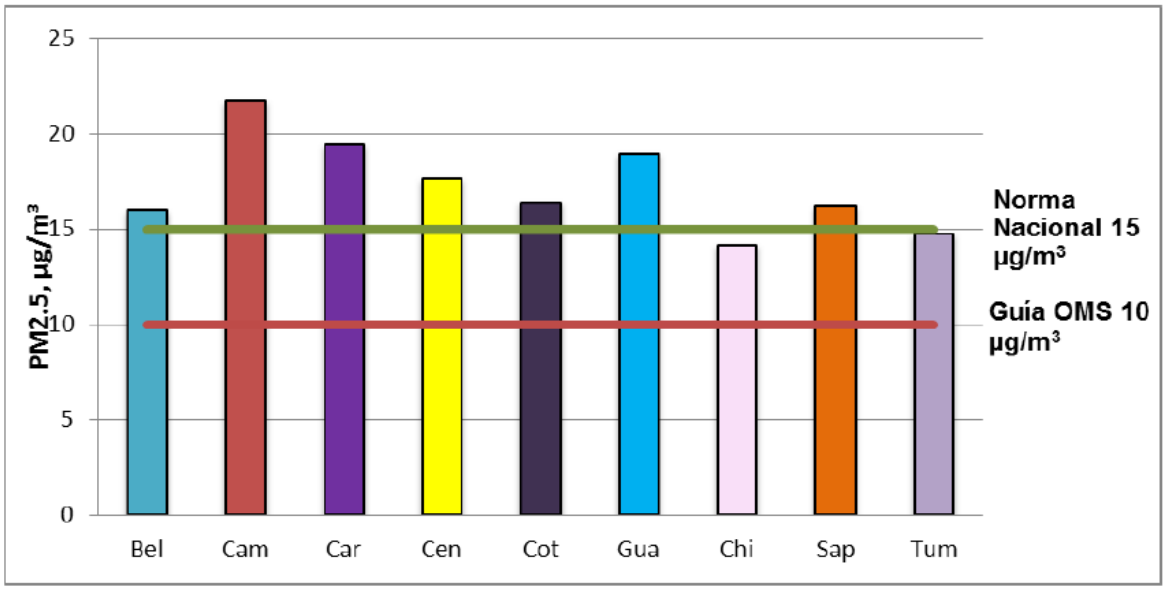
Si bien existen fuentes de ruido como la industria, discotecas y restaurantes. La trasportación motorizada es la mayor fuente de contaminación auditiva en las ciudades. El promedio de ruido que se alcanza en Santiago de Cali es de 86.5 decibeles. Mientras

que el nivel promedio de ruido promedio permisible en las ciudades es de 65 decibeles y 45 decibeles en bibliotecas, hospitales y en horario nocturno.

Por ende los altos niveles de ruido y contaminación auditiva son factores determinantes para generar malestar y disconformidad con el servicio, en los usuarios de un sistema de transporte público, así como en los habitantes de una ciudad, que día a día conviven con los altos niveles de contaminación auditiva producida por los motores de los vehículos que funcionan a través de la combustión de combustibles fósiles, del sistema de transporte urbano tanto público como privado de una ciudad.

3.3. La ciudad de Quito y sus altos niveles de contaminación del aire

Según estudios de la Secretaría de Ambiente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y a través de su informe de calidad del aire del año 2017, se establece que la ciudad de Quito rebaza los niveles de contaminación del aire permitidos por la Organización Mundial de la Salud y por la Norma Ecuatoriana de la calidad del aire, en gran parte del territorio metropolitano. Como se puede observar en el siguiente gráfico:



Código: Belisario (Bel), Camal (Cam), Carapungo (Car), Centro (Cen), Cotocollao (Cot),Guamaní(Gua), Los Chillos (Chi), San Antonio de Pichincha (Sap), Tumbaco (Tum)

Ilustración 41: contaminación del aire en Quito

Elaborado por: (Díaz Suarez, 2017)

Capítulo 4

Metodología de investigación

En el presente capítulo se presenta la metodología de investigación que se usará para la recolección y obtención de datos cualitativos y cuantitativos. Los cuáles serán la base para realizar las conclusiones y la propuesta que se presentarán al final de la presente investigación. En el presente capítulo además se presentarán el objetivo general y los objetivos específicos de la investigación.

4.1. Objetivos de investigación

Los objetivos a investigar de la presente disertación de grado son los siguientes:

4.1.1. Objetivo general

- Realizar un estudio de factibilidad para la implementación de buses 100% eléctricos en el distrito metropolitano de Quito. El estudio contará con una comparativa de costos de adquisición y operación, entre los buses a diésel y los buses 100% eléctricos. El estudio contará también con una parte de impacto social que se evaluará a través de entrevistas a representantes de los transportistas, a representantes del sector comercial privado que venden este tipo de vehículos en Quito y a funcionarios del sector público involucrados con el control y gestión de la movilidad de la ciudad.

4.1.2. Objetivos específicos

- Analizar las desventajas y perjuicios de la utilización de buses a diésel en el sistema de transporte público de Quito, su impacto negativo hacia la salud de los usuarios y su influencia para disminuir el nivel de servicio del sistema de transporte urbano del DMQ.
- Analizar los beneficios de la utilización de buses 100% eléctricos en el sistema de transporte urbano del DMQ. Analizar su impacto notablemente menos dañino en la salud de los usuarios, y su influencia positiva para aumentar el nivel de servicio del sistema, y por ende su aporte para promover que los ciudadanos usen medios alternativos al vehículo particular.

- Analizar los efectos negativos de la alta contaminación producida por los gases emanados por los buses a diésel del actual sistema de transporte público del DMQ y determinar las razones para que este tipo de contaminación se contraponga con los objetivos de una ciudad sostenible.
- Realizar una comparativa de costos de adquisición y operación, entre los buses a diésel y los buses 100% eléctricos.
- Realizar entrevistas a representantes de los transportistas, a representantes del sector comercial privado que venden este tipo de vehículos en Quito y a funcionarios del sector público involucrados con el control y gestión de la movilidad de la ciudad con el fin de evaluar el impacto social de la implementación de buses 100% eléctricos en el sistema de transporte urbano del DMQ.

4.2. Marco metodológico

Los objetivos de investigación de la presente tesis están enmarcados en desarrollar un análisis de factibilidad económico desde el punto de vista de la adquisición, operación y mantenimiento de buses 100% eléctricos para funcionar en el sistema de transporte urbano del Distrito Metropolitano de Quito.

En este sentido la metodología de investigación se apoya en una perspectiva multireferencial, multidimensional e interpretativa. Lo cual a su vez incluye una investigación documental-bibliográfica, así como una investigación de campo que consiste en el levantamiento de información a directivos de tres áreas puntuales de la movilidad urbana en Quito. Las empresas privadas de transporte urbano, las empresas que venden buses eléctricos en Quito y la Empresa Pública Metropolitana de Transporte y Obras Públicas. (Ruiz Rojas, 2017)

4.3. Investigación documental-bibliográfica

Para el desarrollo de la presente investigación se ha tomado como referencia bibliografía compuesta por libros y artículos científicos de distintos autores que han investigado temas relacionados a ciudades sostenibles, transporte y movilidad

sostenible, movilidad eléctrica, buses eléctricos, entre otros temas relacionados con el tema central de la presente investigación.

La información que ha sido obtenida de las fuentes bibliográficas mencionadas, ha sido citada en los casos pertinentes con la metodología APA sexta edición.

4.4. Recopilación de datos e investigación de campo

En la presente investigación se ha levantado información y se han obtenido datos cualitativos y datos cuantitativos con el objetivo de poder medir la factibilidad de implementar buses 100% eléctricos en Quito. A continuación se explica el proceso que se siguió para obtener los mismos.

4.4.1. Obtención de datos cuantitativos

Para la obtención de datos cuantitativos se realizaron cotizaciones de buses 100% eléctricos y de buses a diésel en establecimientos comerciales que distribuyen o que tienen la capacidad de distribuir este tipo de vehículos en Quito. Considerando tres factores fundamentales para obtener un precio anual que el dueño de la unidad debe pagar. Estos parámetros son: adquisición, operación y mantenimiento. Todos estos datos se tabularon y se presentan en tablas en el Capítulo 5 de la presente tesis.

4.4.2. Obtención de datos cualitativos

Para la obtención de datos cualitativos se realizaron entrevistas a los directivos de tres áreas que ejecutan y regulan el transporte público en Quito. Como son directivos de empresas privadas de transporte urbano de Quito, empresa pública metropolitana de transporte y obras públicas y empresas que tienen la capacidad de vender y distribuir buses 100% eléctricos en Quito.

Las entrevistas se realizaron a través de preguntas que están basadas en los objetivos de investigación de la presente tesis, así como en los temas abarcados en el marco teórico. Posteriormente a la realización de las entrevistas, se realizó un análisis de cada respuesta y se realizaron análisis comparativos que permitieron al investigador realizar conclusiones y estructurar la propuesta de la presente investigación, presentadas en los capítulos 6 y 7 de la presente tesis.

Capítulo 5

Resultados de la investigación

En el presente capítulo se presentan los resultados de investigación obtenidos en base a la metodología presentada en el capítulo anterior. Se presentan resultados tanto cuantitativos como cualitativos y se describen a continuación.

5.1. Resultados cuantitativos

Los resultados cuantitativos que se presentan a continuación, son resultados numéricos que estudian la factibilidad económica de la implementación de buses 100% eléctricos en el Distrito Metropolitano de Quito.

5.1.1. Análisis económico de factibilidad

Para realizar una comparación de costos de adquisición, operación y mantenimiento entre los buses a diésel y los buses 100% eléctricos en el mercado nacional. En el presente capítulo se detallarán dos tablas que contienen los rubros más destacados referentes a adquisición, operación y mantenimiento de buses en el mercado ecuatoriano. Los elementos contenidos en las tablas mencionadas se explicarán a detalle para mejor comprensión del lector.

5.1.1.1. Costos de adquisición, operación y mantenimiento de un bus a diésel en el mercado ecuatoriano.

La tabla de costos de los buses a diésel se realizó en base a uno de los ejemplares de buses que se usan con mayor frecuencia en el sistema de transporte urbano del Distrito Metropolitano de Quito, el modelo de chasís Hino AK. Para la realización de la tabla comparativa de costos, se efectuaron cotizaciones de precios en distintas casas comerciales que distribuyen y venden chasís de buses, carrocerías y que realizan mantenimiento a buses de transporte urbano en la ciudad de Quito.

5.1.1.1.1. Características mecánicas bus a diésel

A continuación se indicaran las características mecánicas del chasís de bus Hino AK:

Tabla 3: Características mecánicas de un bus a diésel Hino AK

Buses a diésel en el mercado ecuatoriano	
Modelo	Hino AK
Pesos	
Peso Bruto vehicular	14200 kg
Peso Chasís	4765 Kg
Motor	
Modelo	J08EUD
Potencia máxima	247HP
Régimen Max. Potencia	2500 RPM
Torque máximo	739 Nm
Régimen Max. Torque	1500RPM
Cilindros	6 en línea
Cilindraje	7684 cc
Norma de emisión	EURO 3
Aspiración	Turbo intercooler
Sistema de inyección	Electrónico common rail
Caja de cambios	
Modelo	MF 06S
No cambios (adelante)	Seis
Tracción	4x2
Embrague	
Tipo	Monodisco
Diámetro	380 mm
Control	Hidráulico más booster de aire
Ejes	
Capacidad eje delantero	Elliot invertido / 6500 Kg
Capacidad eje posterior	Full flotante / 9200 Kg
Freno de servicio	
Tipo	Completamente neumático, doble circuito, leva tipo S
Freno auxiliar	
Tipo	Freno de escape
Freno de parqueo	
Tipo	Bloqueo por aire a ruedas posteriores
Control	Neumático
Neumáticos	
Dimensiones	235/75 R17.5
Tanque de combustible	
Capacidad	300 L (75 Gl)
Sistema eléctrico	
Tipo	24 voltios

Elaborada por: (Teojama Comercial, 2019)

5.1.1.1.2. Tabla comparativa de costos de adquisición, operación y mantenimiento bus a diésel

A continuación se indica la tabla comparativa de costos para un bus a diésel de común adquisición en el mercado de autobuses en la ciudad de Quito, considerando un crédito a 5 años plazo:

Tabla 4: tabla promedio de costos de buses a diésel disponibles en el mercado ecuatoriano: bus Hino AK

Buses a diésel en el mercado ecuatoriano				
Modelo	Hino AK			
Costo total Chasis	67900			
Costo total carrocería	65000			
Costo total bus	132900			
Entrada (30%)	39870			
Kilómetros diarios recorridos	290			
Galones diarios consumidos	30			
Precio diésel (USD)	1,037			
Años de financiamiento	5			
Elementos de Costo	**Dólar/Bus/Año**	**Dólar/Bus/Mes**	**Dólar/Bus/Día**	**Dólar/Bus/km**
Costos variables				
a. Combustible	11199,60	933,30	31,11	0,11
b. Rodamiento	220,00	18,33	0,61	0,00
c. Mantenimiento preventivo	5184,00	432,00	14,40	0,05
d. Mantenimiento correctivo	4500,00	375,00	12,50	0,04
Costos fijos				
a. Mano de obra operacional	14610,48	987,32	32,91	0,11
b. Seguros	1200	100	3,33	0,01
c. Gasto de legalización de vehículos	291,00	24,25	0,81	0,00
d. Gastos administrativos	819,00	68,25	2,28	0,01
e. Gastos operativos	288	24	0,80	0,00
f. Depreciación	13290,000	1107,50	36,92	0,13
g. Utilidad de la inversión 30% valor del vehículo	7974,00	664,50	22,15	0,08
h. Costo de financiamiento el 70% del valor del vehículo	18606,00	1550,50	51,68	0,18
Costo Total	78182,08	6284,95	209,50	0,72

Elaborada por: (Cueva Ruiz, 2019)

Para la realización de la tabla anterior se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para obtener los valores de la columna *"dólar/bus/kilómetro"* se consideró que el bus recorre una distancia de 290 km diarios (Cámara de transporte urbano de Quito, 2019), el cual es un valor diario promedio de las rutas de buses de transporte urbano existentes en el Distrito Metropolitano de Quito.
- Para la obtención del valor diario de combustible que consume el bus a diésel del ejemplo, se consideró el valor del diésel en Ecuador en el mes de marzo de 2019, valorado en $1.037 dólares estadounidenses por galón. Y considerando que el bus del Hino AK del ejemplo posee un tanque de combustible para 75 galones.
- Para la fila denominada mano de obra operacional en la subsección de costos fijos se consideró el salario básico sectorial de un chofer y de un ayudante de bus, dispuestos por el Ministerio de Trabajo del Ecuador, siendo el del chofer $605.62 y el del ayudante $394.00, según la tabla sectorial de salarios del Ministerio del Trabajo del año 2019. También se consideró el pago del décimo tercer y décimo cuarto sueldo tanto para un chofer como para un ayudante. (Ministerio del trabajo del Ecuador, 2019)
- Para los gastos de administrativos se consideró el personal básico que labora en una oficina de una cooperativa de buses de transporte urbano, considerando entre ellos el salario de un guardia a $398.33, de una secretaria a $401.64, de un contador a $407.89 y de un conserje $398.33, según la tabla sectorial de salarios del ministerio del trabajo del año 2019. Así como un valor de pago de servicios básicos de $100 mensuales. La suma total de estos rubros se divide para un total de 25 socios de la cooperativa, que se asume para la realización de este ejemplo. (Ministerio del trabajo del Ecuador, 2019)
- Para los gastos operacionales se considera el alquiler de una oficina para el funcionamiento de la central de operaciones de una cooperativa de buses de transporte urbano a $600 mensuales. El valor de este rubro se divide para un total de 25 socios de la cooperativa, que se asume para la realización de este ejemplo.

