



BUAP

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ingeniería

Secretaría de Investigación y Estudios de Posgrado

**ANÁLISIS DE LA ELECTROMOVILIDAD PARA EL
SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO RUTA, EN LA
CIUDAD DE PUEBLA**

TESIS

Que para obtener el grado de

MAESTRO EN INGENIERÍA

Con opción terminal en Tránsito y Transporte

Presenta:

NOÉ TLALOLINI SORIANO

Asesor de tesis:

M.I. Juan José Benítez Suárez

Coasesor de tesis:

M.I. José Luis Stefanoni Minutti

Puebla, Pue.

Mayo 2025

A Dios en primer lugar
Gracias Señor por permitirme obtener este grado
Que siempre fue un anhelo en mi vida

A mis padres:

† Alberto Tlalolini Fernández
† Elvira Soriano Soriano
Siempre presentes

A mis hermanos:

Lic. Norma Tlalolini Soriano
Lic. Rodrigo Tlalolini Soriano
Con cariño y respeto

A mi hija:

Lic. Nohemí Tlalolini Cuautle
Con inmenso amor y cariño por creer en mí

GRACIAS

A mi asesor

M.I. JUAN JOSÉ BENÍTEZ SUÁREZ

Por su incalculable apoyo y comprensión

Para la realización del presente trabajo

A mi coasesor

M.I. JOSÉ LUIS STEFANONI MINUTTI

Sin su decidido apoyo no hubiera sido posible

La obtención de este grado y la realización de este trabajo

Al honorable jurado

A la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

Mi Alma Mater siempre presente en mi vida

gracias

INDICE

Introducción	5
Capítulo I	7
Planteamiento del problema	
1.1 Justificación	
1.2 Objetivo general	
1.3 Objetivos específicos	
1.4 Metodología	
Capítulo II	11
Panorama actual del sistema de transporte público RUTA en la ciudad de Puebla	
2.1 Línea 1 del sistema RUTA, Tlaxcalancingo-Chachapa	
2.2 Línea 2 del sistema RUTA, 11 Norte-Sur, Margaritas-Diagonal	
2.3 Línea 3 del sistema RUTA, Valsequillo-Capu	
2.4 Línea 4 del sistema RUTA, Periférico Ecológico	
Capítulo III	20
Sistemas eléctricos de Transporte público actuales	
4.1 Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México	
4.2 Organismo Público Metrobús	
4.3 Sistema de Transporte Colectivo Metro	
4.4 Red de Transporte de Pasajeros CDMX	
4.5 Secretaría de Movilidad CDMX taxis eléctricos	
Capítulo IV	44
Análisis económico de la electromovilidad para el sistema de transporte público RUTA en la ciudad de Puebla.	
5.1 estructura de costos para los sistemas de transporte	
5.2 costos fijos en sistemas de transporte	
5.3 costos variables en sistemas de transporte	
5.4 comparativa entre unidades eléctricas y a base de combustibles fósiles	
Conclusiones	63
Bibliografía	64

Introducción

La realidad actual es compleja, formamos parte de un mundo en constante evolución donde la conservación de nuestro hábitat es imprescindible para la raza humana, como consecuencia de la creciente industrialización, la contaminación ambiental cada día es mayor. México no es ajeno a estos problemas, sin embargo, a pesar de los importantes avances que ha experimentado el país, todavía persiste un rezago en áreas importantes como la infraestructura y los transportes. Parte fundamental del desarrollo económico de cualquier estado de la república, es el transporte público, debido a que en gran medida es el reflejo de una adecuada planeación o la ausencia de ella,

la tendencia mundial en materia de transporte, en estos momentos se dirige hacia la electromovilidad, sin embargo, aunque no logramos resolver el problema de transporte con las circunstancias actuales, debemos prepararnos para migrar hacia la movilidad eléctrica, lo cual implica un reto importante. El mundo avanza y la misma dinámica exige la utilización de nuevas tecnologías con energías limpias que permitan contribuir a eficientar el transporte público, dado que actualmente en Puebla se opera con esquemas atrasados de transporte público que van en detrimento de la población y frenan de manera directa o indirecta el desarrollo económico y las inversiones en el Estado, es conveniente analizar la implementación de la movilidad eléctrica en el transporte público y lo que ello requiere, actualmente en la república mexicana ya operan sistemas de transporte público eléctricos, en Yucatán, Monterrey, Jalisco, Estado de México y la Ciudad de México, por lo que se puede aprender de su experiencia en la materia, en la ciudad de Puebla en el año 2013 inició operaciones el sistema de transporte RUTA (Red Urbana de Transporte Articulado), a pesar de las reticencias por parte del sector transporte tradicional, la implementación de este sistema de transporte público en carril confinado fue un acierto debido a que demostró las bondades de un sistema de transporte integrado.

El sistema RUTA, está en el camino correcto (Moreno, 2024), aunque dista todavía de la eficiencia, debido a que son numerosos los aspectos por corregir y todavía hay áreas no utilizadas dentro de ese mismo sistema para mejorar mucho más, hasta la fecha la mayoría de las unidades de transporte del sistema RUTA funcionan con combustibles fósiles y algunas son híbridas, por lo que es de considerable importancia analizar la viabilidad de sustituir las unidades actuales por eléctricas, como antecedente, En 2010 se realizó el estudio denominado

Programa Sectorial de Movilidad del área Metropolitana de la Ciudad de Puebla, el cual definió los principales corredores de transporte sobre los que se debía desarrollar un sistema integrado de transporte que promoviera una movilidad adecuada para la ciudadanía de la Zona Metropolitana. (carreteras de cuota puebla, 2024).

Actualmente, el transporte público en Puebla funciona en su mayoría mediante el sistema de concesiones. El sistema RUTA, tiene 3 líneas y una línea más que recientemente inició operaciones sobre periférico, esta última con la particularidad de que inició con 16 unidades híbridas y 34 unidades que funcionarán con gas natural (Rocha, 2024). Las 3 primeras líneas, con un parque de 330 unidades, aún funcionan a base de combustibles fósiles y si a eso agregamos que el 60% de esas unidades se acercan a cumplir su período de vida útil (poblanerías.com, 2024). El análisis de la viabilidad de la electromovilidad en el sistema RUTA, cobra mayor relevancia.

En el capítulo 1 del presente trabajo, se realiza el planteamiento del problema, así como la justificación de la alternativa de solución del mismo, se describe el objetivo general y los objetivos específicos del tema, así como la metodología utilizada.

En el capítulo 2, se describe el panorama actual del sistema RUTA en la ciudad de Puebla, las distintas rutas, así como los recorridos y las características de las unidades que actualmente están en operación.

En el capítulo 3, se analiza el marco legal actual en materia de transporte, para saber si con el marco jurídico actual es posible una transición a un sistema de transporte eléctrico, así como se enumeran propuestas en materia legislativa.

En el capítulo 4, se realiza un análisis de los sistemas de transporte eléctricos actuales en el país, así como su caracterización de acuerdo a la información disponible.

En el capítulo 5 se analiza la viabilidad económica de implementar unidades eléctricas en el sistema de transporte público RUTA, de forma general, se presentan los costos de inversión o capital y los costos de operación, para terminar con las conclusiones producto de este trabajo, por lo que esperamos sirva el presente documento como referencia para la futura implementación de la electromovilidad en el transporte público en la ciudad de Puebla.

Capítulo I

Planteamiento del problema

En la actualidad el transporte público en la zona metropolitana de Puebla presenta problemas en tres componentes fundamentales: usuarios que padecen un servicio deficiente, rutas que no responden a las necesidades de los usuarios y problemas en la operación y en el servicio de transporte público, por lo que podemos definir que Puebla enfrenta un panorama bastante complicado en materia de transporte público, derivado de una falta de planeación, pues las rutas se definieron hace años en función de objetivos distintos a los que marcaban los estudios técnicos, por lo que actualmente los tiempos de traslado son cada vez mayores.

El transporte es una de las causas principales de los impactos negativos al medio ambiente en México, el sector del transporte es el mayor emisor de gases de efecto invernadero (GEI), representando aproximadamente el 25% de las emisiones totales (gobierno de México, 2024). Debido a las repercusiones ambientales, en las zonas urbanas, hay aspectos nocivos para la flora y la fauna, pero el más importante son las afectaciones a la salud humana, derivada de las necesidades de movilidad a través de medios automotores, cuyos efectos están relacionados con las emisiones contaminantes y el ruido, generados por la operación vehicular, el aumento constante de la población urbana y sus necesidades de transporte, traen consigo el crecimiento de la motorización, esto conlleva a que las emisiones de las fuentes móviles sean consideradas como parte de la problemática ambiental y por tanto requieren ser incluidas dentro de las estrategias para el mejoramiento de la calidad del aire urbano.

Además de los impactos ambientales directos causados por las fuentes móviles durante su operación, existen impactos indirectos, tales como los derivados de las grasas y aceites usados, en la ciudad de Puebla actualmente existe un parque vehicular de 5,245 unidades del transporte público de acuerdo a datos de la Secretaría de Movilidad del Estado (Moreno, e-consulta, 2024). la totalidad de estas unidades móviles utilizan combustibles fósiles, sin embargo, un aspecto a recalcar es el estado de los mismos, la mayoría están en proceso de chatarrización por lo que las emisiones son aún mayores a pesar de programas de verificación implementados por el Gobierno estatal, estas unidades operan bajo el esquema concesionario.

Podemos resumir lo anterior, en que la mayoría de las unidades de transporte público son obsoletas y contaminan, aunado a lo anterior, es importante hacer notar que, a la fecha, la

electromovilidad en el transporte público es incipiente en el Estado de Puebla, por lo que se carece de infraestructura de recarga adecuada y recursos humanos para operarla.

El sistema RUTA es el primer sistema de transporte integrado en la ciudad, pero requiere importantes cambios en su estructura de funcionamiento ante el incremento de la demanda de usuarios (garnica, 2024). Además de que también utiliza combustibles fósiles.

1.1 Justificación

En el futuro de la movilidad, la descarbonización es esencial, fomentar la electrificación del transporte público es fundamental para lograr cielos más limpios. Lograrlo implica desarrollar una estrategia integral que abarque la creación de ecosistemas de infraestructura, modelos financieros y la digitalización, que respalden la viabilidad de los proyectos de transporte, en América Latina este desafío adquiere una relevancia aún mayor, un ejemplo destacado es la electrificación de la línea 3 del Metrobús en la Ciudad de México, donde han implementado exitosamente 60 vehículos articulados de 18 metros completamente eléctricos (Portal de Gobierno de la Ciudad de México, 2023).

la electrificación en el transporte público también se está implementando en estados Mexicanos como Yucatán, donde podemos apreciar que la electromovilidad es posible y viable, el objetivo principal es automatizar, descarbonizar y digitalizar el transporte público urbano, mediante la implementación de unidades cero emisiones, con respecto al tema de la digitalización del transporte público, es importante hacer notar que desde el punto de vista del usuario, la digitalización significará mayor comodidad y eficiencia (gobierno de México, 2024).

Además del uso del teléfono celular como sustituto de la tarjeta o el billete físico, tener información actualizada en tiempo real de rutas y horarios disponibles es otro de esos servicios que ya es una realidad en muchas ciudades. Si además la red de transporte público se digitaliza totalmente y estos datos se utilizan no sólo para dar información al usuario, sino para realizar cambios que mejoren la fluidez y la puntualidad del servicio, la red de transporte público logrará el que debería ser su objetivo prioritario: convertirse en la opción más cómoda y atractiva para desplazarse de un punto a otro, impulsando así, la sostenibilidad en las ciudades.

Aunado a lo anterior, actualmente, la tendencia mundial es hacia la electromovilidad, armadoras de autos están modificando de manera importante su infraestructura de producción, por lo que se vislumbra un horizonte sin vehículos de combustión interna.

