IDEAS EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería, UAEMEX

Evaluación de la calidad de servicio de un sistemaeléctrico de transporte de pasajeros

Evaluation of the quality of service of an electric passenger transportsystem

Romero-Torres, J.[1],[2]* Loza-Hernández, L.[1] (*jromero@uamex.mx)

Recibido: 30 de noviembre de 2022 Aceptado: 8 de agosto de 2023

Resumen

En este artículo se identifican y valoran los factores que intervienen en el sistema de transporte público trolebús de la empresa Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México (STECDMX), para ello se realizaron 386 encuestas en la línea A1 de trolebús para jerarquizar los factores de dicho sistema. Los resultados obtenidos muestran que los factores con mayor valor considerado por los usuarios son la forma de conducir, la seguridad relacionada a accidentes, la limpieza interna del trolebús, el estado físico de los asientos, y un servicio sin interrupciones debido a cortes de energía o marchas.

Palabras clave: *Trolebús; satisfacción del usuario; logit.*

Abstract

In this article, the factors that intervene in the trolleybus public transport system of the company Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México (STECDMX) are identified and valued. For this purpose, 386 surveys were carried out on the A1 trolleybus line to prioritize the factors. of said system. The results obtained show that the factors with the highest value considered by users are the way of driving, safety related to accidents, the internal cleanliness of the trolleybus, the physical condition of the seats, and a service without interruptions due to power outages or marches.

Keywords: *Trolleybus; user satisfaction; logit.*

[1]Centro Universitario UAEM Nezahualcóyotl, Universidad Autónoma del Estado de México. México.
[2]Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México. México.

https://doi.org/10.36677/ideaseningenieria.v1i2.20428 junio-diciembre 2023 ISSN: en trámite págs. 19- 31

Introducción

En la mayoría de los estudios relacionados a la calidad de servicio se busca identificar las fortalezas y debilidades de cada modo de transporte, en gran parte de los estudios analizados se puede identificar que, sin importar el modelo a través del cual se realice el análisis, el proceso inicia con la identificación individual de las variables o factores, para ello las fuentes de información son muy variadas siendo los sistemas de medición directa las más comúnmente encontrados. La encuesta cara a cara aplicada a grupos focales constituye el método más utilizado por los investigadores para identificar los factores, variables o características pertenecientes a los sistemas de transporte público.

La satisfacción del consumidor de un servicio o producto inicia en la administración de la calidad, además que ésta no únicamente se base en métricas o estándares para mejorarla, sino en mezcla de mediciones y estándares medidas desde el consumidor, lo que da como resultado una retroalimentación que es considerado por algunos autores como una precisión para el diseño y perfeccionamiento del servicio.

Para estudiar la calidad del servicio en sus inicios fue utilizando el modelo de [1] que considera las teorías de la sicología social (cómo y qué compra el consumidor), además de estudiar la manera en que los consumidores conciben las expectativas de la calidad del servicio; para lo anterior, se considera que la información de entrada es un nivel de esperanza actual del individuo, el modelo modifica el efecto de oposición que emite la variación , sin perder de vista la normalidad de la apreciación, la cognición, lo anterior como el resultado de emitir un estímulo mayor o menor en similar dimensión. La proposición de disonancia cognitiva que indica que, al surgir incongruencia, los individuos se motivan a construir nuevas ideas y afirmaciones hasta que éstas cuadren entre sí. De lo anterior, se citan algunas definiciones:

- Servqual, en este modelo se considera que la experiencia del usuario o individuo acerca de sus expectativas del servicio influyen en la satisfacción del servicio [2]; lo que lleva a plantear cinco huecos o diferencias entre [3]: las expectativas de del servicio y las percepciones administrativas; las percepciones administrativas y las especificaciones del servicio; especificaciones del servicio y el servicio ofertado; el servicio ofertado e información externa hacia el usuario; y expectativas del usuario y la percepción del servicio.

- Según Walter A. Shewhart citado por [4] “La dificultad para definir calidad reside en la traducción de las necesidades futuras del usuario a características conmensurables, de forma que el producto pueda ser diseñado y fabricado proporcionando satisfacción por el precio que tenga que pagar el usuario. Esto no resulta fácil, y tan pronto uno se siente bastante cómodo con la tentativa de haber descubierto las necesidades del usuario descubre que estas han cambiado”.