- Para los gastos de depreciación del vehículo se considera un valor de depreciación de 10% del valor total al año.

5.1.1.2. Costos de adquisición, operación y mantenimiento de un bus 100% eléctrico en el mercado ecuatoriano.

La tabla de costos de los buses 100% eléctricos se realizó en base a uno de los ejemplares de E-buses que se han venido adquiriendo con mayor frecuencia en el mercado ecuatoriano por parte cooperativas de transporte urbano, tanto como para realizar pruebas piloto de funcionamiento, así como para la conformación de flotas de buses 100% eléctricos. Como por ejemplo la flota de 20 buses 100% eléctricos marca BYD que cubre la ruta Sauces-Centro en la ciudad de Guayaquil. (González , 2018)

Para la realización de la tabla comparativa de costos, se efectuaron cotizaciones de precios en la casa comercial BYD que distribuyen y vende buses 100% eléctricos en Ecuador, además dicha casa comercial realiza mantenimiento preventivo y correctivo a las unidades 100% eléctricas.

5.1.1.2.1. Características mecánicas bus eléctrico

A continuación se indicaran las características mecánicas del chasís de bus 100% eléctrico BYD K9G:

Tabla 5: Especificaciones técnicas E-bus BYD K9G

DATOS DEL PRODUCTO	
Marca	BYD
Modelo	K9G
Tipo	Bus Urbano
Categoría [clase]	M3 (Clase II)
Combustible	Electricidad

MOTOR	**K9G-S**	**K9G-I**
Tipo de motor	AC síncrono de imanes permanentes	
Familia y Modelo	BYD-2912TZ-XY-A	
Potencia máxima	150 kW x 2 (201 HP x 2)	
Torque	550 Nm x 2	
Autonomía	300 km	
Velocidad máxima [km/h]	80 km/h	
DIMENSIONES EXTERNAS	**K9G-S**	**K9G-I**
Longitud total [mm]	12540 mm	
Ancho total [mm]	2550 mm	
Alto total [mm]	3411 mm	
Distancia entre ejes [mm]	6150 mm	
Voladizo delantero [mm]	2700 mm	
Voladizo posterior [mm]	3690 mm	
Trocha eje delantero [mm]	2110 mm	
Trocha eje posterior [mm]	1904 mm	

Ángulo de aproximación	8.5°	
Ángulo de salida	8.5°	
Altura mínima al suelo [mm]	153 mm	
Radio de giro [mm]	≤ 12000 mm	
PESOS Y CAPACIDADES	**K9G-S**	**K9G-I**
Peso bruto vehicular [PBV] [kg]	19500 kg	19500 kg
Peso en vacío [kg]	13850 kg	14130 kg
Capacidad de carga [kg]	5650 kg	5370 kg
Economía de combustible [km/kWh]	0.93 km/kWh	
Capacidad de pasajeros, de pie y sentados [incluye chofer]	De pie: 49 Sentados: 31 + 1 chofer	De pie: 44 Sentados: 31 + 1 chofer
Área útil disponible para pasajeros de pie [m2]	8 m^2	
TRANSMISIÓN	**K9G-S**	**K9G-I**
Marca	BYD	
Modelo	K9G	
Tipo	Motor en llanta sin caja de cambios	
Nº de marchas	3, Drive, Neutro y Retro	
Tracción	4x2 trasera	
SUSPENSIÓN	**K9G-S**	**K9G-I**
Delantera	Suspensión neumática de cuatro enlaces	
Posterior	Suspensión neumática de cuatro enlaces	
DIRECCIÓN	**K9G-S**	**K9G-I**
Descripción sistema	Sistema de dirección asistida hidráulica controlada electrónicamente	
FRENOS	**K9G-S**	**K9G-I**
Delanteros	Descripción	
Marca	Knorr	
Tipo de Accionamiento	Freno de disco, freno neumático	
Posteriores	Descripción	
Marca	Knorr	
Tipo de Accionamiento	Freno de disco, freno neumático	
De Estacionamiento	Descripción	
Marca	Knorr	
Tipo de Accionamiento	Freno de resorte	
SISTEMAS ESPECIALES	**K9G-S**	**K9G-I**
Ascensor para silla de ruedas	NO	SI

Elaborada por: (BYD Co, 2019)

5.1.1.2.2. Tabla comparativa de costos de adquisición, operación y mantenimiento bus a diésel

A continuación se indica la tabla comparativa de costos para un bus a diésel de común adquisición en el mercado de autobuses en la ciudad de Quito, considerando un crédito a 5 años plazo:

Tabla 6: tabla de costos promedio de un E-Bus en el mercado ecuatoriano: bus eléctrico BYD K9G

Buses 100% eléctricos en el mercado ecuatoriano				
Modelo	BYD K9G			
Costo total bus	419500			
Entrada (30%)	125850			
Kilometros diarios recorridos	288			
Años de financiamiento	5			
Galones diarios consumidos	30			
Precio diésel (USD)	1,037			
Elementos de Costo	**Dólar/Bus/Año**	**Dólar/Bus/Mes**	**Dólar/Bus/Día**	**Dólar/Bus/km**
Costos variables				
a. Combustible	4479,84	373,32	12,444	0,04
b. Rodamiento	840,00	70,00	2,33	0,01
c. Mantenimiento preventivo	2073,60	172,80	5,76	0,02
d. Mantenimiento crorrectivo	1800,00	150,00	5,00	0,02
Costos fijos				
a. Mano de obra operacional	14610,48	987,32	32,91	0,11
b. Seguros	1200	100	3,33	0,01
c. Gasto de legalización de vehículos	291	24,25	0,81	0,00
d. Gastos administrativos	819	68,25	2,28	0,01
e. Gastos operativos	288	24	0,80	0,00
f. Depreciación	41950,000	3495,83	116,53	0,40
g. Utilidad de la inversión 30% valor del vehículo	25170,00	2097,50	69,92	0,24
h. Costo de financiamiento el 70% del valor del vehículo	58730,00	4894,17	163,14	0,57
Costo Total	152251,92	12457,44	415,25	1,44

Elaborada por: (Cueva Ruiz, 2019)

Para la realización de la tabla anterior se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para obtener los valores de la columna *"dólar/bus/kilómetro"* se consideró que el bus recorre una distancia de 290 km diarios (Cámara de transporte urbano de Quito, 2019), el cual es un valor diario promedio de las rutas de buses de transporte urbano existentes en el Distrito Metropolitano de Quito.
- Para la fila denominada mano de obra operacional en la subsección de costos fijos se consideró el salario básico sectorial de un chofer y de un ayudante de bus, siendo el del chofer $605.62 y el del ayudante $394.00, según la tabla sectorial de salarios del ministerio del trabajo del año 2019. También se consideró el pago del décimo tercer y décimo cuarto sueldo tanto para un chofer como para un ayudante. (Ministerio del trabajo del Ecuador, 2019)
- Para los gastos de administrativos se consideró el personal básico que labora en una oficina de una cooperativa de buses de transporte urbano, considerando entre ellos el salario de un guardia a $398.33, de una secretaria a $401.64, de un contador a $407.89 y de un conserje $398.33, según la tabla sectorial de salarios del ministerio del trabajo del año 2019. Así como un valor de pago de servicios básicos de $100 mensuales. La suma total de estos rubros se divide para un total de 25 socios de la cooperativa, que se asume para la realización de este ejemplo. (Ministerio del trabajo del Ecuador, 2019)
- Para los gastos operacionales se considera el alquiler de una oficina para el funcionamiento de la central de operaciones de una cooperativa de buses de transporte urbano a $600 mensuales. El valor de este rubro se divide para un total de 25 socios de la cooperativa, que se asume para la realización de este ejemplo.
- Para los gastos de depreciación del vehículo se considera un valor de depreciación de 10% del valor total al año.

5.1.1.3. Costo de una flota de buses 100% eléctricos en Ecuador

Para considerar cual sería el costo total de un sistema de buses eléctricos en Quito se debe considerar el costo del sistema eléctrico de carga, para ello consideraremos los datos proporcionados por la empresas BYD Ecuador. Existen 2 tipos de sistema de carga para buses eléctricos en el mercado ecuatoriano, si bien en el capítulo 2 de la presente investigación se hablaron de las características técnicas de estos sistemas eléctricos de carga, en el presente apartado se analizará su costo actual en el mercado ecuatoriano.

5.1.1.3.1. Cargadores individuales

Para un promedio de 5 horas de carga, estos cargadores brindan a las unidades un promedio de 400Km de recorrido. Los 2 tipos de cargadores para buses 100% eléctricos existentes en el mercado ecuatoriano distribuidos por la empresa BYD Ecuador, se indican en la tabla 7.

Tabla 7: Cargadores individuales para buses eléctricos en el mercado ecuatoriano

Cargadores individuales para buses eléctricos en el mercado ecuatoriano		
	capacidad	precio (USD)
Cargador con transformador de corriente dentro del cargador	40 kw	35000
Cargador con transformador de corriente dentro del carro	40 kw	7000

Fuente: (Hernández, 2019)

5.1.1.3.2. Electrolineras

Una electrolinera es una construcción civil con espacios adaptados para la recarga de buses y vehículos eléctricos que está constituida por varios cargadores individuales. En Ecuador, en la ciudad de Guayaquil existe una electrolinera adaptada para cargar 20 buses 100% eléctricos marca BYD pertenecientes a la empresa de transporte urbano Saucinc, que cubre la ruta Sauces-centro de Guayaquil. Segundo datos de BYD Ecuador, el costo total de construcción e instalación de esta electrolinera es de aproximadamente 700 000 dólares americanos, la electrolinera cuenta con 20 cargadores que en la noche se usan para cargar los E-buses y en el día sirven para cargar vehículos eléctricos. Por ende la inversión que dicha empresa de transporte realizó para adquirir una flota de 20

buses 100% eléctricos, más su respectiva electrolinera para la recarga de las unidades, fue de aproximadamente 9 millones de dólares americanos. (Hernández, 2019)

5.2. Resultados cualitativos

Los resultados cualitativos miden en términos generales el impacto generado en 3 actores particulares que tienen un rol importante para el funcionamiento del sistema de transporte urbano en el Distrito Metropolitano de Quito, como lo son empresas privadas de trasponte urbano, el gerente de operaciones de la Empresa Pública Metropolitana de Pasajeros y el gerente de ventas de una concesionaria de buses 100% eléctricos que distribuye estos vehículos en Ecuador. Se aplicaron entrevistas a representantes de estos actores de acuerdo con la metodología de investigación de la presente tesis, que se explica en el capítulo 4. Las entrevistas completas se muestran en los anexos de la presente tesis.

5.2.1. Interpretación de los resultados cualitativos (entrevistas) en función de los objetivos específicos

Objetivo específico Nº 1: Analizar las desventajas y perjuicios de la utilización de buses a diésel en el sistema de transporte público de Quito, su impacto negativo hacia la salud de los usuarios y su influencia para disminuir el nivel de servicio del sistema de transporte urbano del DMQ.

Objetivo específico Nº 2: Analizar los beneficios de la utilización de buses 100% eléctricos en el sistema de transporte urbano del DMQ. Analizar su impacto notablemente menos dañino en la salud de los usuarios, y su influencia positiva para aumentar el nivel de servicio del sistema, y por ende su aporte para promover que los ciudadanos usen medios alternativos al vehículo particular.

Objetivo específico Nº 3: Analizar los efectos negativos de la alta contaminación producida por los gases emanados por los buses a diésel del actual sistema de transporte público del DMQ y determinar las razones para que este tipo de contaminación se contraponga con los objetivos de una ciudad sostenible.

Análisis de resultados de las entrevistas en función del objetivo específico Nº 1, Nº 2 y Nº 3:

En base a las entrevistas realizadas, tres de los tres actores entrevistados, que en conjunto se encargan de la operación y mantenimiento del sistema de transporte urbano en el Distrito Metropolitano de Quito, como lo son el gerente de operaciones de la Empresa Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito, dos gerentes de empresas de transporte urbano de Quito y el gerente de ventas de la región sur de la concesionaria de vehículos eléctricos BYD, concuerdan en que los perjuicios hacia la salud de los usuarios del transporte urbano de Quito debido a la combustión de los combustibles fósiles usados por los buses convencionales son una realidad en Quito.

Uno de los gerentes de las cooperativas incluso manifestó que a veces se rompen escapes internos en los buses y estos gases contaminantes entran a la cabina, permitiendo que tanto el conductor y el ayudante de la unidad, así como los pasajeros inhalen partículas contaminantes por periodos prolongados de tiempo durante la jornada laboral y durante el lapso de transporte de los pasajeros. Lo cual es un perjuicio directo para su salud puesto que dichas partículas ingresan al sistema respiratorio de los usuarios causando alteraciones respiratorias e incluso cardiovasculares como se indica en el capítulo 3, en el apartado 3.2 de la presente tesis.

Sin embargo, existe un cierto conformismo por parte de uno de los transportistas entrevistados en este aspecto, puesto que incluso estando consiente de estas afectaciones a la salud de los usuarios su razonamiento para abordar esta problemática consiste en: si nuestras unidades pasan los controles municipales y aun así se crea contaminación ya no es nuestra culpa.

Por otra parte el gerente de la empresa Transzeta manifestó su compromiso con abordar esta problemática de una manera más responsable y pragmática. Por ende ellos si bien no comprarán buses eléctricos en las condiciones actuales de tarifa de Quito (0,25 ctvs por pasajero), debido a los altos costos de adquisición y de inversión inicial. Ellos han comprado ya una unidad con un sistema de combustión que se rige bajo la normativa Euro 5, que en teoría reduce las emisiones gases contaminantes al ambiente. Sin embargo, según el ing. Gustavo Hinostrosa, gerente de operaciones de la Empresa

Pública de Pasajeros, el usar un bus Euro 5, si bien es una iniciativa destacable y plausible de la empresa Transzeta para aportar a la reducción de la contaminación del aire de la ciudad de Quito, desde un punto de vista técnico puede resultar una medida aislada y deficiente. Porque, si bien en términos técnicos el sistema de combustión del bus Euro 5 provee menores índices de contaminación al ambiente, esto en la práctica no funciona si la unidad se alimenta con diésel Euro 3, que es el que actualmente se vende en todas las estaciones de servicio (gasolineras) de Ecuador, puesto que el para que el sistema Euro 5 reduzca eficientemente la emisión de gases contaminantes necesita alimentarse con combustible regentado bajo la normativa Euro 5 o mayor, por lo tanto esta medida termina siendo poco eficiente y aislada para reducir las emisiones de gases contaminantes al aire de la ciudad de Quito.

Por parte del ing. Gustavo Hinostrosa, actual gerente de operaciones de la Empresa Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito, en abril de 2018, considera que la implementación de buses 100% eléctricos beneficiaría a la ciudad desde el punto de vista de emisiones de gases contaminantes al aire de la ciudad, puesto que actualmente según estudios de la secretaría de ambiente de Quito el transporte es uno de las actividades mayormente contaminantes del aire de la ciudad.

Según Virgilio Hernández gerente de ventas para la región sur de BYD Ecuador, concesionara de vehículos eléctricos en el país, los beneficios de los buses eléctricos en el sistema de transporte urbano son eminentes puesto que en primer lugar los vehículos eléctricos producen cero emisiones de gases contaminantes al ambiente, además dichas unidades influyen directamente en aumentar el confort de los usuarios al usar el servicio. Debido a que los buses eléctricos que ya recorren Guayaquil en la ruta Sauces-Centro, poseen aire acondicionado, lo cual brinda un mayor confort a los usuarios de ciudades costeras de climas cálidos, pero también lo haría en ciudades de altura como Quito puesto que al medio día durante el verano las temperaturas que pueden alcanzar la ciudad supera los 20 grados centígrados, produciendo una fuerte sensación de calor dentro los buses urbanos.

Las unidades eléctricas poseen además, una configuración electrónica que no le permite al bus avanzar si es que las puertas no se encuentra totalmente cerradas, lo cual ayuda a la seguridad del usuario al desembarcar de la unidad y evita los comunes arranques

por parte de las conductores mientras existen pasajeros aun bajando de los buses. Las unidades eléctricas que circulan ya en Guayaquil son e cama baja, es decir que la altura del suelo del bus, está casi a la altura de la acera, lo cual hace más cómodo el embarque para ancianos, niños y personas con discapacidad, lo cual es importante porque lo convierte al bus eléctrico en una unidad inclusiva, que se preocupa por un mayor confort e inclusión de personas pertenecientes a grupos vulnerables como los antes mencionados.

Por ende, si existe una reducción notable de la emisión de gases contaminantes a los usuarios y al chofer, además si se aumenta el confort de los usuarios mientras ocupan la unidad, no solo se estará reduciendo el riesgo laboral chofer y el ayudante, y de los pasajeros a contraer enfermedades respiratorias, sino que se promoverá el uso del transporte urbano como un medio eficiente y amigable con el usuario alternativo al vehículo particular.

Por lo tanto, si reducimos las emisiones de gases contaminantes como CO, CO_2, entre otros, producidos por la combustión de diésel de los buses comunes, reemplazándolos progresivamente por flotas de buses eléctricos, como se ha hecho ya en ciudades como Guayaquil, Santiago, Shezhen entre otras, aportaremos notablemente al medio ambiente y a los objeticos de una ciudad sostenible, que en términos generales es satisfacer sus necesidades actuales sin comprometer los recursos ambientales de las generaciones futuras.

Objetivo específico Nº 4: Realizar una comparación de costos de adquisición y operación, entre los buses a diésel y los buses 100% eléctricos.

Análisis de resultados de las entrevistas en función del objetivo específico Nº 4:

Respecto de los costos de adquisición, operación y mantenimiento, existe un punto en que los tres actores entrevistados, que en conjunto se encargan de la operación y mantenimiento del sistema de transporte urbano en el Distrito Metropolitano de Quito, como lo son el gerente de operaciones de la Empresa Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito, dos gerentes de empresas de transporte urbano de Quito y el gerente de ventas de la región sur de la concesionaria de vehículos eléctricos BYD, y es que el costo de adquisición inicial de los buses 100% eléctricos es alto, de hecho supera

en una relación de 3 a 1 en costo de adquisición al bus a diésel, sin embargo existen varias formas en la que la adquisición, operación y mantenimiento de buses 100% eléctricos pueden ser económicamente factibles en un sistema de transporte urbano.

Según Virgilio Hernández gerente de venta de BYD Ecuador para la región sur, si bien el coso de adquisición de los buses 100% eléctricos es más alto que el de los buses a diésel, la compra de buses eléctricos puede ser factible para los inversionistas privados si el estado ecuatoriano apoya estos procesos de renovación de flotas de las empresas privadas con buses eléctricos. El estado debería hacerlo debido a que es el principal beneficiado según lo que manifestó el gerente de ventas de BYD, puesto que al ir remplazando los buses a diésel por buses eléctricos el estado ahorrará dinero en el subsidio al combustible que ya no destinará al transporte, puesto que los buses eléctricos no utilizan este combustible subsidiado para funcionar, sino utilizan energía renovable, como lo es la energía eléctrica.

La manera en la que el estado central puede apoyar es a través de subsidios a los transportistas para la compra de buses eléctricos, dinero que provendría del ahorro producido en el subsidio al diésel que ya no se necesitaría puesto que las unidades eléctricas usan energía eléctrica para funcionar. Además el mantener las políticas de exoneración de aranceles para la importación de buses eléctricos, el subsidio parcial a la tarifa eléctrica en horarios nocturnos o de baja demanda para la carga de los buses eléctricos, de forma similar a lo que ya se realiza en la ciudad de Loja, para la carga de la flota existente de taxis 100% eléctricos que recorren la urbe.

BYD Ecuador considera, que el apoyo que necesitan los transportistas privados por parte del gobierno municipal para adquirir buses eléctricos es la aplicación de una tarifa diferenciada para las empresas que usen una flota de buses eléctricos en una determinada ruta. Como ya sucede en la ciudad de Guayaquil en donde la compañía Saucinc, que cubre la ruta Los Sauces – Centro de Guayaquil, tiene una tarifa diferenciada de 0,35 centavos para la ruta en donde usa una flota de buses 100% eléctricos, esto es importante debido a que por una parte los inversionistas privados podrán encontrar factibilidad económica en la compra de buses 100% eléctricos, y por otra parte la ciudad y por ende sus habitantes podrán contar con menos emisiones de gases contaminantes y por lo tanto dispondrán de un aire más puro y se reducirá la

posibilidad de contraer enfermedades respiratorias y cardiovasculares debido a la inhalación de partículas contaminantes a los pulmones de los ciudadanos sobre todo de integrantes de los grupos vulnerables como ancianos y niños recién nacidos.

Por otra parte si bien los buses 100% eléctricos tienen un mantenimiento mucho más económico que puede reducir a menos de la mitad los costos de este rubro en comparación al mantenimiento de un bus a diésel. Debido a que el bus a diésel necesita cambios de aceite, el cual es un rubro mensual considerable en el mantenimiento de este tipo de vehículos de combustión. Como se puede observar en el capítulo 5, apartado 5.1.1. De la presente tesis.

Por su parte los dos gerentes de empresas de transporte urbano entrevistados consideran que no es viable la adquisición de buses 100% eléctricos en las condiciones actuales de tarifa que rigen en Quito, para ellos la tarifa de 0,25 centavos de dólar no solo no les permite adquirir buses eléctricos, sino que les genera problemas financieros con las unidades ya existentes. Puesto que si bien la tarifa no ha experimentado un alza en más de una década en Quito, el sueldo básico de los choferes y ayudantes y la canasta automotriz sí han subido de precio, lo cual ha genera un desbalance económico en el funcionamiento de sus empresas.

Si bien el municipio entrega una compensación económica a cada dueño de una unidad de transporte urbano, los transportistas manifiestan que esta compensación está sujeta a muchos parámetros de calidad que muchas veces son exagerados y difíciles de cumplir. Además manifiestan que muchas veces los pagos por parte del municipio se atrasan por tres, cuatro o hasta más meses lo cual produce un desbalance económico y muchas veces una compleja situación financiera para las empresas de transporte urbano en Quito.

Los transportistas manifiestan que no quieren quedarse atrás de los adelantos tecnológicos que experimenta el transporte y la movilidad sostenible a nivel mundial, por eso la compañía de transporte Transzeta S.A. ha realizado pruebas directas con buses 100% eléctricos, teniendo un ejemplar eléctrico en circulación por un mes en su flota, con el objetivo de realizar pruebas de funcionamiento. Pero su gerente está convencido de que para que ellos puedan emprender en una inversión mayor para

adquirir buses 100% eléctricos, el municipio de Quito debe revisar y subir la tarifa del transporte urbano.

Por su parte el ing. Gustavo Hinostroza, actual gerente de operaciones de la Empresa Pública Metropolitana de Pasajeros de Quito, en abril de 2018, manifestó al respecto que si bien subir la tarifa o la implementación de una tarifa diferenciada para que las compañías de transporte privado puedan adquirir buses 100% eléctricos con el objetivo de aportar a reducir la contaminación dela aire de la ciudad, además de brindar a la ciudadanía unidades con mayor nivel de confort con servicios como: aire acondicionado, sistemas electrónicos que no permiten arrancar a las unidades sin que las puertas de la unidad estén 100% cerradas, unidades de cama baja para obtener mayor facilidad para la embarcación de ancianos, niños y personas con discapacidad, entre otras bondades de los buses eléctricos, es una excelente propuesta que se plantea al municipio.

Sin embargo pide que se consideren varios puntos importantes que han vuelto compleja la ejecución de esta propuesta de los transportistas, y es que en primer lugar, definir la tarifa del transporte público es una competencia directa del Consejo Metropolitano de Quito, lo cual significa que esta decisión no es precisamente técnica sino muchas veces ha sido una decisión política, la cual en la coyuntura nacional y local es una decisión directamente relacionada con la popularidad y aceptación de las autoridades políticas del municipio. Por ende no es una decisión que toma y ejecuta el departamento de ingeniería de trasporte de la secretaría de movilidad, en base a criterios técnicos, sino más bien es una decisión eminentemente política, que debe ser aprobada o descartada por el alcalde y por los concejales en el Consejo Metropolitano de Quito.

Por ende subir la tarifa o aplicar tarifas diferenciadas para incentivar a las empresas de transporte urbano privadas a comprar buses 100% eléctricos es una propuesta sumamente eficiente desde el punto de vista económico para generar rentabilidad económica en este tipo de inversión. Sin embargo es una medida compleja de aplicar puesto que debe ser aprobada por un organismo político del municipio de Quito, como lo es el Consejo Metropolitano, lo cual ha generado que esta medida se dilate en el tiempo, la cual actualmente se encuentra a la espera de una decisión política determinante para poder ser ejecutada.

Capítulo 6

Conclusiones, recomendaciones y propuesta

6.1. Conclusiones

- Los buses a diésel son unidades que funcionan en base a la combustión interna de combustibles fósiles, que como residuo del proceso combustión emiten partículas contaminantes de CO, CO2, benceno, arsénico y óxido de nitrógeno. Los usuarios del sistema de transporte público están diariamente expuestos a inhalar este tipo de partículas, las cuales ingresan al sistema respiratorio y a la parte profunda de los pulmones, causando problemas respiratorios a los usuarios, sobre todo a ancianos, niños y personas con enfermedades respiratorias. Lo cual es un perjuicio y un riesgo latente para la salud de los usuarios del sistema de transporte público de Quito. Además los buses a diésel emiten gases de efecto invernadero a la atmosfera de la ciudad, afectando y disminuyendo políticamente la calidad del aire de toda la urbe.
- Los buses 100% eléctricos son unidades que no emiten gases contaminantes al medio ambiente, debido a que funcionan en base a energía renovable, como lo es la energía eléctrica. La implementación progresiva de flotas buses 100% eléctricos en Quito permitiría disminuir la contaminación del aire de la ciudad, de igual forma generaría un ahorro al gobierno nacional debido a la reducción de la utilización de diésel subsidiado. Puesto que actualmente gran parte del presupuesto del estado se utiliza para subsidiar combustibles, en 2014 el gobierno nacional destinó el 19.6% del total de sus ingresos fiscales a subsidiar combustibles fósiles, lo cual representó un monto de 3. 931 millones de dólares en subsidios a combustibles, del cual el subsidio al diésel es un rubro importante. Por ende al implementarse flotas de buses 100% eléctricos en los sistemas de transporte urbano, que no usan diésel subsidiado, se generará un ahorro significativo para el fisco.
- Los buses 100% eléctricos poseen característica electrónicas y funcionales que brindan un mayor nivel de confort a los usuarios de un sistema de transporte urbano, puesto que los buses eléctricos que se distribuyen en Ecuador cuentan

con aire acondicionado, con un sistema electrónico que permite al conductor arrancar la unidad sin que las puertas estén cerradas al 100%, además son unidades de cama baja, es decir que el piso de la unidad se encuentra al nivel de la acera, lo que brinda una mayor facilidad para embarcar a ancianos, niños y personas con discapacidad.

- El precio de un bus eléctrico en el mercado ecuatoriano, como se indica en la tabla es de $419.000 dólares, mientras que el de un bus a diésel cuesta aproximadamente $ 132.900 dólares, lo que genera que la relación de costo de un bus eléctrico frente a un bus a diésel sea de 3 a 1. Sin embargo el mantenimiento de una unidad eléctrica es mucho más económico que el de una unidad a diésel, puesto que la unidad a diésel necesita de cambio mensuales de aceite avaluados en alrededor de $400 USD, mientras que la unidad eléctrica no tiene esta necesidad, más que de un rebobinamiento del sistema que de acuerdo a la compañía BYD Ecuador, que realiza mantenimiento a unidades eléctricas, el ahorro en mantenimiento en unidades eléctricas es de aproximadamente del 50% frente a unidades a diésel.
- En base a las entrevistas realizadas, tres de los tres actores entrevistados, que en conjunto se encargan de la operación y mantenimiento del sistema de transporte urbano en el Distrito Metropolitano de Quito, como lo son el gerente de operaciones de la Empresa Metropolitana de Transporte de Pasajeros de Quito, dos gerentes de empresas de transporte urbano de Quito y el gerente de ventas de la región sur de la concesionaria de vehículos eléctricos BYD, concuerdan en que los perjuicios hacia la salud de los usuarios del transporte urbano de Quito debido a la combustión de los combustibles fósiles usados por los buses convencionales son una realidad en Quito y debe promoverse políticas urbanas para mitigar estos efectos negativos. Todos los entrevistados concuerdan en que la implementación progresiva de flotas de buses 100% eléctricos, beneficiaría a descontaminar el aire de la ciudad puesto que estas unidades eléctricas no producen emisiones de gases contaminantes.
- Los gerentes de empresas de transporte entrevistados no comprarán buses 100% eléctricos en las condiciones actuales de tarifa en Quito (0.25 centavos de dólar por pasajero) puesto que consideran que la tarifa no responde a las

necesidades reales y actuales para administrar y mantener el transporte público urbano en Quito. Los transportistas manifiestan que además de las plausibles iniciativas del gobierno nacional para brindar tarifas de carga eléctrica diferenciada para E-vehicles, reducción y eliminación de aranceles para la importación de buses 100% eléctricos, para que ellos empiecen a comprar buses 100% eléctricos para sus flotas se debe revisar y subir la tarifa del transporte público en Quito.

- La Empresa Pública Metropolitana de Pasajeros de Quito por medio de su gerente de operaciones manifiesta que subir la tarifa o la implementación de una tarifa diferenciada para que las compañías de transporte privado puedan adquirir buses 100% eléctricos con el objetivo de aportar a reducir la contaminación del aire de la ciudad, además de brindar a la ciudadanía unidades con mayor nivel de confort con servicios como: aire acondicionado, sistemas electrónicos que no permiten arrancar a las unidades sin que las puertas de la unidad estén 100% cerradas, unidades de cama baja para obtener mayor facilidad para la embarcación de ancianos, niños y personas con discapacidad, entre otras bondades de los buses eléctricos, es una excelente propuesta que se plantea al municipio. Sin embargo considera que se deben tomar en cuenta varios puntos importantes que han vuelto compleja la ejecución de esta propuesta de los transportistas, como el hecho de que definir la tarifa del transporte público es una competencia directa del Consejo Metropolitano de Quito, lo cual significa que esta decisión no es precisamente técnica sino muchas veces resulta ser una decisión política. Por ende subir la tarifa o aplicar tarifas diferenciadas para incentivar a las empresas de transporte urbano privadas a comprar buses 100% eléctricos es una propuesta sumamente eficiente desde el punto de vista económico para generar rentabilidad económica en este tipo de inversión. Sin embargo es una medida compleja de aplicar puesto que debe ser aprobada por un organismo político del municipio de Quito, como lo es el Consejo Metropolitano, lo cual ha generado que esta medida se dilate en el tiempo, la cual actualmente se encuentra a la espera de una decisión política determinante para poder ser ejecutada.

6.2. Recomendaciones:

1. Se recomienda que el gobierno central y el municipio de Quito tomen acciones para reducir la contaminación del aire de la ciudad, generada por el transporte público, particularmente la provocada por la emisión de gases contaminantes al ambiente producto de los procesos de combustión de buses que funcionan con diésel, se recomienda que una de esas acciones sea reemplazar progresivamente los buses a diésel por buses 100% eléctricos, para lo cual deben generar políticas urbanas y fiscales que incentiven al sector del transporte privado a invertir en este tipo de transportación sustentable.
2. Se recomienda que el municipio de Quito fomente la implementación de buses 100% eléctricos en las líneas administradas por la Empresa Pública Metropolitana de Pasajeros como lo son la Ecovía y el Trolebus, puesto que estás unidades eléctricas brindan un mayor nivel de confort a los usuarios, ya que cuentan con aire acondicionado, con un sistema electrónico que permite al conductor arrancar la unidad sin que las puertas estén cerradas al 100%, además son unidades de cama baja, es decir que el piso de la unidad se encuentra al nivel de la acera, lo que brinda una mayor facilidad para embarcar a ancianos, niños y personas con discapacidad.
3. Debido a que los buses eléctricos triplican el costo de los buses a diésel, se recomienda que el gobierno nacional mantenga y promueva las políticas de incentivo para que los transportistas privados adquieran unidades 100% eléctricas, por ejemplo continuar con la aplicación de tarifas diferenciadas para cargar las unidades eléctricas durante la noche u horarios de baja demanda, políticas para reducir o eliminar los aranceles a la importación de E-vehicles. Y se recomienda que el municipio de Quito realice un estudio de factibilidad para el aumento de la actual tarifa de $0,25 centavos de dólar, aplicando tarifas diferenciadas para las empresas que utilicen buses eléctricos, con el objetivo de fomentar la movilidad sostenible en el Distrito Metropolitano De Quito, de la misma forma que se ha realizado en ciudades como Guayaquil, en donde ya se están aplicando tarifas diferencias a las empresas que utilizan buses eléctricos y promueven el uso de vehículos amigables con el ambiente y con mayores

beneficios de confort para el usuario como el servicio de aire acondicionado en las unidades, sensores electrónicos que no permiten al bus avanzar mientras no se cierren completamente las puertas de la unidad al momento en que los pasajeros están desembarcando, utilización de buses de cama baja, en donde la topografía de la ruta lo permita, para brindar mayor facilidad de embarque y desembarque a personas con discapacidad, niños y adultos mayores, así como eliminar las emisiones de ruido y gases contaminantes que perciben y respiran los usuarios mientras se transportan.

6.3. Propuesta

En base a las entrevistas realizadas y a los datos obtenidos sobre la comparativa de costos realizada entre los buses eléctricos y los buses a diésel, los puntos más considerables para la propuesta son los siguientes:

- Se propone que el municipio de Quito realice encuestas a los usuarios de las rutas operadas por compañías de transporte que ya hayan realizado pruebas con buses eléctricos en Quito, como por ejemplo Transzeta S.A. Las encuestas deben consultar a los usuarios si estarían de acuerdo en implementar una tarifa diferenciada para esa ruta si la empresa se compromete a realizar una inversión para implementar una flota de buses 100% eléctricos en dicha ruta, lo cuales brinden a los usuarios mayor confort durante su transportación y la implementación de beneficios tales como: aire acondicionado, sistemas electrónicos que no permiten al conductor arrancar las unidades sin que las puertas de la unidad estén 100% cerradas y que sean unidades de cama baja para obtener mayor facilidad para la embarcación de ancianos, niños y personas con discapacidad.
- Una vez que se puedan aplicar las tarifas diferenciadas, se propone que el gobierno nacional disponga la creación de una tarifa diferenciada para la carga de unidades 100% eléctricas en la ciudad de Quito. De esta manera habría una mayor rentabilidad económica para las empresas para poder invertir en la adquisición de buses 100% eléctricos y una ganancia para la ciudad en materia de sostenibilidad ambiental, puesto que se aportará a reducir las emisiones de gases contaminantes al aire de la ciudad y marcará un presente para que más empresas privadas de transporte inviertan en movilidad eléctrica y sustentable.

Bibliografía

Agencia Internacional de Energía. (2005). *Sistemas de autobuses para el futuro.* París.

Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (6 de mayo de 2016). *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades*. Obtenido de https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts175.html

Becerra, L. (2018). Factores habilitantes de la transición a la movilidad eléctrica. *1er Foro Internacional de Electromovilidad Cuenca 2018* (pág. 31). Cuenca: Centro MArio Molina: investigación y desarrollo.

Bermúdez Forn, E. (2018). Movilidad eléctrica en Latinoamérica. *1er Foro Internacional de Electromovilidad: Hacia la descarbonización del transporte en Ecuador* (pág. 17). Cuenca: ONU Ambiente.

Bravo, D. (19 de julio de 2018). Las pruebas de buses eléctricos comenzarán la próxima semana. *El Comercio*.

BYD Co. (2019). *BYD Eléctrico*. Obtenido de https://bydelectrico.com/ec/wp-content/Folletos/Especificaciones%20Te%CC%81cnicas%20BYD%20K9G.pdf

Cámara de transporte urbano de Quito. (2019). *Cámara de transporte urbano de Quito*. Obtenido de http://www.camaratransportequito.com.ec/buscador-de-rutas/

Carvajal, A. M. (26 de 12 de 2017). El presupuesto 2018 de Quito prioriza la movilidad. *El Comercio*.

Cueva Ruiz, G. (2019). *Análisis de factibilidad de implementación de buses 100% eléctricos (E-Buses) para impulsar la movilidad sostenible en el sistema de transporte urbano del Distrito Metropolitano de Quito.* Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Diario El Comercio. (6 de agosto de 2014). *Elcomercio.com*. Obtenido de https://www.elcomercio.com/actualidad/quito-produce-millones-dioxido-carbono.html

Diario Estrategia. (13 de diciembre de 2018). Presentan primera flota de 100 buses eléctricos que se integrarán al sistema de transporte público de Santiago. *Estrategia: El diario de negoscios independiente de Chile*.

Díaz Suarez, V. (2017). *Informe de la calidad del aire de Quito 2017.* Quito: Secretaría de Ambiente del Muncipio del Distrito metropolitano de Quito.

Diaz, Y. (13 de junio de 2018). *Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Loja*. Obtenido de http://www.loja.gob.ec/noticia/2018-06/loja-pionera-en-contar-con-taxis-electricos

Eléctricos, H. y. (2018). Los autobuses eléctricos se apoderarán de la mitad de la flota mundial para 2025. *Revista Híbridos y Eléctricos*.

Empresa de Pasajeros de Quito. (2012). *Informe de gestión 2012.* Quito: Municipio del Distrito Metropolitano de Quito.

Fernández, O. (2018 de 06 de 2018). El plan que busca convertir a Chile en el segundo país con más buses eléctricos del mundo. *La Tercera*.

Fernández, O. (2018). Rojo y blanco: así serán los primeros buses eléctricos del Transantiago. *La Tercera*.

Field, K. (7 de octubre de 2017). *Gas2*. Obtenido de https://gas2.org/2017/10/07/byd-triples-size-california-bus-factory/

Fierro, L. A. (2014). *El Ecuador tiene el mayor nivel de subsidio a los combustibles.* Revista Gestión Ecuador .

Gobierno Federal Alemán. (15 de febrero de 2019). *schaufenster-elektromobilitaet.org*. Obtenido de https://schaufenster-elektromobilitaet.org/en/content/ueber_das_programm/foerderung_schaufensterprogramm/foerderung_schaufensterprogramm_1.html

González , J. (5 de diciembre de 2018). Primeros buses eléctricos para Guayaquil. *El Comercio*.

Gordón Salvatierra, M. S. (2012). *Movilidad Sustentable en Quito: una visión desde los más vulnerables.* Quito: Abya Yala.

Hernández, V. (5 de mayo de 2019). Gerente de ventas de BYD Ecuador para la región sur. (G. Cueva , Entrevistador)

Hidalgo, Á. (2 de agosto de 2015). ¡Hágase la luz! *Diario El Telégrafo*.

International Council on Clean Transportation. (2018). Mexico heavy-duty vehicle emission standards. *International Council on Clean Transportation*, 12.

Jaramillo, W. (2018). Taxis eléctricos en la ciudad de Loja "aciertos y desafíos". *1 Foro internacional de electromovilidad Cuenca 2018.* Cuenca: GAD Municipal de Loja.

López, G., & Galarza, S. (2016). *Movilidad Eléctrica: oportunidades para América Latina.* Santiago de Chile: ONU Medio Ambiente.

Ministerio de energía de Chile. (2019). *Etiqueta de eficiencia energética para vehículos livianos y medianos*. Obtenido de http://www.consumovehicular.cl/inicio#/

Ministerio de Turismo de Ecuador. (2019). *Parque Eólico Villonaco, proyecto innovador a escala mundial*. Obtenido de https://www.turismo.gob.ec/parque-eolico-villonaco-proyecto-innovador-a-escala-mundial/

Ministerio deEnergía de Chile. (3 de junio de 2017). *Ministerio deEnergía de Chile*. Obtenido de http://www.energia.gob.cl/ManualEE

Ministerio del trabajo del Ecuador. (2019). Tabla sectorial de salarios 2019. Quito.

Moller, R. (2006). *Transporte urbano y desarrollo sostenible.* Cali: Artes gráficas del Valle.

Moss, T. (3 de Diciembre de 2018). China 'Is the Only One in the Race' to Make Electric Buses, Taxis and Trucks. *The Wall Street Journal*.

Moss, T. (19 de julio de 2018). China Has 487 Electric-Car Makers, and Local Governments Are Clamoring for More. *The Wall Street Journal*.

Ojeda, L. (24 de agosto de 2018). *El periódico de la energía*. Obtenido de https://elperiodicodelaenergia.com/el-precio-del-co2-supera-los-20-euros-por-tonelada-se-esta-especulando-con-las-emisiones/

Ok, A. (2018). Hacia la Electromovilidad en el Transporte Público – El Ejemplo de Berlín. *1er foro intrnacional de elecromovilidad Cuenca 2018.* Cuenca: Cooperación Ecuatoriano-Alemana.

Pihlatie, M. (2017). Electrification of public transport – from pilots to roll out. *International Conference Electric Mobility and Public Transport* (pág. 26). Santiago de Chile: VTT.

Pihlatie, M., Paakkinen, M., & Anttila, J. (2017). Electric buses and recharging systems. *International Conference: Electric Mobility and Public Transport* (pág. 25). Santiago de Chile,: VTT.

Pihlatie, M., Samu, K., Teemu, H., Karvonen, V., & Nylund, N.-O. (2014). Fully electric city buses - The viable option. *IEEE International Electric Vehicle Conference* (pág. 9). Florence: VTT.

Reyes Marzal , R., & Boix Palop, A. (2014). *Ciudad y movilidad.* Valencia: Universitat de Valencia.

Ruiz Rojas, L. (2017). *Metodología, mediante procesos virtuales masivos, para la función pública Ecuatoriana.* Salamanca: Uiversidad de Salamanca.

Sandoval, C. (2017). Francia prohibirá la venta de vehículos que funcionan con gasolina. *Digital Trends*.

Secretaría de Movilidad del Distrito Metropolitano de Quito. (2018). *Flota de buses DMQ.* Quito.

Superintendecia de Industria y Comercio Colombia;. (2016). *Sistemas de carga para vehículos eléctricos.* Bogotá: Centro de Información Tecnológica y Apoyo a la Gestión de la Producción Industrial (CIGEPI).

Teojama Comercial. (2019). Especificaciones técnias bus Hino AK. Quito.

Tudela, M. (08 de 02 de 2017). ¡Silencio!, H16 eléctrico. *El periódico Catalunya*.

Anexos

Entrevistas a representantes de los transportistas del sistema de transporte urbano del DMQ: perspectiva de la introducción de buses 100% eléctricos en Quito.

Para la realización del presente apartado, se entrevistó a los directivos de dos empresas de transporte urbano que operan en el Distrito Metropolitano de Quito, con rutas en el norte, centro y sur de la ciudad, como lo son la Compañía de Transportes Lujoturissa S.A. y la Compañía de Transportes Zeta Transzeta S.A.

Es importante destacar que la compañía Transzeta ya realizó pruebas con buses 100% eléctricos de la compañía BYD, por ende en la entrevista se analizaron las experiencias que tuvo dicha empresa con la utilización de un bus 100% eléctrico en sus rutas habituales y en base a ello, cuales son las razones de la compañía para adquirir o no buses 100% eléctricos en su flota, desde una perspectiva pragmática, tras haber probado directamente las unidades 100% eléctricas de la compañía BYD por el periodo de un mes.

Mientras que la compañía Lujoturissa aún no ha realizado pruebas directas de buses 100% eléctricos, en la entrevista se analizará el interés de la compañía para aportar desde sus posibilidades al transporte urbano sostenible del Distrito Metropolitano de Quito. También se analizará el interés de la compañía por adquirir este tipo de unidades 100% eléctricas para su flota de buses.

Entrevista al presidente del directorio de la empresa de transporte Lujoturissa S.A.

Datos del entrevistado

Nombre: Miguel Paredes

Empresa/Organización a la que pertenece: Compañía de transporte Lujoturissa S.A.

Cargo: presidente del directorio

Datos de la entrevista

Fecha de realización: 13 de marzo del 2019

Ciudad donde se realizó la entrevista: Quito, Ecuador

Preguntas

1. **¿Qué acciones ha tomado su empresa para aportar a la movilidad sostenible del sistema de transporte urbano de Quito?**

   Nosotros como empresa lo que hemos tratado es de renovar las unidades y diseñar acorde a las peticiones que hace el municipio y la secretaría de movilidad. Y adecuarles de acuerdo a lo que nosotros necesitamos en nuestro destino. Porque el origen destino de nuestro pasajero es muy diferente al de otras operadoras. Entonces siempre se maneja por ese lado.

   Siempre hemos tratado de ir renovando las unidades. En eso cada accionista ha tratado de hacer lo mejor, pero hoy en día estamos reprimidos y estancados en eso porque no tenemos una tarifa real. Entonces las condiciones económicas no nos dan más para poder renovar las unidades porque con el (costo del) pasaje que tenemos ahorita es imposible.

2. **¿Qué medidas ha tomado su empresa para disminuir las emisiones de gases contaminantes al aire de la ciudad, por parte de los buses de su flota?**

   Nosotros como empresa hemos estado acorde a lo que el municipio y la secretaría (de movilidad) han aprobado. Nosotros hemos adquirido buses. Y si de ahí ya viene la contaminación, ya no es responsabilidad de nosotros como empresa porque nosotros estamos adquiriendo buses que fueron homologados para el servicio de aquí.

   A la par de eso, son carros que vienen nuevos, pero si el tema del combustible no mejoramos a nivel país, no se va a mejorar la contaminación, el neto problema es el combustible. Yo tuve la oportunidad de estar en Alemania y es muy diferente el combustible, claro que cuesta más. Eso deberíamos tomar en cuenta aquí en el país, si fuera bueno el combustible no importaría (pagar más por su adquisición). De ahí

nosotros estamos alineados a lo que la autoridad nos pone. No estamos ni a tras ni adelante, sino a lo que ellos nos dicen.

3. **¿Considera usted que la producción de altos niveles de ruido por parte de los buses a diésel del sistema de transporte urbano, son un factor que afecta al nivel de servicio del sistema? ¿Cómo se mitiga este problema actualmente?**

Bueno, el ruido no creo. Porque en la CORPAIRE en las revisiones semestrales que tenemos ellos nos ven que no tengan el ruido, ellos verifican que estén con el silenciador. Pienso que en los buses no hay ese tema del ruido porque nosotros pasamos las revisiones y ellos nos califican y si no nos detienen no más.

Si el motor tiene ruido ya que podemos hacer allí, no podemos hacer más, de ahí no creo que implique en nada el ruido.

4. **¿Conoce usted los beneficios ambientales que poseen los buses 100% eléctricos?**

En una exposición que hicieron en La Carolina cuando vinieron los buses BYD allí se vio la compostura de cómo está el buses, de cómo está técnicamente fabricado. Es una buena opción el bus eléctrico a simple vista, pero sería de ver el costo. Lo primero para adquirir estos buses sería tener la tarifa (real). Estamos hablando de unas tres veces más de lo que cuesta el convencional. Para nuestro retorno de capital no es rentable. Porque ni para el que tenemos ahorita es rentable, peor con una mediad más alta.

5. **¿Conoce usted los beneficios que poseen los buses 100% eléctricos, desde el punto de vista de la salud de los usuarios? Al reducir la inhalación de gases tóxicos y contaminantes que expulsan los buses a diésel.**

Los buses a diésel no emiten gases y no emiten ruido, son cero ruido, entonces si va a ayudar al medio ambiente y a la salud de los usuarios pero para eso, vuelvo y repito, deberíamos revisar costos y la tarifa en especial. Porque en base a la tarifa se puede hacer un análisis financiero de cuanto me produce y de cuenta es mi ingreso, y por ende si estoy apto para pagar la unidad.

6. **¿Usted considera que si se hiciese un estudio para aumentar la tarifa del bus urbano sería factible la implementación de buses 100% eléctricos en su flota?**

Sí pero con la tarifa real, los estudios en la municipalidad arrojaron que la tarifa real es más de cuarenta centavos la tarifa real. Entonces con una tarifa real uno puede hacer una inversión. Uno puede insinuar al compañero accionista hacer una inversión. Pero con una tarifa que estamos en contra no podemos. Sería una locura proponerles comprar estos buses, (con la actual tarifa) porque ellos nos van a preguntar que: ¿Qué pasa si no avanzan a pagar?

Yo sé que la ciudadanía es consciente de los 0.30 CTVS que deberíamos estar cobrando, sino que la política del señor alcalde y concejales no dan paso. Y eso es un retraso no solo para los transportistas sino para toda la ciudad. Si tuviéramos mejores ingresos entonces tuviéramos una flota mejor. Claro que ellos hablan de maltrato al pasajero. Pero si no tenemos esa recompensa que es la tarifa, no podemos tampoco. Por ejemplo en los corredores nos acusan de evasión de los boletos por parte de los señores ayudantes o azafatas, pero eso se da casi porque la autoridad misma lo permite, porque no nos pagan puntualmente, entonces estamos recaídos dos o tres meses. Entonces qué empresa va a subsistir así y nosotros estamos subsidiando la tercera edad, a los estudiantes y ese es un subsidio que hacemos nosotros como personas privadas. No es de una entidad pública. Entonces de todo eso hay que hacer un análisis para poder establecer una tarifa real y avanzar. Porque todo esto que no nos suben la tarifa es un retraso para la ciudad. Quito debería estar mejor. Entonces ya es problema de las autoridades, en ponerse de acuerdo con nosotros.

7. **¿Desde su cooperativa se ha analizado la posibilidad de adquirir buses 100% eléctricos para su flota de buses?**

   Al momento no, no hemos mencionado. Porque como directivos nos dijeron que estamos locos. Cuando hubiere ya una tarifa real o con la operación del metro que ya está cerca y ahí sí la autoridad va a tomar en serio el tema de la tarifa, porque no creo que el metro vaya a funcionar con esa tarifa (0.25 CTVS). Y ahí ya podríamos ir a la par porque también debemos actualizarnos.

8. **En caso de que la respuesta anterior sea afirmativa ¿Cuál ha sido la percepción de los accionistas de la empresa frente a la posibilidad de adquirir buses 100% eléctricos? Y ¿Cómo planean realizar el proceso de financiación y adquisición?**

   No procede respuesta

9. **¿Conoce usted las facilidades e incentivos arancelarios y fiscales que brinda el estado ecuatoriano para la compra de vehículos 100% eléctricos?**

Al momento no tenemos claro, lo que sí hemos pedido es que de darse ese tema, sea cero aranceles. Porque usted sabe aquí los aranceles son carísimos, y la devolución del I.V.A. sí se mantiene todavía. En las unidades que mantenemos ahorita, sí se mantiene esa devolución.

EL I.V.A. usted sabe es bastante, la devolución del I.V.A. sí nos ayuda y si la autoridad toma conciencia por ahí, es un punto más a favor de la autoridad y a favor también del transportista para poder hacer la inversión, pero eso sería ya de analizar seriamente con la CFN, que ellos son los que proveen estos créditos. Entonces si ellos dicen que hay menos aranceles, sonaría mejor y vendría a ser el impacto menos para poder adquirirlos (Buses eléctricos).

10. **¿Qué tipo de políticas urbanas cree usted que deberían gestionarse e implementarse en el país y en la ciudad, para fomentar el uso de buses 100% eléctricos en los sistemas de transporte urbano de Quito?**

Como política urbana es que tengamos carriles exclusivos, puesto que en carriles exclusivos la unidad no sufre las malas maniobras. Porque yo pienso que una unidad eléctrica va a ser muy diferente a una mecánica, una unidad mecánica tiene mayor impacto en la transmisión y el motor, mientras que el eléctrico ya no viene con eso. Viene con amanera de sensores en cada rueda y con la batería.

Entonces pensaría que de esta forma el sistema de vialidad sería más fácil, o sea que el vehículo eléctrico no comparta carril con el automotor particular, esa sería una de las alternativas para mejorar el servicio y no se den los daños comunes. Y así todo sería más eficiente, ahorita somos ineficientes porque está mezclado todo, el particular con el público, en las mismas vías y no hay un control exacto. Algo similar a los corredores que actualmente están funcionando (en Quito).

11. **En una proyección hacia el año 2040 ¿Considera usted que su empresa podría contar con una flota considerable de buses eléctricos? ¿Por qué?**

Sí, de revisarse todos estos parámetros que hemos visto anteriormente, yo pienso que la empresa no va a quedarse atrás. Tenemos que irnos actualizando a lo que se

nos viene en el futuro. No es malo, todo esto sí es bueno, lo único malos que nosotros tenemos es en la tarifa. Entonces si la tarifa se da, nosotros tenemos que invertir. Incluso con estás unidades la tecnología de cobro sería diferente, ya no utilizaríamos la azafata ni el ayudante, sino utilizaríamos un la tecnología mediante tarjeta, o sea ya un recaudo centralizado, actualmente ya hay caja común, pero tendríamos que centralizarle más, no solo Lujoturissa, sino las operadoras que estamos en el sector hacer un solo fideicomiso en donde todos vamos a trabajar igual y a ganar igual, entonces con eso eliminamos los correteos y la "guerra del centavo" (carreras entre buses de diferentes compañías con rutas similares, con el objetivo de ganarse entre ellos los pasajeros).

Con esas proyecciones pienso que en veinte años estaríamos con la flota totalmente eléctrica, pero de darse estas revisiones tarifarias para incentivar al compañero (accionista) y uno mismo como dirigente decir: vean a esto nos proyectamos, esto vamos a hacer, pero que sea realidad.

Entrevista al gerente de la empresa de transporte Zeta S.A.

Datos del entrevistado

Nombre: Cesar David Dagarrea

Empresa/Organización a la que pertenece: Compañía de Transporte Zeta Transzeta S.A.

Cargo: Gerente general

Datos de la entrevista

Fecha de realización: 14 de marzo de 2019

Ciudad donde se realizó la entrevista: Quito, Ecuador

Preguntas

1. **¿Qué acciones ha tomado su empresa para aportar a la movilidad sostenible del sistema de transporte urbano de Quito?**

   Transzeta en el mes de octubre (2018) hizo un convenio con la empresa BYD, la misma que dio un bus eléctrico por 30 días, pasó en las rutas de la compañía dando un servicio. Lo que podíamos nosotros verificar de esta experiencia de 30 días es que la geografía de nuestra ciudad no le permitía la circulación de este bus. Es decir Transzeta tiene tres rutas y dos rutas son en pendientes. Entonces lógicamente este bus a las pendientes no podía acceder porque topaba su carrocería. Solo tenía que trabajar en la ruta plana, eso es lo que nosotros hemos hecho para apoyar a la ciudad lógicamente ya con un estudio, para poder tener resultados de cómo se debe operar con un bus eléctrico.

2. **¿Qué medidas ha tomado su empresa para disminuir las emisiones de gases contaminantes al aire de la ciudad, por parte de los buses de su flota?**

   La compañía de Transportes Zeta es la primera operadora, a pesar de ser un número pequeño, los que hicimos la inversión en el año 2017 en la compra de un bus Euro 5

Volkswagen motor MAN. Este bus es perteneciente a la empresa, este bus tiene un porcentaje de opacidad de un 2 por ciento, a pesar de trabajar con el combustible que actualmente nos vende el país. Siendo un diésel que tiene varias partículas de azufre, lo cual hace que éste bus tenga una válvula de redistribución de gases y con un catalizador que prácticamente no le hace botar humo, entonces de esta manera Transzeta ha aportado a la ciudadanía cambiando su flota con buses Euro que son totalmente 100% ecológicos, no es eléctrico, pero es 100% ecológico.

3. **¿Considera usted que la producción de altos niveles de ruido por parte de los buses a diésel del sistema de transporte urbano, son un factor que afecta al nivel de servicio del sistema? ¿Cómo se mitiga este problema actualmente?**

En el tema del ruido que producen los buses, siempre un bus a motor va a tener un ruido más alto, en la experiencia que le comento del bus eléctrico que le comento, lógicamente es un bus totalmente silencioso, pero así mismo sus costos son sumamente elevados. Yo pienso más bien que eso debería ir a través de políticas de estado.

Porque lamentablemente el transportista compra lo que está en el mercado, lo que el político le pone en el mercado. Le hablaba sobre la experiencia que nosotros tuvimos que comprar un bus Euro 5 por mejorar el medio ambiente, pero todavía produce un ruido. Entonces estamos ligados a lo que el mercado y la autoridad nos permiten comprar que es el bus Euro 3 para arriba.

4. **¿Conoce usted los beneficios ambientales que poseen los buses 100% eléctricos?**

En una charla que nos dieron en el hotel Hilton Colon los señores de BYD en un desayuno de trabajo que tuvimos nos manifestaron todas las bondades, es lógicamente el tema de reducir no solo el ruido, el tema de la contaminación, sino también el tema del combustible mismo. Usted sabe el combustible es una energía no renovable, entonces con la electricidad se podría en algo ayudar a reducir la dependencia de la explotación del petróleo.

Nos manifestaban que el estado subsidiaba mucho dinero a los transportistas al año en combustibles, en cambio si no existiera ese subsidio el estado ahorraría todo ese dinero anualmente. Esas eran algunas de las políticas que nos manifestaron, igualmente para el transportista va a ser beneficios porque a los buses eléctricos no

se tiene que hacer cambios de aceite. Nosotros normalmente hacemos un cambio de aceite mensual, mientras que en los buses eléctricos solo tendríamos que hacer una rebobinada del motor eléctrico a los 10 años, entonces si habría un beneficio en ese costo, pero sin dejar de lado el bus es totalmente más caro (en el costo de adquisición que el transportista de Quito no estaría en condiciones de comprar.

5. **¿Conoce usted los beneficios que poseen los buses 100% eléctricos, desde el punto de vista de la salud de los usuarios? Al reducir la inhalación de gases tóxicos y contaminantes que expulsan los buses a diésel.**

Sí lógicamente, va a ser un beneficio tan para el usuario como para el conductor, porque es verdad las unidades a diésel producen mucho sonido, el smog que produce, a veces tienen roturas del escape interno, entonces este smog sube a la parte donde están los usuarios y los conductores, en donde pasan trabajando todo el día. Y se ha comprobado en charlas que hemos dado a los conductores de la empresa, que efectivamente el ruido y la contaminación producen más estrés, y lógicamente los conductores terminan con un día totalmente agitado.

A diferencia de un bus 100% eléctrico en donde el conductor luego de trabajar la misma jornada salía menos cansado que el conductor que conducía las unidades a diésel, y esto lo comprobamos en base a la experiencia.

6. **¿Usted considera que si se hiciese un estudio para aumentar la tarifa del bus urbano sería factible la implementación de buses 100% eléctricos en su flota?**

Nosotros como transportistas lógicamente debemos ser innovadores y tenemos que ir cambiando la perspectiva como empresas de transporte y debemos ayudar a cambiar la prespectiva de la ciudad en sí. Nosotros no nos oponemos al cambio, no nos oponemos a tener buses 100% eléctricos el tema es que como inversionistas privados que somos, hemos pedido a la CFN que se nos ayude haciendo un paquete para que esos buses vengan sin aranceles, y sea más barato para los transportistas porque el precio de la tarifa y el precio del vehículo es lo que nos permite comprar dichos buses.

Actualmente la banca nos está quitando varios buses porque no se avanza a cubrir las letras mensuales, entonces un bus eléctrico prácticamente pasaría a ser una letra del doble de valor. Entonces lógicamente no se va a poder cubrir. Nosotros estamos dispuestos a innovarnos, estamos dispuestos a ir al cambio, pero siempre y cuando

el municipio y el gobierno central, porque eso debe ser una política a nivel nacional, porque hablemos de que nosotros hacemos la inversión en esos buses y después se complica el tema de la reventa. ¿Dónde vamos a vender nuestros buses (a diésel)? Debe existir un plan de la CFN a través del gobierno en donde nos dan un bono de chatarrización por nuestros actuales buses a diésel y así nos den un incentivo para cambiar a buses eléctricos. Porque el estado también va a ahorrar dinero pesto que se disminuye el subsidio a combustible. Entonces si se ahorra el estado (en diésel subsidiado) entonces eso nos pueden dar a nosotros como incentivo para poder comprar los buses eléctricos y también que luego de los años de servicio la CFN y el estado vuelvan a hacer un proceso de chatarrización para poder adquirir un bus nuevo. Porque difícilmente vamos a poder llevar estos buses a venderlos a un pueblo.

Además tenemos que tener claro el tema de las electrolineras, esto debe der totalmente privado y exclusivo para los patios donde se guardan las unidades. Pues no vamos a tener una bomba donde se carguen los vehículos como lo tenemos actualmente para cargar diésel en las gasolineras. Se debe hacer una corrección a nivel estado para nosotros poder invertir y esto es lo que nosotros hemos pedido, en la experiencia que le comento de Transzeta, nosotros tuvimos que hacer la inversión de instalar la electrolinera arriba en la empresa Transplaneta para que los buses lógicamente allí se carguen en la noche y así nosotros poder operar. Por ende deben venir políticas claras por parte del municipio y del gobierno nacional para nosotros poder realizar ese tipo de inversiones.

7. **¿Desde su cooperativa se ha analizado la posibilidad de adquirir buses 100% eléctricos para su flota de buses?**

100% eléctricos no, porque el costo es muy elevado y porque la geografía de la ciudad no tiene trazado las vías para que este tipo de buses circulen. Porque estos buses están diseñados solo para operar en línea recta, a pendientes como La Forestal no subía, porque rosaba en las pendientes, entonces no podríamos llegar allá.

Por ello nosotros hemos optado más bien por buscar los buses EURO 5, que si bien no son eléctricos, ayudan al medio ambiente. Porque tienen una contaminación de

la CORPAIRE que de 1.5 a 2 en opacidad, que es prácticamente nada. Esas son las políticas que hemos optado, de cambiar toda la flota a buses EURO 5.

8. **En caso de que la respuesta anterior sea afirmativa ¿Cuál ha sido la percepción de los accionistas de la empresa frente a la posibilidad de adquirir buses 100% eléctricos? Y ¿Cómo planean realizar el proceso de financiación y adquisición?**

No corresponde.

9. **¿Conoce usted las facilidades e incentivos arancelarios y fiscales que brinda el estado ecuatoriano para la compra de vehículos 100% eléctricos?**

No, lamentablemente ninguna. Nosotros más bien como transportistas hemos tratado de proponer este tema. De dar ideas como estas que le mencionaba, de la reventa, que no nos den incentivos para comprar buses a diésel sino más bien se nos den incentivos para comprar buses eléctricos. Y que nos subsidien de mejor manera el tema del pasaje porque la inversión es alta y vamos a dar una mejor imagen a la ciudad.

10. **¿Qué tipo de políticas urbanas cree usted que deberían gestionarse e implementarse en el país y en la ciudad, para fomentar el uso de buses 100% eléctricos en los sistemas de transporte urbano de Quito?**

Primeramente que en el tema trasporte nosotros eso vivido un engaño al menos el actual alcalde no nos ha revisado la tarifa. Nosotros hemos sido los primeros que nos hemos opuesto al pago de compensaciones sino que más bien se revisen los costos. Nosotros hemos podido subsistir porque nos hemos comido el capital de inversión (de la empresa). Yo he visto durante este tiempo que el tema transporte se ha vuelto político, es un tema de ganar votos, es decir, yo (como autoridad municipal) no le subo los pasajes a los transportistas y así quedo bien con la ciudadanía, pero la ciudadanía no se da cuenta lo que significa para la clase del transporte el no subir.

Porque solo hagamos una referencia, hace quince años no se ha subido la tarifa, la canasta automotriz no era la misma que es ahora, el salario básico no es el mismo que mantenía en aquel entonces, y no es que nosotros les seguimos pagando a nuestros conductores lo que se le pagaba en aquel entonces 10 USD diario el día de trabajo, hoy en día ellos están ganando 30 USD el día de trabajo.

Entonces el costo que nos genera en gastos, la municipalidad y el consejo metropolitano desde que se les entregó las competencias de movilidad y a través de su comisión de movilidad, deberían a ver analizado todo este tema. Y su veredicto fue que no era necesario subir el pasaje, sino dar una compensación.

11. En una proyección hacia el año 2040 ¿Considera usted que su empresa podría contar con una flota considerable de buses eléctricos? ¿Por qué?

Nosotros estamos totalmente de acuerdo en que en 20 años ojalá toda la flota sea de buses eléctricos, porque en el tema operacional y en el tema mantenimiento el bus eléctrico va a generar menos gastos y eso es beneficioso para el accionista y para la empresa. Pero con los precios que actualmente mantienen los buses eléctrico, lamentablemente nosotros no podemos acceder.

Pero que quede claro que Transzeta ya ha hecho inversiones mejorando el medio ambiente con la compra de buses Euro 5, entonces si tenemos que hacer la inversión de comprar los buses eléctricos lo haríamos porque para eso hicimos la prueba y hemos expuesto y mandado el informe a la empresa BYD sobre los problemas que tuvimos con los buses para subir las pendientes de nuestra ruta por la geografía de la ciudad y segundo los altos costos (de adquisición).

Si tuviéramos un costo igual a un Euro 5, tal vez fuéramos la primera operadora que ya tuviera un bus eléctrico circulando. Pero si es que haya va la tendencia y la innovación de la ciudad, entonces nosotros no estamos para quedarnos atrás. Créame que nosotros estamos dispuestos para hacer la inversión, siempre y cuando las políticas tarifarias y las políticas de transporte del gobierno central y del gobierno municipal de Quito nos ayuden a recibir el retorno de nuestras inversiones.

Entrevistas al gerente de ventas para la región sur de la concesionaria BYD, empresa dedicada a la venta de buses 100% eléctricos en Ecuador: experiencias en el mercado nacional.

Datos del entrevistado

Nombre: Virgilio Benavides Hernández

Empresa/Organización a la que pertenece: BYD Co

Cargo: gerente de ventas regional sur BYD Co

Datos de la entrevista

Fecha de realización: 6 de marzo de 2019

Ciudad donde se realizó la entrevista: Loja, Ecuador

Preguntas

1. **¿Qué es BYD Co? Y ¿Cuál es su importancia en el mercado mundial de vehículos 100% eléctricos?**

   BYD es una corporación transnacional China, nosotros somos la compañía que registra el mayor volumen de ventas a nivel mundial de unidades eléctricas en general. Tomando en cuenta que son carros y buses comunes, híbridos, enchufables y eléctricos. También somos los fabricantes número uno de baterías en el mundo.

   Nosotros producimos centrales de almacenamiento de energía, básicamente con baterías recicladas, somos también una empresa de electrónica, somos responsables del 20% de la producción de baterías de celulares y laptops en el mundo, tenemos además fábricas de sistemas de paneles fotovoltaicos que producen energía renovable.

   Somos una empresa que tiene en el mercado 25 años, desde que se inauguró, si algo tiene en especial BYD es que nació como una fábrica de baterías y cuando dominó el tema de baterías, se compró una fábrica de carros y comenzó a producir vehículos fusionando las tecnologías.

2. ¿Cómo aportan los vehículos 100% eléctricos a los objetivos de las ciudades sostenibles?

Nuestra fábrica es proveniente de China y el gobierno chino promueve el mercado de movilidad eléctrica debido a los grandes problemas ambientales en las ciudades. Además impulsa a las empresas con gran participación social y gubernamental a competir con el tema de vehículos eléctricos y así es como se rompe el celofán en el mundo.

La trasportación a diésel había secuestrado otras tecnologías debido a su poder pero realmente en China independientemente de lo que es el Fondo Monetario y el mercado occidental hace este gran desarrollo y en la actualidad grandes marcas han empezado a despertar en relación a este aspecto, marcas como Tesla o BMW han despertado ante este domino Chino, el 80% de los buses eléctricos que se venden en el mundo se venden en China.

Partiendo de allí, se puede entender que la movilidad sostenible, en algunas ciudades del mundo, mundo es una realidad. Por ejemplo en Shenzhen, ciudad donde están ubicadas las fábricas principales de BYD todo el transporte público es eléctrico. Es una ciudad con una excelente calidad del aire, un aire muy limpio. Dicho sea de paso, el 40% de la contaminación de las ciudades se debe a la trasportación, además está creciendo en el segmento taxis.

Entonces la contribución de la movilidad eléctrica dentro de una ciudad es muy importante, actualmente es poco significativa porque no hay suficientes unidades. Pero hay ejemplos como los que te cito en donde los parámetros de medición ambiental en contaminación atmosférica están totalmente controlados gracias a este tipo de políticas.

También es importante el tema de los trenes eléctricos, transporte tipo metro aéreo, bastante más económico que un metro subterráneo, la inversión del tren aéreo es más o menos la cuarta parte del subterráneo. Y no significa una poderosa inversión en infraestructura, son pilares de 5 o 6 metros de alto que van por encima de las carreteras, con 1 metro cuadrado de área transversal y se usan para temas de transportación eléctrica masiva en ciudades chinas, se está incorporando estas tecnologías también en México, Brasil y Europa.

Entonces el futuro de la sostenibilidad ambiental es un cambio importante que se está dando y se viene como una ola enorme que es casi imposible de detener.

3. **¿Qué proyectos para la implementación de vehículos 100% electicos se han implementado con éxito en Ecuador?**

En Loja está la innovación, en el año 2017 se implementó un proyecto con el ex - alcalde Castillo de una ordenanza en donde se incorporaban 50 cupos para taxis eléctricos, Loja y Cuenca son una de las pocas ciudades del país en donde la transportación municipal es controlada y exitosa de tal manera que los cupos legales de taxis eléctricos tiene un costo importante en compraventa. En esta situación el tener un cupo para taxi eléctrico fue una atracción para cualquiera, era básicamente como que te regalen 50 000 dólares y claro la condición indispensable es que sea un vehículo eléctrico.

El ex - alcalde Castillo rompió el celofán en el país, él fue un visionario con una clara decisión política, pues la oposición de los taxis convencionales siempre fue y sigue siendo poderosa en ese sentido, en donde la sostenibilidad ambiental no es un parámetro que tomen en cuenta ellos. Las unidades eléctricas BYD en Loja ya tienen un promedio de 140 000 Km de recorrido, están operando todas sin problema. Hemos aprendido mucho en operación, mantenimiento, tenemos números fuertes en cuanto a comparación de costos entre un carro eléctrico y uno convencional, los ahorros son muy importantes, por ende nuestros clientes están muy satisfechos por la decisión que tomaron y por esa suerte que tuvieron.

4. **¿Qué proyectos para la implementación de buses 100% eléctricos en sistemas de transporte urbano se han implementado con éxito en Ecuador?**

En abril de 2019 comenzará a operar una flota 20 buses eléctricos en Guayaquil, de una compañía privada denominada Saucinc, es interesante ver a los visionarios de este proyecto, en este caso el señor José Silva, un visionario que ya tenía el chip de los buses eléctricos antes de que nosotros llegáramos al país, ese espíritu emprendedor de une empresario guayaquileño de la transportación junto a BYD colaboramos en los proyectos y en todo lo que había que hacer para la adquisición de los buses eléctricos.

Por otro lado considero que se deberían desarrollar nuevas leyes, buscar apoyo municipal, en este caso particular contamos con el apoyo de la alcaldía de Guayaquil,

allí jugó un gran papel el alcalde Nebot, en donde en base a su decisión política pudo impulsar para que se dé el crédito por parte de la Corporación Financiera Nacional. La CFN juega un papel importante porque es la entidad que otorga el crédito. Estamos hablando de una inversión de aproximadamente 8 millones de dólares, es importante destacar que en los buses se han montado muchos elementos de fabricación nacional como pasamanos, asientos y señalética interna.

Hay interés en otras ciudades de Ecuador en empresas de trasporte para replicar este tipo de inversión para la adquisición de una flota de buses eléctricos, como por ejemplo: Cuenca, Quito, Loja y otras empresas de Guayaquil, sin embargo estos proyectos aún no se han concretado. Tenemos una política en BYD Ecuador, que consiste en que las compañías interesadas en adquirir los buses eléctricos prueben las unidades, en Quito lo ha probado las compañías: Águila Dorada, el Corredor Central Norte, entre otras. En Guayaquil ha realizado pruebas la Cooperativa Samanes. En Cuenca se realizaron pruebas los buses eléctricos con la Cámara de Transportes de Cuenca.

Actualmente estamos esperando una decisión política más fuerte por parte del estado ecuatoriano para impulsar la adquisición de buses 100% eléctricos, puesto que el estado es el mayor beneficiado en este proceso, debido a la disminución del dinero que se usa para el subsidio de combustibles. No sería descabellado pensar en que parte de ese ahorro se dé para la compra de buses eléctricos en el país.

5. **¿Cuál ha sido la percepción de los usuarios de sistemas de transporte urbano en Ecuador donde ya se han implementado buses 100% eléctricos?**

La percepción es que el bus eléctrico es una unidad totalmente silenciosa, es una unidad suave, tiene aire acondicionado, tiene buena potencia, que es muy cómodo y muy seguros, debido a que el bus posee un software que no te permite abrir la puerta si el bus no está totalmente parado y tampoco te permite arrancar si la puerta del bus no está totalmente cerrada. Hay versiones de cama baja, en donde desde la vereda casi con un solo paso subir directamente al bus. Por ende es muy cómodo para personas de la tercera edad y para niños.

Además la unidad posee rampas para personas con discapacidad, por ende la percepción del usuario ha sido excelente, creo que o hemos escuchado ninguna

crítica sino más bien solo alabadas. También se refleja en las redes sociales y en la presión pública el deseo de un mejor servicio de transportación público.

6. **¿Cuál ha sido la percepción de los transportistas y accionistas de empresas de transporte en Ecuador donde ya se han implementado buses 100% eléctricos?**

El único caso que tenemos de bus implementado es el de Guayaquil, el de José Silva, él es una persona con una visión extraordinaria, en donde fácilmente pudo darse cuenta que la transformación eléctrica no es utópico, ni que es algo del futuro sino que es algo del presente. Entonces él y sus socios se la jugaron hacia una transportación diferente, pero obviamente esto requiere una inversión inicial mayor, el municipio de Guayaquil les ayudó en el sentido de que se dará 0.10 ctvs más por pasajero en la tarifa, lo cual me parece una situación totalmente replicable en el país porque en efecto la inversión inicial es bastante mayor.

La cámara de transporte de Cuenca se pronunció en ese sentido, de que ellos estarían dispuestos a comprar buses eléctricos si es que habría una tarifa diferenciada en el bus eléctrico, algo similar están esperando los transportistas de Quito.

Quienes han probado los buses eléctricos están contentos con los numero de ahorros en mantenimiento, pero definitivamente hace falta complementar con un subsidio para la compra o sino un incremento en la tarifa, no muy significativa pero un incremento al fin.

7. **¿Cuál sería el impacto positivo de que el sistema de transporte urbano de Quito pueda contar con buses 100% eléctricos, desde el punto de vista ambiental?**

Conocemos por estadísticas y mediciones en distintas ciudades del mundo que el 40% de la contaminación de las ciudades industrializadas corresponde a la transportación, una parte de ello corresponde al transporte público y otra parte al transporte particular. La descontaminación sería significativa en el caso que se incrementen un significativo número de unidades, por ejemplo en Guayaquil tenemos alrededor de 2400 buses en total, en Cuenca alrededor de 400 buses de transporte urbano, en Quito alrededor de 3000 buses.

Santiago de Chile tiene aproximadamente 500 buses eléctricos, en un principio compró 100 unidades, luego compró 300 más y entiendo que también han probado con otras marcas de buses eléctricos.

En la ciudad de Medellín hicieron una compra de aproximadamente 70 buses eléctricos, en Lima también tienen en mente la implementación de varios buses para la ciudad. Entonces esto es una ola tan grande que responde a una necesidad de las ciudades y de los seres humanos de tener un aire más limpio de una forma que sea rentable económicamente. El proyecto tiene que ser viable y rentable, de ninguna manera estamos proponiendo algo que sea utópico.

8. **¿Cuál sería el impacto positivo de que el sistema de transporte urbano de Quito pueda contar con buses 100% eléctricos, desde el punto de vista de la salud de los usuarios?**

Está medido por muchas instituciones públicas y privadas la manera en como los combustibles fósiles e hidrocarburos pueden emanar partículas contaminantes que pueden penetrar internamente los pulmones, hasta la parte profunda del sistema respiratorio y por ende te pueden llegar a contaminar incluso la sangre, entonces un bus eléctrico tiene cero emisiones, por lo tanto el tema salud en cuanto a contaminación atmosférica estaría totalmente superado.

Sin embargo considerar el tema de las radiaciones del sistema es importante, los buses eléctricos no emiten radicaciones nocivas en absoluto a los pasajeros, la parte de salud en cuanto al conductor está también contemplada puesto que cuenta asientos amortiguados totalmente ergonómicos, al ser automáticos el riesgo laboral del chofer es mucho menor puesto que en cuanto a sus rodillas porque el bus no tiene embrague, en cuanto a sus codos y muñecas porque el bus no tiene palancas de cambios, y también al estrés, son buses frescos que no recalientan, por ende los conductores tienen la oportunidad de desarrollar una relación más empática con los pasajeros. En ese sentido yo creo que el tema salud está bastante mejor manejado con este tipo de transportación moderna y de primera tecnología.

9. **¿En materia económica, como compite un bus 100% eléctrico frente a un bus a diésel en el mercado ecuatoriano?**

La relación de costos entre un bus eléctrico y un bus normal es de 3 a 1, y entonces surge la pregunta: ¿Cómo se justifica la inversión? La respuesta es que de los estudios que hemos hecho es una relación bastante técnica que se denomina IPK,

que es una relación de cuantos pasajeros transporta al día en base a la relación del costo de la tarifa. Entonces en esa relación técnica que se da entre la tarifa, más el número de personas que sube al bus, más kilómetros recorridos en consecuencia de la energía que gasta respecto de esa ruta de transporte.

Entonces en ese sentido hemos podido encontrar que es perfectamente posible guardan una utilizada interesante para el operar, adquirir un bus eléctrico dependiendo el IPK, es decir actualmente con la tarifa tan barata que está en el país, respecto de otros países como Perú, Chile y Colombia, estamos hablando que allá la tarifa es el doble y hasta el triple de lo que se paga en Ecuador.

Sin embargo usando la situación real que vivimos en el país, es perfectamente factible realizar un ligero incremento en la tarifa y así tener una transportación viable para las empresas de transporte. Y en algunos casos sin mover la tarifa ya es viable dependiendo de la ruta que hagas y del IPK que obtengas, entonces yo te diría que económicamente, el principal beneficiario de todo esto que es el gobierno no se lo ha visto todavía presentar su rostro, sabemos que están en estudios, y próximamente seguramente anunciarán cosas interesantes para el país respecto de este tema, podrían ser mecanismos para abaratar el costo del kilovatio/hora para las unidades eléctricas que sería también un tipo de ayuda, podría ser un bono para compra, incrementar unos centavos en la tarifa. Yo creo que estamos a punto de conseguir ese equilibrio para el transportista privado tome en serio una inversión masiva al respecto.

10. ¿En materia económica, como se lleva a la factibilidad financiera la construcción, instalación y operación de puntos de carga para buses 100% eléctricos en un sistema de transporte urbano?

La instalación de un sistema de carga para buses requiere de 440 voltios por ejemplo, actualmente estamos construyendo una gran electrolinera (estación de carga de buses 100% eléctricos) en Guayaquil para los 20 buses eléctricos de la operadora Saucinc y también brinda servicio para las unidades livianas, es decir el mismo cargador de bus eléctrico te sirve de carga rápida para bus liviano, por lo pronto este tipo de inversión está balanceada, no representa una ganancia para el inversor, pero sí cubre los gastos. Más adelante cuando el gobierno tome protagonismo en esto, porque aún no lo ha hecho se podrá desarrollar un modelo de inversión que sea

interesante para el inversionista privado, por lo pronto el punto de equilibrio sí logra en base al menor costo del kilovatio/hora, en base al menor número de empleados que requiere una electrolinera, en base a la recuperación de la inversión.

11. ¿Sería económicamente factible implementar buses 100% eléctricos en el sistema de transporte urbano de Quito? ¿Por qué?

Yo creo que es perfectamente factible, yo creo que esto es una dinámica, nosotros como BYD al ser todos los gerentes ecuatorianos, tenemos la ilusión de instalar una fábrica de producción de vehículos eléctricos en Ecuador, lo cual totalmente abarataría los costos, el bus actualmente cuesta 419 500 dólares y podría costar mucho menos si se fabricara en el país. Por otra parte la producción en masa no es los mismo que me compres 20 buses a 200 buses, entonces eso podría también abaratar notablemente los costos de inversión para los inversionistas privados.

Por otra parte el papel del gobierno está por verse, ellos ya vieron y evidenciaron que el principal beneficiario son ellos mismos, entonces estamos a la espera de ver como el gobierno comparte parte de esa ganancia del ahorro que va a generar. El gobierno actualmente ya está trabajando en esos temas, yo creo que en pocas semanas más se podrá tener un feedback por pare del gobierno sobre cómo van a apuntalar un desarrollo de ese tipo. Nosotros creemos que en Quito al tener un desarrollo masivo y al ser un valle cerrado, el tema de contaminación atmosférica es alto, y esto sería una gran solución.

12. ¿Qué facilidades e incentivos arancelarios y fiscales brinda el estado ecuatoriano para la importación y venta de vehículos 100% eléctricos?

Hay un elemento importante que es la ley de eficiencia energética en donde ya se habla de cosas importantes, ya está como ley pero aún falta implementarse, falta hacer los reglamentos de funcionamiento y de la implementación de la ley. Se habla de un importante subsidio en el precio del kilovatio/hora para la transportación eléctrica, en parte ya se ha obtenido para los taxis eléctricos en Loja. El ARCONEL hizo una tarifa diferenciada para los taxis en Loja, la cual varía de acuerdo al horario o a la demanda y también una parte que tiene que ver con el recargo de acuerdo a la potencia, por ejemplo para un cargador rápido o para un cargador casero tienes una tarifa mensual fija son $4,04 por Kilovatio de capacidad instalada. Creo que una

solución podría ser quitar ese costo de potencia que es un costo mensual fijo, se ha hablado de eso.

También hemos conversado sobre incentivos fiscales para la compra de unidades, entonces el gobierno se encuentra actualmente realizando una serie de pruebas de calidad del producto a través de sus instituciones públicas en temas de: potencia, recargas, bajadas, duración de baterías, costo exacto de recargas para poder dimensionar el tipo de incentivo y subsidio que se podrá dar al transporte eléctrico.

Por otra parte está el tema de tarifa diferenciada para el transporte eléctrico y cuanto estaría el público dispuesto a pagar. Por ejemplo en Guayaquil se hizo una encuesta al respecto por parte del municipio de la ciudad y encontraron que el 82% de los usuarios de las líneas encuestadas estarían dispuesto a pagar 0.10 centavos más si los buses son eléctricos, cómodo y con aire acondicionado.

Hay políticas locales que se pueden implementar, por ejemplo el tema de inversión en puerto de carga, este es un costo importante que si subsidiaría podría fomentar el uso de este tipo de buses.

13. **¿Qué tipo de políticas urbanas cree usted que deberían gestionarse e implementarse en Ecuador, tanto a nivel nacional como local, para fomentar el uso de buses 100% eléctricos en los sistemas de transporte urbano de las ciudades?**

Se ha hecho bastante, pero una inversión alta como es la de un bs eléctrico requiere aún más concentración de políticas de incentivo, a través por ejemplo de un bono que permita abaratar el costo inicial de inversión, también el tipo de préstamo que se consiga, que sea con 2 o 3 años de gracia. Entiendo que la CFN ya dispone de una línea de crédito actual en la cual se da al 7.5% de interés anual con 2 años de gracia y hasta 15 años plazo.

Desde mi punto de vista el principal punto en que el gobierno puede aportar es con un subsidio importante vía abaratar el costo de electricidad, vía pago de un bono por unidad o vía incremento diferenciado de tarifas, eso no se ha hecho, está por hacerse pero quizás se haga en muy corto tiempo.

14. ¿Cuál es el futuro de la electromovilidad en Ecuador? Y ¿Cuál es el siguiente paso para fomentar que más empresas de transporte urbano (públicas y privadas) adquieran flotas de buses 100% eléctricos?

La visión nuestra es tener en el año 2025 entre 3000 y 5000 buses en el país, yo creo que es totalmente posible, hace falta nada más una participación decidida del gobierno, ellos son los principales beneficiarios y hace falta despejar el camino. A través de créditos blandos, los subsidios que ya te he mencionado, no todos ellos, pero sí algunos de ellos. Quizás uno de ellos sería suficiente, pero bien planificado. El gobierno se ha tomado su tiempo para poder analizar sus posibilidades, sabemos que están a punto de pronunciarse al respecto. Yo creo que es eso, básicamente decisión política.

15. ¿Cómo proyecta la empresa BYD al mercado de los buses 100% eléctricos en Ecuador para el año 2040?

La visón de BYD es contar con una fábrica de buses eléctricos en el país, que debería estar lista para después de 4 años, estamos hablando del 2023, debería estar la fábrica ya montada y operando, con una producción anual de 300 buses eléctricos para cubrir el mercado nacional y también exportar a los países vecinos. Eso en cuanto a buses eléctricos, en cuanto a vehículos eléctricos también ser un referente en cuanto al mercado nacional de este tipo de vehículos. Me refiero entonces a taxis, buses y también a vehículos industriales tales como montacargas, camiones, volquetas y vehículos de trabajo pesado.

Entrevistas al gerente de operaciones de la Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros del municipio de Quito: experiencias de la movilidad sostenible y de la electromovilidad en el DMQ.

Datos del entrevistado

Nombre: Ing. Gustavo Hinostroza

Empresa/Organización a la que pertenece: Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros del municipio de Quito

Cargo: Gerente de operaciones

Datos de la entrevista

Fecha de realización: 26 de marzo del 2019

Ciudad donde se realizó la entrevista: Quito, Ecuador

Preguntas

1. **¿Qué proyectos para fomentar la movilidad sostenible se han implementado en Quito desde el Municipio del DMQ?**

   Creo que cabe hacer una remembranza, Quito con la implementación del Trolebús en el año de 1995 dio inicio a incorporar una tecnología más moderna para el transporte público, y desde ahí se modificó los conceptos de movilidad en la ciudad. Quito fue una de las pioneras en tener sistemas de BRT, la primera había sido Curitiba.

   Luego a partir del sistema de Quito se desarrolló Transmilenio en Bogotá, ese primer esfuerzo incorporó ya vehículos con tecnología eléctrica que son los trolebuses, que son diseñados para operar mayoritariamente con una línea eléctrica de contacto. Usted podrá ver que en todo el circuito del trolebús está instalada la línea de contacto que es la que alimenta a las unidades. El tiempo nos ha deja ver y nos ha permitido desarrollar capacidades que tienen un gran impacto en la ciudadanía y en la prestación del servicio, la implementación de este tipo de unidades.

   Ruido mucho menor en la parte interna, emisión de partículas y gases contaminantes muchísimo menor, por supuesto que esto también representó un esfuerzo

importante por parte de la municipalidad porque no existían experiencias previas de la operación de este tipo de unidades. Entonces la unidad ejecutora en ese entonces del trolebús tuvo que desarrollar facultades y competencias para los mantenimientos de los potenciales daños y se fueron realizando ajustes.

Entonces Quito inicialmente ya lo hizo, ese esfuerzo se ha mantenido hasta ahora, todavía tenemos buses de esa flota inicial y posteriormente se incorporaron vehículos de combustión. En conjunto establecer corredores longitudinales que cruzan la ciudad con sistema BRT, también da otra connotación a la movilidad, la organiza la reestructura.

En sus inicios el trolebús también requirió de una restructuración de todos los sistemas convencionales o subsistemas convencionales que existían para poder readecuar esos carriles. Inicia con el trolebús, luego con sus extensiones, el corredor sur-occidental, posteriormente el corredor central norte y se han ido implementando otro tipo de servicios. Entonces viéndole en un conjunto, Quito ya hizo sus primeros esfuerzos (para promover la movilidad sostenibles) con los BRT y con los trolebuses.

2. **¿De qué manera cree usted que aportaría la implementación de flotas de buses 100% eléctricos por parte de las compañías de transporte, tanto públicas como privadas, de Quito para contribuir a los objetivos de desarrollo sostenible de la ciudad?**

Yo creo que en gran mediad, si usted revisa las estadísticas del ministerio del ambiente y también de la secretaría de ambiente de Quito, señala como uno de los sectores que mayor aporta en emisiones contaminantes al transporte. Hay varios elementos para analizar ahí, tecnología de los motores que por su puesto está ligada a la calidad de los combustibles, la misma estructura o la misma organización del transporte, en el sentido si es eficiente o no tener un número "X" de vehículos circulando, si es que están directamente relacionados la oferta y la demanda también inciden.

Consideraría yo que la implementación de buses eléctricos que se adecuen a las características específicas de Quito aportaría en gran medida a los objetivos de la ciudad. Quito se ha planteado objetivos bastante importantes, se ha suscrito algunos convenios internacionales en donde Quito ha establecido el compromiso de

precautelar el ambiente en la ciudad y también prestarle atención al centro histórico.

Hay algunas organizaciones o multinacionales, a las cuales Quito se ha presentado y se han suscrito y asumido algunos compromisos, y uno de ellos es la reducción de emisiones de partículas contaminantes al medio ambiente por parte del transporte público.

3. **Desde el municipio de Quito ¿Se ha analizado la posibilidad de comprar buses 100% eléctricos para que funcionen en el sistema de bus de transito rápido trole o ecovía?**

Sí, se hizo un esfuerzo para definir la incorporación de nueva flota, que remplazaría la flota saliente, con tecnología eléctrica, hubo una aprobación del consejo metropolitano de cerca de 40 millones de dólares para la adquisición de estas unidades. Esta aprobación lo que hacía era otorgarle al municipio como tal la facultad de generar un crédito por ese valor para poder adquirir las unidades eléctricas.

El Consejo Metropolitano es un organismo eminentemente regulatorio, proveniente de distintas visiones y tendencias políticas, pero este mensaje que trasmite el consejo de endeudarse en casi 40 millones de dólares, refleja lo que reportan los sectores a los que los señores concejales representan, entonces es importantísimo que demos el salto, que volvamos a retomar en las ciudades de la región. Hay ciudades como Santiago de Chile y Guayaquil que ya están implementado buses eléctricos, entonces si se han desarrollado esos esfuerzos y se han hecho algunos estudios en coordinación con los ente privados. Se han desarrollado algunas pruebas con articulados que es lo que nos corresponde más como gestión directa de la empresa de pasajeros en nuestros corredores.

Se ha levantado información, la cual fue provista al municipio como un insumo, entonces la visión para la renovación de la flota tiene que ir hacia allá. Otra cosa que hay que considerar es la entrada en operación del Metro de Quito, si bien no operamos nosotros como Empresa de Pasajeros hay otra empresas pública que lo ha construido y muy probablemente lo opere con un ente privado, también va a beneficiar muchísimo en términos de movilidad, porque la operación del metro que

usa una tecnología totalmente diferente a la convencional va a exigir que todos los servicios que actualmente se prestan se restructuren.

La empresa de pasajeros tiene la visión de que seamos complementarios al metro, pues no podemos ni debemos competir con él. Debemos mantener un servicio integrado hacia la ciudadanía y que sea eficiente. Entonces el recorrido del metro coincide mayoritariamente con el recorrido del Trolebús, entonces eso hace nosotros debamos readecuar la operación, entonces nosotros en eso hemos trabajado, hemos presentado una propuesta al señor alcalde de cuál sería la nueva operación de la empresa de pasajeros una vez que se inicien las operaciones del metro. Entonces sí ha habido una serie de esfuerzos con la intención de implementar nuevas tecnologías para el transporte público.

4. **En materia económica ¿Qué políticas urbanas, fiscales y/o tributarias podría implementar el municipio de Quito, para que un bus 100% eléctrico pueda competir frente a un bus a diésel en términos de costos de adquisición y operación en la ciudad de Quito?**

Esa pregunta es bastante interesante, porque hace que se reconozcan cuáles son las facultades de los distintos niveles de gobierno, en lo que se refiere a términos tributarios, básicamente impuestos es una facultad del gobierno central. El gobierno central ha establecido que los vehículos eléctricos no tengan aranceles por ende o pagarías tributos a la importación.

En lo que respecta al gobierno local, es decir al municipio del Distrito Metropolitano de Quito, el municipio puede manifestarse sobre tasas por prestación de servicios y otro tipo de incentivos, uno de los incentivos que se había planteado inicialmente es adecuar las condiciones de la revisión técnica vehicular a este tipo de unidades, porque actualmente están diseñadas para los vehículos convencionales.

Y así exonerar valores respecto de la revisión vehicular y respecto a los valores que le corresponden como tal al municipio, porque el rubro de matriculación tiene algunos valores, uno de ellos es una tasa que se le cancela al gobierno, pero se transfiere a los gobiernos locales. Otro es un impuesto a la propiedad, ese impuesto como tal le corresponde gestionarlo al Servicio de Rentas Internas, el cual depende del gobierno central y otro rubro como por ejemplo la tasa de circulación, que sí le corresponde al gobierno local.

Entonces en términos financieros, en los cuales interviene el municipio podríamos citar este tema de las tasas por revisión técnica vehicular.

Considero importante el siguiente ejemplo, Finlandia tuvo un proceso hace 3 años en donde exoneraba de impuestos a los vehículos eléctricos y se demostró algo interesante, durante los dos primeros años la tasa de vehículos eléctricos iba en alza, luego cuando el gobierno decidió quitar este incentivo, automáticamente la demanda de vehículos eléctricos cayó.

En términos reales de mercado un vehículo de combustión es mucho más barato que un vehículo eléctrico. A pesar que los valores han ido disminuyendo, los fabricantes de vehículos eléctricos han encontrado algunos mecanismos, como por ejemplo la reutilización de sus baterías en otros proyectos, que hace los costos de producción y por ende los costos de venta se reduzcan, pero sí tiene muchísima importancia el tema económico.

Por otro lado, y algo a lo que hay que darle bastante fuerza es que los precios de mantenimiento de un vehículo eléctricos son mucho más económicos que los de un vehículo convencional, el número de repuestos que utiliza, la frecuencia de mantenimiento, el número de equipamientos, etc. Es menor, entonces los precios se reducen, incluso el tema combustible. Ahora hay el incentivo que la carga en horario nocturno de la carga de vehículos eléctricos tienen un costo menor de lo que costaría en horarios laborables, entonces hay esta serie de incentivos, pero es importantísimo el tema del costo inicial.

Ese costo inicial ya plasmado en un flujo de caja puede ser bastante representativo y puede decir que el periodo de recuperación sea un poco mayor que el de un vehículo convencional, pero se compensa de cierta forma con los mantenimientos. Claro, las inversiones iniciales son las que deberían revisarse y esas son las que están directamente relacionadas con los aranceles principalmente.

5. **¿Estaría el municipio de Quito, desde la visión de la Empresa Pública Metropolitana de Transporte de Pasajeros, dispuesto a aumentar la tarifa del bus urbano, si es que las empresas privadas de transporte urbano compran buses 100% eléctricos?**

La facultad de definición de tarifa es del Consejo Metropolitano. Nosotros como empresa de pasajeros, consideramos indispensable que se transparente la tarifa, los costos de operación propios de una empresa pública o privada, son muy altos. El transporte tiene la particularidad de requerir liquidez, porque estamos sujetos a varias contingencias, es decir daños mecánicos, accidentes y otro tipo de siniestros, entonces se requiere de liquidez para que ese rubro esté constantemente moviéndose.

Nosotros recientemente hemos presentado un informe de la tarifa técnica, es importantísimo que se transparente eso, porque eso permite valorar el servicio como tal. Ha habido fuertes inversiones del municipio como la adquisición de 80 unidades biarticuladas, nosotros como empresa pública debemos perseguir eficiencia más no excesiva rentabilidad y preocuparnos del servicio al ciudadano, pero el privado tiene otra lógica y hay que reconocer que hay riesgo en esas inversiones.

Entonces si sería importante que el consejo metropolitano ahora que viene cambio de autoridades pueda analizar y se transparente la tarifa. Porque el municipio y todos los habitantes de Quito estamos aportando para mantener la tarifa del transporte público porque el municipio ha definido un sistema de compensación, por lo que a los transportistas que cumplen ciertos parámetros les cancelan un valor al final del mes.

También la empresa pública recibe valores de la caja municipal que se podría decir son destinados a la propia operación, mantenimiento de unidades, pago de conductores, sistema de recaudación, mantenimiento de la infraestructura, entonces son inversiones bastante fuertes que podría a largo plazo perjudicar las arcas municipales, entonces es importante que se trabaje en transparentar esto. Es importante también que el ciudadano valore el servicio y que elevemos la calidad del servicio.

Yo creo que debería esta medida de incrementar la tarifa estar acompañada de una política muy clara y firme, de normas que sean reales y cumplibles por los actores.

A veces lo que se hace es importar normas y criterios y cuando se trata de ejecutarlos se complica porque la realidad es distinta, entonces todos sabemos que en el transporte es importante mantener una estructura empresarial que nos permita tener una adecuada distribución de costos y de recursos que ingresan.

La estructura actual de las empresas de transporte urbano en Quito y a nivel nacional es una estructura cooperativista, entonces es el propietario de la unidad o de varias unidades que se preocupa de eso de su unidad o de sus varias unidades. Entonces eso conspira a que puedan alcanzar niveles de ineficiencia importantes, porque si bien algunos tienen el nombre de compañía, no funcionan como tal, no funcionan como accionistas, sino como hombre/vehículo, es decir un vehículo destinado a un propietario.

Y eso no es correcto, deberíamos impulsar a que sean empresas y tal vez ahí alcanzar mejores niveles de eficiencia. Incluso ese mecanismo cooperativista, facilita el incumplimiento de normativa laboral. Una compañía tiene una serie de regulaciones que impide que un trabajador sea perjudicado en sus derechos. Hay que trabajar en mejorar la calidad del servicio. Por ejemplo, no es lo mismo que el dueño de una unidad vaya a negociar 8 o 10 neumáticos, a que vaya una empresa a negociar 100, 200 o más neumáticos, entonces los procesos de negociación son distintos y por ende los costos y los financiamientos pueden ser mucho mejores.

Entonces el primer paso es revisar estas estructuras, hacer un rediseño y redimensionamiento de la flota porque no hay certeza de que todos los vehículos que están circulando sean necesarios y que si son necesarios en número, habría que ver si es necesario que estén circulando todo el día o solo en las horas pico.

Todos estos elementos aportan a mejorar las condiciones de servicio y por ende tendrá un impacto en la tarifa, es diferente si buscamos satisfacer las necesidades de una operadora que tiene costos sumamente elevados por ineficiencia a otra que tiene costos más bajos porque son eficientes, que también los hay. También hay algunas operadoras que tienen una visión más estructurada, pero en su mayoría todavía hay estructuras cooperativistas.

Entonces una de nuestras preocupaciones actuales es la tarifa, también nos preocupa la distribución de estas tarifas, por eso es importante que las operadoras tengan otro tipo de estructuras que les permitan tener cajas comunes que faciliten la distribución de los recursos y que se haga de manera transparente. Y que e ciudadano perciba que el servicio que está recibiendo tiene ese costo y que se justifica cancelar algo adicional, en las condiciones actuales es sensible el tema de las tarifas.

6. **¿Cuál es el futuro de la electromovilidad en Quito? Y ¿Cuál es el siguiente paso para fomentar que más empresas de transporte urbano y el municipio adquieran flotas de buses 100% eléctricos?**

Yo veo al futuro de los vehículos eléctricos con muchísima ilusión, los efectos se irán viendo poco a poco, cuando se generan este tipo de cambios hay resistencia, hay duda, hay personas que requieren convencerse de mayor manera que otras personas, pero también hay pioneros, entonces estos proceso permitan identificar a esos pioneros y hay que citarlo, Guayaquil tiene un operador privado que ya recibieron sus buses eléctricos hace 2 semanas, entonces es un pionero, y eso pioneros ciertamente son referentes para el resto y verán los primeros beneficios antes que los demás.

Yo apuesto al transporte público, no creo que hay otra solución que un transporte público eficiente adecuado, seguro para nuestros usuarios y esos esfuerzos que realiza el privado debe reconocerlos el sector público definitivamente, yo creo que la política debe adaptarse a estos nuevos sistemas de operación y a estas nuevas tecnologías, incluso hubo en su momento el plan RENOVA donde se preocupaba eso, si bien el estado entregaba recursos por parte de los privados, se reducía el uso del combustible, y le cuesta por los dos lados, por una parte por el uso de combustible subsidiado (más deficiente en unidades viejas) y por otra parte en el impacto ambiental negativo, en la ciudadanía, en el entorno, etc.

Ese proyecto dio buenos resultados, entonces se podría realizar algo similar con un enfoque distinto, en ese tiempo se daba un bono de chatarrización para los vehículos salientes, pero que ahora se podría enfocar solamente en la adquisición de nuevo vehículos eléctricos.

Es importante que mantengamos criterios técnicos, y que mantengamos un equilibrio, que seamos lógicos, si bien hay que vanar hay que ser críticos y saber que se necesita. Es importante desde las entidades estatales un acompañamiento técnico a los operadores de transporte, a pesar de que ellos tienen mucha experiencia, desarrollo y contacto con proveedores, también es importante que puedan tener acceso a este tipo de información: qué tipo de pendientes hay en Quito, que esfuerzo requiere el motor o del consumo de energía, cuantas electrolineras necesita, cuantas son óptimas, en donde se deben ubicar.

La tecnología avanza y hay innovaciones que son costosas, y estas deben estar ya implementándose en ciudades la carga inalámbrica de las unidades, debemos ser muy claros en lo que queremos de acuerdo a nuestras necesidades reales e impulsar esos procesos.

7. **Teniendo en cuenta que el Trolebús de Quito en sus inicios funcionaba con el 100% de sus unidades híbridas ¿Considera usted que la compre de 80 unidades biarticuladas a diésel para el Trolebús y la ecovía es un retroceso para la electromovilidad en Quito y cuáles fueron las razones del municipio para ello?**

La última adquisición data del 2016, considero yo que respondía a necesidades específicas y distintas de la visión que se tiene a futuro. Antes de eso también tuvo lugar la compra de otro tipo de unidades para cubrir los corredores, la tecnología eléctrica en el transporte público es de reciente data, una ciudad China que es la única en el mundo que tiene el 100% de la flota eléctrica es la única.

Ciudades como Berlín han avanzado en este tema, porque necesitan saber cuál es más eficiente y Berlín ha implementado 8 unidades recientemente, yo creo que en el momento de la decisión de comprar que fue en 2016, pero que los estudios se hicieron mucho antes de eso, los estudios generalmente llevan mucho tiempo.

En ese tiempo todavía no estaba probada efectivamente la tecnología eléctrica en el transporte público, considero que ese fue el criterio y que la urgencia ya estaba presente, ya se necesitaba mejorar el servicio.

Porque recordemos que la flota ya estaba próxima a cumplir 25 años y adicional a ello el servicio se amplió, entonces lo que el trole inicialmente era Recreo hasta la Y, luego ya se fue hasta Morán Valverde y hasta el Labrador y liego hacia Quitumbe y hasta Carcelén, por ende eran distancias más largas y más pasajeros, tiempos de

recorrido más largos, a pesar de haber circuitos y por eso se requiere mayor flota. No sé si un retroceso pero probablemente pudo haber sido una primera oportunidad para incorporar pruebas de la tecnología eléctrica.