1.2 Objetivo general

El objeto del presente documento es analizar la posibilidad de migrar a la movilidad eléctrica, en el sistema de transporte público RUTA, con la finalidad de identificar los elementos necesarios para lograr ese fin, para saber si con los componentes actuales del sistema de transporte es posible migrar hacia un sistema eléctrico, para lograr lo anterior, iniciamos desde el concepto mismo de electromovilidad, según la SENER (2023):

La movilidad eléctrica o electromovilidad es un término que se utiliza para todo tipo de transportes que emplean tecnologías de propulsión eléctrica, de manera total o parcial, como bicicletas, motocicletas, trenes, aviones, vehículos, entre otros, acompañándose de la infraestructura y las tecnologías de comunicación. Este tipo de vehículos pueden contener baterías para almacenar la energía o, también, pueden estar alimentados directamente a la línea eléctrica, como el sistema de transporte colectivo (metro), o por una catenaria, como el trolebús; por otro lado, la implementación de hidrógeno en celdas de combustible que generen electricidad para alimentar las baterías de los vehículos es también una forma de electromovilidad. (Flores hernández & Tovar Paulino, 2023)

De esta definición, podemos establecer que la electromovilidad no sólo es la sustitución de unidades que funcionen a base de combustibles fósiles por unidades eléctricas, sino que requiere la revisión de la infraestructura existente, las tecnologías de comunicación para su operación, y agregaríamos el marco jurídico necesario, la creación de un ente regulador, es decir la autoridad de la movilidad que promueva la participación pública, lo anterior lo podemos resumir en un concepto llamado LA GOBERNANZA DE LA MOVILIDAD.

1.3 Objetivos específicos

-Realizar una revisión de los elementos que conforman el sistema de transporte público RUTA, como son unidades de transporte, ubicación y número de patios, estado general de la vialidad por la que circulan, para definir las condiciones de operación actuales.

-Evaluar las distancias recorridas en las diferentes rutas para establecer en primer lugar el grado de autonomía y cuál es la tecnología de recarga más adecuada.

-En base a los marcos legales existentes en el país en materia de sistemas de transportes eléctricos, proponer los aspectos principales que debe contener una ley de transporte eléctrico, así como lo relativo a las plataformas de software.

-Elaborar una comparativa de los distintos tipos de baterías para establecer si existe algún tipo de impacto ambiental, y en su caso proponer un programa de reciclaje.

-Elaborar una comparativa de consumo energético entre una unidad que funcione con combustibles fósiles y otra que funcione a base de energía eléctrica para establecer la diferencia en cuanto a costos fijos y costos variables, elaborando la función costo y realizando la gráfica respectiva para ilustrar lo anterior.

1.4 (Metodología)

En la realización del presente trabajo es necesario obtener datos de tipo cualitativo y cuantitativo, con respecto a los primeros, se toman como referencia ***la encuesta de satisfacción y calidad en el servicio*** que carreteras de cuota de Puebla aplica anualmente a los usuarios del sistema RUTA, en estos datos se analiza la percepción de la gente con respecto al servicio de transporte público, en contraparte también se utilizan los datos que aporta el INEGI de la ***Encuesta Nacional de Calidad e Impacto Gubernamental 2023***, en la cual se analiza la percepción del servicio de transporte público pero en lo concerniente a microbuses, combis y autobuses, en ambos casos la información utilizada es de tipo cualitativo.

De igual forma para evaluar el consumo energético de las unidades tanto eléctricas como las que funcionan con combustibles fósiles se requieren cantidades establecidas para realizar la comparativa respectiva, así como el costo de adquisición de las unidades, esta información es de tipo cuantitativo, por lo que la metodología de investigación es mixta.

Capítulo II

Panorama actual del sistema de transporte público RUTA en la ciudad de Puebla

En el año 2013 inició actividades el sistema de transporte BRT (Bus Rapid Transit) en la ciudad de Puebla, por primera vez se implementaba un sistema de transporte integrado que opera en un carril confinado, lo que al principio generó ciertas suspicacias, con el paso del tiempo fue generando un mayor consenso entre los usuarios. La Red Urbana de Transporte Articulado (RUTA) es un sistema de transporte público masivo de personas de la Zona Metropolitana de la ciudad de Puebla, que abarca los municipios de Puebla, Amozoc, Santa Clara Ocoyucan y San Andrés Cholula. Cuya principal característica es la organización administrativa y operativa del servicio, cuenta con 4 líneas troncales y 33 rutas alimentadoras.

El servicio es otorgado con unidades tipo padrón con capacidad nominal de 100 personas y unidades articuladas con capacidad para 160 personas, que circulan en carriles de uso exclusivo y realizan paradas en estaciones seguras para las personas usuarias; así mismo, cuenta con rutas alimentadoras que amplían la cobertura del servicio; La red del sistema abarca 692 km de recorridos. El servicio se encuentra concesionado a empresas especializadas en la prestación de servicios de transporte público de personas pasajeras, mismas que son supervisadas por el Organismo Público Descentralizado denominado Carreteras de Cuota-Puebla, para garantizar la calidad de los servicios (Portal Gobierno de Puebla, 2024).

El acceso al servicio es a través de un sistema de prepago que permite a las personas usuarias el uso de tarjetas electrónicas personales, mismas a las que se puede abonar saldo en equipos de recaudo ubicados en estaciones y terminales de las 4 Líneas del sistema. (Portal Gobierno de Puebla, 2024).

Este capítulo lo dividiremos en 4 partes cada una para analizar el funcionamiento correspondiente a cada ruta.

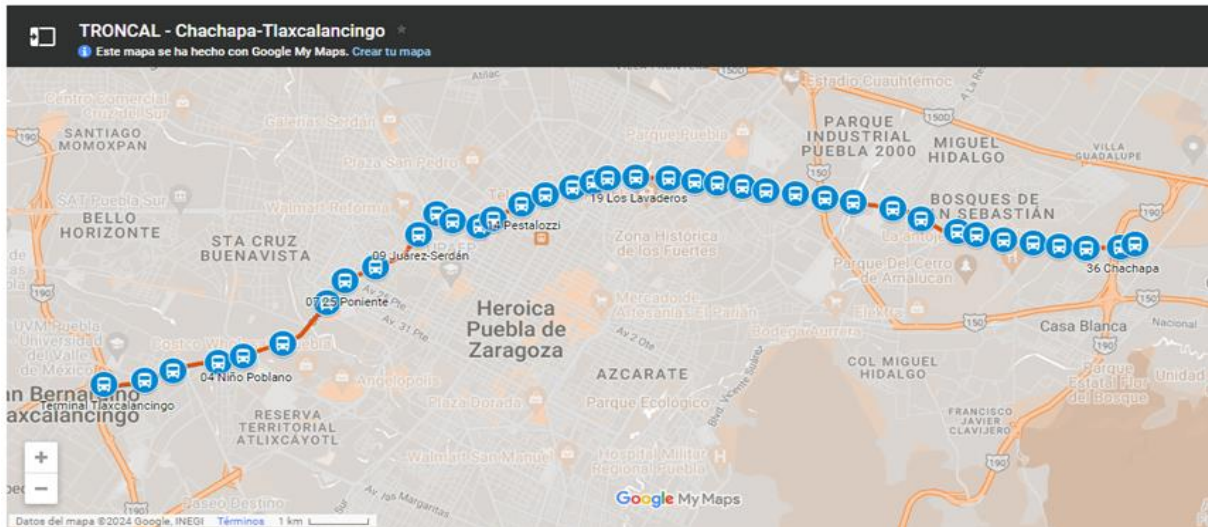
2.1 Línea 1 del sistema RUTA, Tlaxcalancingo - Chachapa

Fue inaugurada el 16 de enero de 2013. La primera línea del sistema abarca desde Tlaxcalancingo hasta la Terminal Chachapa, con un total de 18.5 km. De recorrido, la cual atraviesa la Zona Metropolitana de Puebla de Nororiente a Surponiente, uniendo dos extremos del Periférico Ecológico y tocando parte de los municipios de Amozoc, San Andrés Cholula

conectando con la línea 2 en las estaciones Diagonal Oriente y Diagonal Poniente y con la línea 3 en la estación China Poblana. Además de ser la única línea en tener una estación con un paso a desnivel, la estación Juárez-Serdán, el recorrido se observa en la siguiente figura:

Figura 1

Recorrido de la línea 1 RUTA



Nota. En esta imagen podemos apreciar el recorrido que realiza la línea 1 del sistema de transporte público RUTA. Reproducida de Red Urbana de Transporte Articulado 2024.

<http://ruta.puebla.gob.mx/linea-1>

La línea incluye dos estaciones de transferencia y 36 paraderos espaciados cada 400 y 500 metros. Las avenidas que recorre la línea son: la Carretera Federal Puebla-Atlixco, Bulevar Atlixco, Avenida 10 Poniente, Avenida Diagonal Defensores de la República, Avenida Ferrocarril, Avenida El Pilar y Calle laureles, el corredor Troncal inició operaciones con 22 autobuses: 6 autobuses articulados Mercedes-Benz Marco polo Gran Viale y 16 autobuses padrón Mercedes-Benz Marco polo Torino. Las rutas alimentadoras operan con autobuses Mercedes-Benz BECCAR Urbus (Wikipedia, 2024).

Un aspecto importante para cada sistema de transporte es la identificación del mismo, en este caso la ruta 1 es de ámbito **suburbano**, medio **terrestre**, modo **autobús** y especialización

transporte de pasajeros (Molinero Molinero & Sánchez Arellano , 2002). Opera en un horario de 05:00 a.m. a 23:00 de lunes a domingo.

2.2.-) Línea 2 del sistema RUTA, 11 Norte-Sur, Margaritas-Diagonal

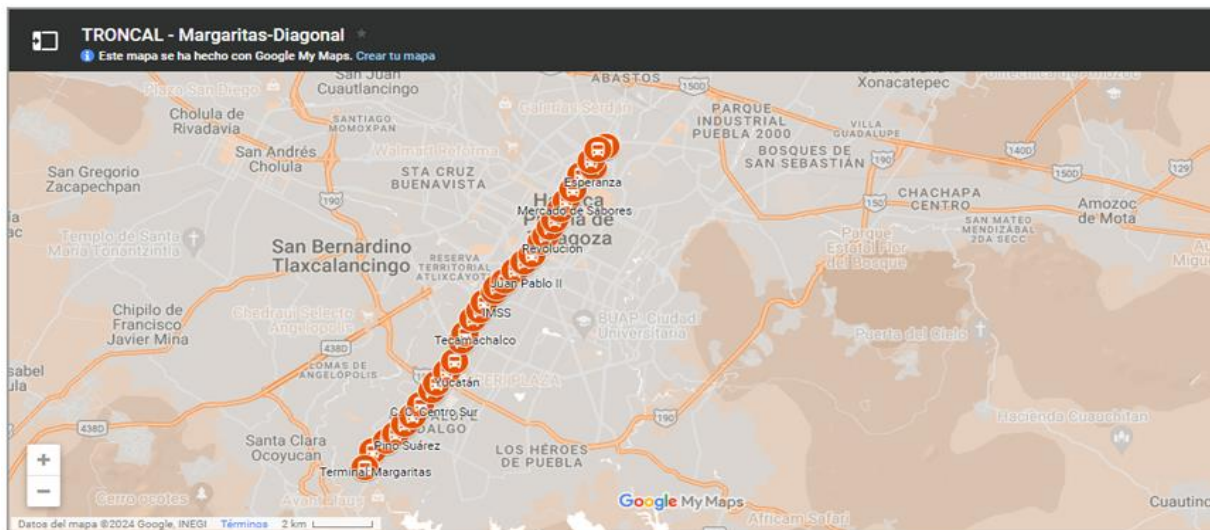
La línea 2 del sistema RUTA funciona sobre el corredor 11 norte – sur, empezó a ser planificada en 2014 y comenzó a construirse ese año. fue inaugurada el 10 de abril de 2015. El corredor troncal abarca una distancia de 13.9 km sobre la Avenida 11 Norte-Sur, su recorrido inicia en la Avenida Limones y concluye en la Diagonal Defensores de la República, conectando a la línea 1 entre las estaciones 11 Norte - Constitución de 1917 y El Rayito y con la línea 3 en la estación 43 Poniente - Huexotitla. Personal y choferes del grupo Autobuses de Oriente (ADO) operan de la Línea 2 (Wikipedia, 2024).

El servicio de la Línea 2 de RUTA inició operaciones con 65 unidades. En el troncal con 27 autobuses articulados con capacidad para 161 personas, de la marca sueca Scania y carrocería Neobus MEGA BRT, quienes cuentan con motores de alta eficiencia y potencia utilizados para trabajos pesados, certificados para no contribuir en el impacto ambiental pues son auxiliares en la actividad marítima; y 38 autobuses padrón Volkswagen Novacapre AME1 MD de 12 metros y capacidad nominal para 100 personas; además de 52 autobuses Volkswagen con carrocerías Ayco/Hidromex y Novacapre en 15 rutas alimentadoras, a partir del día 13 de abril de 2015 el horario de servicio se amplió de las 4 de la mañana a la media noche de lunes a domingo. Así como se aumentaron 20 autobuses adicionales en las rutas alimentadoras y 20 más en la troncal,

para el mes de mayo operan 182 unidades en la Línea 2, de las marcas Volkswagen, Scania, Volvo y Mercedes Benz; en la troncal operan 42 autobuses articulados, 28 autobuses padrón y 20 autobuses que ofrecen servicio directo; en las alimentadoras operan 92 autobuses convencionales, de acuerdo a datos del titular de la Secretaría de Infraestructura y Transportes, se prevé que diariamente transporte 364 mil usuarios, dando un beneficio total de más de un millón 539 mil habitantes (Wikipedia, 2024).

Figura 2

Recorrido de la línea 2 RUTA



Nota. En esta imagen podemos observar el recorrido que realiza la línea 2 BRT. Reproducida de Red Urbana de Transporte Articulado 2024. <http://ruta.puebla.gob.mx/linea-2>

De la misma manera, se procede a la identificación del sistema de transporte, en este caso la ruta 2 es de ámbito **urbano**, medio **terrestre**, modo **autobús** y especialización **transporte de pasajeros** (Molinero Molinero & Sánchez Arellano , 2002).

Figura 3

Unidades Articuladas del Sistema RUTA



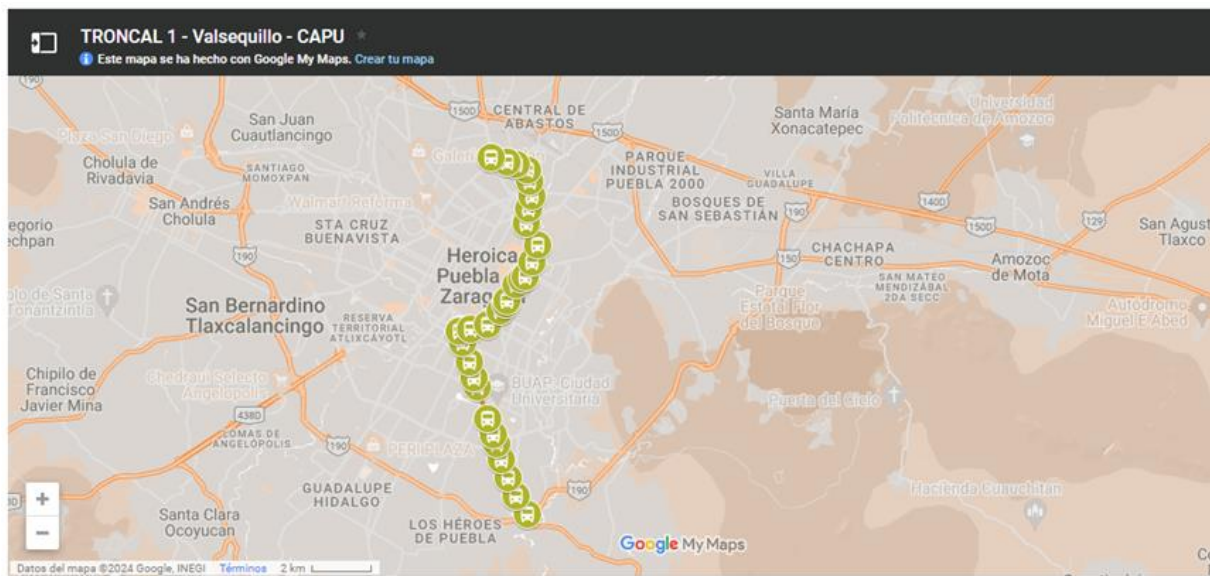
Nota. Unidades articuladas en operación, imagen reproducida de CAMBIO diario, Tere murillo,2024 <https://www.diariocambio.com.mx/>

2.3 Línea 3 del sistema RUTA, Valsequillo-Capu

La línea 3 del sistema RUTA inicia en Valsequillo y termina en la central de autobuses CAPU, esta tercera línea del Sistema comprende 15.3 kilómetros de recorrido y 32 estaciones. Comenzó a construirse en septiembre de 2017 y en noviembre de 2018 fue inaugurado por el exgobernador de Puebla José Antonio Gali Fayad. “Proyecto de Transporte Masivo de la Cuenca Norte Sur de la Zona Metropolitana de Puebla, Corredor 3 Valsequillo CAPU”, fue el nombre con que se conoció durante su planeación y desarrollo el proyecto de la Línea 3, mismo que derivó del proyecto de la Línea 2, y amplió la cobertura del sistema hacia el sur de la ciudad, esta vez acercando el servicio a uno de los principales nodos de transporte suburbano y foráneo: la Central de Autobuses de Puebla (CAPU). El inicio del proyecto ocurrió en marzo de 2017, iniciando operaciones en noviembre de 2018. Parte de la zona de Valsequillo hasta la zona de la CAPU, es decir Bulevar Norte, y tiene un ramal que conecta con la línea 2, y se compone de 12 autobuses articulados y 25 unidades padrón, 35 camiones alimentador. (Gobierno del Estado de Puebla, 2024).

Es la primera línea de la red que tiene conexión directa con otra línea, permitiendo a los pasajeros transbordar de la línea 3 a la 2 (y viceversa) pagando solamente un pasaje. La línea también cuenta con paraderos ecológicos y unidades con bajas emisiones de contaminantes (Wikipedia, 2024), De manera similar, se procede a la identificación del sistema de transporte, en este caso la ruta 3 es de ámbito **urbano**, medio **terrestre**, modo **autobús** y especialización *transporte de pasajeros* (Molinero Molinero & Sánchez Arellano , 2002).

Figura 4
 Recorrido de la línea 3 RUTA



Reproducida de Red Urbana de Transporte Articulado <http://ruta.puebla.gob.mx/linea-3>

A continuación, presentamos un concentrado de características en infraestructura y número de vehículos del sistema RUTA BRT y las 3 líneas en operación actuales.

Figura 5
 Características del Sistema de Transporte RUTA

Características	Línea 1	Línea 2	Línea 3
Longitud de corredor	18.5 km	13.9 km	15.3 km
Estaciones	36	33	28
Terminales	2	1	1
Rutas Alimentadoras	10 rutas	16 rutas	6 rutas
Unidades troncales	26 vehículos	67 vehículos	37 vehículos
Unidades alimentadoras	93 vehículos	72 vehículos	35 vehículos
Patios de encierro	2	1	1
Unidades de servicio exclusivo para mujeres y menores de edad	2 zafiros 2 articulados	2 padrones 2 articulados	4 padrones 3 articulados

Nota. En este Concentrado Podemos Apreciarc las Características Operativas del Sistema BRT.

Reproducido de Sistema RUTA 2024. <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>

2.4 Línea 4 del sistema RUTA, Periférico Ecológico

La línea 4 del sistema RUTA, inició operaciones el 12 de diciembre de 2024 con una etapa de prueba, de manera que los conductores estaban en capacitación, a diferencia de las líneas anteriores, es la primera línea del sistema en donde no se disponen de unidades y estaciones elevadas para su abordaje, sino que las unidades y estaciones son de piso, la línea 4 dispone de 32 paraderos en un trayecto de 41 km del recorrido. Dispone de conexiones con la Terminal Chachapa de la Línea 1 y la Terminal Valsequillo de la Línea 3 respectivamente y atravesará los municipios de Amozoc, Coronango, Cuautlancingo, Puebla, San Pedro y San Andrés Cholula. (Wikipedia, 2025)

El trayecto de la Línea 4 será sobre el Periférico Ecológico, una vialidad que actualmente no cuenta con rutas de transporte público y donde los habitantes recurren a unidades particulares que prestan el servicio de taxi colectivo, lo que está fuera de la ley. El objetivo del sistema RUTA, es mejorar la calidad de vida de los habitantes de la zona metropolitana de Puebla, a través de un sistema integrado de transporte, seguro, accesible, eficiente y de calidad. (bretón, 2024).

Figura 6

Unidades y paraderos de la línea 4 sistema RUTA

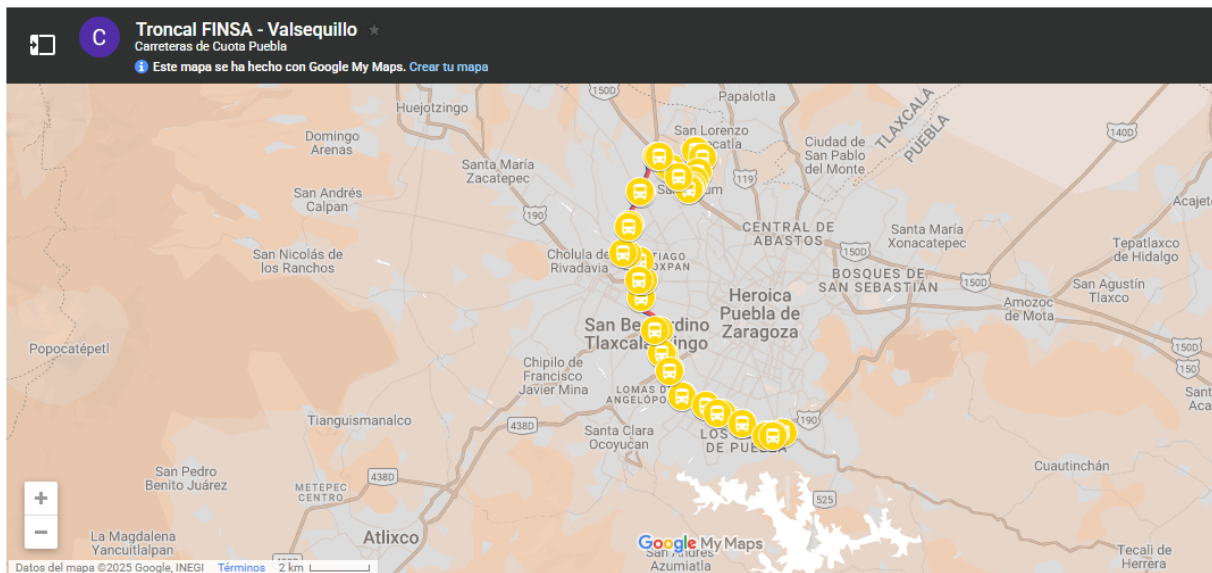


Nota. Paraderos y Unidades de la línea 4, sistema RUTA, reproducida de MTP Noticias 2024
<https://mtpnoticias.com/puebla/asi-son-los-camiones-electricos-de-linea-4-de-ruta-que-ya-hacen-pruebas-en-periferico-fotos/>

Desde el día de su anuncio se conoció que la cuarta línea del Metrobús servirá para conectar a seis municipios, el derrotero será sobre parte del Periférico Ecológico, partiendo desde la colonia Casa Blanca, perteneciente al municipio de Amozoc, hasta llegar a la zona industrial de FINSA, junto a la planta armadora Volkswagen, en Cuautlancingo. De esta manera se beneficiará a usuarios de Amozoc, Puebla, Coronango, Cuautlancingo, San Pedro y San Andrés Cholula Para esta nueva ruta de transporte para los poblanos se estima que se contará con 52 camiones articulados, los cuales harán ascenso y descenso de pasaje en 32 paraderos que se encuentran en un circuito de 41 kilómetros. De manera inicial se tienen listos 17 paraderos, secundarios y auxiliares. A lo largo del Periférico Ecológico hará conexión con las unidades de la Línea 1, que va de Tlaxcalancingo-Chachapa; con la Línea 2, de la Diagonal a la 11 Sur; y con la Línea 3, que recorre de la CAPU a Valsequillo. (bretón A. , 2024)

Figura 7

Recorrido Línea 4 RUTA



Nota. Recorrido de la Línea 4 Sistema Ruta, Reproducida de: [puebla.gob.mx](https://ruta.puebla.gob.mx)

<https://ruta.puebla.gob.mx/linea-4>

En el ejercicio se probó el ascenso y descenso de pasajeros en las diferentes estaciones que ya están construidas. Para las pruebas, se emplearon los nuevos vehículos

eléctricos de la marca china Yutong que ya tiene experiencia en México con la electromovilidad en el transporte público. Según su sitio de internet llevan aquí cinco años y hay al menos 800 autobuses circulando en el país, de entre los que destacan los de la capital con su propio sistema de Metrobús. (yutong , 2024)

El gobierno de Puebla ha planteado que esta cuarta línea funcionará con 16 vehículos híbridos y 34 que funcionan con gas natural, es decir 50 unidades en total. (Cuéllar, 2024)

Presentamos un concentrado del total de km. Diarios promedio, recorridos por unidad de cada línea de transporte, en el caso de la línea 4 es un estimado, dado que aún no entra en operación.

Tabla1

Distancias Recorridas en Kilómetros

Número de línea	Longitud de Corredor Km.	Km. Por vuelta	Total km. Diarios por unidad
Línea 1 (8v.)	18.50	37.00	296.00
Línea 2 (8 v.)	13.90	27.80	222.40
Línea 3 (8v.)	15.30	30.60	244.80
Línea 4 (6v.)	41.00	82.00	246.00

Nota. En esta tabla podemos apreciar la totalidad de kilómetros recorridos por cada línea de transporte Fuente: El Autor

Capítulo III

Sistemas Eléctricos de Transporte Público Actuales

En México, actualmente ya operan sistemas de transporte eléctricos en varios Estados como Jalisco, Yucatán y Nuevo León, en este capítulo se analizan los diversos tipos de transportes eléctricos existentes en estos Estados, como muestra de la viabilidad de su implementación.

El Tren Ligero de Guadalajara surgió con la finalidad de acabar con los serios problemas de movilidad y falta de transporte que presentaba la Ciudad en los años 80's, la primera línea inició operaciones el 1 de septiembre de 1989, después de varios estudios se diseñó un túnel de 5.3 kilómetros de longitud con 7 estaciones, que en un inicio fue utilizado por rutas de trolebuses eléctricos, esta línea cruza la Ciudad por el corredor Federalismo – Colón de Periférico Sur a Periférico Norte, en un tiempo promedio de 30 minutos, fue a principios de 1990 cuando se anunció la construcción de la segunda línea, que transita por uno de los principales corredores, la Avenida Javier Mina – Juárez. 4 años después, el 4 de Julio de 1994 la Línea 2 fue inaugurada. Operando con 10 estaciones subterráneas y 32 trenes (SITEUR sistema de tren eléctrico urbano, 2024).

Debido al gran número de usuarios que se trasladaban en el Sistema, se decidió comenzar con el Proyecto de Ampliación y Modernización de la Línea 1, el cual tenía como objetivo ampliar la oferta y mejorar el servicio. Por este motivo se ampliaron los andenes de las estaciones, se adquirieron más trenes para circular con convoyes triples y se extendió su recorrido un kilómetro más hacia el norte de la ciudad, tramo donde se construyó la Terminal Auditorio. Esta obra se realizó por 4 años, concluyendo sus trabajos el 10 de julio de 2019.

La Línea 3 se estrenó en septiembre de 2020, es una de las obras más importantes en cuanto a infraestructura de transporte público para el Área Metropolitana de Guadalajara y que suma a la apuesta del Gobierno de Jalisco por una movilidad integrada que conecte a los usuarios de forma rápida, accesible y segura, cruza los municipios de Zapopan, Guadalajara y Tlaquepaque a lo largo de 21.5 km y 18 estaciones, el tiempo total de su recorrido es de 33 minutos (SITEUR sistema de tren eléctrico urbano, 2024).

Figura 8

Línea 4 tren ligero Guadalajara



Tabla 2

Tiempos y distancias recorridas por las 3 líneas de tren ligero de Guadalajara

Línea	Distancia recorrida en km	Tiempo de recorrido en línea	Frecuencia Hora pico	Frecuencia Hora valle
1	16.5	63 minutos	5.30 min.	9 min.
2	8.5	36 minutos	4.0 min.	9.0 min.
3	21.5	75 minutos	6.15 min.	12.30 min.

Nota. En esta tabla podemos apreciar las distancias recorridas y las frecuencias, el tiempo de recorrido en línea es una vuelta completa de la ruta, fuente: (SITEUR sistema de tren eléctrico urbano, 2024)

A SITEUR también pertenece MI MACRO que es una empresa de transporte de unidades BRT (no eléctricas) que funciona con 2 líneas, y 1 línea de trolebús que se reinauguró el 02 de febrero de 2016 con 25 unidades marca DINA, que circulan a una velocidad promedio de 40 km/hr. En 2021 en Jalisco iniciaron actividades 38 autobuses eléctricos que operan con baterías, marca Sunwin de china, de 8.6 metros de largo y capacidad de 58 pasajeros cada uno, por lo que la diversidad de modos de transporte va en aumento en ese Estado, como dato comparativo la población del Municipio de Guadalajara al 2020 1,390,000 habitantes, puebla 1,692,000 habitantes.

Yucatán es otro Estado que también cuenta con transporte eléctrico llamado IE-TRAM, IE-TRAM es un sistema de transporte eléctrico de Autobús de Tránsito Rápido que inició operaciones el 15 de diciembre de 2023 en la Zona Metropolitana de Mérida, ubicada en el Estado de Yucatán, México, siendo la primera línea de transporte público totalmente eléctrico del sureste mexicano, este transporte semimasivo es parte del "Sistema de Transporte Metropolitano Amable y Sostenible" Va y Ven de la ciudad de Mérida, en su vertiente de BRT eléctrico, siendo la cuarta ciudad en México en tener transporte urbano de tipo eléctrico y la primera ciudad en México en contar con un sistema BRT totalmente eléctrico que funcione en su totalidad con autobuses eléctricos, para su operación y distintivo del sistema, se utiliza únicamente de buses modelo Ie-Tram de la marca española Irizar, mismo donde el gobierno de Yucatán tomaría el nombre para denominar a este sistema de transporte (wikipedia, 2024), a continuación presentamos las características de este sistema de transporte.

Tabla 3

Sistema BRT eléctrico IE-TRAM, Mérida

Línea	Nombre de ruta	Longitud	Estaciones	Conexiones
1	Plancha - Facultad de Ingeniería	16.75 km	58	 
2	Plancha - Kanasín	30.9 km	23	 
3	Plancha - Kanasín - Leones <i>(temporal)</i>	32.0 km	24	 
4	Plancha ↔ Estación Teya Tren Maya	14.2 km	7	 
5	CETRAM La Plancha - CETRAM Umán	28.5 km	32	 
6	Centro - Umán - Tren Maya	33.4 km	13	 

Nota esta tabla tiene la intención de comparar las distancias recorridas, así como el hecho de el clima requiere que las unidades estén climatizadas lo que genera un consumo adicional de energía. Fuente: (wikipedia, 2024)

Simbología:



Sistema de scooters eléctricos

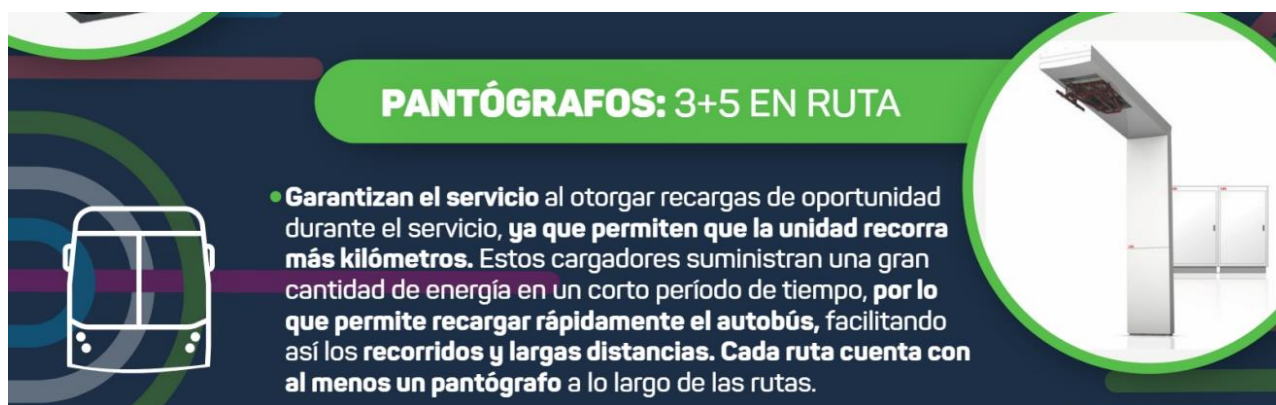


Sistema de ciclovías

Este sistema tiene entre otras particularidades el que se puede seguir la ruta descargando una aplicación en línea, asimismo, debido a la longitud del recorrido, cuenta al menos con un mecanismo de recarga de oportunidad llamado Pantógrafo a lo largo de la ruta. (Agencia de Transporte de Yucatán, 2024).

FIGURA 9

Mecanismos de recarga de las unidades eléctricas IE-TRAM



Nota. Este mecanismo de recarga permite aumentar el número de kilómetros recorridos fuente, imagen reproducida de Agencia de Transportes de Yucatán

Un aspecto a destacar de este sistema de transporte público es que opera bajo el esquema de pago por kilómetro recorrido (caamal, 2022).

Monterrey también es una ciudad que tiene sistemas de transporte eléctricos, conocido como Metrorrey es un tren ligero de tipo suburbano y lo opera una empresa llamada “**sistema de transporte colectivo Metrorrey**” constituida como organismo público por el congreso local el 09 de noviembre de 1987, actualmente cuenta con un total de tres líneas (la cuarta está en construcción), que cubre un total de 38 estaciones, Metrorrey es un sistema de tren ligero con una red complementaria de autobuses de los cuales algunos ya son eléctricos, la frecuencia de paso promedio es de 4 minutos con una velocidad máxima de 80 kilómetros por hora, la línea 1 funciona alimentada con una catenaria, lo mismo que la línea 2 y 3 (Metro Monterrey-Metrorrey, 2024), este sistema tiene entre otras características el pago del mismo a través de tarjeta y de aplicaciones.

Figura 10

Línea 2 Metrorrey, Nuevo León



Nota. Cada línea tiene un color distintivo, la línea 1 es de color amarillo, la línea 2 de color verde y la línea 3 de color naranja. Imagen Reproducida de Metrorrey línea 2. <https://www.metrorrey.mx/>

Se presenta a continuación una tabla con las características de distancia recorrida por las líneas de tren ligero en Monterrey.

Tabla 4

Distancias recorridas de las líneas de tren ligero en Monterrey

LINEA METRORREY	No. ESTACIONES	DISTANCIA RECORRIDA
1	18	18.0 km
2	14	13.7 km
3	8	7.0 km
4 (<i>en proceso</i>)	10	7.5 km (<i>automática</i>)

Nota. En esta tabla se presentan las distintas longitudes recorridas por las líneas de tren ligero

Fuente. Wikipedia https://es.wikipedia.org/wiki/L%C3%ADnea_1_del_Metrorrey

SISTEMAS DE TRANSPORTES ELÉCTRICOS CDMX

En esta parte del presente análisis revisaremos los sistemas de transporte público eléctricos de la CDMX, los cuales están agrupados en base al organismo que los administra, por lo cual tenemos el servicio de transportes eléctricos que opera los sistemas de tren ligero, cablebús y trolebús, enseguida está el Organismo público Metrobús el cual opera exclusivamente los sistemas BRT, para continuar con el Sistema de Transporte Colectivo Metro el cual como su nombre lo indica sólo opera el metro, después tenemos la Red de Transporte de Pasajeros CDMX, la Red de Transporte de Pasajeros de la Ciudad de México, también comercialmente RTP, es un servicio de transporte público convencional, operado por el Gobierno de la Ciudad de México. La red dispone de 103 líneas y una flota de 1360 autobuses (wikipedia, 2024). Para finalizar con los taxis eléctricos los cuales están operados por la Secretaría de Movilidad de la CDMX.

4.1 Servicio de Transportes Eléctricos de la CDMX

El servicio de transportes eléctricos de la CDMX es un organismo público que se encarga de operar todo lo relativo a los sistemas de transporte Cablebús, Trolebús y el tren ligero.

4.1.a Sistema Cablebús, el Sistema de Transporte Público Cablebús, conocido como Cablebús, es un sistema de transporte por teleférico que da servicio, por lo general, en zonas altas de la Ciudad de México. Su planeación, control y administración están a cargo del organismo público descentralizado Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México, cuenta con tres líneas asignándose un número para cada línea. Tiene una extensión total de 25.00 kilómetros y posee 19 estaciones. Todas las estaciones se encuentran dentro de la Ciudad de México. (Wikipedia, 2024).

Figura 11 sistema de transporte cablebús



Nota. Esta imagen fue reproducida de México desconocido <https://www.mexicodesconocido.com.mx/cablebus-mapa-lineas-estaciones-horarios.html>

en la siguiente tabla presentamos las características principales de este sistema.

Tabla 5

Características del sistema Cablebús CDMX

Estaciones	Línea	Nombre	Distancia	Cabinas	Tiempo de recorrido
6	1	Indios verdes Cuautepec	9.2 km	377	33.20 min
7	2	Santa marta Constitución de 1917	10.6 km	305	36 min
6	3	Los pinos constituyentes Vasco de Quiroga	5.5. km	71	21 min

Nota. Los datos aquí presentados fueron obtenidos del Servicio de Transportes eléctricos de la CDMX <https://www.ste.cdmx.gob.mx/cablebus>

4.2 Organismo Público Metrobús

El Metrobús es un sistema de autobús de tránsito rápido en la Ciudad de México. Su planeación, control y administración están a cargo del organismo público descentralizado Metrobús, el sistema cuenta con siete líneas, actualmente, se asigna un número y un color distintivo para cada línea. Tiene una extensión total de 125 kilómetros y posee 283 estaciones. La mayoría de las estaciones se encuentran en la Ciudad de México, el sistema de transporte BRT en la CDMX opera con 7 líneas de las cuales la línea 3 es completamente eléctrica, y el resto de las líneas están en proceso de sustitución a unidades eléctricas, es importante mencionar la gratuidad del servicio a persona de 70 años en adelante, con discapacidad evidente y niños o niñas menores de 5 años de edad (CDMX organismos descentralizados, 2024), otro aspecto a resaltar es en el aspecto operativo, el sistema Metrobús está conformado por empresas que están divididas en tres bloques, el primero son las encargadas de comprar, mantener y operar las unidades de transporte, el segundo las de recaudo son empresas responsables de la instalación, operación y mantenimiento de los sistemas de recaudo del sistema (máquinas expendedoras de tarjetas, torniquetes, validadores, cámaras de vigilancia y sistemas electrónicos para el procesamiento de información. Y finalmente el tercero y último las que concentran y administran los recursos que se generan por el pago de tarifa, es a través de éstas, que se realizan las instrucciones de pago entre las empresas prestadoras de servicios del sistema mediante Fideicomisos privados. (Metrobús cdmx, 2024).

Tabla 6*Características de las líneas de Metrobús en la CDMX*

Línea	Nombre	Distancia recorrida	Estaciones
1	Indios verdes-caminero	30 km	45
2	Tepalcates-Tacubaya	20 km	36
3	Tenayuca-Sta. cruz	17 km	33
4	Buenavista-san lázaro	28 km	39
5	Río de los remedios Preparatoria 1	15 km	18
6	Villa Aragón-el rosario	20 km	37
7	Indios verdes-campo marte	15 km	31

Nota. La presente información fue obtenida de:

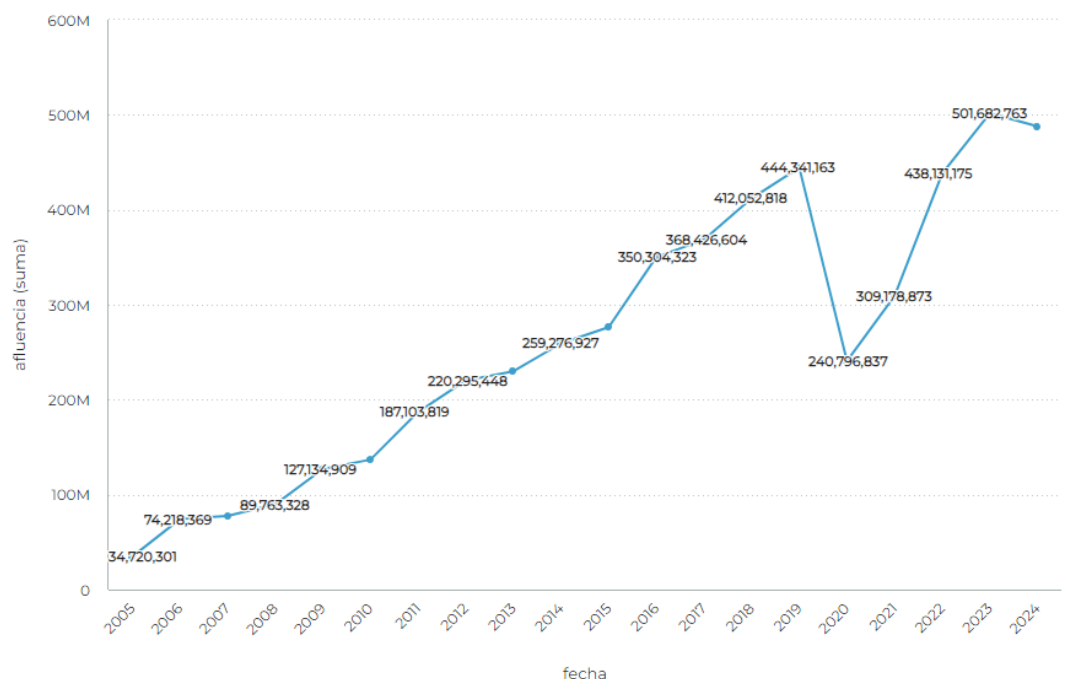
https://es.wikipedia.org/wiki/Metrob%C3%BAs_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico

De acuerdo a (Metrobús cdmx, 2024), la velocidad promedio de recorrido es 40 km/hora.

En la siguiente gráfica proporcionada por el Portal de Datos abiertos del Gobierno de la ciudad de México (Gobierno de la Ciudad de México, 2025), podemos analizar la afluencia de usuarios por año y se puede apreciar un brusco descenso de usuarios en el año 2020 debido a la pandemia del COVID 19, para posteriormente observar una recuperación del número de usuarios en el sistema de transporte Metrobús para el año 2023-2024.

Figura 12

Afluencia diaria del Metrobús CDMX



Fuente: Secretaría de Movilidad (SEMOVI)

Licencia: Español - Creative Commons Attribution 4.0

Nota. Gráfica reproducida del portal de datos abiertos del gobierno de la CDMX.

4.3 Sistema de Transporte Colectivo Metro

El Metro de la Ciudad de México es la red de ferrocarril metropolitano de la capital mexicana, la Ciudad de México y su área metropolitana. Su operación y explotación está a cargo del organismo público descentralizado denominado Sistema de Transporte Colectivo (STC), y su construcción, a cargo de la Secretaría de Obras y Servicios de la Ciudad de México (antes Secretaría de Obras y Servicios del Distrito Federal).

En el 2006, ocupó el tercer lugar a nivel mundial en captación de usuarios, al transportar a un promedio de 3.9 millones de pasajeros al día (en ocasiones superado por los metros de Nueva York, Moscú y Tokio). Se conoce coloquialmente como Metro, por la contracción del término tren metropolitano, también en ese año obtuvo el quinto lugar a nivel mundial por la extensión de su red que tiene una longitud de 226.49 km.

Actualmente cuenta con 12 líneas y está formado por trenes soportados con rodadura neumática, excepto la línea A y 12 que tienen rodadura férrea (wikipedia, 2025)

A continuación, sus características más relevantes

Tabla 7

Características y número de usuarios del sistema Metro de la Ciudad de México

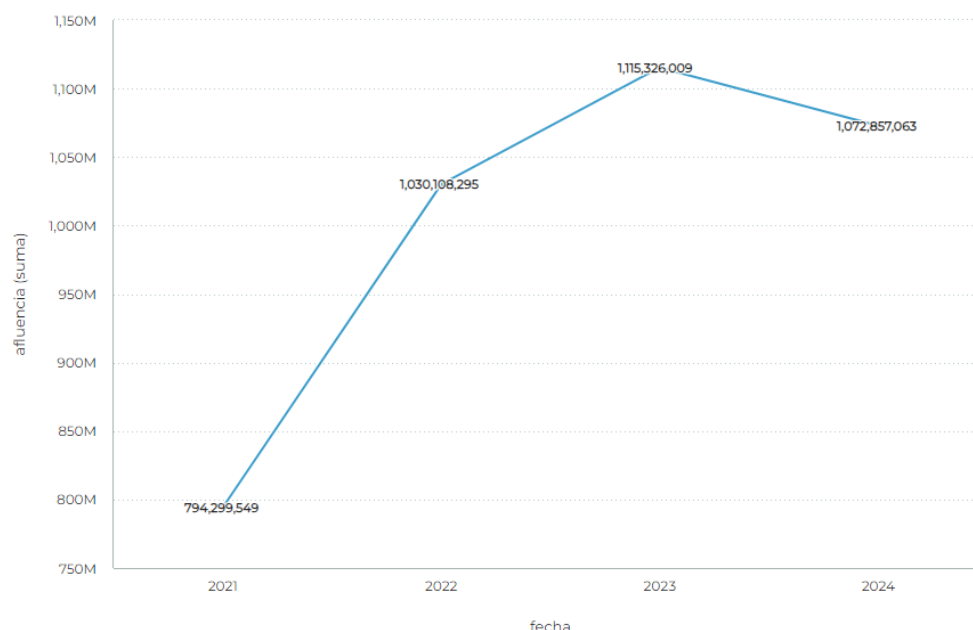
Línea	Longitud de vía en Km	Estaciones	Ruta	Usuarios 2024	Mensual 2024
1	18.8	20	Observatorio-Pantitlán	67 799 070	5,649,922
2	23.43	24	Tasqueña-4 caminos	212 233 035	17,686,086
3	23.61	21	I.Verdes-universidad	172 315 795	14,359,650
4	10.75	10	Martín carrera-sta. anita	24 858 632	2,071,553
5	15.67	13	Politécnico-Pantitlán	59 639 476	4,969,956
6	13.95	11	Rosario-Martín carrera	38 808 804	3,234,067
7	18.78	14	Rosario-barranca del muerto	85 606 835	7,133,903
8	20.08	19	Garibaldi-constitución de 1917	124 612 151	10,384,345
9	15.37	12	Tacubaya-Pantitlán	80 632 078	6,719,340
A	17.19	10	Pantitlán-la paz	71 683 242	5,973,603
B	23.72	21	Buenavista-ciudad Azteca	128 639 393	10,719,949
12	24.5	20	Tláhuac-Mixcoac	105 030 602	8,752,550

Nota. La presente información fue obtenida del sitio “afluencia del Metro de la ciudad de México” y los recuadros que están marcados de color azul indican que las líneas están operando parcialmente, debido a remodelaciones o ampliaciones por lo que las cifras son inferiores a las reales. (Wikipedia, 2025).

De manera similar al sistema Metrobús, presentamos una gráfica proporcionada por el portal de datos abiertos del Gobierno de la ciudad de México donde se muestra la afluencia anual de usuarios del sistema de transporte colectivo Metro de la CDMX en la que podemos apreciar los volúmenes de personas en ese sistema de transporte (Gobierno de la Ciudad de México, 2025).

Figura 13

Afluencia anual de usuarios del sistema colectivo Metro CDMX



Fuente: Secretaría de Movilidad (SEMOVI)

Licencia: Español - Creative Commons Attribution 4.0

Nota. En la presente gráfica reproducida del portal de datos abiertos del gobierno de la ciudad de México, podemos apreciar variaciones entre el año 2023-2024, debido a mantenimiento y sustitución de unidades de transporte por lo que se aprecia una disminución de usuarios.

4.4 Red de Transporte de Pasajeros CDMX

La Red de Transporte de Pasajeros de la Ciudad de México, también comercialmente RTP, es un servicio de transporte público operado por el Gobierno de la Ciudad de México. La red dispone de 103 líneas y una flota de 1360 autobuses los cuales están organizados en 7 módulos, la Dirección de Operación es la responsable de establecer las políticas del servicio y la que tiene a su cargo los 7 Módulos Operativos de RTP, donde se cuentan con las instalaciones necesarias (oficinas administrativas modulares, talleres, patios, estaciones de combustible, diagnóstico y servicio) para dar alojamiento y conservación al Parque Vehicular asignado a cada uno de ellos, así como su Red de Rutas por Zona de Cobertura (wikipedia, 2025).

De este sistema de transporte podemos resaltar el hecho de que se sustituyeron 50 unidades convencionales por Autobuses eléctricos, para lograr lo anterior se tuvo que

construir un nuevo centro de carga para unidades eléctricas ubicado en la alcaldía Azcapotzalco, en la que se contempla la instalación de 25 cargadores eléctricos de última generación en un área de 6,500 metros cuadrados.

los 50 autobuses darán servicio en las rutas Balderas-Santa fe y Cuatro caminos-Constitución de 1917 que en conjunto trasladan a 315 mil personas al mes, las unidades cuentan con capacidad para 90 personas, tienen espacios exclusivos para mujeres, personas con discapacidad visual o motriz y adultos mayores y otros asientos en general. Tienen también conexión para cargar el teléfono, conexión con internet Wi-Fi. Y, por otra parte, tienen rampa para que bajen y suban las personas en silla de ruedas, tienen un sistema de extracción de aire y de ventilación, así como GPS, es importante resaltar que estas unidades tienen baterías con autonomía de hasta 300 kilómetros (Red de Transporte de Pasajeros de la CDMX, 2024).

Figura 14

Autobús eléctrico convencional



Nota. La presente figura ejemplifica un autobús eléctrico prototipo de la Red de Transporte de Pasajeros de la CDMX.

4.5 Secretaría de Movilidad CDMX Taxis Eléctricos

La Secretaría de Movilidad del Gobierno de la CDMX impulsa la sustitución de taxis convencionales por eléctricos, teniendo como referencia el Programa de Financiamiento al Transporte Sostenible del Gobierno de México, y en el marco de la Conferencia de las Partes (COP 21) de la Convención Marco de las Naciones Unidas

sobre Cambio Climático (CMNUCC) de 2015, México se comprometió a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en un 22% (meta no condicionada) y un 36% (meta condicionada a la participación internacional) para el año 2030. El sector transporte juega un papel clave, pues es el emisor más grande de GEI en México, generando 171 millones de toneladas equivalentes de CO₂ al año, las cuales representan aproximadamente el 25% del total de las emisiones del país (INECC, 2015). (Instituto Nacional de Ecología y Cambio climático). En 2016, el Gobierno de Alemania comprometió su apoyo al Gobierno de México en la consecución de las metas del país en la reducción de emisiones contaminantes mediante el mejoramiento del transporte vehicular en todo el país. Con el objetivo de promover la renovación del parque vehicular a través de créditos a MiPyME del sector de transporte urbano de pasajeros y transporte de carga, incluyendo la chatarrización de vehículos obsoletos, a fin de apoyar la reducción de emisiones de GEI y otros contaminantes (Secretaría de Hacienda y crédito público, s.f.). Los principales resultados esperados son:

- Financiar más de 1,250 vehículos de bajas emisiones para las MIPYMES.
- Chatarrizar más de 1,250 vehículos al final de su vida útil.
- Evitar la emisión de 75,300 tCO₂e/anuales.
- Mejorar la seguridad vial de las ciudades y las condiciones de transporte.

Vehículos y tecnologías elegibles:

- Taxis: Híbridos y eléctricos.
- Autobús: Diésel Euro V, Diésel Euro VI, Híbridos y Eléctricos.
- Pickup: Gasolina, Diésel Euro V, Diésel Euro VI, Híbridos y Eléctricos.
- Camionetas: Gasolina, Diésel Euro V, Diésel Euro VI y Eléctricos.
- Camiones ligeros categorías CL1, CL2, CL3 y CL4: Diésel Euro V, Diésel Euro VI y Eléctricos.
- Camiones de 3.4 hasta 5 toneladas: Diésel Euro V, Diésel Euro VI, Híbridos y Eléctricos.

Antigüedad

- Entre 15 y 25 años en el sector de transporte de carga;
- Por lo menos 10 años en el sector de transporte de pasajeros: taxis y autobuses

Incentivo económico que recibe el beneficiario final al realizar la chatarrización del vehículo obsoleto, el cual deberá cubrir entre el 10 y 20% del costo final del vehículo a ser adquirido (determinado por el tipo de vehículo y tecnología).

Los rangos de montos actualmente previstos son los siguientes:

- Taxi Híbrido: \$70,000
- Taxi Eléctrico: \$175,000
- Autobuses: \$220,000 - \$1,100,000
- Pickups: \$90,000 - \$210,000
- Camionetas: \$80,000 - \$170,000
- Camiones Ligeros (CL1): \$70,000 - \$210,000
- Camiones Ligeros (CL2): \$80,000 - \$220,000
- Camiones Ligeros (CL3): \$90,000 - \$220,000
- Camiones Ligeros (CL4): \$120,000 - \$230,000
- Camiones 3.4 hasta 5 ton: \$150,000 - \$250,000

(Secretaría de Hacienda y crédito público, s.f.)

Capítulo IV

Análisis económico de la electromovilidad para el sistema de transporte público RUTA en la ciudad de Puebla.

Desde los inicios de la actividad económica e industrial de la humanidad, se habló acerca de términos como costo, gasto e inversión. Más recientemente con el advenimiento de la revolución industrial se hizo necesario analizar los diversos aspectos de los costos económicos del funcionamiento del ferrocarril a principios del siglo xx, para poder establecer con cierta precisión en qué actividades se gastaba dinero más de lo necesario, por lo tanto, cuando hablamos acerca de costos en el transporte existe una diversidad de enfoques dependiendo el modo y el medio que permiten su análisis, el tema cambia sustancialmente cuando específicamente abordamos el tema de costos en el transporte público debido a las características específicas como el que es un servicio no una mercancía y se desarrolla en el espacio con un origen y un destino, y para ello requiere un determinado período de tiempo, lo anterior en un contexto de Multiplicidad de decisiones que tomar como destino y modo de transporte.

4.1 Estructura de costos utilizada para el análisis del sistema de transporte

Los costos totales del transporte tienen varios componentes pero la mayoría de los autores en la materia coinciden en agruparlos en cuatro rubros: (1) los costos de infraestructura que incluyen tecnologías de comunicación y software especializado; (2) los costos de operación del transporte donde se incluyen los combustibles; (3) los costos soportados directamente por los usuarios (por ejemplo, costos de tiempo y accidentes); y (4) los costos soportados por la sociedad en general como la contaminación, los impactos ambientales y los inconvenientes que conlleva la implementación de un sistema de transporte (Leonardo j. Basso, 2011). El análisis de este capítulo, se centra en el segundo punto, de lo contrario el tema se extendería y excedería los propósitos del presente trabajo.

Si bien los costos en transporte están divididos en rubros, también es cierto que en la realidad están de alguna manera vinculados entre sí, cuando se presenta alguna externalidad como manifestaciones o bloqueos de alguna vialidad, el tiempo perdido afecta a los usuarios pero a los operadores o concesionarios también, ante esa situación, los operadores intentan

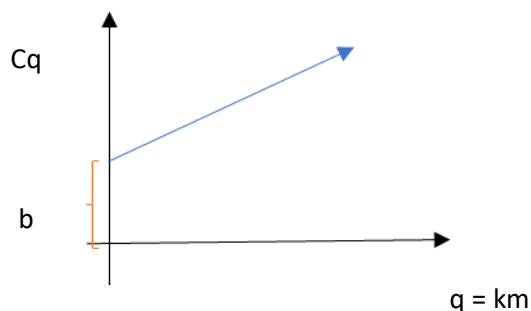
minimizar el tiempo perdido de diversas maneras, por lo anteriormente establecido, es válido centrarse en la estimación empírica de los costos de la operación de transporte.

Para lograr lo anteriormente mencionado utilizaremos algunas herramientas utilizadas en teoría económica como determinar la función costo para este modo específico de transporte, el concepto económico fundamental de una función de costo de transporte y cómo estimarlo, es decir, el desafío de realizar la medición empírica de los costos fijos y variables que son complejos y diversos es lo que intentaremos hacer, para lo cual, estableceremos que una función de costo es una relación matemática entre los costos totales de producción y la cantidad de producción de una empresa u organismo, es decir, establecemos cuánto cuesta producir diferentes cantidades de un bien o servicio. La función de costo se compone de varios elementos esenciales que son:

- Costos fijos
- Costos variables
- Costos totales

Es importante resaltar que, de acuerdo a las expresiones establecidas, los costos totales son la suma de los costos fijos más los costos variables, dependiendo el tipo de sistema de transporte habrá una función de costo diferente y el análisis de costo variará y la forma en que se relacionan sus componentes así como la forma en que se relacionan con la producción, para este caso en particular realizaremos una función de costos lineal, cuya gráfica es:

Figura 15 Función de Costos Lineal



Nota. La presente figura es de elaboración propia

Una función de costos lineal nos dice que la suma de los costos variables más los costos fijos es decir los costos totales aumentan de manera proporcional al aumento en la producción, un aspecto a resaltar son las unidades, en las abscisas de la gráfica, las unidades las mediremos

en kilómetros recorridos mientras que las ordenadas nos indican los costos por los kilómetros recorridos. Matemáticamente utilizaremos la analogía con la ecuación de la recta que es la siguiente expresión:

$$Y = mx + b$$

Donde:

Costos fijos = b

Costos variables = mx

Donde (m) es lo que cuesta producir una unidad de producción y (x) , la cantidad de unidades producidas. Como ya hemos mencionado, nuestra unidad de producción es el kilómetro recorrido, la función de costo es importante debido a lo que podemos hacer como:

Control de costos. - Identificar dónde se gasta más dinero

Planificación estratégica. - Realizar un análisis financiero y poder realizar nuevos proyectos

Toma de decisiones. – con lo que podemos minimizar pérdidas,

En el contexto mundial actual, en el que la tecnología cambia de manera muy rápida, las funciones de costo pueden ser una herramienta fundamental para la gestión financiera y para la evaluación de la rentabilidad de un proyecto de transporte, aquí es importante hacer una evaluación para saber si el sistema de transporte analizado es de alcance local, regional o nacional debido a que están compuestos por redes de instalaciones y servicios interconectados. De ello se deduce que casi todos los proyectos de transporte deben analizarse teniendo debidamente en cuenta su posición dentro de una red modal e intermodal, y sus impactos en el rendimiento de la red. Es decir, el contexto de red de un proyecto de transporte suele ser muy importante porque de ello se deriva el tamaño de las herramientas de análisis (Bronzini, 2004).

4.2 Costos fijos de los sistemas de transporte

Como está mencionado en el título, estos son aquellos que son independientes del volumen de producción que se realice, un organismo o empresa los debe de establecer para poder alcanzar los objetivos determinados al momento de elaborar un proyecto de cualquier índole estos costos son fijos y no variarán algunos ejemplos podrían ser para el tema aquí tratado, el alquiler de los patios de encierro, el alquiler de las oficinas, o podría ser las unidades de transporte, los salarios de los empleados, choferes, gastos de energía eléctrica también los

gastos por mantenimiento de maquinaria, limpieza, los gastos administrativos, como pago de impuestos, los gastos realizados por contratación de seguros en general.

Los costos fijos son de fundamental importancia, debido a que se debe tener fondos suficientes para cubrirlos, aunque la situación de la empresa u organismo no sea buena, por lo que es importante que se tengan contemplados para poder ser cubiertos. Por lo tanto, es importante que los responsables de las finanzas tengan en cuenta estos costos al momento de planificar su presupuesto y establecer los precios de las tarifas o servicios. Si los costos fijos son muy altos, la empresa u organismo deberá ajustar los precios de las tarifas para poder cubrir adecuadamente estos costos. Partiendo de estos conceptos base aplicados al transporte, podemos enumerar que los costos fijos son:

- el costo de adquisición de la unidad de transporte
- Depreciación de la unidad de transporte
- patios de encierro
- Gastos administrativos
- Concesión
- Seguro de la unidad de transporte

Para poder ejemplificar adecuadamente los costos en un sistema de transporte vamos a elegir un tipo de unidad del sistema de transporte RUTA, que será una unidad de transporte articulada, dadas las características de complejidad de la misma y dado que es bastante probable que se continúen utilizando en los sistemas de transporte de Puebla.

Figura 16

Unidad articulada RUTA



Nota. Esta imagen fue reproducida de <https://ruta.puebla.gob.mx>

Dado que las unidades de transporte eléctricas son en promedio de 1.8 a 2 veces más caras que las unidades a base de combustibles fósiles, y una unidad de esas características que funciona con Diesel, tiene un precio mínimo de \$8,000,000.00 (ocho millones de pesos 00/100 m.n.). Podemos inferir que una unidad eléctrica cuesta en promedio \$15,000,000.00 dependiendo la marca y las características mecánicas de la misma. El objetivo de la parte de este presente análisis es determinar los costos fijos que genera una unidad que funciona a base de combustibles fósiles y compararlos con los costos fijos de una unidad eléctrica.

Unidad articulada a base de combustibles fósiles.

Tabla 8 costos fijos de una unidad articulada que opera con Diesel

COSTOS FIJOS COMBUSTIBLES FÓSILES

<i>concepto</i>	<i>precio</i>	<i>Por día</i>	<i>Por km. recorrido</i>
Unidad	\$8,000,000.00	\$2,192.00	\$8.77
Operador	\$15,000.00 mes	\$500.00	\$2.0
Seguro 3%	\$240,000.00 año	\$657.00	\$2.63
Administrativo			\$3.00
TOTAL			\$16.40

Nota. La presente tabla fue elaborada por el autor del presente trabajo

En el caso de la adquisición de la unidad de acuerdo a la ley de transporte vigente en el Estado, estamos realizando el cálculo a 10 años y se está considerando un promedio de 250 kilómetros diarios recorridos para las unidades de acuerdo a lo analizado en el capítulo 1, y analizando costos fijos para una unidad eléctrica articulada tenemos que:

Tabla 9 costos fijos de una unidad eléctrica articulada

COSTOS FIJOS UNIDAD ELÉCTRICA

<i>concepto</i>	<i>precio</i>	<i>Por día</i>	<i>Por km. recorrido</i>
Unidad	\$15,000,000.00	\$4,109.50	\$16.44
Operador	\$15,000.00 mes	\$500.00	\$2.00
Seguro 3%	\$450,000.00 año	\$1233.00	\$4.93
Administrativo			\$3.00
TOTAL			\$26.37

4.3 Costos variables de los sistemas de transporte

Un costo variable es el cual varía de acuerdo al volumen del nivel de actividad de la empresa u organismo encargado de generar en este caso el número de viajes en el transporte público, en este caso sería volúmenes de servicio, en otras palabras un costo variable cambia si el volumen de actividad o viajes cambia, por el contrario, si el volumen de viajes decrece, el costo variable decrece también, si el número de viajes va en aumento en la empresa u organismo, el importe de los costos variables va en aumento, por el contrario si la demanda de usuarios disminuye el número de viajes también disminuirá y por lo tanto el importe de los costos variables decrecerá, lo anterior se verá reflejado en aspectos tan fundamentales en el transporte como el combustible para el caso de las unidades que funcionan a base de combustibles fósiles, para el caso de unidades que funcionan a base de electricidad el costo variable disminuye sensiblemente como lo analizaremos en el presente trabajo.

En esta parte del análisis calcularemos los costos variables para una unidad articulada a base de combustibles fósiles y compararlos con los costos variables de una unidad eléctrica, consideramos que los costos variables son:

- Combustible
- Mantenimiento
- Llantas

Tabla 10 costos variables de una unidad articulada que opera con combustible fósil

COSTOS VARIABLES COMBUSTIBLES FÓSILES

Concepto	Consumo	Por kilómetro
Combustible Diesel	\$10,000.00 (por día)	\$40.00
Llantas (2 cambios)	\$140,000.00 (por año)	\$1.53
Mantenimiento	ESTIMADO	\$2.00
TOTAL		\$43.53

De la misma manera, para el cálculo de la unidad de acuerdo a la ley de transporte vigente en el Estado, estamos realizando el cálculo a 10 años y se está considerando un promedio de 250 kilómetros diarios recorridos para las unidades, analizando costos variables para una unidad eléctrica articulada tenemos:

Tabla 11 costos variables de una unidad articulada eléctrica

COSTOS VARIABLES UNIDAD ELÉCTRICA ARTICULADA

Concepto	Costo	Por kilómetro
Combustible Kw/h	\$4.14 kwh	\$4.14
Llantas (2 cambios)	\$140,000.00 (por año)	\$1.53
Mantenimiento	ESTIMADO	\$2.00
TOTAL		\$7.67

En este punto, es importante mencionar que la energía eléctrica con la que funcionan las unidades eléctricas se mide en kilowatt-hora (kw/h), todas las unidades eléctricas sean autos, camionetas o autobuses, tienen un rendimiento específico en kilómetros por cada kilowatt-hora, para el caso del rendimiento de la unidad articulada, estamos considerando un consumo de 1kwh/km de energía, es decir, se requiere de 1 kilowatt-hora para recorrer 1 kilómetro de distancia de acuerdo a datos del Gobierno de la CDMX, para el caso del precio del kw/h, el precio fue obtenido de la página de internet de la Comisión federal de Electricidad (CFE), en marzo de 2025, como se muestra a continuación, donde podemos observar en el segundo renglón “Gran demanda (mayor a 25 kw-mes) en baja tensión” donde nos indica un precio de \$3.60 + IVA, lo que arroja un costo total por kwh de \$4.14 M.N.

Figura 17

Costos por kw/h obtenidos en marzo de 2025

complementarias

Acervo histórico tarifario

> INFORMACIÓN AL CLIENTE

> CENTROS DE ATENCIÓN

> ACTUALIZA TUS DATOS

NUESTRA EMPRESA

SERVICIOS

COMUNICACIÓN

REGÍSTRATE COMO PROVEEDOR / CONTRATISTA

En este apartado encontrarás información detallada sobre la naturaleza de las tarifas de negocio, su regulación y cuotas aplicables.

Seleccione el apartado de su interés.

Tarifas específicas de estímulo

Riego Agrícola: 9CU 9NU

Ubica tu tarifa

Acuícola: EA

Categoría tarifaria	Descripción	Tarifa anterior
PDBT	Pequeña Demanda (hasta 25 kW-mes) en Baja Tensión	2, 6
GDBT	Gran Demanda (mayor a 25 kW-mes) en Baja Tensión	3, 6
RABT	Riego Agrícola en Baja Tensión	9
APBT	Alumbrado Público en Baja Tensión	5, 5A
APMT	Alumbrado Público en Media Tensión	5, 5A

Nota. La presente figura es una captura de pantalla reproducida de <https://www.cfe.mx> obtenida en marzo de 2025.

figura 18

ficha descriptiva de las características de una unidad de BRT articulada en CDMX.



Nota. La presente figura fue reproducida del portal de datos abierto del Gobierno de la CDMX

4.4 Comparativa entre unidades eléctricas y a base de combustibles fósiles

Hemos realizado el análisis de costos fijos y costos variables, tanto para unidades articuladas a base de combustibles fósiles como para unidades articuladas eléctricas, como primer paso de esta comparativa entre ambas, estableceremos la función de producción y su correspondiente gráfica para una unidad articulada que funciona a base de combustibles fósiles para posteriormente hacer el mismo procedimiento para una unidad eléctrica, dado lo anterior, tenemos para unidades articuladas a base de combustibles fósiles que:

Costos fijos = \$16.40 por kilómetro recorrido, por 250 km = \$4100.00

Costos variables = \$43.53 por kilómetro recorrido

Costos totales = \$59.93 por kilómetro recorrido

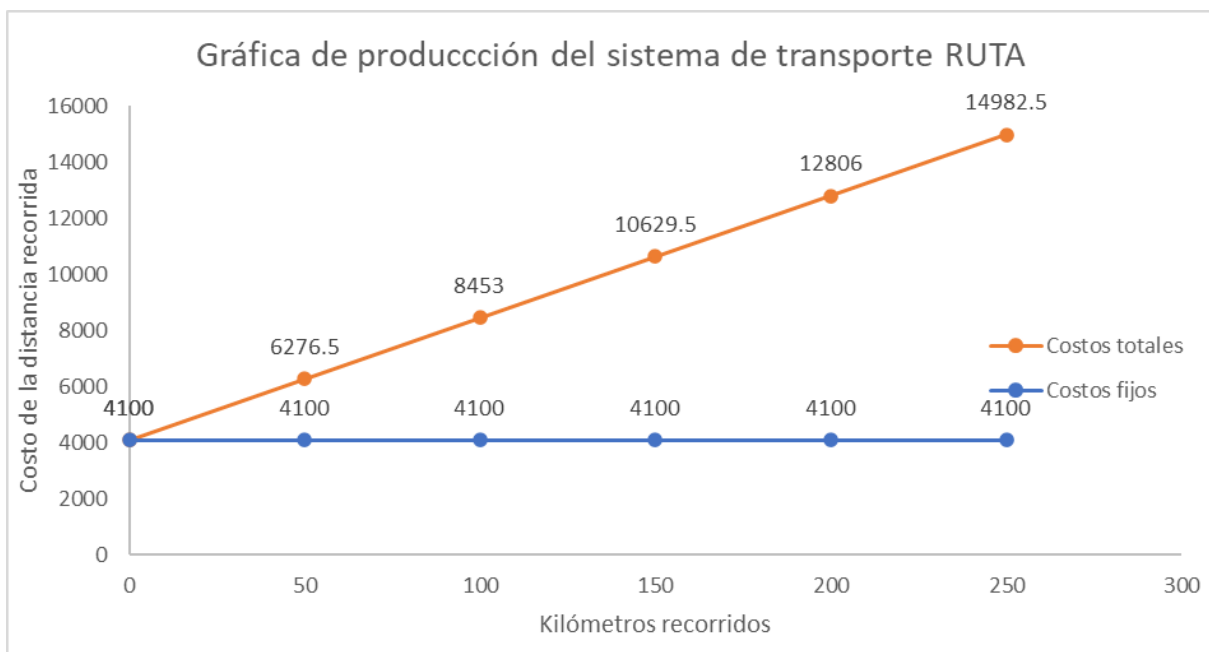
Función de Producción para unidades articuladas combustible fósil (F.P.)

Cabe hacer mención que el período de tiempo utilizado fue 1 turno en el que se recorren 250 kilómetros

$$F.P. = 43.53(x) + 4100$$

Por lo que la gráfica de costo es:

Figura 19 Gráfica de producción del sistema de transporte RUTA, combustible fósil
16.00



Nota. La presente gráfica es de elaboración propia

Realizaremos el mismo procedimiento, pero ahora para una unidad de transporte articulada eléctrica

Costos fijos = \$26.37 por kilómetro recorrido

Costos variables = \$7.67 por kilómetro recorrido

Costo total = \$34.04 por kilómetro recorrido

Función de Producción para unidades articuladas eléctricas (F.P.)

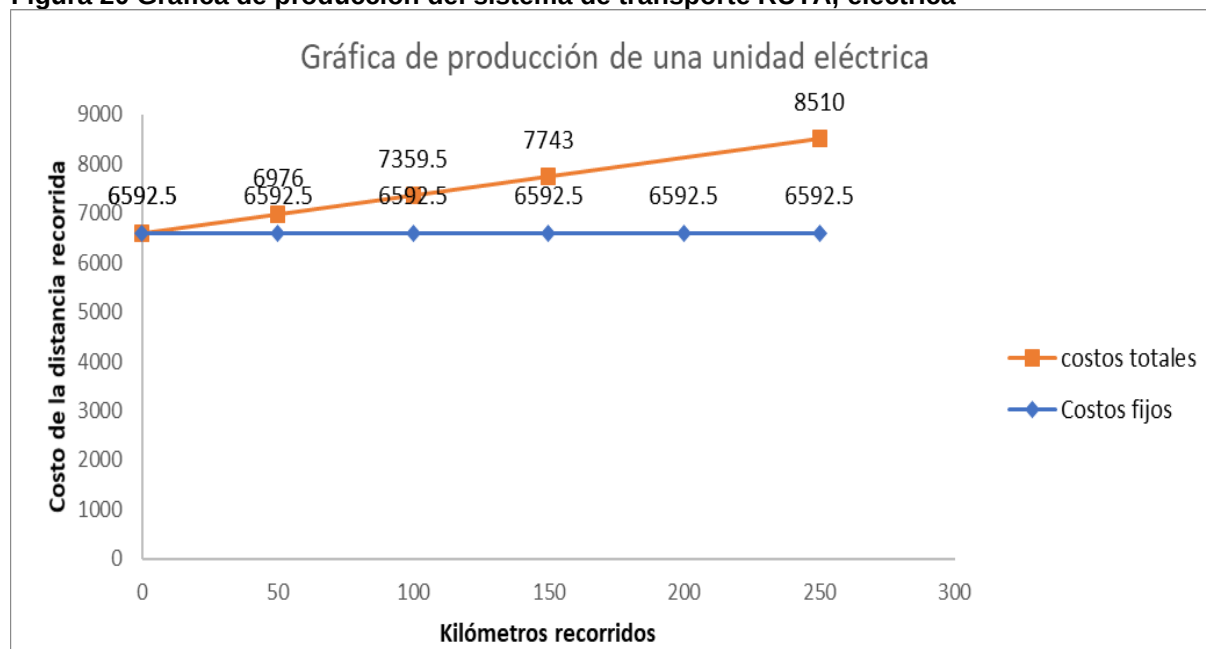
Cabe hacer mención que el período de tiempo utilizado fue 1 turno diario, en el que se realiza un recorrido de 250 kilómetros.

Costo fijo = \$26.37 * 250 km = \$6592.50, por lo que la función de producción es:

$$F.P. = 7.67(x) + 6592.50$$

Por lo que la gráfica de costo es:

Figura 20 Gráfica de producción del sistema de transporte RUTA, eléctrica



Nota. La presente gráfica es de elaboración propia

De la anterior gráfica podemos establecer que los principales costos son al inicio, con la adquisición de la unidad.

Conclusiones

- .-) Con la electromovilidad utilizada en sistemas de transporte público, se beneficia la salud de la población al disminuir la contaminación del aire, dado que se eliminan por completo las emisiones de contaminantes.
- .-) la electromovilidad en el transporte público es una realidad en los estados del país mencionados en el capítulo IV del presente trabajo.
- .-) Dadas las distancias diarias recorridas en kilómetros en las 4 rutas actuales, es viable realizar una sola recarga eléctrica nocturna en patios de resguardo, de acuerdo a lo expuesto en el capítulo II.
- .-) Con la infraestructura existente en la ciudad es posible transitar hacia la electromovilidad.
- .-) Existe una disminución de los gastos de operación en unidades articuladas eléctricas en base al análisis del capítulo V
- .-) Dado lo anteriormente expuesto, se concluye que al sistema de transporte público RUTA con sus características actuales, le es posible migrar hacia un sistema eléctrico.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia de Transporte de Yucatán. (diciembre de 2024). *IE-TRAM Carga de las unidades*.
Obtenido de <https://transporteyucatan.org.mx/ietram/carga-unidades>
- bretón, a. (16 de noviembre de 2024). *El Universal Puebla*. Obtenido de Línea 4 de RUTA:
Paraderos, horarios y todos los detalles:
<https://www.eluniversalpuebla.com.mx/estado/linea-4-de-ruta-paraderos-horarios-y-todos-los-detalles/>
- Bretón, A. (16 de noviembre de 2024). *El Universal Puebla*. Obtenido de Línea 4 RUTA :
Paraderos, Horarios y todos los detalles:
https://es.wikipedia.org/wiki/Red_Urbana_de_Transporte_Articulado
- Bronzini, M. S. (2004). *HANDBOOK OF TRANSPORTATION ENGINEERING*. Virginia :
McGRAW HILL.
- caamal, J. c. (24 de junio de 2022). *Diario de Yucatán*. Obtenido de
<https://www.yucatan.com.mx/merida/2022/06/24/ie-tram-en-yucatan-costos-rutas-unidades-beneficios-del-transporte-electrico-en-merida-328655.html>
- carreteras de cuota puebla. (01 de febrero de 2024). *red urbana de transporte articulado*.
Obtenido de RUTA: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>
- CDMX organismos descentralizados. (22 de diciembre de 2024). *Metrobús CDMX*. Obtenido
de Gratuidad: <https://www.metrobus.cdmx.gob.mx/portal-ciudadano/gratuidad>
- Censo Población y Vivienda (Cuestionario Ampliado). (02 de Diciembre de 2024). *Gobierno
de México Secretaría de Economía*. Obtenido de Data México:
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/puebla#population-and-housing>
- Cuéllar, M. (14 de octubre de 2024). *e-consulta*. Recuperado el 10 de Diciembre de 2024, de
Metrobús del Periférico tendrá 16 Camiones Híbridos en Ruta Troncal: <https://www.e-consulta.com/nota/2024-10-14/gobierno/metrobus-del-periferico-tendra-16-camiones-hibridos-en-ruta-troncal>
- Economía planificada*. (31 de mayo de 2023). Obtenido de
<https://economiaplanificada.com/costos-fijos/>
- Falcón, R. G. (25 de junio de 2024). *Gobierno de México*. Recuperado el 10 de Diciembre de
2024, de Política Nacional de Transporte Público Colectivo Urbano:
<https://www.gob.mx/sedatu/documentos/politica-nacional-de-transporte-publico-colectivo-urbano?state=published>
- Flores hernández , a. s., & Tovar Paulino, I. (01 de Julio de 2023). *Gobierno de México*.
Recuperado el 05 de Diciembre de 2024, de Electromovilidad:
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/857010/cuaderno_ELECTROMOVILIDAD_EN_M_XICO.pdf
- garnica, l. (19 de septiembre de 2024). *cambio diario*. Recuperado el 04 de diciembre de
2024, de de 2022 a julio 2024, incrementó 25% el número de usuarios de RUTA:
<https://www.diariocambio.com.mx/2024/puebla/de-2022-a-julio-de-2024-incremento-25-el-numero-de-usuarios-de-ruta/>
- Gobierno de la Ciudad de México. (03 de febrero de 2025). *Portal de datos abiertos*.
Obtenido de Afluencia diaria del metrobús:
<https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/afluencia-diaria-de-metrobus-cdmx/resource/f7943c47-835d-4078-93ea-906f64b72f3b>

Gobierno de la Ciudad de México. (04 de Febrero de 2025). *Portal de Datos abiertos*.
Obtenido de Afluencia diaria del Metro: <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/afluencia-diaria-del-metro-cdmx/resource/cce544e1-dc6b-42b4-bc27-0d8e6eb3ed72>

Gobierno de México. (29 de Noviembre de 2018). *Instituto Nacional para el federalismo y el desarrollo Municipal*. Obtenido de Conoces el Marco Jurídico del Municipio: <https://www.gob.mx/inafed/articulos/conoces-el-marco-juridico-del-municipio>

gobierno de México. (19 de junio de 2024). *Gobierno de México*. Obtenido de Secretaría de desarrollo agrario, territorial y urbano: <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/la-digitalizacion-del-transporte-publico-en-las-ciudades-mexicanas?state=published>

Gobierno del Estado de Puebla. (01 de diciembre de 2024). *Nosotros Ruta Puebla Red Urbana de Transporte Articulado*. Obtenido de Red Urbana de Transporte Articulado: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>

Honorable Congreso del Estado de Puebla. (03 de Diciembre de 2021). *Periódico oficial Puebla*. Obtenido de Decreto de la ley de Transporte: https://periodicooficial.puebla.gob.mx/media/k2/attachments/T_E_V_03122021_C.pdf

Leonardo j. Basso, S. J. (2011). *a handbook of transport Economics*. Massachusetts: Edward Elgar Publishing Limited.

Metro Monterrey-Metrorrey. (02 de diciembre de 2024). *Metro de Monterrey*. Obtenido de <https://elmetromonterrey.com/>

Metrobús cdmx. (02 de diciembre de 2024). *Metrobús*. Obtenido de organización metrobús: <https://www.metrobus.cdmx.gob.mx/dependencia/acerca-de/organizacion>

México mi País. (2024). *Cuáles son los tres poderes de Gobierno en México*. Obtenido de <https://www.mexicomipais.com/poderes-de-gobierno-en-mexico>

Molinero Molinero , A., & Sánchez Arellano , I. (2002). *Transporte Público, Planeación, Diseño, Operación y Administración* (4 ed.). México: Fundación ICA. Recuperado el Diciembre de 2024

Moreno, C. (03 de diciembre de 2024). *e-consulta*. Recuperado el 04 de diciembre de 2024, de el 54% del transporte público en puebla capital tiene más de 10 años: <https://www.e-consulta.com/nota/2024-12-03/gobierno/el-54-del-transporte-publico-de-puebla-capital-tiene-mas-de-10-anos>

Moreno, C. (lunes 24 de junio de 2024). usuarios del metrobus dan 5.4 de calificacion al sistema RUTA. *e-consulta*, pág. 01.

poblanerías.com. (21 de febrero de 2024). *poblanerías*. Obtenido de poblanerías.com: <https://www.poblanerias.com/2024/02/antiguedad-unidades-ruta-puebla/>

Portal de Gobierno de la Ciudad de México. (21 de febrero de 2023). *portal de gobierno ciudad de México*. Obtenido de Línea 3 metrobús, primera 100% eléctrica en el mundo: <https://gobierno.cdmx.gob.mx/noticias/linea-3-del-metrobus-primera-100-electrica-en-el-mundo/#:~:text=Los%20nuevos%20autobuses%20el%C3%A9ctricos%20de%20la%20L%C3%ADnea%203,18%20horas%20de%20recorrido%20u%20ocho%20vueltas%20promedio.>

Portal Gobierno de Puebla. (diciembre de 2024). *Carreteras de cuota*. Obtenido de Red Urbana de Transporte Articulado: <http://ruta.puebla.gob.mx/nosotros>

Red de Transporte de Pasajeros de la CDMX. (02 de agosto de 2024). *Red de Transporte de Pasajeros*. Obtenido de CDMX Organismos Descentralizados:

<https://www.rtp.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/50-nuevos-autobuses-electricos-de-la-red-de-transporte-de-pasajeros>

reyabogado. (2024). *reyabogado.com*. Obtenido de Cómo se Clasifican las leyes Según su Naturaleza y jerarquía en México: <https://reyabogado.com/mexico/como-se-catalogan-las-leyes/>

Rocha, C. (13 de Febrero de 2024). Línea del periférico no será RUTA ni Metrobús, es sistema HLS. *e-consulta*, pág. 01.

Rosa, A. d. (lunes de Noviembre de 2024). *El Economista*. Obtenido de Empresas: <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/sict-apunta-operar-servicios-locales-transporte-mediante-convenios-20241104-732712.html>

Secretaría de Hacienda y crédito público. (s.f.). *Gobierno de la República* . Obtenido de Financiamiento al Transporte: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/752987/Programa_financiamiento_transporte.pdf

SITEUR sistema de tren eléctrico urbano. (10 de Diciembre de 2024). *sistema de tren eléctrico urbano*. Obtenido de SITEUR: <https://siteur.gob.mx/index.php/sistemas-de-transporte/mi-tren>

Transportes Eléctricos. (05 de Marzo de 2009). *Servicio de Transportes Eléctricos del Distrito Federal*. Obtenido de Estatuto Orgánico: <https://www.ste.cdmx.gob.mx/storage/app/media/Manuales%20y%20Lineamientos/EstatutoOrganico.pdf>

va y ven sistema metropolitano de movilidad amable y sostenible. (02 de diciembre de 2024). *IE-TRAM el futuro de la movilidad*. Obtenido de que es el IE-TRAM?: <https://vayven.yucatan.gob.mx/files/get/256>

Wikipedia. (15 de julio de 2023). *Costo variable*. Obtenido de costos variables: https://es.wikipedia.org/wiki/Costo_variable

Wikipedia. (01 de diciembre de 2024). *Cablebús*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/Cableb%C3%BA>

wikipedia. (19 de noviembre de 2024). *IE-TRAM yucatán*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Ie-Tram_Yucat%C3%A1n

wikipedia. (29 de diciembre de 2024). *Red de transporte de pasajeros de la ciudad de México*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_Transporte_de_Pasajeros_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico

Wikipedia. (04 de diciembre de 2024). *Red Urbana de Transporte Articulado*. Obtenido de RUTA Red Urbana de Transporte Articulado: https://es.wikipedia.org/wiki/Red_Urbana_de_Transporte_Articulado

Wikipedia. (22 de Enero de 2025). *Anexo: Afluencia del Metro de la Ciudad de México*. Obtenido de Afluencia del Metro de la Ciudad de México: https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Afluencia_del_Metro_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico

wikipedia. (22 de enero de 2025). *Metro de la ciudad de México*. Obtenido de El Metro: https://es.wikipedia.org/wiki/Metro_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico

wikipedia. (10 de febrero de 2025). *Red de Transporte de Pasajeros de la Ciudad de México*. Obtenido de Wikipedia:

https://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_Transporte_de_Pasajeros_de_la_Ciudad_de_M%C3%A9xico
Wikipedia. (26 de Febrero de 2025). *Red Urbana de Transporte Articulado RUTA*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Red_Urbana_de_Transporte_Articulado
yutong . (02 de diciembre de 2024). *yutong México*. Obtenido de <https://www.yutong.mx/>