- Concepto de calidad según Philip B. Crosby citado por [5] “Conformidad con las exigencias, la ca-

lidad debe definirse en términos mensurables y claramente definidos para ayudar a la organización a tomar medidas basadas en objetivos tangibles".

- Según [6] "La calidad se manifiesta como un ciclo más integral del producto, abarcando desde la concepción del mismo hasta su distribución y funcionamiento en manos del usuario."

Para el análisis y evaluación de la calidad de servicio, se desarrolló una serie de pasos, los cuales culminan en el análisis de la información sobre la calidad de servicio que percibe el cliente en este sistema de transporte.

Los clientes o usuarios de una empresa evalúan los servicios que esta ofrece, comparándolos con sus expectativas y expresando una variedad de opiniones favorables o desfavorables como resultado. La retroalimentación proporcionada por los clientes es crucial para la satisfacción del cliente, ya que permite que la empresa comprenda las necesidades de sus clientes y se adapte para ofrecer un servicio mejorado.

Por otra parte, la complejidad del concepto de calidad de servicio, la desagregación del concepto en vectores de atributos con diferentes números de factores, distintos niveles, e incluso la heterogeneidad en el establecimiento de definición de los atributos (factores) implican obstáculos para su medición; adicionalmente, la fuente y el instrumento de la obtención de los datos incrementan la complicación de medición de la calidad [7]. Lo anterior se complementa con el análisis de la información obtenida, desde los análisis básicos de estadística descriptiva hasta modelos más complejos como ecuaciones estructurales o análisis de regresión [8] [7]. En este artículo se muestra un análisis de regresión al estimar un modelo logit, cuyos parámetros indican el peso de los factores relacionados con los niveles de los atributos de la calidad de servicio, para el caso de un transporte eléctrico de pasajeros en la Ciudad de México. Este documento está dividido en las siguientes secciones: Introducción, la cual expone de forma general el planteamiento del problema a analizar y antecedentes; Metodología propuesta para el desarrollo del trabajo; Resultados en la cual se expone la identificación de los factores más importantes asociados de la calidad de servicio y los modelos estimados y finalmente, las conclusiones del estudio realizado.

Metodología

Para el desarrollo de este trabajo se llevaron a cabo los siguientes pasos: inició una revisión de literatura con la finalidad de estandarizar los conceptos básicos, conocer los modelos propuestos por diversos autores relacionados con la calidad del servicio; posterior a ello, se seleccionó y describió el caso de estudio, cuya descripción permitió establecer la planeación y logística del levantamiento de la información; a continuación, se completó la identificación y jerarquización de los factores que los usuarios relacionan con los niveles de calidad de servicio; posteriormente con el resultado anterior, se diseñó la encuesta de preferencias declaradas que obtuvo el insumo para estimar los coeficientes del modelo de

https://doi.org/10.36677/ideaseningenieria.v1i2.20428 junio-diciembre 2023 ISSN: en trámite págs. 19- 31

elección discreta (MED). La aplicación del MED obedeció a que regresiones de este tipo ofrecen análisis más enriquecedores, además de obtener el peso de coeficientes asociados a los factores que integran la calidad de servicio, proporcionan los valores subjetivos del tiempo de viaje y los factores cualitativos como la condición de los asientos y la forma de manejar del conductor, lo cual permitió dar información para el diseño de políticas de movilidad tanto a las empresas ofertantes del servicio como de entidades reguladoras considerando las expectativas y percepciones del usuario [9].

El caso de estudio pertenece al Servicio de Transportes Eléctricos de la Ciudad de México, organismo que data del año 1900, quien ofrece un servicio de transportes eléctricos de pasajeros con una longitud de red de 203.64 kilómetros, desagregados en nueve líneas, con un parque vehicular de 2090 trolebuses y un intervalo de paso de 4.0 minutos. Para la presente investigación, el caso de estudio fue la línea 1 (antes llamada línea A), la cual con 36.6 kilómetros conecta las centrales de autobuses norte y sur, ver Ilustración 1, cuyo trayecto abarca las alcandías de Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc y Gustavo A. Madero [10].

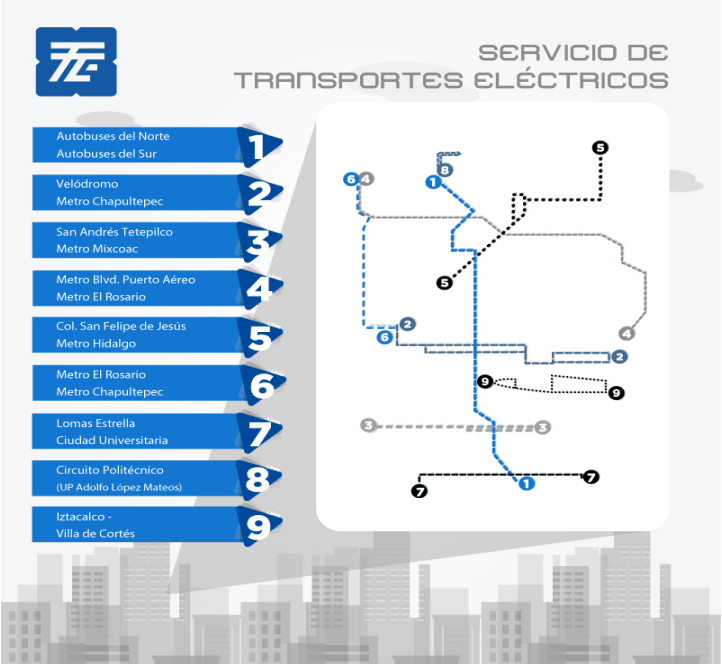


FIGURA 1. *Trazo de la línea 1 del Sistema de Trolebús [10]*

Identificación de factores

Para obtener los factores se inició con la revisión de estudios previos, identificando los factores más frecuentes, y se integró un listado inicial o general de factores relacionados con el transporte público.

La integración del listado inicial se revisaron 41 artículos, en los cuales se citaban listas de factores que fueron utilizados para su caso de estudio, los cuales integraron un listado de 82 factores que son aplicables a los sistemas de transporte público en general.

Al revisar el listado general, se observa que hay factores comunes en la mayoría de los estudios consultados, algunos de los cuales se mencionan en el 60 % de los artículos. Estos factores, presentes en más de 29 artículos, incluyen el tiempo de viaje, la seguridad en estaciones y paradas (robos y asaltos), la seguridad en el autobús (robos y asaltos) y el tiempo de espera en la estación para abordar el autobús, considerándose de gran relevancia. Otros factores que siguen a los anteriores, aunque con menor importancia, se repiten en más de 25 artículos y abarcan aspectos como la limpieza interior de los autobuses (asientos, ventanas), el precio del boleto (tarifa), la continuidad del servicio, así como la amabilidad, cortesía y rapidez en el servicio por parte del operador.

Basándonos en lo mencionado previamente, se seleccionaron los elementos que se encuentran presentes en el 30 % de los artículos, es decir, aquellos que se repiten en más de 15 artículos. Esto dio origen a una lista preliminar (Tabla 1), que será cotejada con datos específicos del caso de estudio.

TABLA 1. *Lista de factores a una depuración del 30 %. Fuente [11].*

1	Disponibilidad de horarios / mapas en estaciones / paradas
2	Limpieza interior de los autobuses (asientos, ventanas)
3	Limpieza de estaciones / paradas
4	Comodidad de los asientos en el autobús
5	Sistema de atención al cliente
6	Facilidad de pago (compra de boletos, tarjetas o recargas)
7	Precio del boleto (tarifa)
8	Continuidad de servicio
9	Tiempo de espera en estación para abordar el autobús
10	Amabilidad, cortesía y servicio rápido del operador
11	Tener estación / parada cerca del destino
12	Tener estación / paradas cercanas a mi residencia
13	Condición física de los vehículos

https://doi.org/10.36677/ideaseningenieria.v1i2.20428 junio-diciembre 2023 ISSN: en trámite págs. 19- 31

14	Información de ruta / dirección visible en autobuses
15	Forma de manejar del conductor
16	Seguridad en estaciones y paradas (robo, asaltos)
17	Seguridad en autobuses (robo y asalto)
18	Tiempo de viaje

La elaboración final del conjunto de factores se utilizó la información de la plataforma INFOMEX del reporte anual de quejas del servicio de transportes eléctricos de la Ciudad de México de 2016, la información originada de INFOMEX se relacionó con factores del servicio de transporte público, de la cual se obtuvo un listado depurado al 30 % como ya fue indicado, coincidiendo que algunos factores surgidos de INFOMEX coincidían con el listado depurado, como se puede observar en la Tabla 2.

En una posterior etapa, se identificaron cinco factores (ver Tabla 3) surgidos de la fuente INFOMEX que fueron incluidos en el listado que se estaba construyendo debido a que no se encontraron en el listado previo (al 30 %), pero debían ser incorporados porque eran factores relacionados con el servicio específico de trolebús.

TABLA 2. *Listado de factores INFOMEX encontrados en la depuración 30 %. Fuente [12] con base en los datos de INFOMEX.*

Limpieza interior de los autobuses (asientos, ventanas)
Sistema de atención al cliente
Continuidad de servicio
Tiempo de espera en estación para abordar el autobús
Amabilidad, cortesía y servicio rápido del operador
Tener estación / parada cerca del destino
Tener estación / paradas cercanas a mi residencia
Condición física de los vehículos
Forma de manejar del operador

TABLA 3. *Factores identificados de INFOMEX específicos del servicio de trolebús. Fuente [?].*

Autobuses que no están sobre poblados
Seguridad por accidentes
Descensos en lugares indicados
Ausencia de olores ofensivos
Explicaciones y anuncio de retrasos

A continuación, se citan tres factores (ver Tabla 4) que no se encontraron tanto en la revisión de la literatura como de la base de INFOMEX, sino que fueron identidades en campo en conversaciones previas con usuarios del servicio.

TABLA 4. *Factores identificados en recorridos de campo. Fuente [11].*

Ascenso en lugares indicados
Buena sujeción de los asientos
Filtración de agua dentro del trolebús

De las etapas previas, se integró un listado de 26 factores (ver Tabla 5).

TABLA 5. *Listado previo de factores. Fuente: [11].*

Disponibilidad de horarios / mapas en estaciones / paradas Limpieza interior de los autobuses (asientos, ventanas)
Limpieza de estaciones / paradas
Comodidad de los asientos en el trolebús
Sistema de atención al cliente
Facilidad de pago (compra de boletos, tarjetas o recargas)
Precio del boleto (tarifa)
Continuidad de servicio
Tiempo de espera en estación para abordar el trolebús
Amabilidad, cortesía y servicio rápido de personal
Tener estación / parada cerca del destino

https://doi.org/10.36677/ideaseningenieria.v1i2.20428 junio-diciembre 2023 ISSN: en trámite págs. 19- 31

Tener estación / paradas cercanas a mi residencia
Condición física de los vehículos
Información de ruta / dirección visible en trolebuses
Forma de manejar del operador
Seguridad en estaciones y paradas (robo, asaltos)
Seguridad en autobuses (robo y asalto)
Tiempo de viaje
Trolebuses que no están sobre poblados
Seguridad por accidentes
Descenso en lugares indicados
Ascenso en lugares indicados
Buena sujeción de los asientos
Filtración de agua dentro del trolebús
Ausencia de olores ofensivos
Explicaciones y anuncio de retrasos

Del listado previo se eliminaron nueve factores, los cuales mediante las visitas de campo y en entrevistas con usuarios no aplicaban para el servicio de trolebús, dando como resultado un listado final de 17 factores (ver Tabla 6), los cuales fueron incluidos en una encuesta de valoración de la importancia de factores del servicio.

TABLA 6. *Lista de factores. Fuente: [11].*

Información en paradas y dentro del trolebús (horario, mapas) Limpieza interior de trolebús (asientos, ventanas)
Servicio de atención al cliente
Facilidad de pago (compra de boletos, tarjetas o recargas)
Precio del boleto (tarifa)
Continuidad de servicio
Tiempo de espera en paradas para abordar el trolebús
Trato del conductor (operador)
Condición física de los vehículos
Forma de manejar del conductor (operador)

Tiempo de viaje a bordo del trolebús
Trolebuses sobre poblados
Seguridad por accidentes (accidentes, choque)
Ascenso y descenso en lugares indicados
Filtración de agua dentro del trolebús
Ausencia de olores ofensivos
Buena sujeción de los asientos

Para obtener la valoración cuantitativa de la importancia de los factores se utilizó un método simple de jerarquización, que parte de construir una la matriz de valoración (ver Tabla 7), cuya cuantificación se basó en asignar un valor numérico, 1, 2, 3, 4 y 5a cada nivel de la escala de valoración ,nada importante (V_1), poco importante (V_2), sucesivamente hasta muy importante (V_5).

TABLA 7. *Valoración de los factores para la importancia. Fuente: [11].*

Factor	**Orden jerárquico**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Seguridad por accidentes	0	1	13	126	246
Forma de manejar del conductor	2	3	16	121	244
Condiciones físicas de los asientos	0	3	21	145	217
Limpieza interior del trolebús	0	3	13	165	205
Continuidad del servicio	1	5	22	140	218
Ascenso y descenso en las paradas establecidas	0	3	13	171	199
Trato del conductor	0	2	26	156	202
Precio del boleto	0	5	25	152	204
Estado físico del trolebús	0	9	21	161	195
Acumulación de personas dentro del trolebús	1	10	29	155	191
Filtración de agua dentro del trolebús	0	2	53	141	190
Tiempo de espera en parada para abordar el trolebús	3	14	27	149	193
Información en paradas y dentro del trolebús	1	9	35	164	177
Forma de pago (efectivo, uso de alcancía)	2	4	38	172	170
Olores ofensivos en el trolebús	3	6	40	161	176
Tiempo que permanece a bordo del trolebús	3	10	36	189	148

https://doi.org/10.36677/ideaseningenieria.v1i2.20428 junio-diciembre 2023 ISSN: en trámite págs. 19- 31

Factor	Orden jerárquico				
	1	2	3	4	5
Servicio de atención al cliente	3	9	78	152	144

Los factores se clasificaron en tres grupos mayor, media y menor importancia, ver Ilustración 2.

Ilustración 2. Valor cuantitativo de cada factor. Fuente: [11]

RESULTADOS

Una vez identificados los factores más importantes: forma de manejar del conductor (FC), condiciones físicas de los asientos (CA), precio del boleto (TR), tiempo que permanece a bordo del trolebús (TV) y por otra parte seguridad por accidentes (SA), se procedió a diseñar y aplicar una encuesta de preferencias declaradas para atrapar las percepciones de los usuarios acerca de esos factores de la calidad de servicio, representada mediante la función de utilidad (U_{jn}) a través de un modelo de elección discreta logit binario. La forma general de la función de utilidad de la alternativa *j* para la individual *n* es la presentada en la Ecuación 1 [12]:

$$U_{jn} = \sum \beta_n X_{jn} + \in_{jn} \tag{1}$$

donde:

β_n*:* Es un vector de parámetros a estimar.

X_{jn}: Son las diferencias en las características (niveles) de las opciones.

$\in_{jn}$: Representa todos aquellos datos que no fueron incluidos en el modelo (incertidumbre)

Para el caso particular de este estudio las funciones de utilidad tienen la siguiente forma de acuerdo a las opciones actual (*act)* y mejorado (*mej*).

Modelo para condiciones de los asientos (CA), Ecuaciones 2 y 3:

$$U_{act} = \beta_{cteact} + \beta_{tv} tv_{act} + \beta_{tr} tr_{act} + \beta_{fc} fc_{act} + \beta_{ca} ca_{act} \tag{2}$$

$$U_{mej} = \beta_{ctemej} + \beta_{tv} tv_{mej} + \beta_{tr} tr_{mej} + \beta_{fc} fc_{mej} + \beta_{ca} ca_{mej} \tag{3}$$

Modelo generara para seguridad por accidente (SA), Ecuaciones 4 y 5:

$$U_{act} = \beta_{cteact} + \beta_{tv} tv_{act} + \beta_{tr} tr_{act} + \beta_{fc} fc_{act} + \beta_{sa} sa_{act} \tag{4}$$

$$U_{mej} = \beta_{ctemej} + \beta_{tv} tv_{mej} + \beta_{tr} tr_{mej} + \beta_{fc} fc_{mej} + \beta_{sa} sa_{mej} \tag{5}$$

Para calcular el valor de los coeficientes se utilizó el software Biogeme V1.8. Los resultados son mostrados en la Tabla 8. En ésta se observa que en el modelo general para las condiciones de los asientos (CA) la beta de forma de conducir tiene una robustez de 17.71 mientras que en el modelo de seguridad por accidentes (SA) el coeficiente de la forma de conducir es de 1.05 por lo que se ve que existe una disminución de la misma en los dos diferentes modelos a pesar de esto se observa que es uno de los factores que más aportan a la función lo que puede interpretarse que los usuarios prefieren que los operadores tengan una buena forma de conducir, por lo que su disponibilidad de pagar para el factor forma de conducir "buena" del operador es de $5.34 pesos en el caso del CA, mientras que los usuarios están dispuestos a pagar $3.71 pesos en el SA. Adicionalmente, el tiempo de viaje a bordo del trolebús para el caso del CA cuenta con una robustez de 10.87 debido a que es una desutilidad por lo que su disponibilidad de pago es de 0.22 pesos/min mientras en el caso del SA la robustez es de 4.52 con una disponibilidad de pago de 0.15 pesos/min. La disponibilidad de pago de 3.15 pesos para hacer que las condiciones de los asientos pasen de "actuales" a "buenas" condiciones es de 3.1 pesos; mientras la disponibilidad para la seguridad de accidentes es de 1.3 pesos.

TABLA 8. *Modelos estimados. Fuente: Elaboración propia.*

	Modelo CA	**Modelo SA**
Factor	**Coeficiente (t-estadístico)**	**Coeficiente (t-estadístico)**
Cte	-0.361 (-6.7)	-0.443 (-4.5)
Ca	0.786 (-14.1)	-0.398 (-7.9)
Fc	1.33 (-17.7)	1.09 (8.1)
Tr	-0.249	-0.294

https://doi.org/10.36677/ideaseningenieria.v1i2.20428 junio-diciembre 2023 ISSN: en trámite págs. 19- 31

	Modelo CA	**Modelo SA**
Tv	(-9.4) -0.056 (-10.8)	(-6.2) -0.043 (-4.5)
Valor tiempo de viaje	0.23	0.15
Disponibilidad de pago condición de los asientos	3.1	1.3
Disponibilidad de pago forma de conducir	5.3	3.7

Conclusiones

El uso de una metodología para evaluar la calidad de un servicio de transporte público como lo es trolebús permite por parte del regulador (entidad de gobierno), conocer la valoración de los servicios establecidos y sobre qué elementos se deben elaborar las políticas públicas de transporte con ciertos niveles de calidad (utilidad del usuario). De esta manera, el regular quien toma las decisiones a nivel táctico y estratégico indicará a la empresa concesionaria cómo debe proporcionar el servicio (nivel operativo). Es decir, la aplicación de metodologías como la mostrada en este documento proporciona un camino para la sustentabilidad del transporte, que debe formar parte de la movilidad de las ciudades, en cada etapa: diseño, modelación, supervisión y evaluación.

Los modelos estimados ostentan las valoraciones numéricas acerca de las percepciones del usuario acerca del servicio, aportando una diferenciación entre factores que permite identificar aquellos que aportan en más o menos a las valoraciones de la calidad que es el valor de los estimadores. Adicionalmente, los modelos de elección discreta permiten estimar diferentes conjuntos de variables o factores, es decir, lo equivalente a paquetes de servicio ofrecidos en el mundo real que incluyen o excluyen características del servicio.

La metodología llevada a cabo permite además en una primera etapa, realizar estadística básica (identificación de factores), posteriormente, la información obtenida permite análisis minuciosos no sólo al estimar modelos tipo logit que atrapan las percepciones de los usuarios, sino también, permiten hacer valoraciones acerca del valor del tiempo y disponibilidades al pago por incrementar o disminuir los niveles de servicio.

REFERENCIAS

[1] R. N. Cardozo. An empirical study of customer effort, expectation and satisfaction. *Journal of Marketing Research*, vol. 2, pp. 244–249, 1965.

[2] A. Parasuraman, V. Zeithalm, and L. Berry. A Conceptual Model of Service Quality and Its Implications for Future Research. *Journal of Marketing*, vol. 49, pp. 41–50, 1985.

[3] V. A. Zeithaml, A. Parasuraman, and L. L. Berry. *Delivering quality services*. 1990.

[4] W. E. Deming. *Calidad, productividad y competitividad, la salida de la crisis*. 1989.

[5] G. Suárez. Three experts on quality management. 1992.

[6] A. E. Ureña. *Gestión estratégica de la calidad*. 1998.

[7] J. Oña and R. Oña. Quality of Service in Public Transport Based on Customer Satisfaction Surveys: A Review and Assessment of Methodological Approaches. *Transportation Science*, vol. 49, no. 3, pp. 605–622, 2014.

[8] E. Grigoroudis and Y. Siskos. *Customer Satisfaction Evaluation, Methods for Measuring and Implementing Service Quality*. 2010.

[9] L. dell'Olio, A. Ibeas, and P. Cecin. The quality of service desired by public transport users. *Transport Policy*, vol. 18, no. 1, pp. 217–227, 2011.

[10] CDMX. Servicio de Transportes Eléctricos. