

“Servicio de Consultoría para el desarrollo de modelos de negocio verde de servicio de transporte urbano factibles de implementar en Perú”

**Estudio para el Desarrollo de Modelos de Negocio Verde en
Servicios de Transporte Urbano para Perú**

Resumen Ejecutivo

Alex Abad Escalante

Junio 2019

Índice

Acrónimos	3
I. Introducción	5
II. Contexto	6
III. Marco Conceptual	9
IV. Análisis de Casos Exitosos a Nivel Internacional versus Casos Nacionales	10
4.1. Análisis a nivel de Sistemas de Transporte en las principales ciudades	10
4.2. Análisis a nivel de Unidades de Negocios de Transporte Urbano	19
Ahorro en gasto en combustible	19
Menor consumo de energía – eficiencia energética	19
Casos particulares	19
Costo Total de Propiedad (TCO)	22
V. Aplicación del análisis de rentabilidad del modelo de negocio verde versus los modelos de negocios convencionales para las principales ciudades del Perú.	26
5.1. Inversiones	26
5.1.1. Costo de adquisición de buses	27
5.1.2. Costo de baterías para recarga de buses eléctricos	29
5.1.3. Infraestructura de Recarga	29
5.1.4. Costos operativos y de mantenimiento	31
5.1.5. Estructura del Financiamiento	36
5.1.6. Formación y Tratamiento de la Fuerza Laboral	41
VI. Recomendaciones para la implementación de unidades de negocio de transporte mediante el uso de tecnología limpia en sus unidades de transporte	45
VII. Conclusiones y Recomendaciones	49
VIII. Bibliografía	55

Lista de Tablas

Tabla 1: Factores de Éxito en la Implementación de Sistemas de Transporte – Calificación	
_____	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 2: Factores de Éxito en la Implementación de Sistemas de Transporte en ciudades priorizadas	
_____	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 3: Conclusiones sobre el avance en la Implementación de Sistemas de Transporte sostenible en ciudades priorizadas	18
Tabla 4: Desempeño operativo por escenario - Caso de Estudio de Putrajaya, Malasia	22
Tabla 5: Análisis financiero por escenario - Caso de Estudio de Putrajaya, Malasia	22

Tabla 6: Costo de adquisición de buses en 2017 _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 Tabla 7: Costo de implementación de infraestructura por tipo de bus eléctrico en 2017 en euros _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 Tabla 8: Características de los buses eléctricos según sistema de carga ____ **¡Error! Marcador no definido.**

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Objetivos Estratégicos del Sector Eléctrico _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 Ilustración 2: Barreras de la Electromovilidad en el Perú _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 Ilustración 3: Rol por Sector de la Economía _____ **¡Error! Marcador no definido.**
 Ilustración 4: Comparación de ingresos y gastos de viaje del autobús eléctrico y diésel _____ 20
 Ilustración 5: TCO en 2017 y 2025 para diferentes tecnologías de buses(en euros/km) _____ 23
 Ilustración 6: Comparación del Costo total de propiedad del autobús con diferentes distancias anuales (US\$/km) _____ 24
 Ilustración 7: TCO para autobús de carga nocturna (izq.) y carga de oportunidad (der.) con respecto a bus diésel _____ 25
 Ilustración 8: Costo Total de Propiedad (TCO) a 8 años en Europa **¡Error! Marcador no definido.**
 Ilustración 9: Factores críticas y recomendaciones para lograr el uso de tecnologías limpias en las ciudades priorizadas: _____ 46
 Ilustración 10: Hoja de ruta hacia la Electromovilidad - MINEM _____ 52
 Ilustración 11: Hoja de ruta hacia la Electromovilidad - ONU ____ **¡Error! Marcador no definido.**
 Ilustración 12: Acciones A tomar según experiencia en la región I **¡Error! Marcador no definido.**

Acrónimos

BID: Banco Interamericano de Desarrollo
 CAF: Corporación Andina de Fomento
 CITE: Centro de Investigación Tecnológica
 CMNUCC: Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
 EIA: Agencia Europea de Medio Ambiente
 GEI: Gases de efecto invernadero
 GNC: Gas natural comprimido
 GNV: Gas Natural Vehicular
 GTM-NDC: Grupo de Trabajo Multisectorial para las Contribuciones Nacionalmente Determinadas.
 LLC: Costo total de ciclo de vida
 MEF: Ministerio de Economía y Finanzas
 MPA: Municipalidad Provincial de Arequipa
 MPT: Municipalidad Provincial de Trujillo
 MTC: Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones
 MINAM: Ministerio de Ambiente
 MINEM: Ministerio de Energía y Minas

NAMA: Medidas de Mitigación Apropriadas para cada País

NDC: Contribución Determinada a Nivel Nacional

PRODUCE: Ministerio de la Producción

SIT: Sistema Integrado de Transportes

SNIP: Sistema Nacional de Inversión Pública

TCO: Costo Total de Propiedad

TMT: Transportes Metropolitanos de Trujillo

VE: Vehículos eléctricos

I. Introducción

El presente documento corresponde a un resumen ejecutivo correspondiente a los informes 1 y 2 trabajados en la consultoría, donde se ha desarrollado el análisis de diferentes modelos de negocio verde en servicios de transporte urbano.

En el presente documento, el análisis se inicia con una breve descripción del contexto sobre el cual se vienen desarrollando los sistemas de transporte urbano en relación a la implementación nuevas tecnologías (electricidad) en las unidades de negocio de transporte urbano. Asimismo, se precisa el rol y acciones que viene tomando el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en relación al transporte urbano, correspondiente a las principales ciudades del país, marco sobre el cual se da el desarrollo de la consultoría.

Posteriormente, en el punto tres, se presenta en forma resumida, el marco conceptual sobre el cual se desarrollan las unidades de negocio de transporte urbano, como son los sistemas de transporte en las principales ciudades de la región. Así, en el punto cuatro del documento, se presentan los casos exitosos a nivel internacional, seleccionados para hacer una comparación con la situación de los sistemas de transporte de las ciudades de Arequipa, Trujillo, Piura y Lima. Este análisis se realiza a nivel macro, es decir comparando los sistemas de transporte de los principales casos internacionales seleccionados con los sistemas de transporte de las principales ciudades del Perú y también se hace un análisis a nivel micro, en el sentido de tomar como referencia casos particulares de unidades de negocios de transporte y casos particulares de negocios para diferentes ciudades a nivel internacional.

Es en el punto quinto del presente documento, que se presenta el análisis de rentabilidad de los modelos de negocio verde de transporte urbano, versus los modelos de negocio tradicionales (diésel). Para tal efecto, en dicho capítulo se presenta la estructura bajo la cual se debe de desarrollar una unidad de negocio de transporte urbano, considerando sus variables de inversión, operación, mantenimiento y financiamiento; considerando importante también precisar las consideraciones que se deben de tener para el tratamiento de la fuerza laboral en este tipo de unidades de negocio y como se debe de enfrentar el cambio en la misma ante un cambio de tecnología.

Finalmente, se presentan unas recomendaciones que se deben de tener en consideración para la implementación de unidades de negocio verde en transporte urbano.

II. Contexto

El reciente reporte¹ del Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés), señala que “para limitar el calentamiento global a 1,5 °C se necesitarían cambios de gran alcance y sin precedentes en todos los aspectos de la sociedad mediante transiciones rápidas en la tierra, la energía, la industria, los edificios, el transporte y las ciudades (...).”².

El mensaje dejado por el IPCC es la urgencia para que los países sean más ambiciosos en sus acciones de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI) y que antes del 2030 se implementen trayectorias que permitan que los países transiten, de combustibles fósiles a combustibles limpios netos de emisiones de GEI en sus economías.

Este mensaje es importante para las actividades relacionadas al transporte, ya que a nivel mundial representan el 14% de las emisiones de GEI, según el reporte AR5³ del IPCC del año 2014. El primer Reporte de Movilidad Global del año 2017, preparado por la iniciativa Sustainable Mobility for All (suM4All) liderada por el Banco Mundial, señala sobre la relación del transporte con el cambio climático, que en el 2012, el sector transporte fue el mayor consumidor de energía en 40% de los países del mundo y en el 60% restante fue la segunda actividad en consumir más energía

Por el lado del sector transporte y comunicaciones, en el Plan Estratégico Sectorial Multianual (PESEM) del 2018-2021, se han trazado diversos retos que están enmarcados en sus objetivos sectoriales, como es el caso de la ‘reducción en los tiempos y costos logísticos en los sistemas de transporte’, en el cual se prioriza como acción estratégica el incremento de la disponibilidad y uso del sistema de transporte urbano. En ese marco, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) busca promover la calidad del espacio público asociado a su operación (paraderos, señalética, señales de tránsito, intercambiadores modales), buscando que sus componentes puedan ser estandarizados, normalizados, reproducidos, y utilizados, reconociendo las particularidades locales y evaluando las mejores alternativas de sistemas de transporte masivos.

Además, el MTC viene implementando la NAMA de Transporte Urbano Sostenible conocido como NAMA TransPerú, que apunta a revertir la tendencia hacia el dominio de los conglomerados urbanos por los automóviles sobre la base de dos componentes básicos: la provisión de transporte público de alta calidad y la optimización de la flota de vehículos.

¹ Disponible en <https://www.ipcc.ch/sr15/>

² https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr_181008_P48_spm_es.pdf

³ Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>

Asimismo, luego de la ratificación del Acuerdo de París, el Perú reafirma y valida sus compromisos asumidos frente al cambio climático. Es así que mediante Resolución Suprema N° 005-2016-MINAM, se conforma el Grupo Técnico Multisectorial de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas (GTM-NDC) encargado de generar información técnica para orientar la implementación de las NDC. En ese marco, el MTC identifica nueve (09) medidas de mitigación del sector transporte, contribuyendo así a la reducción de los GEI (CO₂, CH₄ y N₂O) y generando beneficios socio-ambientales tales como la reducción de los niveles de estrés y enfermedades asociado con el tráfico; inclusión social de grupos vulnerables; reducción de la contaminación acústica; y reducción de la contaminación del aire (NO_x, SO_x y PM).

Por otro lado, como parte de las intervenciones del MTC para mejorar el transporte urbano, se fomenta la modernización de la flota de transporte público hacia una de mayor capacidad y con uso de energías limpias, con la finalidad de contribuir a transformar la estructura productiva del sector hacia una de crecimiento sostenible.

Para materializar esta estrategia de intervención, el MTC desarrolla proyectos de inversión de transporte público urbano masivo en las principales ciudades del país, consistentes en la instalación de infraestructura ad-hoc sobre la cual se implementará servicios de transporte masivo y en general, la intervención en la mejora del transporte urbano consiste en la búsqueda de Sistema Integrados de Transporte, uno de cuyos componentes es la gestión de flota a autorizar en la configuración de rutas (incluyendo los corredores masivos). Esa gestión consiste en el fomento de la modernización de la flota de transporte urbano, lo que implica migrar a unidades de mayor capacidad y con uso de tecnologías limpias.

En ese marco se plantea la necesidad de conocer las oportunidades que existe para el sector privado para la estructuración exitosa de unidades de negocio del servicio de transporte público urbano; de modo que participen en los procesos de promoción de la explotación de rutas de transporte urbano en las ciudades del país y de ese modo participen proactivamente en la transformación del sistema de transporte urbano que impulsa el MTC.

En ese contexto, mediante el apoyo de la iniciativa PAGE vía la OIT se plantea la necesidad de conocer las oportunidades que existen para el sector privado, de poder estructurar de forma exitosa unidades de negocio del servicio de transporte público urbano, de modo que participen en los procesos de promoción de la explotación de rutas de transporte urbano en las principales ciudades del país y de este modo contribuyan proactivamente en la transformación del sistema de transporte urbano que impulsa el MTC.

De esa manera, se plantea la elaboración de un producto que sistematice las alternativas y modelos de negocio exitosas en la provisión del servicio de transporte público urbano masivo en base a flotas vehiculares amigables con el ambiente, mediante uso de energía eléctrica y otros combustibles limpios. Se busca que dichos negocios sean atractivos para el sector privado y puedan ser implementados en el marco de los Sistemas Integrados de Transporte en las principales ciudades.

Un factor adicional a considerar en la visión del contexto internacional en los esquemas de transporte público urbano, es la tendencia a la implementación de unidades de negocios de transporte público, que se soportan en unidades de transporte eléctricas, incrementándose a nivel mundial tanto la producción como la demanda de buses eléctricos.

Por ejemplo, el estudio realizado por Bloomberg, denominado “Bloomberg New Energy Finance” señala que de un stock de 386 mil buses eléctricos en el año 2017, se llegarán a 1.2 millones en el 2025 y al año 2040, el 84% los buses municipales será eléctrico. Asimismo, según el “Global EV Outlook 2018: Towards cross-modal electrification” de la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), las ventas de buses eléctricos en el mundo estuvieron cerca de las 100 mil unidades en el 2017, siendo China el principal comprador. Con estas nuevas adquisiciones, en ese mismo año se contaba con un stock de 370 mil unidades, siendo China también el principal impulsor de esta tecnología, quien cuenta con el 99% de este stock. Europa, Japón y Estados Unidos estarían operando 2100 buses aproximadamente. La IEA, señala asimismo que para el 2030 los buses urbanos habrán experimentado una transición significativa hacia el uso de transmisión eléctrica, a pesar de los desafíos que afronta actualmente, como el alto costo de capital y la complejidad de instalación de infraestructura de carga en las ciudades y el costo de las baterías.

Un ejemplo más cercano de dicha tendencia es el caso de Chile, como primer país en América Latina en operar una flota masiva de buses eléctricos, en Santiago, su capital. A fines de noviembre 2018 recibió los 100 primeros buses de BYD y en enero de 2019 otros 100 de Yutong. Esta flota es una de las acciones que apunta a lograr el 100% de la electrificación de su transporte público al 2050.

Tanto los sistemas BRT como las unidades de negocios de transporte urbano pueden operar con diferentes alternativas de combustible, según estén disponibles. Las unidades de transporte pueden ser a diésel, GNC o autobuses que utilizan tecnología híbrida-eléctrica, gas licuado de petróleo (GLP), electricidad u otros combustibles alternativos.

IV. Análisis de Casos Exitosos a Nivel Internacional versus Casos Nacionales

4.1. Análisis a nivel de Sistemas de Transporte en las principales ciudades

Experiencias Internacionales:

Para el análisis de experiencias internacionales de sistemas de transporte público urbano, se seleccionaron las siguientes ciudades: a) Madrid (España), b) Ciudad de México (México), c) Santiago (Chile) y d) Bogotá (Colombia).

Las ciudades elegidas como parte del análisis de experiencias internacionales tienen en común los siguientes criterios, que contribuyeron a su selección:

- Son ciudades grandes en términos de densidad poblacional y movimiento económico; y por lo tanto, grandes desafíos para la gestión de un transporte urbano sostenible.
- Son ciudades que han presentado o expresado algún tipo de compromiso para reducir las emisiones de GEI del sector transporte.
- Son ciudades que en algún momento han enfrentado serios problemas o desafíos relacionados a contaminación ambiental, salud, accidentes en carretera, etc.
- Son ciudades que han pasado por procesos de transformación dentro de sus sistemas de transporte urbano (políticas, infraestructura, gestión), con énfasis en el sistema de autobuses públicos.
- Son ciudades que operan sistemas BRT, todas con lecciones y aprendizajes en su implementación.
- Son ciudades cuyos sistemas de transporte público se gestionan a través de dinámicas público-privadas.

De manera más específica, se eligió Madrid como caso modelo de buenas prácticas y paradigma de gestión público-privada, de las cuales el Perú puede tomar insumos importantes que replicar. La ciudad de Madrid dispone de una red de transporte público muy desarrollada y eficaz. Esta se basa fundamentalmente en la existencia de una dotación extensa y bien localizada de intercambiadores, en todas sus variantes, y a nivel tarifario viene determinada por el Abono Transportes como billete de transporte integrado multimodal que puede utilizarse en todo el sistema de transporte público. Por el lado de las tecnologías y uso de combustibles, aún prima el uso de diesel, pero los buses eléctricos están ya generando un mercado atractivo apoyado también por políticas de promoción local con soporte de la Unión Europea.

Ciudad de México ha sido seleccionada por la similitud del contexto social e institucional del sistema de transporte para buses de transporte urbano. La existencia del modelo hombre-camión y la informalidad en la operación de microbuses y combis, asemejan el parecido con el caso peruano; pero también el uso de contratos de concesión y autorización.

A pesar de los compromisos ambientales, el salto tecnológico a combustibles limpios es lento en Ciudad de México, la fragmentación institucional de las entidades a cargo del transporte público se encuentran con grandes desafíos provenientes de la fuerte carga social de un sector tan sensible como lo es el transporte público de pasajeros y del uso intensivo del diésel. Sin embargo, importantes avances se han logrado en tratar de incrementar el estándar (EURO, EPA) de los buses que funcionan a diésel, de manera que mientras se logra una mayor fortaleza de las políticas e instituciones a cargo, se puedan percibir mejoras en la calidad del aire y la salud de las personas. Este contexto puede servir de aprendizaje para el Perú, quien dispone del GNV como potencial combustible transitorio previo a la masificación del transporte eléctrico.

El caso de Santiago también es emblemático en el continente porque se trata del primer país que está designando flotas significativas de buses eléctricos como parte de su sistema BRT (Transantiago). Chile ha venido construyendo políticas públicas sectoriales robustas de la mano con sistemas de información integrales. Se dispone de información además sobre la evolución del proceso de pilotaje hasta la decisión de operar flotas mayores en mayor escala. La experiencia de Chile es un aprendizaje que va a permitir identificar información clave a tomar en un proceso similar que se quisiera llevar a cabo en el Perú.

En el caso de Bogotá, el Transmilenio es considerado una de las experiencias de implementación de sistemas BRT más exitosas en el mundo. Este sistema funciona con buses a GNV, al igual que el Metropolitano en Lima y la institucionalidad implementada fue el principal modelo que se siguió en el Perú.

Adicionalmente, es factible mencionar el documento del BID denominado ‘Evolución de los Sistemas de Transporte Público Urbano en América Latina’, en el cual se identifican cinco pilares clave que permiten hacer una comparativa del desarrollo de los sistemas de transporte de las diferentes ciudades.

Este estudio del BID considera otras ciudades adicionales a las mencionadas líneas arriba, lo que permite ampliar la cobertura de comparación de desarrollo y desempeño de los sistemas de transporte en diferentes ciudades.

Los pilares clave que se evalúan para cada una de las ciudades del estudio están conformados por: la adaptación institucional, el desempeño técnico, el desempeño comunicacional, la capacidad de financiación y la regularización y monitoreo. Estos pilares han sido clasificados para cada ciudad propuestas en el estudio del BID, asignándoles un valor (bajo, medio o alto) que identifica el nivel de desarrollo del mismo, presentando los siguientes resultados:

Pilares Clave	Adaptación Institucional	Desempeño Técnico	Desempeño Comunicacional	Capacidad de Financiación	Regularización y Monitoreo
Buenos Aires	Baja	Media	Media	Media	Media
Curitiba	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Bogotá	Media	Alta	Alta	Alta	Alta
Guatemala	Media	Media	Alta	Media	Media
Lima	Media	Media	Alta	Media	Media
México	Media	Baja	Baja	Media	Media
Montevideo	Baja	Baja	Media	Baja	Baja
Pereira	Media	Baja	Media	Alta	Media
Salvador	Baja	Baja	Baja	Media	Baja
Santiago	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Tegucigalpa	Baja	Baja	Baja	Baja	Baja

Por otro lado, para una comparativa de los casos internacionales con las experiencias de las principales ciudades del Perú, se ha propuesto una calificación de factores de éxito, con la finalidad de poder establecer un ranking de desarrollo de los sistemas de transporte de las ciudades y su camino hacia el uso de tecnologías limpias.

De forma similar al estudio anteriormente mencionado, para los factores de éxito definidos, se les asigna un valor (bajo, medio o alto) según el nivel de desarrollo del mismo identificado para cada una de las ciudades en análisis. De esa manera, los valores propuestos luego del análisis respectivo, son los siguientes:

Factor de Éxito / Ciudad	Bogotá	Lima	Santiago	Madrid	México
Priorización red de transporte público	Alta	Alta	Alta	Media	Media
Adecuación de tipologías de flotas	Alta	Alta	Alta	Alta	Media
Mejora en Infraestructura	Media	Alta	Alta	Alta	Media
Desarrollo de un Sistema Integrado de Transporte	Alta	Media	Alta	Alta	Baja
Existencia de Operadores Sólidos	Alta	Alta	Alta	Media	Media
Promoción del Mercado Laboral	Media	Media	Alta	Media	Baja
Avances en Implantación de una Autoridad Única	Alta	Alta	Alta	Media	Media
Promoción de modos alternativos sostenibles	Media	Media	Media	Media	Media
Implementación de Tarifa Multimodal Integrada	Alta	Media	Alta	Alta	Baja
Disponibilidad/Implementación de Tecnología/Combustible Limpio	Media	Alta	Alta	Media	Media

Tal como se puede apreciar en el cuadro anterior, Transantiago es la experiencia que mejor desarrollo tiene en la región y más aún a nivel internacional, en la implementación de unidades de negocio de transporte urbano con unidades 100% eléctricas. Sobre el desarrollo y organización de los sistemas de transporte, resalta Madrid y sobre su funcionamiento y organización le siguen Lima y Bogotá. El caso de México es para tomar como referencia la organización de un sistema de transportes muy particular, como es el caso del Metro Bus en México, dentro de un sistema de transportes desordenado y con una multiplicidad de actores.

Para el caso de las principales ciudades del Perú consideradas en el presente estudio, los valores asignados para cada uno de los factores de éxito, en la implementación de sus sistemas de transporte, son los siguientes:

Tabla 1: Clasificación Asignada a Factores de Éxito en la Implementación de Sistemas de Transporte en ciudades priorizadas

Factor de Éxito/ Ciudad	Arequipa	Lima	Trujillo	Piura
Priorización red de transporte público	Alta	Alta	Media	Baja
Adecuación de tipologías de flotas	Alta	Alta	Alta	Baja
Mejora en Infraestructura	Media	Alta	Media	Baja
Desarrollo de un Sistema Integrado de Transporte	Alta	Media	Media	Baja
Existencia de Operadores Sólidos	Alta	Alta	Media	Baja
Promoción del Mercado Laboral	Alta	Media	Baja	Baja
Avances en Implantación de una Autoridad Única	Alta	Alta	Media	Media
Promoción de modos alternativos sostenibles	Alta	Media	Media	Baja
Implementación de Tarifa Multimodal Integrada	Media	Media	Baja	Baja
Disponibilidad/Implementación de Tecnología/Combustible Limpio	Media	Alta	Alta	Media

Fuente: Elaboración propia

En ese sentido, a continuación, se presenta un análisis más detallado de cada uno de los factores, para cada una de las ciudades y con ello identificar el nivel de avance en las unidades de negocio de transporte urbano de las ciudades priorizadas, en lo referido a la consideración de tecnologías limpias para la operatividad de sus unidades de transporte.

Tabla 2: Situación Actual de Factores de Éxito en la Implementación de Sistemas de Transporte en ciudades priorizadas

SITUACIÓN ACTUAL EN CIUDADES PRIORIZADAS			
Factor de Éxito	Arequipa	Trujillo	Piura
1. Priorización red de transporte público	<p>La Municipalidad Provincial de Arequipa (MPA), ha priorizado ordenar su sistema de Transporte desde el 2008, desarrollando estudios pertinentes en colaboración con la cooperación internacional, MTC y otras entidades.</p> <p>Desde febrero 2009, la MPA ha desarrollado un proceso de socialización y concertación con los operadores de transporte público y la Sociedad Civil respecto al "Plan Regulador de Rutas", existiendo en ellos disposición al cambio.</p>	<p>Los lineamientos de desarrollo de la ciudad se rigen por el Plan Estratégico de Desarrollo Integral y Sostenible de Trujillo.</p> <p>La MPT viene desarrollando estudios y normatividad, a fin de implementar un sistema de transportes ordenado y de calidad para la ciudad. Así, en 2009 se aprueban las Políticas y Objetivos Generales de Transporte Urbano y en 2012, se aprueba el 'Reglamento del Servicio de Transporte Público de Personas de la Provincia de Trujillo'.</p>	<p>Un avance importante de la Municipalidad de Piura, es la aprobación del Plan de Movilidad Urbana, que plasma las bases para un transporte y movilidad sostenible y ordenados, y conforma la hoja de ruta que las nuevas autoridades deben seguir para implementar un SIT sostenible. El transporte público presenta la mayor participación en la movilidad de la Provincia</p>
2. Adecuación de tipologías de flotas	<p>Entre los años 2013 y 2015, se realizaron ajustes técnicos al Plan Regulador de Rutas de la ciudad para mejorar el servicio a los usuarios del transporte público. Se realizaron pruebas piloto para diferentes buses y tecnologías (ej. GNV) a fin de definir la tipología adecuada para las flotas de buses.</p>	<p>En 2016 se modificó el Plan Regulador de Rutas de la Provincia de Trujillo, según nuevas fichas técnicas de las Rutas y Unidades, que contempla longitud, capacidad y frecuencia. En 2018, la MPT, a través del Transporte Metropolitano de Trujillo, aprobó el Plan Regulador de Rutas del SIT Trujillo (SITT), el que optimizará el manejo del transporte en la provincia y brindará los lineamientos para el reordenamiento ciudadano.</p> <p>En 2016 se concluyó el estudio del SITT y en 2017 se obtuvieron 37 rutas, luego de evaluar las 82 iniciales. En el proyecto participaron las empresas de transporte que brindan este servicio.</p>	<p>Si bien la mayoría de los viajes se realizan en transporte público, se emplean unidades de baja capacidad para brindar el servicio, lo que ocasiona una mayor presencia en las vías y una mayor congestión.</p>
3. Mejora en Infraestructura	<p>La MPA cuenta con presupuesto público asignado para obras de infraestructura para el SIT Arequipa, gestionados bajo el entonces SNIP (77545 SNIP – 2009) y complementariamente con recursos propios, ha ido avanzando en la mejora de la infraestructura de transporte de la ciudad.</p>	<p>La MPT viene evaluando iniciativas de proyectos de inversión para mejorar la red vial para las nuevas rutas que entrarán en concesión. Se inicia la implementación del SIT Trujillo con el Estudio de Perfil del Proyecto de Inversión Pública para la 'Construcción del Corredor Vial de Transporte Público Norte – Sur, Provincia de Trujillo', el que está realizando la MPT con apoyo de CAF.</p>	<p>La infraestructura vial en la provincia se caracteriza por: (i) Veredas estrechas; (ii) Bermas sin desarrollar y (iii) Secciones viales discontinuas. Respecto a seguridad vial, carece de señalización vertical y horizontal y de intersecciones semaforizadas. Serias deficiencias en pavimentación (aprox.59% de la red no está debidamente asfaltada).</p>
4. Desarrollo de un Sistema Integrado de Transporte	<p>El SIT Arequipa se viene desarrollando en forma ordenada e incluye las siguientes unidades de gestión:</p> <p>(i) Centro de Control: supervisión del funcionamiento del sistema.</p> <p>(ii) Unidad de Recaudo: Responsable de la venta, distribución y validación de medios de acceso del usuario al Sistema, así como del manejo de los ingresos del SIT hasta su entrega al ente fiduciario.</p> <p>(iii) Unidad de Información al Usuario: Diseña y opera el sistema de información y difusión al usuario.</p> <p>(iv) Operadores de Transporte</p> <p>(v) Operadores de Transporte Fiduciario</p> <p>(vi) Junta de Operadores</p> <p>La nueva autoridad tiene contemplado, la formalización de las concesiones de las unidades de transporte según las etapas de implementación del SIT-AQP:</p> <p>✓ Pre Operación: Comprende los dos primeros años de operación, desde la firma de contrato hasta iniciar la Operación Efectiva.</p> <p>✓ Operación Efectiva: Operación de la Ruta Troncal y del Componente Tecnológico y las 76 Rutas complementarias del SIT-AQP, según Plan de Rutas del SIT-AQP (dejan de operar rutas actuales).</p>	<p>Mediante Ordenanza Municipal N° 046-2014-MPT se crea el "Sistema Integrado de Transportes de Trujillo – SITT", para mejorar la calidad de vida de la población y la movilidad urbana, mediante la implementación de servicios de transporte público accesibles, seguros, eficientes, respetuosos con el medio ambiente y rentables para sus operadores. Asimismo, en 2016 se aprueba el 'Estudio del Diseño del Sistema Integrado de Transporte Público Urbano de Personas de la Provincia de Trujillo'.</p>	<p>Mediante convenio con la Corporación Andina de Fomento (CAF), esta entidad ha aprobado el apoyo a la Municipalidad de Piura para realizar el Estudio de Pre-Inversión a nivel de Perfil, para la Fase 1 del SIT Piura, con fecha de cierre de presentación de propuestas el 24.04.2019.</p>

Factor de Éxito	Arequipa	Trujillo	Piura																																							
5. Existencia de Operadores Sólidos	Se cuenta con contratos de concesión firmados para las 79 Rutas del SIT-AQP licitadas a 12 operadores por 15 años. Los operadores son consorcios de empresas locales y extranjeras, con experiencia en el sector.	La Municipalidad de Trujillo evaluó todas las rutas de transporte urbano de la ciudad y trabajó con los operadores para la consolidación de Consorcios, quienes serían operarían el nuevo SIT Trujillo. También contemplo la posibilidad del uso del GNV como tecnología de los buses a operar. Sin embargo, por la demora en la disponibilidad de dicho combustible (2014), la MPT abrió la licitación a otros combustibles, incluido el diésel.	El transporte en bus en Piura presenta una demanda de 275,500 viajes al día, y su oferta se concentra en 12 rutas. Dichas rutas tienen largos recorridos y solapamiento en diversos puntos. En promedio, el transporte urbano en bus presenta rutas con extensiones de 38 km, tiempo de vuelta de 3 horas y velocidad de viaje de 16 Km/h aprox. Según los estudios de frecuencia y ocupación visual (FOV), el transporte en bus presenta una tasa de ocupación promedio del 54 %, lo que se traduce en una sobreoferta del 46 %.																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Empresa de Transportes</th> <th>Unidad de Negocio</th> <th>Empresas Socias</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Consortio Integra Arequipa</td> <td>Troncal</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Consortio Transacacia Perú</td> <td>Troncal</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Consortio Empresarial Cono Norte</td> <td>Cono Norte</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Consortio Trascayma</td> <td>Cayma</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Consortio Unión AQP</td> <td>Selva Alegre - Miraflores</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Consortio Divino Sur</td> <td>Mariano Melgar</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Consortio Unión Grau</td> <td>Paucarpata – Miguel Grau</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Consortio AQP Masivo</td> <td>Paucarpata – Ciudad Blanca</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Consortio Transporte Sabadía – Characato</td> <td>Sabandía</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Consortio Transportes Socabaya</td> <td>Socabaya</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Consortio Megabus HTS</td> <td>Hunter</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>Consortio Gran Pachacutec</td> <td>Pachacutec</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>			Empresa de Transportes	Unidad de Negocio	Empresas Socias	Consortio Integra Arequipa	Troncal	6	Consortio Transacacia Perú	Troncal	3	Consortio Empresarial Cono Norte	Cono Norte	8	Consortio Trascayma	Cayma	3	Consortio Unión AQP	Selva Alegre - Miraflores	9	Consortio Divino Sur	Mariano Melgar	2	Consortio Unión Grau	Paucarpata – Miguel Grau	2	Consortio AQP Masivo	Paucarpata – Ciudad Blanca	2	Consortio Transporte Sabadía – Characato	Sabandía	2	Consortio Transportes Socabaya	Socabaya	5	Consortio Megabus HTS	Hunter	6	Consortio Gran Pachacutec	Pachacutec	3
	Empresa de Transportes			Unidad de Negocio	Empresas Socias																																					
	Consortio Integra Arequipa			Troncal	6																																					
	Consortio Transacacia Perú			Troncal	3																																					
	Consortio Empresarial Cono Norte			Cono Norte	8																																					
	Consortio Trascayma			Cayma	3																																					
	Consortio Unión AQP			Selva Alegre - Miraflores	9																																					
	Consortio Divino Sur			Mariano Melgar	2																																					
	Consortio Unión Grau			Paucarpata – Miguel Grau	2																																					
	Consortio AQP Masivo			Paucarpata – Ciudad Blanca	2																																					
	Consortio Transporte Sabadía – Characato			Sabandía	2																																					
	Consortio Transportes Socabaya			Socabaya	5																																					
Consortio Megabus HTS	Hunter	6																																								
Consortio Gran Pachacutec	Pachacutec	3																																								
6. Promoción del Mercado Laboral	La implementación del SIT Arequipa se ha venido desarrollando de forma relativamente ordenada. Uno de sus objetivos es formalizar el sector y las empresas, considerando flotas renovadas, servicio de calidad regulado, mejor calidad de vida y mejora en el empleo. En relación al mercado laboral (empleo) la implementación del SIT Arequipa consideró que, los consorcios participantes, deberán incluir a transportistas locales. Asimismo, se desarrollaron actividades de Desarrollo de Capacidades y Asistencia Técnica para conductores y trabajadores del sector.	La conformación de consorcios como unidades de transporte urbano sólidas que participarían en la concesión de rutas, trajo un trabajo de socialización y formalización de las empresas, lo que contemplaba el cambio en la estructura laboral, de trabajador comisionista o ingreso diario a trabajador en planilla. Se prevé que las nuevas licitaciones tomen en cuenta estos factores de calificación. Esto se puede reforzar con procesos de socialización de parte de la MPT con apoyo de la cooperación internacional.	El Plan de Movilidad Urbana de la ciudad contempla los aspectos más importantes para implementar un SIT óptimo y eficiente. Sin embargo, dicho Plan no contempla detalladamente el trabajo a realizar respecto al mercado laboral, por los efectos que la implementación del SIT pueda contraer.																																							
7. Avances Implantación de Autoridad Única	Recientemente, la nueva autoridad de la Municipalidad de Arequipa, ha modificado la constitución del denominado SI-TRANSPORTE, convirtiéndolo en un Organismo Público Descentralizado (OPD) y será la entidad que se encargará de administrar el SIT Arequipa.	En 2011 se creó “TRANSPORTES METROPOLITANOS DE TRUJILLO – TMT”, Organismo Público Descentralizado de la MPT, dependiente del Concejo Municipal y se aprobó su Reglamento de Organización y Funciones (ROF). TMT se encarga de los proyectos vinculados al nuevo sistema de Transporte Público Urbano e Interurbano de la Provincia.	En Piura no existe una entidad, organismo independiente encargado de la implementación del SIT de la ciudad, como en las otras ciudades analizadas. Se espera que el estudio de la CAF contemple la creación de dicha autoridad de transporte, cuyas funciones las viene desempeñando la Gerencia de Transporte Urbano de la MPT.																																							
8. Promoción de modos alternativos sostenibles	Adicionalmente a los elementos mencionados, el SIT AQP contempla: a. Peatonalización de parte del Centro Histórico. b. Implementación de Ciclovías c. Escaleras en zonas de difícil acceso para facilitar el uso de vías alimentadoras. d. Señalización horizontal y vertical, semaforización y seguridad vial. e. Mejora de vías para Rutas del SIT. f. Implementación de interconexiones.	El SIT Trujillo también considera la implementación de ciclovías, teniendo como población objetivo a los usuarios de bicicleta de la red vial metropolitana, y a los potenciales usuarios que están dispuestos a utilizar bicicleta de mejorar la transitabilidad con la infraestructura de ciclovías. Asimismo, se ha planteado la implementación de un Sistema de Bicicletas públicas para la ciudad de Trujillo.	En la provincia de Piura la movilidad ciclista tiene una participación de 0,75% del total de los viajes y en las vías, una presencia menor a 1% de los vehículos aforados. La bicicleta casi no se considera como alternativa para realizar viajes, por lo que la infraestructura para dicho modo no está desarrollada, lo que inhibe más el uso de la bicicleta.																																							

Factor de Éxito	Arequipa	Trujillo	Piura
9. Implementación de Tarifa Multimedial Integrada	<p>Las Rutas concesionadas, son operacional y tecnológicamente integradas de manera virtual y física en paraderos especiales y/o puntos de transferencia, con cobertura espacial en toda la ciudad e integración a través del Componente Tecnológico.</p> <p>Está pendiente para este 2019 la licitación del Sistema de Recaudo del SIT Arequipa.</p>	<p>La implementación de un Sistema Integrado de Recaudo y Control de Flota, forma parte del conjunto de actividades que viene planificando la Municipalidad de Trujillo.</p> <p>Asimismo, la implementación del Corredor Vial Norte – Sur, contempla un sistema de recaudo y control de flota.</p>	<p>El Plan de Movilidad Urbana de Piura contempla que la correcta implementación del SIT cumpla 4 aspectos fundamentales: (i) Integración intermodal física; (ii) Integración tarifaria; (iii) Integración operativa, y (iv) Integración urbanística.</p> <p>Asimismo, menciona que para modernizar el transporte público en la provincia es necesario un organismo controlador del sistema, que promueva el desarrollo del servicio público de transporte y ejecute las acciones de supervisión y control de los servicios.</p>
10. Disponibilidad Implementación de Tecnología / Combustible Limpio	<p>Las bases de licitación y los contratos para la implementación del SIT Arequipa estipulan que la tecnología mínima para los buses en operación en las unidades de negocios sea EURO III. Sin embargo, actualmente la normatividad exige vehículos con combustible EURO IV y las bases y contratos dejan abierta la posibilidad del uso de buses a Diésel, GNV o Eléctricos.</p> <p>El principal combustible utilizado por las unidades de transporte en Arequipa es el Diésel. Si bien se han realizado pruebas de buses a GNV, no se tiene una fecha cierta en la que el Estado culmine con implementar la distribución de dicho combustible en el sur (de Arequipa al sur del Perú).</p> <p>Respecto al uso de buses eléctricos en la ciudad, existe mucho interés principalmente por el operador de la Ruta Trocal, sin embargo, al igual que el GNV, no existen evidencias claras del apoyo del gobierno para este tipo de unidades de negocio, a pesar de ser más costosas y de traer consigo mayores cobeneficios.</p>	<p>Hasta el 2014 los estudios consideraban utilizar el GNV como fuente de energía para las unidades de transporte. Sin embargo, no se solucionaba el problema de abastecimiento, por lo que, a pesar de las pruebas realizadas de buses a GNV en Trujillo, se tuvo que cambiar las bases de las rutas y actualizar los estudios, para considerar al Diésel como combustible posible en las unidades de transporte.</p> <p>La empresa Gases del Pacífico, del grupo PROMIGAS, líder en distribución de Gas Natural en Colombia, es la encargada de distribuir gas natural por tuberías a los hogares de las ciudades de Huaraz, Chimbote, Trujillo, Pacasmayo, Chiclayo, Lambayeque y Cajamarca; además de brindar energía limpia y económica al sector industrial y de transportes. La empresa obtuvo en el 2013 la concesión de la distribución del Gas Natural que provee desde ‘Pampa Melchorita’ – Cañete y se encuentra en etapa de consolidación de su infraestructura.</p> <p>Desde el 2015, la ciudad de Trujillo cuenta con 2 estaciones de carga de GNV, con lo cual han empezado a operar vehículos y un bus a GNV (empresa privada), lo que indica que no habría problemas con la provisión de GNV en Trujillo.</p>	<p>En la ciudad de Piura el combustible que prima en las unidades de transporte urbano es el diésel. Sin embargo, en la zona ya existen avances de implementación del suministro de Gas Natural (provenientes de Talara) y hay experiencias importantes y cercanas de generación eléctrica vía energía renovable (eólicas) que pueden reforzar la utilización de unidades de transporte con dicho tipo de energía.</p>

Fuente: Elaboración propia

Luego de analizar dichos factores de éxito en las ciudades de Arequipa, Trujillo y Piura, se observa que la ciudad con mayor avance en consideración de tecnologías limpias en sus sistemas de transporte es Arequipa y la que presenta aún mayores deficiencias por corregir es Piura. Al respecto, se presentan las siguientes conclusiones para las 3 ciudades mencionadas:

Tabla 1: Conclusiones sobre el avance en la Implementación de Sistemas de Transporte sostenible en ciudades priorizadas

CONCLUSIONES GENERALES- SITUACIÓN ACTUAL EN CIUDADES PRIORIZADAS		
Arequipa	Trujillo	Piura
Existen altas probabilidades que las las empresas concesionarias de las unidades de negocio del SIT Arequipa, consideren el uso de tecnologías limpias (buses eléctricos) en la conformación de sus flotas. Sin embargo, el costo de inversion total será decisivo.	Cuenta con estudios realizados y modelos de contratos necesarios para la operatividad de su Sistema Integrado de Transportes. Como primera fase de implementación del SIT Trujillo, la Municipalidad está coordinando el desarrollo del Estudio de Viabilidad del Corredor Vial de Transporte Público Norte – Sur, que sería una de las primeras unidades de negocio de transporte urbano que opere como parte del SIT Trujillo.	Es el caso más crítico de las tres ciudades. Sin embargo, cuentan con el Plan Maestro de Movilidad Urbana Sostenible de la Provincia de Piura (aprobado en 2018), herramienta de planificación donde se han identificado 95 principales acciones a ser ejecutadas en el corto, mediano y largo plazo y priorizando varias de ellas en proyectos específicos. El Plan se plantea bajo tres ejes estratégicos: un sistema de movilidad sostenible, gestión eficiente del sistema y mayor seguridad vial.
Cuenta con un Sistema de Transporte definido, una autoridad de transporte creada y con funciones y recursos asignados, y con un grupo de empresas de transporte que cuentan con las unidades de negocios de transporte urbano ya asignadas vía licitaciones.	Cuenta con una Autoridad de Transporte (TMT Trujillo) y tiene avanzada la definición de rutas y unidades de negocio de transporte urbano que se pueden implementar en la ciudad vía consorcios (ya conformados).	En abril-mayo se debe cerrar la presentación de propuestas para la consultoría de Estudio de Pre-Inversión a nivel de Perfil para la Fase 1 del SIT de Piura, convocada por la CAF.
A la fecha, no cuentan con reglas claras de mejoras tributarias, ampliaciones de plazos de sus concesiones, tarifas subvencionadas, etc.; que permitan que el Costo Total de Propiedad de las unidades con sistema eléctrico sean lo más cercano posible al de otras tecnologías (ej. GNV) y sean más atractivas para las empresas de transporte.	Según las bases iniciales de licitación del SIT Trujillo, la tecnología mínima considerada para las unidades de transporte es el EURO IV, como está establecido a nivel nacional y las empresas concesionarias tendrían 5 años para renovar su flota de buses. Si bien no se condiciona el tipo de tecnología a utilizar, debido al retraso en coordinaciones con el MEF para la aprobar los Contratos de Concesión de Rutas y la demora en la implementación de las unidades de negocio que usan tecnologías limpias como el GNV, las empresas de transporte han adquirido unidades de transporte a diésel, generando un retroceso.	El nivel de organización de consorcios, desarrollo de estudios, definición de unidades de transporte, socialización con la ciudadanía, empresas y entidades de la localidad son prácticamente nulos.
El GNV de ‘Pampa Melchorita’, no llega directamente a la ciudad de Arequipa y a su vez, no se tiene clara la fecha en la que la ciudad contará con la provisión de GNV del gasoducto del sur y a costos competitivos. Sin embargo, el suministro de GNV puede darse de forma ‘virtual’ (desde Pisco), con los inconvenientes de mayor precio y posibilidad de interrupción del suministro como consecuencia de algún evento social o climático.	Disponibilidad de Gas natural vehicular (GNV) en la ciudad, suministrado por la empresa Gases del Pacífico, con instalaciones necesarias para atender los requerimientos de GNV que la flota del Corredor Norte-Sur pueda demandar. Según lo indicado por dicha empresa, inicialmente (hasta que no se tenga la cromatogacia del GNV de Talara), la provisión de GNV se realizará vía transporte del combustible comprimido.	Cuenta con suministro de Gas Natural proveniente de Talara. Si bien las unidades de transporte urbano de Piura utilizan el Diesel como principal combustible, a la fecha existen empresas que ya vienen operando unidades a GNV.
El consorcio que tiene asignada la Ruta Trocal A (uno de los principales operadores del SIT Arequipa) se encuentra próximo a iniciar sus operaciones y existen avances de coordinación con la empresa ENEL-X (proveedor de energía) que pueden llevar a una rápida implementación de una flota de buses eléctricos para la ciudad.	La implementación del SIT Trujillo contempla la reducción de unidades de transporte, principalmente la salida de circulación de combis y colectivos (más de 2000 vehículos). Sin embargo, la municipalidad no cuenta con un Plan de Chatarreo ni un Plan de Empleo y Capacitación para quienes no tendrían el mismo puesto de trabajo (ejm. cobradores) y que podrían ocupar otros puestos en el SIT. Tampoco se tiene un esquema de preparación de nuevos conductores bajo la nueva estructura (conductores en planilla).	Existen buenas probabilidades que las empresas de transporte de Piura, consideren buses eléctricos en las unidades de negocio que operen las rutas en el SIT Piura. Esto dependerá de la culminación los estudios de las rutas, elaboración de bases de licitación y aprobación de los contratos de concesión por el MEF, lo que requerirá de un tiempo importante para consolidarse. Por ello, se prevé que en el corto plazo se pueden implementar unidades de negocio de transporte público, que consideren el GNV, y en el largo plazo considerar la operatividad de buses eléctricos en forma escalonada.
El SIT Arequipa es un mercado potencial al considerar unidades de transporte con tecnología o combustible limpio, dado que los contratos de concesión exigen la renovación de la flota de las concesionarias en 4 años (20% el primer año desde la firma de contrato).	Si bien la provisión de la energía eléctrica es factible vía contratos con empresas distribuidoras, existe inseguridad de los transportistas de utilizar tecnología distinta al diesel. Esta resistencia al cambio se debe a los elevados costos de la adquisición de buses. Las empresas perciben que la recuperación de su inversión será en mayor plazo y que tendrán mayores costos operativos (por desconocimiento de la tecnología de buses eléctricos).	
	Principales "cuellos de botella para la implementación del SIT Trujillo: i) Informalidad de empresas de transporte (se deben reforzar y ampliar los programas de la Municipalidad, de capacitación y de asistencia técnica y empresarial para la conformación de consorcios, hasta lograr la consolidación de dichas empresas); ii) Acceso limitado al financiamiento (entidades financieras exigen condiciones adicionales a las empresas de transporte, por la informalidad y la falta de estabilidad jurídica del sector).	

Fuente: Elaboración propia

4.2. Análisis a nivel de Unidades de Negocios de Transporte Urbano

En el presente capítulo **se analizan los beneficios económicos de un modelo de negocio verde**, en comparación con el modelo de negocio convencional. Asimismo, se incluye un comparativo de tecnologías entre la utilizada en los buses eléctricos, respecto de otras tecnologías y se hace referencia a los beneficios económicos de dichas tecnologías.

Ahorro en gasto en combustible

Diferentes estudios han demostrado que el uso de la energía por kilómetro recorrido es menor en el caso de buses eléctricos. Por ejemplo, un estudio realizado por la empresa Volvo refiere que mientras que un bus a gas natural comprimido puede recorrer 8.6 km y un bus diesel puede recorrer 11.4 km, un bus eléctrico híbrido y un bus eléctrico recorren 25.5 km y 33.3 km, respectivamente, con la misma cantidad de combustible (5 litros de diesel). (López, 2016)

Menor consumo de energía – eficiencia energética

De acuerdo a estudio del Consejo Internacional de transporte limpio (ICCT), presentado en el documento de Minjares (2018,) los motores eléctricos son más eficientes energéticamente que los motores de combustión, pues el consumo de energía obtenido es de aprox. 8.5kWh/km para vehículos a gas natural comprimido (GNC), 7kWh/km para vehículos a diésel, 5.5kWh/km para híbridos y aprox. 1.3kWh/km para vehículos eléctricos.

Cabe mencionar que según el estudio de Pihlatie (2017) sobre la viabilidad de introducir buses eléctricos en el sistema de transporte de Tromsø, Noruega, el consumo de energía resultó menor para el bus eléctrico de oportunidad de carga respecto al bus eléctrico de carga nocturna (en aprox. 0.2kWh/km para diferentes números de pasajeros).

Casos particulares

Si bien se han realizado diversos estudios para evaluar la rentabilidad de los vehículos eléctricos, un caso de estudio que se debe resaltar dado que corresponde a la prueba por 3 meses de un bus eléctrico en una ciudad en desarrollo y que podría ser adaptado a la ruta de un bus en otra ciudad del mundo, es el estudio de Adheesh et al. (2016). Dicho trabajo fue realizado en la ciudad de Bengaluru, India, para probar la viabilidad de la introducción de autobuses eléctricos en el transporte público, para comparar la eficiencia de uso entre un bus diésel y un bus eléctrico y para resaltar los temas ambientales relacionados a las diferentes tecnologías.

Asimismo, para evaluar la viabilidad de sustituir un bus diésel por uno eléctrico, se consideró un bus diésel en la misma ruta. Como resultado, el número de kilómetros recorridos fue mucho mayor para el autobús diésel (aprox. 10,000 km más en cada mes), el cual se encontró en funcionamiento durante más horas que el bus eléctrico, debido a que el autobús eléctrico tenía cierta duración de batería y era de carga nocturna.

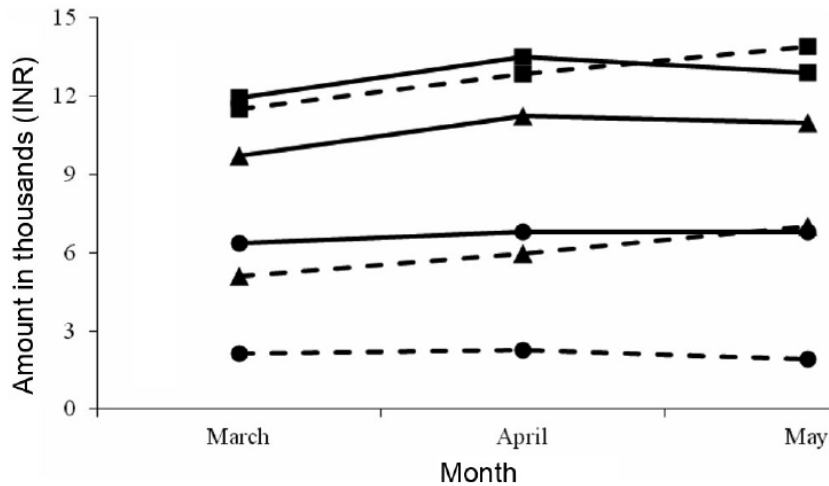
Asumiendo una distancia recorrida de 170 km por día (para ambos autobuses), se obtienen claros mayores beneficios operacionales para el bus eléctrico respecto al autobús diésel. Sin embargo, los costos de adquisición de un autobús eléctrico son más del doble que los de un autobús diésel, dado que aún no existe un nivel de usuarios que permita aprovechar economías de escala ni existen muchos fabricantes de vehículos eléctricos.

Asimismo, se obtuvo el periodo de retorno de la inversión (ROI) de sustituir un bus diésel por un bus eléctrico de 7.9 años, mayor en comparación con el autobús diésel, de 4.1 años. No obstante, el costo medioambiental no está incluido.

La sustitución de un autobús diésel por un autobús eléctrico tendría un impacto significativo en el medio ambiente. Un litro de diésel emite 2.64 kg de CO₂, según datos de la Comisión Europea y de Environment Canada. Dada la distancia recorrida diaria de 170 km, en un año cada autobús diésel emitiría hasta 77 toneladas de CO₂, sin contar las emisiones de material particulado.

Como se observa en la ilustración siguiente, los ingresos generados por ambos buses resultan ser similares, aunque la capacidad de asientos disponibles es menor para el bus eléctrico. Dado que la tarifa cobrada a los pasajeros fue igual para ambos buses, la preferencia por el bus eléctrico puede deberse a la comodidad y menor vibración o a la promoción de los mismos como medio de reducción de la contaminación. En este sentido, los beneficios obtenidos por el autobús eléctrico son significativamente mayores respecto a los del autobús diésel, dado el menor costo de mantenimiento y costo variable y a la mayor eficiencia de funcionamiento en consumo de energía.

Ilustración 1: Comparación de ingresos y gastos de viaje del autobús eléctrico y diésel



Fuente: Adheesh, S., Shravanth Vasisht, M., & Ramasesha, S. (2016). Air-pollution and economics: diesel bus versus electric bus. *Current Science*, 858-862.

*Comparación de ingresos (cuadrados), gastos de viaje (círculos) y beneficios (triángulos) de los autobuses eléctricos (línea continua) y diésel (línea discontinua).

Otro estudio relevante para el análisis de los beneficios económicos de transporte público limpio es el de Teoh et al. (2018), que evalúa la posibilidad de operar buses eléctricos como reemplazo de buses a gas natural, para el caso de Putrajaya, Malasia.

El estudio utiliza un software que genera modelos de tráfico para diferentes escenarios, a fin de determinar el diseño adecuado para un sistema operativo de buses eléctricos (en términos de rutas y frecuencia y cantidad del servicio). En este sentido, los 5 escenarios analizados son el convencional (C), que es el único que considera buses que utilizan combustible, el referente o *benchmark* (B) y 3 escenarios alternativos P, Q y R, considerados principalmente para analizar el impacto de componentes clave que afectan el rendimiento general del sistema de operación de autobuses eléctricos. Los escenarios B y los alternativos consideran buses eléctricos.

Los resultados revelaron que el sistema de operación de buses eléctricos en Putrajaya superaría el funcionamiento de los buses convencionales, debido a que genera un mayor margen económico para el operador de autobuses y a que se transporta a más pasajeros por unidad de autobús con menor consumo de energía.

La Tabla 4 muestra que la operación de buses eléctricos de carga rápida (escenarios P, Q y R) muestran mucho mejor rendimiento en términos de la cantidad total de pasajeros transportados por bus. Lo mismo ocurre con la distancia total recorrida por pasajero (por unidad de bus). Lo anterior muestra que la configuración de carga del autobús eléctrico es vital para brindar un mejor servicio a los pasajeros. De manera más específica, el escenario R muestra un mejor desempeño y brinda un mejor servicio.

Tabla 2: Desempeño operativo por escenario - Caso de Estudio de Putrajaya, Malasia

Scenario	C	B	P	Q	R
Quantity of bus, V	146	169	100	94	29
<i>Total travelled distance</i>					
Annual travelled distance, W (10 ⁶ km)	7.1	5.1	7.2	7.1	5.3
Annual travelled distance per unit of bus, W/V (10 ³ km)	48.6	30.2	72.0	75.5	182.8
<i>Passenger quantity</i>					
Total number of passengers, X (10 ⁶ /year)	36.0	26.7	36.8	35.2	25.3
Total passenger travelled distance, Y (10 ⁶ km/year)	158.1	116.6	154.6	158.1	124.9
Total number of passengers per unit of bus, X/V (10 ³ /year)	247	158	368	374	872
Total passenger travelled distance per unit of bus, Y/V (10 ³ km/year)	1083	690	1546	1682	4307
<i>Energy consumption</i>					
Annual energy consumption, Z (10 ⁶ kWh)	44.6	31.1	45.2	38.5	28.4
Annual energy consumption per travelled distance, Z/W (kWh/km)	6.28	6.10	6.28	5.42	5.36
Battery limit fulfillment	-	3 routes failed	All routes passed		

Fuente: Teoh, L. E., Khoo, H. L., Goh, S. Y., & Chong, L. M. (2018). Scenario-based electric bus operation: A case study of Putrajaya,. *International Journal of Transportation, Science and Technology*, 10-25.

Como se observa en la Tabla 5, la operación del bus eléctrico genera un menor costo anual en comparación del bus convencional. El escenario R genera el costo anual más bajo (de RM 19.9 millones). El costo anual incluye la adquisición del autobús, el costo de energía el costo de electricidad, costo de almacenamiento de la energía (batería), costo de mantenimiento, costo de la estación de servicio (escenario C) y el costo de la estación de carga (escenarios B, P, Q y R):

Tabla 3: Análisis financiero por escenario - Caso de Estudio de Putrajaya, Malasia

Scenario	C	B	P	Q	R	Average (B, P, Q & R)
Annual cost (10 ⁶ Ringgit Malaysia)	62.1	38.0 (-39%)	37.3 (-40%)	33.7 (-46%)	19.9 (-68%)	32.2 (-48%)
Annual revenue (10 ⁶ Ringgit Malaysia)	36.0	26.7 (-26%)	36.8 (+2%)	35.2 (-2%)	25.3 (-30%)	31.0 (-14%)
Annual profit (10 ⁶ Ringgit Malaysia)	-26.1	-12.8 (+51%)	-0.5 (+98%)	1.5 (+106%)	5.4 (+121%)	-1.6 (+94%)
Annual cost/energy consumption (Ringgit Malaysia/kWh)	1.39	1.22 (-12%)	0.83 (-40%)	0.88 (-37%)	0.70 (-50%)	0.91 (-35%)

Fuente: Teoh, L. E., Khoo, H. L., Goh, S. Y., & Chong, L. M. (2018). Scenario-based electric bus operation: A case study of Putrajaya,. *International Journal of Transportation, Science and Technology*, 10-25.

*El valor entre paréntesis indica el nivel de mejora en comparación con el escenario C.

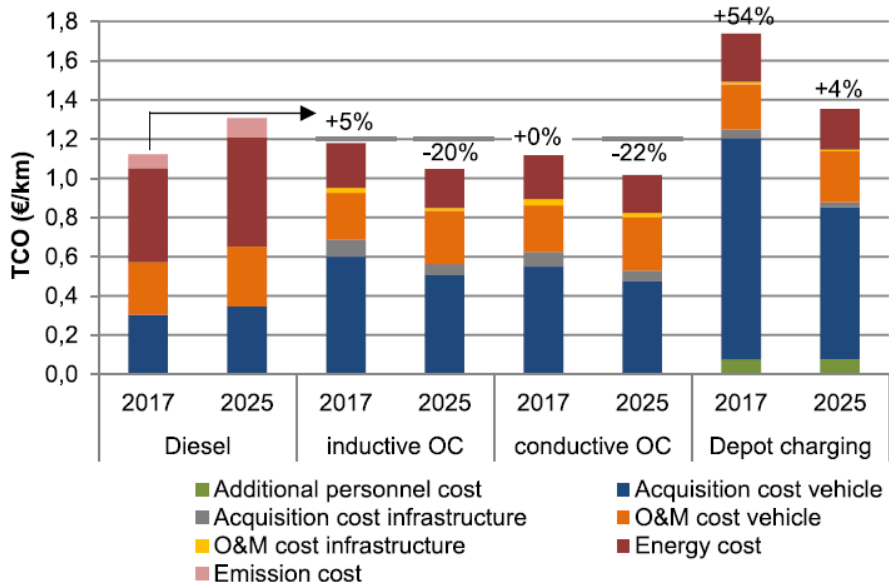
Costo Total de Propiedad (TCO)

Por otro lado, existen diferentes estudios internacionales sobre el costo total de propiedad (TCO) de autobuses de diferentes tecnologías. La metodología del TCO incluye todos los costos en los que se incurre a lo largo de la vida útil de la unidad de transporte y se basa en el método del valor presente neto.

Un estudio es el de Göhlich et al, 2018 en el cual se proyecta un TCO para buses diésel y eléctricos (según configuración de carga). Dicho TCO incluye además costos de operación y mantenimiento, costos de personal, costo de energía y costos de emisión de gases de efecto invernadero.

La siguiente ilustración muestra un TCO para adquisiciones de buses de 12 metros en 2017 y 2025. Como se aprecia, para el 2025 se espera que los buses eléctricos de carga de oportunidad sean la solución más costo-efectiva, pues se benefician de un menor costo de la batería y de que no requieren mayor número de buses y personal, como en el caso de los buses de carga nocturna, dada su limitada autonomía.

Ilustración 2: TCO en 2017 y 2025 para diferentes tecnologías de buses (en euros/km)



Fuente: Göhlich, T.-A., Fay, T.-A., Jefferies, D., Lauth, E., Kunith, A., & Zhang, X. (2018, Abril 18). Design of Urban Electric Bus Systems. *Design Science*, 1-28. Retrieved from

Por otro lado, según el estudio de Bloomberg New Energy Finance 2018, donde se analiza el TCO de autobuses en diferentes ciudades del mundo (clasificando los resultados según el tamaño de la ciudad), dado que los autobuses eléctricos tienen costos operativos mucho más bajos, ya son en muchos casos más baratos que los buses convencionales.

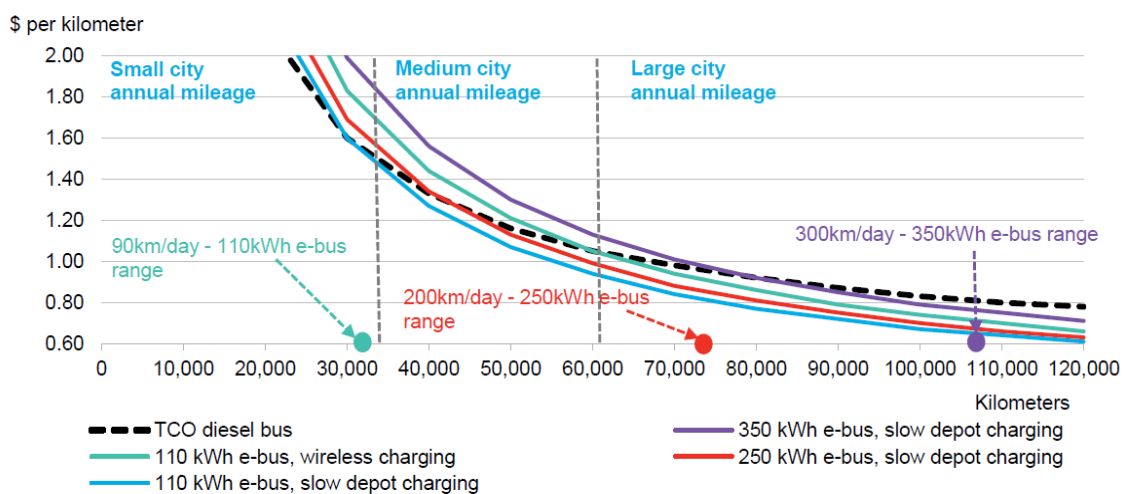
Como resultado, para una ciudad mediana, un bus de carga nocturna con batería de 250kWh y que opera alrededor de 166 km / día tiene un menor TCO, de \$ 0.99 / km, que los autobuses diésel (de \$ 1.05 / km) o a gas natural comprimido - GNC (de \$ 1.19 / km). Sin embargo, un bus con una batería de 350kWh, con la misma configuración de carga, no sería competitivo en costo en comparación a los buses tradicionales.

Por otro lado, para una ciudad más grande, el TCO es aún menor (entre \$0.81/km y \$ 0.86/km) en comparación con el TCO de los autobuses diésel (de \$ 0.92 / km) o a GNC (de \$ 1.03 / km) y, un bus con una batería de 350kWh, con la misma configuración de carga, podría tener un TCO similar al de un bus convencional.

En este sentido, la competitividad de los buses eléctricos mejora significativamente en las grandes ciudades, donde viajan los autobuses por encima de los 220km / día. Para una ciudad pequeña, el TCO de un bus diésel (de \$ 1.60 / km) puede ser menor o igual al TCO de un bus eléctrico (entre \$1.60/km y \$ 1.69/km, según la configuración de carga), pero el de un bus a GNC continúa siendo mayor (de \$ 1.84 / km).

De manera más general, el TCO de todas las configuraciones de bus eléctrico analizadas, mejora significativamente en comparación con los autobuses diésel a medida que aumenta el número de kilómetros anuales recorridos, como se observa a continuación:

Ilustración 3: Comparación del Costo total de propiedad del autobús con diferentes distancias anuales (US\$/km)



Fuente: Bloomberg New Energy Finance. (2018). *Electric Buses in Cities*. Retrieved from Bloomberg New Energy Finance Web Site: <https://data.bloombergfp.com/professional/sites/24/2018/05/Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF-C40-Citi.pdf>

Un bus eléctrico de 110kWh con carga inalámbrica alcanza la paridad de TCO con un bus diésel en alrededor de 60,000 kilómetros recorridos por año. Muchos autobuses urbanos en las grandes ciudades ya viajan una distancia mayor en un año, lo que indica que la implementación del bus eléctrico en estas áreas podría ser rápida.

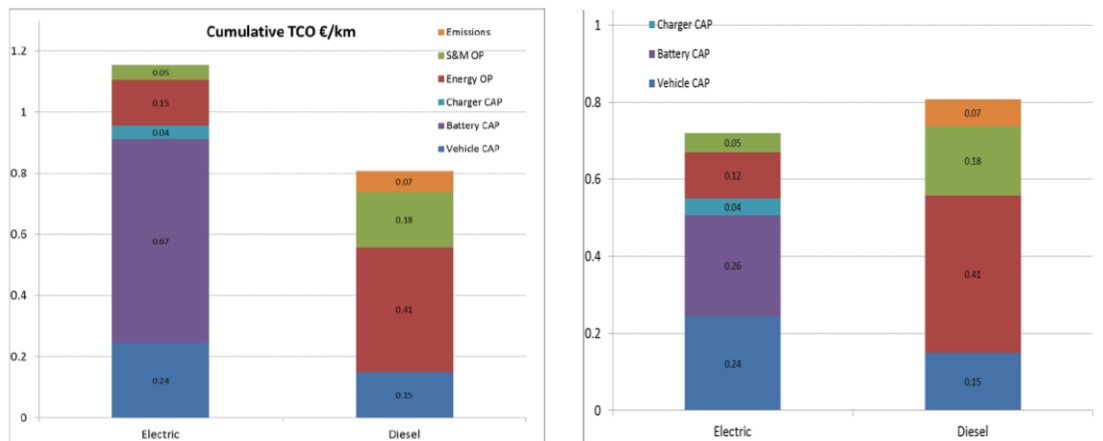
En una ciudad grande, con precios de electricidad de \$ 0.10 / kWh, para el bus eléctrico de carga nocturna más caro de 350 kWh, los precios del diésel tendrían que estar alrededor de \$ 2.5 / galón para que el bus eléctrico tenga un TCO competitivo. Los precios del diésel ya se encuentran por encima de este nivel en varios países, por lo que, en muchos casos, el TCO de los autobuses eléctricos ya es menor que el de los diésel.

Asimismo, el estudio de Minjares, R. (2018) en Bangkok, tiene como resultado que, si bien el costo de adquisición de un bus eléctrico a batería es 178% mayor que el de un bus diésel Euro IV, el TCO del bus eléctrico resulta ser 16% menor y el de un bus Euro IV a gas, 17% menor (tomando, en todos los casos, como base de comparación a un bus diésel Euro IV de entre 12.5 y 15 metros). Por su lado, el TCO de un bus Euro VI diésel híbrido es 12% menor y un Euro VI diésel es sólo 2% menor.

Por otro lado, se tiene el estudio de Pihlatie (2017) sobre la viabilidad de introducir buses eléctricos en el sistema de transporte de Tromsø, Noruega, donde se analizó el funcionamiento de dos buses eléctricos de 12 metros de longitud con diferente sistema de carga de baterías, uno de carga nocturna (con capacidad de batería de 250kWh) y otro de carga de oportunidad (con capacidad de batería de 80kWh).

Para ello, se realizaron simulaciones para cada ruta de bus en diferentes condiciones (según carga de pasajeros, frecuencia de paradas, situaciones de tráfico). Las rutas analizadas eran relativamente largas (aproximadamente 20 km), con caminos de grandes pendientes y condiciones climáticas exigentes, calles resbaladizas y con hielo.

Ilustración 4: TCO para autobús de carga nocturna (izq.) y carga de oportunidad (der.) con respecto a bus diésel



Fuente: Pihlatie, M. (2017). Planning of electric bus systems. *Latin American webinar: Centro Mario Molina Chile & UNEP*. VTT Technical Research Centre of Finland LTD.

*TCO promedio para las rutas 26, 37 y 40 en Tromsø, Noruega.

Como resultado, el estudio recomienda el uso de buses eléctricos de carga de oportunidad (de al menos 300 kW) por el menor consumo de energía y por su menor costo total de propiedad, como se observa en la ilustración 7. para cada tipo de bus.

Se debe considerar que el TCO puede variar mucho entre países (o ciudades), ya que depende de muchos factores, como los precios del combustible y electricidad, las distancias anuales de conducción, la configuración de carga, los costos de financiamiento, las especificaciones y vida útil de la batería, y los impuestos sobre los vehículos (de propiedad o de registro), los cargos por circulación o los subsidios.

Del resultado anterior, se concluye que la diferencia de TCO entre ambas tecnologías será mayor (siendo los autobuses eléctricos más baratos) a medida que la red eléctrica provenga de energías más limpias y a medida que el crecimiento del mercado de autobuses eléctricos reduzca su costo de adquisición y sus costos operativos.

V. Aplicación del análisis de rentabilidad del modelo de negocio verde versus los modelos de negocios convencionales para las principales ciudades del Perú.

En el presente capítulo se presenta un análisis de la factibilidad económica y financiera, de implementar buses eléctricos en las unidades de negocios de transporte urbano, que puede ser aplicado en las principales ciudades del Perú, en comparación con los modelos de negocios con tecnología convencional como es el caso del uso del Diésel, considerando asimismo el escenario del uso del Gas Natural Vehicular, por ser una tecnología que se viene desarrollando en forma muy importante a nivel nacional.

Un estudio reciente es el realizado por Francisco Ramírez, en el marco de la consultoría para el Ministerio de Energía y Minas (MEM) sobre la Evaluación Económica de Buses Eléctricos en el Sistema de Transporte de Lima – Perú.

Para tal fin, se consideran inicialmente los siguientes puntos críticos que se deben de tener en cuenta:

- ✓ Inversiones: Patios, talleres, buses, baterías, sistemas de recarga
- ✓ Costos: Administración, operación, mantenimiento, repuestos.
- ✓ Selección óptima de tamaño de flota
- ✓ Ubicación de los sistemas de recarga
- ✓ Estructura del sistema tarifario
- ✓ Escalamiento del sistema
- ✓ Estructuración del financiamiento

5.1. Inversiones

La implementación de una unidad de negocio de servicio de transporte urbano, contempla realizar un conjunto de inversiones que corresponden a todos aquellos activos en los que se tiene que invertir para que la unidad de negocios funcione a lo largo de la vida útil o período de permiso de las rutas obtenidas.

Por lo general, todas las unidades de negocios de empresas de transporte urbano requieren de patios, implementación de talleres y estaciones de carga para su funcionamiento. En el presente análisis, se asume que las inversiones en patios y en los talleres de mantenimiento son similares para ambos modelos de negocio (unidades de negocio verde versus unidades de negocio convencional), por lo que en un análisis comparativo se asume que dicha inversión en ambos casos es muy similar.

Los conceptos de inversión que se deben de tomar en cuenta son:

5.1.1. Costo de adquisición de buses

El mayor desafío para los autobuses eléctricos sigue siendo su alto costo inicial, en comparación con los autobuses diésel equivalentes. Para afrontar este problema, están surgiendo nuevos modelos de negocios, incluyendo el arrendamiento de baterías, adquisición conjunta y el transporte compartido.

Dichos modelos de negocios están siendo implementados principalmente en Norteamérica y Europa, donde los costos de adquisición de autobuses eléctricos siguen siendo altos (Bloomberg New Energy Finance, 2018).

Tomando como base el estudio de Francisco Ramírez, y la información sobre costos de buses eléctricos proporcionada por los proveedores de buses eléctricos ByD y Sinomaq (Marca Yutong) y de proveedores de buses a GNV como es el caso de la empresa MODASA y otros, se considera dos tipos posibles de buses eléctricos y los buses a GNV:

Inversión en Buses en USD			Buses Eléctricos	
Costos del bus en USD	Diésel	Gas	Recarga Nocturna	Recarga Nocturna + Rápida
Chasis	51,480	71,190	216,500	216,500
Carrocería	48,400	62,150		
Batería			100,800	63,000
Cargador			10,000	25,000
Instalación sistema de recarga			1,500	469
Costo Total Sin Impuestos	99,880	133,340	327,300	304,969
Ad Valoren (arancel)			-	-
Impuesto general a las ventas (IGV)	17,978	24,001	58,914	54,894
Total Impuestos	17,978	24,001	58,914	54,894
Costo Total de Bus	117,858	157,341	386,214	359,863

Fuente: Ramírez C., F. (2018). Evaluación Económica de Buses Eléctricos en el Sistema de Transporte de Lima, Perú. *Conferencia E-Motor. El Perú construyendo la ruta hacia la electromovilidad*. Lima, Perú. Y Proveedores de Buses.

Para el cálculo del valor del Chasis y Carrocería para Buses Eléctricos (BE), se ha tomado el precio promedio de las tres principales marcas del mercado. Asimismo, el precio de las Baterías corresponde a multiplicar el precio de la Batería por kWh que para el presente análisis se utiliza el precio de US\$ 420 / kWh.

En el presente análisis se plantea para dos tipos de Buses Eléctricos (BE). En un primer caso, se trata de un BE con mayor autonomía de recarga de batería, que puede alcanzar los 148 km y el otros casos de BE con una menor autonomía de recarga (aprox. 92 km).

En tal sentido, el BE de mayor costo será aquel que requiere un mayor número de Baterías, para poder soportar una mayor autonomía.

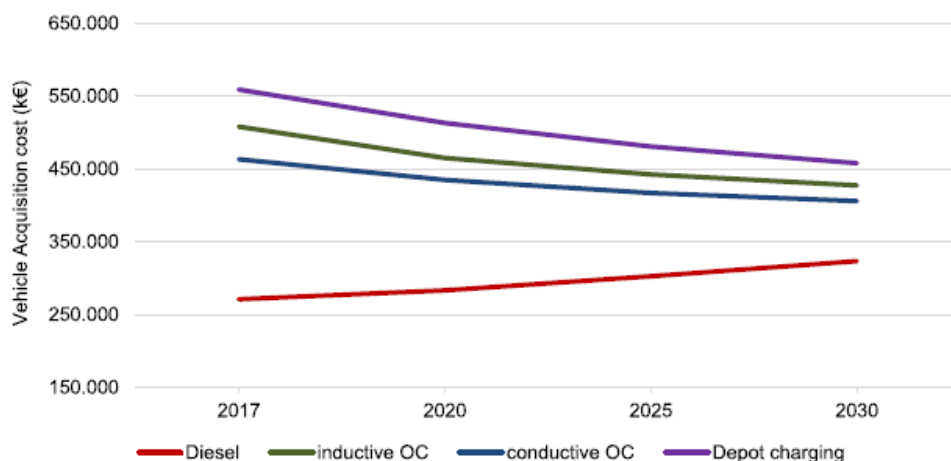
Otros factores que influyen en el tipo de BE a elegir, por parte de una unidad de negocios de transporte urbano, corresponde a la estructura de la ruta en lo referente a curvas, elevaciones, duración del tiempo de recorrido, entre otros factores que traen consigo un mayor consumo de energía y por lo tanto puede incrementar el costo de los BE de acuerdo a la capacidad óptima de energía requerida.

Por lo tanto, para hacer una comparación entre los tipos de BE presentados, se está tomando como referencia una ruta con recorrido diario total de 182 km y la utilización de los dos tipos de vehículos para la misma ruta elegida.

Líneas más adelante se presenta las características de las rutas para las diferentes ciudades de estudio y de acuerdo a las características de cada una de estas rutas es diferente el tipo de BE a elegir, además de los otros factores de las rutas como los mencionados líneas arriba.

Si bien los costos de adquisición de buses eléctricos continúan siendo altos, se espera que en los próximos diez años o incluso antes, sean similares a los costos de adquisición de los autobuses a diésel, tal como se puede apreciar en la tendencia del precio que se muestra a continuación:

Ilustración 5: Proyección del costo de adquisición de buses diésel y eléctricos (según tipo de carga)



Fuente: Göhlich, T.-A., Fay, T.-A., Jefferies, D., Lauth, E., Kunith, A., & Zhang, X. (2018, Abril 18). Design of Urban Electric Bus Systems. *Design Science*, 1-28. Retrieved from

En el gráfico anterior se muestra la tendencia esperada de un menor costo de adquisición de buses eléctricos y un mayor costo de buses diésel.

5.1.2. Costo de baterías para recarga de buses eléctricos

Tomando como referencia el estudio de Francisco Ramírez, se tienen los siguientes precios de las baterías para recarga de buses eléctricos y que ya existen en el Perú:

Precio US\$	Marca A	Marca B	Marca C
Bateria (kWh)	320	240	150
Cargador (kW)	120	80	80

Se estima que, de representar alrededor del 26% del costo total del autobús eléctrico en 2016, las baterías van a representar alrededor del 8% del costo de un autobús eléctrico en el 2030 (Transport & Environment. (2018, Noviembre 8).Electric buses arrive on time). Utilizando la tendencia estimada para el precio de las baterías, mostrada en el estudio de Transport&Environment; a continuación se presenta la posible tendencia que pueda tener el precio de las baterías indicadas hacia el 2030.

Tabla 4: Proyección de precios de baterías para buses eléctricos

Tendencia	2018	2020	2022	2024	2026	2028	2030
Marca A	320	209	169	141	122	105	92
Marca B	240	157	127	105	91	79	69
Marca C	150	98	79	66	57	49	43

Elaboración propia. Fuente: Transport & Environment. (2018, Noviembre 8)

5.1.3. Infraestructura de Recarga

Durante la Cumbre del Clima de las Naciones Unidas (2014) se revisó la Iniciativa Urbana de Movilidad Eléctrica, donde se planteó que para aumentar un 30% la cuota de vehículos eléctricos en 2030, sería necesario una inversión sustancial en infraestructura de recarga. Las inversiones en infraestructura siguen siendo altas debido a los costosos equipamientos y la necesidad de construcción de las estaciones en carreteras muy frecuentadas o autopistas.

Además, se debe tener en cuenta la falta de estandarización de la infraestructura de carga, la cual está dificultando establecer el valor residual de los buses eléctricos. El comprador de un bus usado debe utilizar el mismo tipo de carga, de lo contrario sería necesaria la inversión en nueva infraestructura de carga. Además, al no estar estandarizada la infraestructura, se obliga a los operadores de autobuses a trabajar con un solo fabricante de autobuses eléctricos, o a realizar inversiones adicionales en infraestructura, si deciden cambiar de proveedor de autobuses, lo que reduce la competencia entre proveedores.

Los fabricantes de autobuses europeos abordaron este problema, y en marzo de 2016, Irizar, Solaris, VDL y Volvo acordaron garantizar la interoperabilidad de los autobuses eléctricos que producían con la infraestructura de carga proporcionada por ABB, Heliox y Siemens (Bloomberg New EnergyFinance, 2018).

Para el caso del Perú, el Ministerio de Energía y Minas tiene programado realizar en este año 2019 un estudio de consultoría sobre la elaboración de normas técnicas para la infraestructura de carga de vehículos eléctricos, lo que servirá de base que para identificar las diferentes opciones de infraestructura de recarga y los costos de las mismas que, de acuerdo a las características de los buses, las unidades de negocios y ciudades de implementación, se puede estimar un costo aproximado de la misma.

Asimismo, el estudio de F. Ramírez hace un estimado grueso de cómo debería estar conformada una estructura de recarga y a cuánto ascendería el monto de su inversión que se muestra a continuación:

Tabla 5: Costo de implementación de infraestructura de 7MW

ID	ÍTEM	SUB TOTAL USD\$
2	ESTACIÓN DE CARGA PARA - 7 MW	
2.1	EPCM	
2.1.1	Ingeniería	
2.1.1.1	Estudios previos	\$ 98,177
2.1.1.2	Ingeniería básica	\$ 147,265
2.1.1.3	Ingeniería de detalle	\$ 245,441
2.1.2	Gestión de compras	\$ 92,040
2.1.3	Gerencia de obra	\$ 161,174
2.1.4	Interventoría - HSEQ	\$ 77,562
2.2	MATERIALES Y EQUIPOS	
2.2.1	Red de conexión	\$ 303,880
2.2.2	Sub estación	\$ 280,504
2.2.3	CCM 2000 amperios	\$ 409,069
2.2.4	Barraje y red interna	\$ 260,864
2.2.5	Inversores, rectificadores, convertidores.	\$ 119,149
2.2.6	Cargadores 100 KW	\$ -
2.2.7	Sistemas de protección	\$ 59,023
	Repuestos (5%)	\$ 71,624

2.3	MONTAJE	
2.3.1	Alquiler contenedores oficina y bodega	\$ 8,732
2.3.2	Alquiler de grúa y vehículos de carga	\$ 187,227
2.3.3	Alquiler de equipos e herramientas	\$ 60,136
2.3.4	Energía y servicios públicos	\$ 20,794
2.3.5	Mano de obra	\$ 147,265
2.3.6	Transportes	\$ 81,814
2.3.7	Obras civiles	\$ 1,090,850
2.3.8	Consumibles	\$ 109,085
	SUBTOTAL	\$ 4,031,676
	Administración 8%	\$ 322,534
	Imprevistos 10%	\$ 403,168
	Utilidad 7%	\$ 282,217
	IVA sobre utilidad	\$ 53,621
	TOTAL	\$ 5,093,216

El número de buses aproximado que se puede atender con esta infraestructura de recarga sería entre 75 y 100 buses.

Por otro lado, de acuerdo a publicación en el portal InfoMercado, la empresa generadora de energía Engie, que construyó las estaciones de recarga en Chile, indicó que, por cada 75 buses, el costo de implementación de la infraestructura de recarga es equivalente a cuatro buses más, es decir, US\$2 millones. Asimismo, se espera que las obras se pueden completar en seis meses, una vez se decida implementar un proyecto similar en Lima (Info Mercado, 2019).

5.1.4. Costos operativos y de mantenimiento

En la transición de buses de diésel a buses eléctricos, se debe tomar en cuenta que existen diversas opciones tanto de tecnología de buses eléctricos como de tecnología de carga, que pueden combinarse entre ellas, considerando factores como: fuente de energía, estrategia de carga, interface de carga, fuente de energía en marcha, motor, tipología, dimensión del bus, calefacción y aire acondicionado. Todas las opciones tienen ventajas y desventajas según su complejidad tecnológica, inversión y costo de operación. En este sentido, se han realizado diversos estudios sobre aspectos como el tamaño apropiado de las baterías según las rutas y el consumo de energía requerido para dichas rutas, la necesidad de asegurar calefacción eléctrica dentro del bus y generar cero emisiones, entre otros (Göhlich, Fay, Jefferies, Lauth, Kunith, & Zhang, 2018).

En este sentido, los autobuses eléctricos se clasifican en tres categorías según la estrategia y la interface de carga elegida:

- ✓ Autobuses de carga nocturna (carga lenta o carga en terminal): se cargan de la red mientras se encuentran estacionados en la terminal, generalmente con un enchufe manual y principalmente durante la noche. Tienen una gran capacidad de batería (típicamente > 200 kWh) que permite una autonomía extendida de alrededor de 200 a 300 km y se recargan en el depósito con cargadores lentos (típicamente de 40-120kW). Aún no existen productos en el mercado que manejen más de 300 km de manera confiable.
- ✓ Autobuses de carga de oportunidad (carga rápida): se reduce el peso de las baterías al ser cargadas varias veces mientras el bus se encuentra en funcionamiento, en las paradas o en la terminal de autobús, mediante sistemas de carga automatizados (pantógrafo o sistema de inducción). Tienen una capacidad de batería media (normalmente entre 50 y 150 kWh) y necesitan una carga de alta potencia, muchas veces a través de pantógrafos elevados, dado que se dispone de cortos tiempos de espera. La recarga se puede realizar en las paradas de autobús (carga en ruta, hasta 600 kW) en 30 segundos mientras que los pasajeros suben o bajan, o en la terminal de autobuses (generalmente entre 150 y 500 kW) durante la última parada.
- ✓ Autobuses de carga en movimiento: la vía de los autobuses está parcialmente equipada con un cable aéreo, que se conecta con el vehículo mediante un colector de corriente. Las baterías se cargan mientras se conduce el autobús bajo el cable aéreo, de modo que la energía para los segmentos de ruta sin cable aéreo pueda ser suministrada por el almacenamiento de la batería. Este es el caso de los trolebuses.

Para el caso de este informe, sólo se compararán los dos primeros tipos de autobús eléctrico.

En relación a que sistema o tipo de carga es mejor, no se considera que un sistema sea mejor que el otro, pues tienen diferentes aplicaciones y ambas deben ser consideradas como opciones. Dependiendo de las condiciones y el contexto, el sistema de carga del autobús se puede implementar de manera que el tiempo de carga y la autonomía limitada no afecten las operaciones. Por ejemplo, algunas ciudades sólo utilizan autobuses de carga nocturna, pues no permiten la instalación de sistemas aéreos de recarga a fin de proteger el patrimonio histórico o cultural.

Por otro lado, los autobuses de carga de oportunidad pueden recorrer varios cientos de kilómetros y cargarse rápidamente en la terminal de autobuses durante la pausa operativa o el cambio de turno del conductor. La carga de oportunidad permite la conexión automática a la fuente de electricidad aérea, pero la obtención de permisos de construcción puede retrasar su implementación.

Las características de los tipos de buses eléctricos según su sistema de carga se pueden resumir en la siguiente tabla:

Tabla 6: Características de los buses eléctricos según sistema de carga

Configuración de carga	Costos de infraestructura	Costos del vehículo	Costos operativos	Viabilidad
1. Carga nocturna	Bajos, cargadores sólo en el terminal.	Altos, gran capacidad de batería.	Altos, vida corta de las baterías, alto consumo de energía.	Posible en una fase demostrativa
2. Carga nocturna + carga rápida durante el día	Moderados, cargadores en la parada final y en terminales	Moderados, capacidad de baterías ligeramente menor	Moderados, vida útil de la batería ligeramente mayor, costos adicionales si se requiere de mayor número de buses y conductores	Posible en una fase demostrativa. Tomar en cuenta las limitaciones de espacio de parqueo en los terminales de bus para una mayor escala de uso.
3. Carga de oportunidad (carga automática)	Altos, costosos sistemas de carga en los terminales	Moderados, batería pequeña, tecnología costosa según el sistema	Bajos, no hay cambios en la operación regular del bus	Posible únicamente en un sistema con un gran número de unidades que absorban la inversión.

Fuente: Pihlatie, M. (2017). Planning of electric bus systems. *Latin American webinar: Centro Mario Molina Chile & UNEP*. VTT Technical Research Centre of Finland LTD.

Una propuesta de diseño de sistema para buses eléctricos urbanos (Göhlich et al., 2018) evidencia cómo el uso de modelos de simulación modular basado en la factibilidad técnico-económica permite la reducción de alternativas de potenciales sistemas de buses eléctricos, y concluye que para el año 2025 los sistemas de buses eléctricos analizados serán competitivos económicamente, siendo la “carga de oportunidad” la opción más adecuada, tal como se viene apreciando en Noruega y Países Bajos.

La carga de oportunidad se refiere a la carga rápida de baterías varias veces durante la operación del bus, principalmente en horas valle y terminales por cargadores automatizados. Esta opción permite el uso de batería de entre el 25% y 40% de la capacidad por viaje (de acuerdo a estudio en la ciudad de Tromso en Noruega).

En este sentido, se debe considerar que el consumo de energía está correlacionado con el peso total del vehículo y la eficiencia del sistema de propulsión y que el poder máximo de carga está limitado por la batería. Las baterías de gran tamaño incrementan el peso del vehículo y restan capacidad de traslado de pasajeros (Pihlatie, 2017).

Para lograr la eficiencia en costos operativos, la batería del motor debe ser lo suficientemente grande como para permitir una operación eficiente sin demasiadas recargas, a la vez que garantice una distancia anual suficientemente grande para beneficiarse del menor costo por kilómetro. Al mismo tiempo, la batería debe ser lo suficientemente pequeña como para limitar los gastos de capital iniciales (Sustainable Bus, 2018), dado que, como ya se mencionó, puede llegar a representar hasta la mitad de los costos totales de adquisición del autobús eléctrico.

Por otro lado, el costo de combustible es una variable clave para la introducción de los vehículos de energía o combustible alternativo. Por ello en varios países, como en el caso de Perú, el gas natural vehicular - GNV (o gas natural comprimido GNC) es más barato que la gasolina o el diésel, facilitando la amortización del vehículo.

Sin embargo, una barrera para el desarrollo de mercado del GNV puede ser la falta de una red de puntos de recarga (ejemplo Arequipa y Piura), y la inversión que requiere. Sin embargo, esta inversión es menor que para otros combustibles alternativos.

También se debe considerar que los autobuses eléctricos pueden ser menos flexibles que los diésel, debido a su limitada autonomía y dependencia en diferentes opciones de carga. Lo anterior dificulta su incorporación a las rutas de autobuses que funcionan durante 24 horas.

No obstante, como se verá más adelante, los buses eléctricos requieren de menor mantenimiento y el costo de la energía generalmente es más barato que del combustible, por ello los costos de operación y mantenimiento son menores para los buses eléctricos con respecto a los buses a gas y diésel.

Para el caso de una unidad de negocio con pocas unidades de BE en su estructura operativa, no resulta rentable la inversión en la infraestructura de recarga tan alta. Es por ello que, es importante que este clara la participación del estado, no solo en la normativa y control de esta nueva tecnología y estructura, sino además en la inversión en la infraestructura necesaria, de acuerdo al número de unidades a atender y lugar de ubicación de las mismas.

Costos de Operación y Mantenimiento

Por el lado del costo de Costo del Combustible o Energía:

En el siguiente cuadro se presenta una estimación realizada por F. Ramírez, en relación al costo del combustible o energía, según el tipo de tecnología utilizada por la unidad de transporte y medido en unidades de Km. para poder estandarizar y comparar las diferentes tecnologías.

Rendimiento y Costo de Combustible					
Bus Diésel		Bus Gas		Bus Eléctrico	
S./km	1.5000	S./km	0.58	S./km	0.13
S./Gln	12	S./m3	1.07	S./kWh	0.10
km/Gln	8	km/m3	1.85	km/kWh	0.77

Otro factor importante de operación y mantenimiento de las unidades de transporte, la conforman los gastos en lubricantes y neumáticos, que para el caso de buses eléctricos los gastos en lubricantes son nulos y los gastos en neumáticos son muy similares a los de las unidades de transporte urbano (buses) que funcionan a diésel o a GNV.

		Lubricantes	Neumáticos
Tecnología	Unidad	Valor	
Diésel	S. / km	0.08	0.005
Gas	S. / km	0.12	0.005
Electric	S. / km	0	0.006

Cabe precisar que, si bien se ha tomado como referencia de estimación de cada componente de los costos el estudio de F. Ramírez, estas estimaciones también han sido verificadas en una unidad de negocio de transporte urbano ubicado en la ciudad de Lima y que en la actualidad utilizan como fuente de energía el GNV.

Los parámetros estimados por F. Ramírez se comparan con los estimados por la empresa en análisis y asimismo líneas más adelante se presenta el modelo estimado para esta empresa de transportes, con los parámetros que se presentan para una unidad de negocio de transporte con buses eléctricos en su operatividad.

Los parámetros de costos considerados para la unidad de negocios de transporte urbano de la ciudad de Lima son:

Parámetros de Costos Operacionales Buses	
Operadores	
Costo operador mensual (S/KM)	1,545
Costo operador mensual mas beneficio	2,209
N° Operadores por bus	2.4
S/ MES x BUS	5,302
ENERGÍA	
Rendimiento (km/kWh)	0.77
Precio por kWh (S./.)	0.101
Mantenimiento	
Preventivo (S./km)	0.053
Correctivo (S/. por bus mes sin IGV)	0.005
Llantas	
Valor venta unitario (S./.)	640
Nro de llantas	6
frec de cambio (kms)	60,000
provisión por km	0.06

En aquellas partidas en las cuales el valor estimado en el estudio de F. Ramírez es inferior al propuesto por la empresa de transportes, se ha previsto considerar en forma conservadora, utilizar el valor más alto para realizar el análisis correspondiente.

Tal es el caso de los gastos administrativos (principalmente en lo referente a los sueldos brutos mensuales) y en seguros, que establecemos con los siguientes valores:

Seguros	
SOAT (S/. año)	1,005
Todo riesgo y RC (% valor residual)	4,386

Parámetros de Gastos de administración	
Sueldos brutos mensuales	
Gerente general	8,600
Asistente administrativo	2,300
Jefe de Operaciones	3,495
Facilitadores	17,593
Inspectores de ruta	21,000
Jefe de mantenimiento	2,408
Mecánico	12,590
Jefe de logística	-
Precio servicios al mes	
Contabilidad	4,763
Legal	4,600
Agua, luz, teléfono	800
Seguridad	11,026

Estos factores de gastos se ajustan a la tasa de inflación anual.

5.1.5. Estructura del Financiamiento

La estructura del financiamiento para este tipo de unidades de negocio puede ser diferente y puede variar de acuerdo a cada país e incluso de acuerdo a la región o provincia en la cual se realicen las inversiones para el funcionamiento de la unidad de negocio.

Para el caso de Chile, la estructura de financiamiento está conformada por una operación de leasing otorgado por la empresa proveedora de electricidad en favor de la empresa de transportes (unidad de negocio) para la adquisición de las unidades de transporte. Esta operación de leasing es soportada por el estado mediante la garantía del pago de las cuotas del leasing y asimismo, existe una participación por el lado del proveedor de buses en garantizar la operatividad de los mismos a lo largo del tiempo que dure la operación de financiamiento.

Asimismo, esta estructura de financiamiento esta soportada por herramientas financieras como es el caso del fideicomiso, que no solo se utiliza como herramienta de garantía de la operación (en el caso de una operación de financiamiento bancaria o de emisión de papeles), sino además como una herramienta de administración de flujos proveniente de un manejo de administración del recaudo de los pasajes de la operación que realice la unidad de negocios de transporte urbano.

Para el caso peruano no existe una figura de financiamiento vía un leasing privado, este tipo de operaciones tiene que ser realizada por una entidad supervisada por la Superintendencia de Banca y Seguros y por lo general, las entidades bancarias y financieras han tenido la experiencia en financiamiento de buses a GNV, para diferentes unidades de negocio, soportados en esquemas de fideicomisos, garantías extranegocios y corporativas y, sistemas de recaudo.

Las principales variables a tener en cuenta para estructurar una operación de financiamiento son las siguientes:

- ✓ Monto de Financiamiento: 80% del monto total de inversión.
- ✓ Plazo: Se considera un plazo de 96 meses, sin embargo, se puede estructurar el financiamiento a mayor plazo, el cual va a depender principalmente del plazo de la concesión que obtengan las unidades de negocio de las empresas de transporte.
Para el caso de buses eléctricos se contempla un mayor plazo para los financiamientos, debido a la mayor vida útil de la unidad de transporte.
- ✓ Tasa de interés: que para este tipo de operaciones puede ser menor a la de otro tipo de financiamiento, debido a la posibilidad de acceder a fondos verdes.

Para el caso de la empresa de transporte urbano que se viene analizando de la ciudad Lima; esta empresa viene operando con una flota de 55 buses y tiene la proyección de completar su flota autorizada de 75 buses (20 buses adicionales) con buses eléctricos, teniendo en consideración las variables y supuestos definidas líneas arriba. En ese sentido, el análisis que se realiza es sobre la flota de 55 buses ya en operación, debido a que se conocen sus variables de demanda, ingresos y precios.

En relación a la estructura del financiamiento, tiene plantean las siguientes variables:

Inversión Total S/.	71,159,930
Cuota inicial + Amort.	14,231,986
Financiamiento IFI	56,927,944

Prestamo	
Financiamiento	56,927,943.60
Plazo	96
gracia (meses)	-
Repago principal	96
Tasa año	8.00%
Tasa mes	0.643%
Cuota	796,718

Se está considerando una tasa del 8%, para el financiamiento que gestione la empresa para la adquisición de buses eléctricos. Esta tasa de interés es relativamente baja en relación al promedio del mercado, sin embargo se cree que con fondos de cooperación o fondos ad hoc para este tipo de operaciones, si se podría obtener un financiamiento a esos niveles de tasa de interés.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

✓ Para el caso del uso de GNV para la flota total de buses:

FLUJO DE CAJA (MILES S/.)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ebitda	7,208	7,208	7,208	7,208	7,208	7,208	7,208	7,208	7,208	7,208
(-) IR	556	688	835	1,000	1,185	1,391	1,623	1,293	1,293	1,293
(-) Var WK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	317
Flujo actvs Op	6,651	6,520	6,373	6,208	6,023	5,817	5,585	5,915	5,915	6,232
(-) Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo actvs Inv	6,651	6,520	6,373	6,208	6,023	5,817	5,585	5,915	5,915	6,232
(-) intereses	2,454	2,016	1,525	976	360	329	1,101	-	-	-
(-) amortización	3,651	4,089	4,579	5,129	5,744	6,434	7,206	-	-	-
Flujo actvs finan	547	415	268	103	81	288	520	5,915	5,915	6,232
Caja inicial	36	583	998	1,266	1,369	1,288	1,000	480	6,395	12,310
Flujo de caja periodo	547	415	268	103	81	288	520	5,915	5,915	6,232
Caja Final	583	998	1,266	1,369	1,288	1,000	480	6,395	12,310	18,542

VAN S/ 8,302.74

✓ Para el caso de uso de Buses Eléctricos en la Flota de Buses:

FLUJO DE CAJA (Miles de S/)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ebitda	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233
(-) IR	-	-	-	90	251	426	615	819	935	935
(-) Var WK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127
Flujo actvs Op	10,233	10,233	10,233	10,143	9,982	9,807	9,618	9,414	9,298	9,425
(-) Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo actvs Inv	10,233	10,233	10,233	10,143	9,982	9,807	9,618	9,414	9,298	9,425
(-) intereses	4,209	3,780	3,318	2,819	2,279	1,697	1,068	388	-	-
(-) amortización	5,352	5,780	6,243	6,742	7,281	7,864	8,493	9,173	-	-
Flujo actvs finan	672	672	672	583	421	246	58	146	9,298	9,425
Caja inicial	226	899	1,571	2,243	2,826	3,247	3,494	3,551	3,405	12,703
Flujo de caja periodo	672	672	672	583	421	246	58	146	9,298	9,425
Caja Final	899	1,571	2,243	2,826	3,247	3,494	3,551	3,405	12,703	22,128
VAN	S/ 10,009.14									

Como se puede apreciar en los resultados presentados líneas arriba, debemos observar que el nivel de EBITDA generado por la flota de buses a GNV es menor al nivel de EBITDA que se generaría en caso la flota de buses sea con buses eléctricos. Dicha diferencia se explica por los menores costos operativos que tienen los buses eléctricos.

Si bien, estos mayores niveles de utilidad, para el caso de buses eléctricos, permiten asumir una mayor responsabilidad financiera, en el caso de los buses a GNV la inversión total en las unidades de transporte están por el orden de los S/ 28,990 mil con un nivel de préstamo de S/ 23,192 mil. Mientras que en el caso de buses eléctricos, el nivel de inversión en las unidades de transporte sería aproximadamente de S/ 71,160 mil y el nivel de préstamo estimado sería de S/ 56,918 mil.

Se puede apreciar en los resultados presentados, que una unidad de negocios de transporte urbano con buses a GNV puede generar un valor actual de S/ 8,302 mil con un nivel de aporte de capital de S/ 5,800.

Mientras que una unidad de negocios con buses de transporte urbano eléctricos, puede generar un valor actual superior ascendente a S/ 10,009 mil, con un nivel de cuota inicial en los buses eléctricos de S/ 14,200 mil. Lo que al parecer indicaría que los buses eléctricos tienen una menor generación de fondos y rentabilidades que el caso de buses a GNV, sin embargo es importante destacar que la evaluación de los buses eléctricos se debe de realizar para todo el período de vida de dichos ómnibus, estimado en 15 años.

Bajo ese análisis, el valor actual de los flujos que genera la unidad de negocio de transporte urbano con buses eléctricos, podría alcanzar los S/ 23,784 mil, que con la inversión de cuota inicial de S/ 14,200 mil produciría una rentabilidad cercana a los S/10,000 mil, muy superior a la utilidad reportada para el caso de buses eléctricos.

FLUJO DE CAJA (Miles de S/)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Ebitda	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233	10,233
(-) IR	-	-	-	90	251	426	615	819	935	935	935	935	935	935	935
(-) Var WK	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127	127	127	127	127	127
Flujo actvs Op	10,233	10,233	10,233	10,143	9,982	9,807	9,618	9,414	9,298	9,425	9,425	9,425	9,425	9,425	9,425
(-) Capex	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo actvs Inv	10,233	10,233	10,233	10,143	9,982	9,807	9,618	9,414	9,298	9,425	9,425	9,425	9,425	9,425	9,425
(-) intereses	4,209	3,780	3,318	2,819	2,279	1,697	1,068	388	-	-	-	-	-	-	-
(-) amortización	5,352	5,780	6,243	6,742	7,281	7,864	8,493	9,173	-	-	-	-	-	-	-
Flujo actvs finan	672	672	672	583	421	246	58	146	9,298	9,425	9,425	9,425	9,425	9,425	9,425
Caja inicial	226	899	1,571	2,243	2,826	3,247	3,494	3,551	3,405	12,703	22,128	31,553	40,979	50,404	59,829
Flujo de caja periodo	672	672	672	583	421	246	58	146	9,298	9,425	9,425	9,425	9,425	9,425	9,425
Caja Final	899	1,571	2,243	2,826	3,247	3,494	3,551	3,405	12,703	22,128	31,553	40,979	50,404	59,829	69,254
VAN 10 años	S/ 10,009.14														
VAN 15 años	S/ 23,784.21														

Definir una Estructura de Financiamiento significa el armar una operación de financiamiento-préstamo a largo plazo, para la adquisición de unidades de transporte (buses) eléctricas y que agregada en el flujo de caja y operaciones de la unidad de negocios, permita la viabilidad de dichos negocios.

Las características de algunas estructuras de financiamiento son:

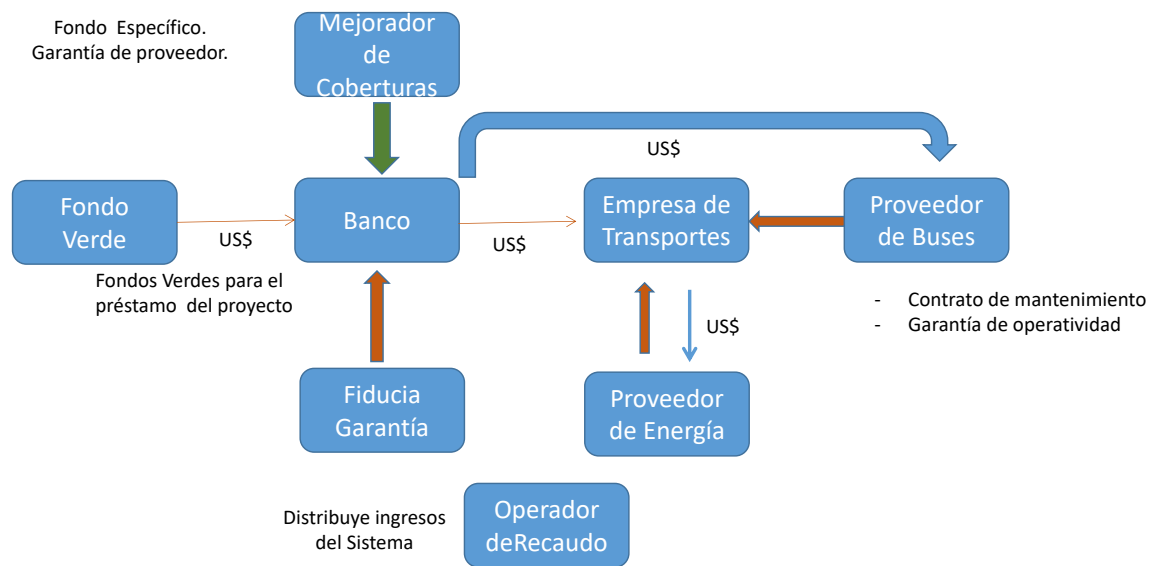
1. Financiamiento bancario vía leasing
 - Requiere historial crediticio, ser cliente del banco
 - Solicitud del banco de garantías adicionales.
 - Documentación financiera sana (infocorp) y de la empresa (tiempo de creación)
 - La propiedad de la unidad de transporte no es de la empresa, tendiendo la opción de compra en el momento de culminado el leasing.
 - Brinda beneficios tributarios por el uso del crédito fiscal de las cuotas del financiamiento.
 - El financiamiento necesariamente debe de ser otorgado por una entidad bancaria supervisada por la SBS.

=> No todas las unidades de negocio califican a este tipo de operaciones.

2. Propuesta de Operación de Financiamiento Estructurado, con recaudo
 - Proveedor: Provee la unidad de transporte y firma contrato de mantenimiento. Asimismo, afianza parte de la operación de financiamiento vía cartas fianza y/o subrogación de deuda.
 - Banco: Evalúa a la empresa de transporte y al proveedor.
 - Paquete de garantías: Vía fideicomiso y conformado por los buses, el contrato de operación de la ruta (con cesión autorizada por la autoridad local en caso de incumplimiento de pago).
 - Proveedor de energía eléctrica, brinda el servicio de recaudo para el pago de las cuotas de financiamiento y provee la energía en espacio acordado con la empresa de transporte (el financiamiento de la estación de recarga puede ser

dado por el proveedor de energía y cobrado con un spread sobre la tarifa de la electricidad). En algunos casos el proveedor de energía participa en el riesgo de la operación con alguna cobertura de riesgo.

- Se requiere que la autoridad de transporte otorgue licencias de ruta y funcionamiento, por el plazo de duración de la concesión.
- Cronograma de pagos esculpido o de cuotas crecientes, hasta que la empresa obtenga el nivel mínimo de equilibrio.



Como se puede apreciar líneas arriba, si es factible la implementación de unidades de negocios de transporte urbano, con buses eléctricos en la conformación de sus flotas de transporte. Asimismo, existen diversas posibilidades de estructurar un financiamiento para este tipo de negocios y no existe una estándar para todas las operaciones. Una estructura de financiamiento se diseña ad hoc de acuerdo a las características y respaldo de la empresa solicitante, características técnicas y legales de las rutas, características de las unidades de transporte y de la viabilidad económica y financiera que dé el flujo de caja de la operación de la unidad de negocio.

5.1.6. Formación y Tratamiento de la Fuerza Laboral

Para la implementación de unidades de negocio verde de servicio de transporte urbano, que contempla la utilización de nuevas tecnologías, como es el caso de la implementación de buses eléctricos, se debe de tener en cuenta las medidas que se tienen que tomar para contar con una fuerza laboral capacitada y que responda a las necesidades del negocio que se está implementando.

Para tal fin, uno de los primeros cambios más importantes que se debe de considerar es el cambio en las condiciones laborales de los conductores. En primer lugar, las empresas operadoras deben de establecer contratos formales con sus trabajadores respetando el código laboral respectivo, que para el caso del Perú es la normativa laboral de poner a los trabajadores en planilla, con horarios de trabajo establecidos y beneficios sociales (vacaciones, descanso semanal, gratificaciones, salud, entre otros). Al respecto, uno de los criterios de fuerte impacto es el limitar las horas de conducción de los choferes. Con ello, se otorgará un servicio de calidad y seguridad de tránsito.

La experiencia de Transantiago nos enseña que los cambios realizados por la formalización de la actividad, trae como consecuencia que las empresas concesionarias enfrenten un mayor requerimiento por conductores profesionales para prestar los servicios comprometidos.

El pasar de una unidad de negocio de transporte urbano tradicional a una unidad de transporte urbano verde (con buses eléctricos), por lo general trae como consecuencia que se reduzca el número de buses a operar (ejemplo caso peruano el cambiar combis o custer por buses eléctricos de mayor tamaño), y ello ocasionará que inicialmente se requieran menos conductores. Asimismo, la implementación de un sistema de recaudo traería como consecuencia que se requieran menos cobradores para las unidades de transporte.

Sin embargo, tal como se pudo apreciar en el caso de Transantiago, las normas laborales sobre el cumplimiento de horarios máximos de conducción, significaron que se requirieran más conductores por bus lo que inmediatamente anuló el efecto que trajo consigo la reducción de flota en el mercado laboral de los conductores (tanto en Lima como en Santiago se manejan ratios de alrededor de 2.4 conductores por cada bus en operación bajo la nueva estructura).

Asimismo, el desarrollo de las actividades de la unidad de negocio de transporte por lo general se caracteriza por tener, en una etapa inicial, un nivel de demanda de pasajeros que con el paso del tiempo se va incrementando; por lo tanto se requerirán aún más conductores para poder satisfacer un incremento en el número de unidades de transporte que utilicen la nueva tecnología.

En el caso de Chile el efecto fue aún más crítico, debido a que la demanda de conductores supero la oferta existente, ocasionando un déficit de entre 316 y 431 conductores en el año 2018. Asimismo, estimaciones del gobierno chileno plantean que pueden ser requeridos entre 8.180 y 11.400 conductores nuevos al año 2026 producto de nuevas extensiones del sistema y de la pronta jubilación de la generación actual de conductores.

Sin embargo, es importante considerar que en este déficit de conductores no solamente influye la cantidad de personas en la actividad sino también la capacidad efectiva para la operación. Factores tales como ausentismo laboral injustificado, licencias médicas, vacaciones, capacitaciones, días especiales, suspensión de licencias por infracciones, huelgas y permisos, entre otros factores; hacen que mensualmente en promedio se ausente aproximadamente un 20% de los operarios del transporte público de buses tal como muestra el cuadro 2 (resultados de la operatividad de flotas eléctricas en el caso de Santiago de Chile).

Si bien parte importante del déficit de conductores puede cubrirse con el pago de horas extraordinarias dentro de la normativa actual, esta alternativa podría traer consecuencias negativas, como el caso en el que los conductores tengan que laborar más de las 8 horas diarias por no existir una oferta laboral que cubra el total de horas necesarias.

Por otro lado, para el caso de buses eléctricos, debido a que en el Perú las experiencias son mínimas, se requiere de nuevo personal de mantenimiento o arreglo de este tipo de buses (eléctricos), lo cual también incrementaría la demanda de fuerza laboral con más puestos de trabajo formales.

Una de las causas principales de un mayor requerimiento de personas para este tipo de unidades de negocios es la misma naturaleza de la actividad que es poco atractiva como medio de trabajo. Por lo tanto, la implementación de unidades de negocio verde en el transporte urbano, requiere que siempre exista un esquema de captación de trabajadores (principalmente conductores), un sistema de capacitación y formación laboral, entre otros. De la experiencia de chilena se pueden rescatar algunos ejemplos de cómo captar a fuerza laboral, para cubrir este posible déficit:

A. Atraer conductores mediante capacitación laboral gratuita

Para ingresar a la actividad como conductor profesional se requiere cumplir con una serie de exámenes y exigencias como poseer licencia de conducir profesional clase A3 que a su vez requiere poseer al menos dos años de antigüedad con la licencia de conducir de clase inferior.

Para facilitar la entrada de nuevos actores desde el año 2012 el Gobierno de Chile a través de su Servicio Nacional de Capacitación y Empleo (SENCE), el equivalente a SERVIR en Lima, en convenio con el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, implementó cursos gratuitos de conducción profesional para obtener la licencia clase A3 enfocados tanto a mujeres y jóvenes (Programa Más Capaz) como al público en

general (Programa Capacitación en Oficios Línea Sectorial Transportes y Programa Becas Laborales). De esta forma se han habilitado con licencias profesionales para conducir buses a 2.528 personas.

B. Una capacitación mejor y continua para hacer más atractivo al sector

Uno de los elementos es la necesidad de hacer más atractiva la profesión de conducción de buses. En un contexto como el caso peruano, parece complejo que más personas quieran intentar empezar una carrera como conductores.

En este sentido una primera opción es enfrentar la escasez de sistemas de capacitación en las empresas. Adicionalmente, se observa la necesidad de hacer más integrales los planes formativos tanto antes de ingresar al sistema como durante la permanencia en el mismo.

Por ejemplo se pueden realizar charlas de capacitación en una formación más orientada al “desarrollo y al fortalecimiento de herramientas generales e individuales que permitan al conductor afrontar de mejor manera las situaciones de estrés por las que por su labor de conductor debe enfrentar a diario”.

Una mejor y más completa capacitación facilitaría la integración de los nuevos conductores del sistema aumentando la tasa de éxito de los programas de capacitación tanto los del sector público como de las empresas. Asimismo se podría asegurar una mayor permanencia en el sistema de personas mejor preparadas para la exigencia del servicio y el trato con los usuarios. Del mismo modo ofertas de capacitación durante la estadía en la empresa podrían apuntar a hacer más atractivo el ingreso al sistema pensando en posibilidades futuras de obtener un mejor empleo dentro o fuera del sector.

C. La incorporación de la mujer

La incorporación de la mujer en el sector de transporte público es una de las estrategias que se pueden considerar. Si bien su participación en el sector es todavía incipiente ya han existido avances significativos.

Sin embargo, no sólo el incremento en el número de conductoras es importante por su efecto en paliar el déficit de conductores sino también por los efectos positivos que puede significar para el servicio de transporte. Estadísticas de Chile indican que algunos operadores han comentado que las conductoras presentarían menor tasa de incidentes con los vehículos y estarían menos expuestas a agresiones por parte de los pasajeros.

Uno de los incentivos que han encontrado las mujeres para entrar al sector es el nivel de remuneración que en general está por sobre la media de los sueldos a los que podrían optar con las mismas calificaciones laborales.

En cuanto a los horarios de trabajo, en el caso de Chile, las conductoras manifiestan que es un sistema que les acomoda. Esto se debería a que los turnos de la mañana permitirían pasar toda la tarde con los hijos aunque eso implicase “buscar” quien pudiera ayudarlas en las mañanas para levantar a los hijos y llevarlos a la escuela en su ausencia.

D. Incorporar mano de obra extranjera

Una oportunidad laboral que se aprovecha en Santiago y es aplicable para el Perú, se observa debido al aumento de la inmigración en el país. Esta mayor cantidad de personas extranjeras que buscan oportunidades laborales en podría significar una posibilidad de captar nuevos conductores.

VI. Recomendaciones para la implementación de unidades de negocio de transporte mediante el uso de tecnología limpia en sus unidades de transporte

Cada combustible conlleva diferentes compensaciones de costos, emisiones, infraestructura y posibles restricciones operativas. En algunos casos, un combustible puede emitir menos un tipo de contaminante, pero puede emitir más cantidad de otro contaminante.

En ese sentido, la decisión de la composición de la flota de buses, debe tomar en cuenta una visión integral que considere, entre otros: a) la calidad del combustible, b) la tecnología del motor, c) la tecnología de control de emisiones, d) la efectividad de un programa de inspección y mantenimiento, e) capacitación de conductores.

La elección de la tecnología de combustible y propulsión tendrá un profundo impacto en los costos operativos, los costos de mantenimiento, la infraestructura de soporte y los niveles de emisión. En ese sentido, las circunstancias locales en cada ciudad juegan un papel central en la elección del combustible, ya que la disponibilidad de un combustible y la experiencia en el mantenimiento de una tecnología particular del vehículo son factores clave.

Nuevas Tecnologías de Combustión para la Movilidad

Como fue visto en la sección anterior, el transporte utiliza mayoritariamente combustibles no renovables, principalmente diésel por su competitividad en comparación a otras alternativas y las dificultades que presenta su sustitución a gran escala. Sin embargo, los fabricantes automotrices han venido desarrollado versiones de motores cada vez más competitivos que utilizan otras fuentes de energía como gas natural, GLP, electricidad, biocombustibles, hidrógeno y otros.

El desarrollo y masificación de este tipo de vehículos, no depende solamente de la tecnología de combustión de los motores, sino que también de la existencia de una serie de otros aspectos como la disponibilidad del combustible, la cobertura de la red de abastecimiento, la existencia de servicios de mantenimiento y repuestos, entre otros. En el caso de tecnologías de vanguardia como puede ser la electromovilidad, el hidrógeno o el mismo gas natural, las ganancias en eficiencia energética y reducción de otras externalidades negativas como la contaminación en sus diversas formas, justifican la inversión no solamente privada sino también pública por los beneficios sociales que este recambio tecnológico traería para la sociedad en su conjunto.

Para el caso de las tres ciudades analizadas en el presente estudio, a continuación se presentan los factores críticos y recomendaciones que se deben de tener en cuenta para lograr el uso de tecnologías limpias, para cada una de las ciudades:

En ese sentido, las autoridades municipales deben conseguir los recursos necesarios que les permitan poner en marcha requerimientos mencionados y coordinar con el gobierno central y la cooperación internacional la provisión de recursos para la adecuación de la infraestructura necesaria.

Ilustración 6: Factores críticos y recomendaciones para lograr el uso de tecnologías limpias en las ciudades priorizadas:

FACTORES CRÍTICOS Y RECOMENDACIONES PARA LOGRAR EL USO DE TECNOLOGÍAS LIMPIAS - CIUDADES PRIORIZADAS		
Arequipa	Trujillo	Piura
Definir el grado de participación que tendrá el Estado en la provisión de facilidades para disposición de las tecnologías, inversiones y operatividad, a favor de las empresas de transporte que opten por este tipo de tecnologías.	Desarrollar un programa de socialización intensivo y agresivo, para que las empresas de transporte tengan una posición más clara para considerar en sus unidades de negocio buses que utilicen tecnologías limpias en su operatividad (GNV y buses eléctricos).	Desarrollar un programa de socialización intensivo y agresivo, para que las empresas de transporte tengan una posición más clara para considerar en sus unidades de negocio buses que utilicen tecnologías limpias en su operatividad (GNV y buses eléctricos).
Se necesita un programa de socialización y capacitación de las ventajas y viabilidad de uso de estas tecnologías	La Municipalidad de Trujillo debe contar con el apoyo económico – financiero necesario para actualizar los estudios de rutas y perfiles de las diferentes unidades de negocio de transporte urbano que conforman el SIT Trujillo y contar con recursos para la capacitación y acompañamiento a las empresas de transporte y consorcios.	La Municipalidad debe contar con el apoyo económico – financiero necesario para actualizar los estudios de rutas y perfiles de las diferentes unidades de negocio de transporte urbano que conforman el SIT Piura y contar con recursos para la capacitación y acompañamiento a las empresas de transporte y consorcios.
	El factor tiempo ha retrasado los avances en Trujillo, por los cambios de administración. Sin embargo, la administración actual tiene al menos tres años que deben de ser aprovechados para la implementación exitosa del SIT en Trujillo con los requerimientos necesarios.	

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, a continuación se detallan un conjunto de actividades y acciones que, entre otras que se han mencionado y que se puedan ir identificando, se deben de ir realizando para lograr la implementación exitosa de la electromovilidad en el país:

- Establecer las reglas tributarias claras para autos / buses antiguos versus los nuevos.
- El estado debe de definir si se establecerán exoneraciones o ventajas tributarias que tendrían aquellas empresas que consideren buses eléctricos como parte de su flota de unidades.
- Definir la aplicación de impuestos diferenciados a los otros tipos de combustibles (fósiles).
- Regular el tratamiento de desechos de las baterías.
- Implementar un programa de chatarreo de las unidades que salen de operación por reemplazo con buses eléctricos.
- Implementar la homologación vehicular. Establecer mayor exigencia en el tipo de combustibles (Euro V y Euro VI).
- Normar los sistemas de recarga eléctrica para buses y automóviles, y los requerimientos de las estaciones de recarga.
- Establecer programas de financiamiento con recursos de fondos verdes, a bajos costos y largo plazo.
- Realizar programas de difusión y capacitación sobre las nuevas tecnologías.

- Desarrollar en forma más agresiva, en coparticipación con el sector privado, más programas piloto en las diferentes ciudades del país.
- Crear un programa de incentivos para las empresas que consideren buses eléctricos en la conformación de sus unidades de negocio.
- Normar el tratamiento de las tarifas eléctricas diferenciadas.
- Establecer el sistema de recaudo único y la integración de las diferentes estructuras de transporte existentes en la capital.
- Establecer claramente la participación del estado mediante instrumentos, mecanismos o herramientas que incentiven la implementación de unidades de negocio de transporte urbano con buses eléctricos. Existen experiencias internacionales exitosas que pueden servir como base o referencia para tal fin.

Es importante mencionar que, la circulación de buses eléctricos en los sistemas de transporte urbano – público y de unidades de transporte privado (autos, taxis y microbuses), requiere de una activa participación del estado y de acuerdo a lo visto en el presente estudio, son claras e importantes las ventajas y beneficios que ellos el país obtendría tanto en el nivel económico, social y ambiental.

VII. Conclusiones y Recomendaciones

Las ventajas que tendrían la implementación y operatividad de buses eléctricos en las unidades de negocio de transporte urbano, serían las siguientes:

En lo Energético:

- El motor eléctrico es energéticamente más eficiente.
- La eficiencia del motor de gasolina es del 25%, del motor diésel es del 33% (IDAE) y del motor eléctrico es del 83% (IDAE).

En lo Económico

- Reduce la dependencia energética del petróleo.
- Reduce los costes de operación y mantenimiento de los buses.
- Mejora las variables macro y microeconómicas: reduce las importaciones de petróleo, mejora la balanza comercial, etc.
- Reduce la volatilidad del costo de uso. La volatilidad de los precios del petróleo es elevada, no así la de la electricidad.
- Crea oportunidades de negocio y de sinergias.
- Mejora la competitividad del país.

Co-Beneficios:

- Los vehículos eléctricos no emiten ningún tipo de gases contaminantes durante su funcionamiento.
- El reemplazo de unidades de transporte por buses eléctricos disminuirá la emisión de GEI en niveles importantes.
- Los beneficios para la sociedad son mayores al contar con un servicio de transporte más limpio (ambientalmente) y con menor ruido.

Asimismo, se ha tratado sobre el estado de situación de la implementación de los Sistemas Integrados de Transporte en cada una de las ciudades priorizadas.

Bajo una caracterización propuesta de 'factores de éxito', se midió el grado de implementación de estos sistemas de transporte. Es así que, en un orden de mayor desarrollo tenemos a la ciudad de Arequipa, que ya cuenta con un Sistema de Transporte definido, una autoridad de transporte creada y con funciones y recursos asignados y un grupo de empresas de transporte que cuentan con las unidades de negocios de transporte urbano ya asignadas vía licitaciones. La elección de la tecnología de buses eléctricos de los operadores de transporte dependerá de si el Estado toma participación en dicha operación a fin de que el costo total de propiedad sea atractivo para la empresa.

Seguidamente se tiene a la ciudad de Trujillo, que también cuenta con una Autoridad de Transporte (Transportes Metropolitanos de Trujillo - TMT Trujillo) y tiene avanzado la definición de rutas, estudios y unidades de negocio que se pueden implementar vía consorcios. Sin embargo, por el atraso en la implementación de su Sistema Integrado de Transporte, a la fecha están pendientes trámites de autorización del MEF y de actualización de estudios.

Si bien existe un potencial de operación de las rutas con buses eléctricos, se ve más factible que las unidades de negocio se vayan implementando con unidades a GNV, no solo debido al menor costo inicial, sino principalmente a la disposición del combustible en dicha ciudad y a la resistencia de cambio de tecnología de las empresas de transporte. En ese sentido, la operación con buses a GNV podría ser una transición eficiente hacia la electromovilidad.

Finalmente, se tiene a la ciudad de Piura, que cuenta con un buen Plan de Movilidad. Sin embargo, su implementación tomará un tiempo prudencial y se tiene que complementar con los estudios base respectivos.

Con el suministro de Gas Natural proveniente de Talara y la realización de estudios y gestiones de la Municipalidad de Piura para la implementación del SIT, se pueden ir implementando unidades de negocio de transporte urbano que utilicen el GNV. Para tal fin, dos puntos importantes son: i) confirmar la factibilidad del uso del GNV proveniente de Talara y coordinar la certificación del mismo y, ii) trabajar con las empresas de transporte, a fin de asesorarlas en la conformación de empresas y consorcios y de acuerdo al nivel de desempeño, se puedan implementar pilotos con buses a GNV.

Es importante mencionar que, la circulación de buses eléctricos en los sistemas de transporte urbano (público y privado), requiere de una activa participación del Estado, puesto que son claras e importantes los beneficios que el país obtendría a nivel económico, social y ambiental.

En ese sentido, es importante definir la hoja de ruta para la electromovilidad en el Perú, la cual si bien ya ha sido identificada por el Ministerio de Energía y Minas y otras entidades del Estado, se debe de poner mayor énfasis en su implementación:

En relación al Sistema de Transporte Urbano con Buses Eléctricos

Algunos de los principales desafíos de introducir sistemas de buses eléctricos en las ciudades están relacionados con los costos, la selección óptima de las líneas de buses por electrificar, la ubicación y cómo diseñar la infraestructura de carga, la definición de los márgenes operacionales (energía) y su flexibilidad, la preparación ante disturbios en el sistema, la adecuación a climas extremos, el escalamiento del sistema, entre otros.

Algunos factores de competitividad de los buses eléctricos a considerar es que deben tener efectos positivos en la reducción de emisiones, reducción de bulla mejora de la calidad de aire, reducción de las importaciones de combustibles fósiles y efectos sociales positivos. El tamaño de las flotas no debe incrementarse y su operatividad debe ser comparable a la de los buses convencionales. Debe crearse un entorno de confianza respecto de los vehículos y de los sistemas de carga. El nivel de servicio y confort hacia los pasajeros debe ser igual o mejor que el de los buses convencionales.

Los autobuses eléctricos ofrecen muchos beneficios adicionales en comparación con sus homólogos fósiles. Tienen una imagen y comodidad superiores, evitan que los activos varados inviertan en infraestructura de gas, utilicen energía producida localmente (renovable) y aseguren la soberanía energética al desplazar el consumo de petróleo. En ese escenario, es notoria la preocupación por acelerar a que las ciudades transiten hacia una flota de autobuses de cero emisiones, con las cuales se tendrá una situación de vida y movilidad mucho mejor. Sin embargo, es importante tener en cuenta los pasos que se deben de seguir para dicha transición y los requerimientos de recursos y normativas que se deben de desarrollar. Asimismo, debe de existir data y análisis de información numérica y/o estadística que demuestre que la tecnología de buses eléctricos es más ventajosa en relación a otros tipos de energía.

En ese sentido, los profesionales en la materia recomiendan que el análisis se realice bajo el enfoque TCO (Costo Total de Propiedad), que involucra a todos los costos en los que se incurre a los largo de toda la vida útil de la unidad de transporte (inversión, operación, mantenimiento), por lo que también es necesario tomar en cuenta las alternativas de financiamiento disponibles, que deben considerar el tiempo de vida de los activos y los plazos más largos que se requieren. Asimismo, se deben incorporar los costos de externalidades en los procesos de licitación pública, entre otros. Parte de este análisis se realiza en el siguiente informe de la consultoría, sobre la base de información general existente y principales experiencias desarrolladas en otros países.

Otros factores importantes por considerar son el espacio y ubicación de carga, los permisos requeridos para la instalación de la infraestructura de carga, la garantía de calidad y monitoreo del desempeño que debe ser provisto por los fabricantes, la cercanía a las redes eléctricas en las ciudades, el desarrollo de personal especializado para la operación y mantenimiento de los buses, entre otros.

Adicionalmente a esto, según Bloomberg, la creciente demanda de buses eléctricos en el mercado europeo puede bajar los precios de las baterías mucho más rápido, acercándolos a los precios de alto volumen que los fabricantes de automóviles pueden obtener para vehículos eléctricos de pasajeros. En este escenario, los autobuses eléctricos con los paquetes de baterías más grandes alcanzarían antes la paridad de los costos iniciales con los autobuses diésel, alrededor de 2025-27 en lugar de 2030.

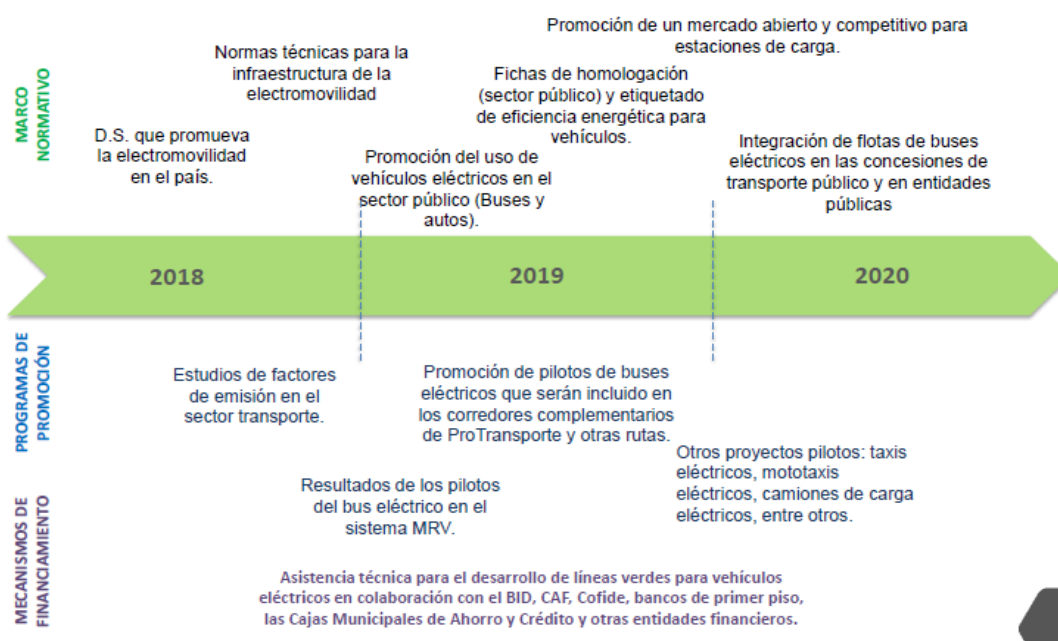
Un ejemplo es el caso de la UE, que tiene la meta de reducir sus emisiones de CO2 en 60% al 2040 y mejorar la calidad del aire en sus zonas urbanas, el desarrollo y expansión de tecnologías limpias es mandatorio en todos los sectores relacionados al transporte. En ese sentido, las autoridades públicas han mostrado mucho interés en introducir buses cero emisiones, lo cual genera varios desafíos respecto al reemplazo de las unidades y sistemas que funcionan con diesel, tales como el poco tiempo que la tecnología tiene en el mercado (por lo que aún requiere de ajustes técnicos) y los operadores de estos buses tiene diversas opciones tanto de tecnología de buses eléctricos como de tecnología de carga, que pueden combinarse entre ellas (tomando en cuenta factores como: fuente de energía, estrategia de carga, interface de carga, fuente de energía en marcha, motor, topología, dimensión del bus, calefacción y aire acondicionado), todas con pro y contras según su complejidad tecnológica, inversión y costo de operación.

Este tipo de factores ha llevado a que diversos autores empiecen a realizar estudios (aún limitados en cuanto al análisis integral de aspectos tecnológicos, operativos y económicos) sobre, por ejemplo; el tamaño apropiado de las baterías según las rutas y el consumo de energía requerido para dichas rutas, asegurar calefacción eléctrica dentro del bus y generar cero emisiones, entre otros.

A nivel de entidades del estado, también deben de existir una hoja de ruta para la implementación de la electromovilidad y para que se pueda contar con la normativa y soporte necesarios para el éxito de este tipo de negocios y a nivel de la sociedad.

Esta hoja de ruta debería complementarse con las hojas de ruta de casos internacionales exitosos, como el de Chile o Noruega, las que se encuentran plasmadas y revisadas en diferentes estudios. Por ejemplo, la ONU Medio Ambiente, establece las principales acciones que el Estado debe implementar en forma escalonada.

Ilustración 7: Hoja de ruta hacia la Electromovilidad - MINEM



Fuente: Ramírez Taza, R. (2018). Hacia el desarrollo de la electromovilidad - Hoja de Ruta. Conferencia E-Motor. El Perú construyendo la ruta hacia la electromovilidad. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.

Finalmente, se detallan las actividades y acciones a realizar para lograr la implementación exitosa de la electromovilidad en el país:

- Establecer reglas tributarias claras para autos / buses antiguos versus los nuevos.
- Establecer las exoneraciones o ventajas tributarias (programa de incentivos) para empresas que consideren buses eléctricos en su flota de unidades.
- Definir la aplicación de impuestos diferenciados a otros combustibles (fósiles).
- Regular el tratamiento de desechos de las baterías.
- Implementar un programa de chatarreo de las unidades que salen de operación por reemplazo con buses eléctricos.
- Implementar la homologación vehicular.
- Establecer mayor exigencia en el tipo de combustibles (Euro V y Euro VI).
- Normar los sistemas de recarga y los requerimientos de estaciones de recarga.
- Establecer programas de financiamiento con recursos de fondos verdes, a bajos costos y largo plazo.
- Realizar programas de difusión y capacitación sobre las nuevas tecnologías.
- Desarrollar en forma más agresiva, en coparticipación con el sector privado, más programas piloto en diferentes ciudades del país.
- Normar el tratamiento de las tarifas eléctricas diferenciadas.
- Establecer el sistema de recaudo único y la integración de las diferentes estructuras de transporte existentes en la capital.

- Establecer claramente la participación del estado mediante instrumentos, o herramientas que incentiven la implementación de unidades de negocio de transporte urbano con buses eléctricos. Existen experiencias internacionales exitosas que pueden servir como base o referencia.

VIII. Bibliografía

- Adheesh, S., Shravanth Vasisht, M., & Ramasesha, S. (2016). Air-pollution and economics: diesel bus versus electric bus. *Current Science*, 858-862.
- Agencia Europea de Medio Ambiente. (2016). *Vehículos eléctricos: hacia un sistema de movilidad sostenible*. Retrieved from European Environment Agency Web Site: <https://www.eea.europa.eu/es/articles/vehiculos-electricos-hacia-un-sistema>
- Bloomberg New Energy Finance. (2018). *Electric Buses in Cities*. Retrieved from Bloomberg New Energy Finance Web Site: <https://data.bloomberglp.com/professional/sites/24/2018/05/Electric-Buses-in-Cities-Report-BNEF-C40-Citi.pdf>
- Bohler-Baedeker, S., & Hugging, H. (2012). Transporte Urbano y eficiencia energética. In GIZ, *Transporte Sostenible: Texto de Referencia para formuladores de políticas públicas de ciudades en desarrollo*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit - GIZ.
- Build Your Dreams. (2018). BYD Solución Total. *Conferencia E-Motor. El Perú construyendo la ruta hacia la electromovilidad*. Lima, Perú.
- Campos Canales, R., & Pérez-Salas, G. (2018). Tecnología y recambio energético en el transporte automotor de América Latina y el Caribe. *Boletín Facilitación del Transporte y el Comercio en ALC - CEPAL*, 1-10.
- Concha Revilla, P. (2018). Acciones regulatorias para la electromovilidad en el Perú. *Conferencia E-Motor. El Perú construyendo la ruta hacia la electromovilidad*. Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Dallmann, T., Lingzhi, J., Miller, J., & Minjares, R. (2017). *Financing the transition to sootfree urban bus fleets in 20 megacities*. Retrieved from International Council on Clean Transportation: <https://www.theicct.org/publications/financing-transition-soot-free-urban-bus-fleets-20-megacities>
- Engie. (2018). Test drive de buses eléctricos en Perú, el camino para la masificación. *Conferencia E-Motor. El Perú construyendo la ruta hacia la electromovilidad*. Lima, Perú.
- Garro, F. (2018). La Movilidad Eléctrica en la Agenda Ambiental. *Conferencia E-Motor. El Perú construyendo la ruta hacia la electromovilidad*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.
- Göhlich, T.-A., Fay, T.-A., Jefferies, D., Lauth, E., Kunith, A., & Zhang, X. (2018, Abril 18). Design of Urban Electric Bus Systems. *Design Science*, 1-28. Retrieved from
- Info Mercado. (2019, Abril 22). *Perú: En mayo llegan los ómnibus eléctricos*. Retrieved from infomercado.pe: <https://infomercado.pe/peru-en-mayo-llegan-los-omnibus-electricos/>

- International Energy Agency. (2013). *A Tale of Renewed Cities*. Retrieved from IEA Web site: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Renewed_Cities_WEB.pdf
- Jara Risco, M. E. (2018). Perspectivas de la Movilidad Eléctrica en el Sector Productivo Nacional. *Conferencia E-Motor. El Perú construyendo la ruta hacia la electromovilidad*. Lima, Perú: Ministerio de la Producción.
- López, G. (2016). Movilidad eléctrica: Oportunidades para la región Latinoamericana. *MOVE - Movilidad eléctrica en Latinoamérica*.
- López, G., & Galarza, S. (2016). *Movilidad Eléctrica: Oportunidades para Latinoamérica*. Retrieved from Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente: http://www.pnuma.org/cambio_climatico/publicaciones/informe_movilidad_electrica.pdf
- Minjares, R. (2018). Transporte sin hollín: Lecciones para el transporte público. *16ª Jornada de debate sobre movilidad eléctrica en América Latina*. MOVE.
- MOVE - Movilidad Eléctrica en Latinoamérica. (2017). *Evaluaciones de movilidad eléctrica en ciudades de América Latina - Lima*. Retrieved from MOVE Latam Web Site: http://movelatam.org/wp-content/uploads/2017/11/MOVE_28.11.2017_eMobility-City-Assessments_PER_LIMA.pdf
- Olivares, L. (2018). Yutong. Soluciones integrales para buses eléctricos. *Conferencia E-Motor. El Perú construyendo la ruta hacia la electromovilidad*. Lima, Perú.
- Pihlatie, M. (2017). Planning of electric bus systems. *Latin American webinar: Centro Mario Molina Chile & UNEP*. VTT Technical Research Centre of Finland LTD.
- Potkány, M., Hlatká, M., Debnár, M., & Hanzl, J. (2018, Agosto 28). *nasemore.com*. Retrieved from <http://www.nasemore.com/wp-content/uploads/2018/11/20.-Potkany-Hlatka-Debnar-Hanzl.pdf>
- Ramirez C., F. (2018). Evaluación Económica de Buses Eléctricos en el Sistema de Transporte de Lima, Perú. *Conferencia E-Motor. El Perú construyendo la ruta hacia la electromovilidad*. Lima, Perú.
- Ramírez Taza, R. (2018). Hacia el desarrollo de la electromovilidad - Hoja de Ruta. *Conferencia E-Motor. El Perú construyendo la ruta hacia la electromovilidad*. Lima, Perú: Ministerio de Energía y Minas.
- Sustainable Bus. (2018, Junio 29). *Electric bus adoption: Tco is the king! They'll be cost competitive from 2023*. Retrieved from [www.sustainable-bus.com](https://www.sustainable-bus.com/news/tco-electric-buses-will-be-cost-competitive-from-2023/) :

Teoh, L. E., Khoo, H. L., Goh, S. Y., & Chong, L. M. (2018). Scenario-based electric bus operation: A case study of Putrajaya,. *International Journal of Transportation, Science and Technology*, 10-25.

Transport & Environment. (2018, Noviembre 8). *Electric buses arrive on time*. Retrieved from transportenvironment.org:
<https://www.transportenvironment.org/publications/electric-buses-arrive-time>

Vasconcellos, E., Álvares, O., & Mendonça, A. (2018). *Impactos ambientales de la sustitución de vehículos de transporte colectivo urbano en América Latina*. Retrieved from scioteca.caf.com/ : <http://scioteca.caf.com/>

ANEXO

INFORME DEL TALLER DE DIFUSIÓN

El Ministerio de Transportes y Comunicación (MTC) y la Organización Internacional de Trabajo (OIT), con fecha 14 de junio del 2019 organizaron el taller en el que se presentó el 'Estudio para el Desarrollo de Modelos de Negocio Verde en Servicios de Transporte Urbano para Perú'.

La estructura de la presentación contempló los siguientes puntos:

1. Contexto
2. Objetivos de la Consultoría
3. Marco Conceptual
4. Casos Internacionales
5. Casos Nacionales
6. Análisis de la rentabilidad de modelos de negocio verde, versus modelo de negocios convencionales
7. Conclusiones y recomendaciones

La inauguración del Taller estuvo a cargo del señor Hernán Cevallos como representante de la OIT, Segundo Roncal como representante de la DGASA-MTC y Pedro Olivares de la Dirección de Políticas del MTC.

El público asistente al referido taller (aproximadamente 50 personas), estaba conformado por representantes de empresas proveedoras de buses, empresas proveedoras de GNV, empresas de transporte de unidades de negocios independientes que vienen circulando en Lima, representantes de consorcios operadores de los corredores complementarios, representantes de la Federación de Trabajadores de Transporte en el Perú, representantes del proveedor de energía eléctrica en Lima, representantes de organismos de cooperación internacional como es el caso de GIZ y BID, entre otros.

Luego de la presentación del consultor, la ronda de preguntas, aportes y sugerencias dadas por los diferentes asistentes al taller fueron:

- ✓ Representante del MINEM indicó que existen estudios sobre emisiones en el que demuestran que el GNV no necesariamente emite menos GEI que el diésel, pero que si es un combustible más limpio. Asimismo, preciso que dicho ministerio tiene a su carga la Nama de Transporte pero por el lado de energía a diferencia de la Nama Transperú que ve el MTC.
- ✓ Representante de la empresa VOLVO, indicó que la empresa vende buses tanto híbridos como buses eléctricos y que en su opinión todo el sistema de transporte

debe de reestructurarse. Asimismo, mencionó que debe de analizarse la viabilidad de cambio de tecnología en las unidades de transporte vía el criterio de disponibilidad.

- ✓ Representante de la empresa ACTU que participa en la operación del corredor rojo y del corredor amarillo, manifestó que el tema del transporte debe priorizarse a nivel de una Política Nacional del estado. Manifestó también que el caos vehicular y la pérdida de tiempo son inmanejables y generan sobrecostos a la operación de las rutas licitadas por su empresa, principalmente al corredor rojo en el que el gasto en GNV es bastante elevado por ese motivo. Adicionalmente, el participante manifestó que debería de aprovecharse en Perú la tecnología que se encuentra disponible como lo es el GNV, sobre el cual se debería de maximizar su uso.
- ✓ Intervención del representante de la Federación de Transporte Urbano, opinó que el transporte urbano requiere de una reconversión laboral, que se deben de cambiar los Sistemas Integrados de Transporte como es el caso de Ica, en donde prima un parque automotor bastante antiguo y un número excesivo de taxis en operación. Manifestó que no se tiene claro el cómo se van a desechar las baterías que ya cumplan con su período total de uso. Finalmente indicó su preocupación porque el Transporte en Perú sea masivo, seguro, decente, ecológico y humano.
- ✓ El representante de la empresa SCANIA manifestó que tanto en Perú como en Colombia el combustible abundante es el GNV y por lo tanto se deben de dar medidas para un cambio total en la matriz energética del país utilizando el GNV en reemplazo del diésel. Asimismo, indicó que falta tener claro el esquema de subsidios y financiamiento.
- ✓ El representante de la empresa Gases del Pacífico – Quavii, que tiene la concesión de distribuir de GNV a la zona norte del país, indicó su preocupación y observación en el sentido que ninguna empresa de transportes de Trujillo cuenta con una estabilidad jurídica de largo plazo, para que con ello puedan cerrar algún tipo de colaboración conjunta y de estructura de financiamiento.
- ✓ La intervención del señor Jorge Narváez, mencionó que el parque automotor está sobredimensionado y que las autoridades deberían hacer un ordenamiento del mismo.

Luego de la ronda de preguntas y opiniones, se dio por cerrado el taller, con la indicación de los representantes del MTC y la representante de la OIT, de remitir la presentación realizada vía correo electrónico a los asistentes a la reunión que así lo deseen.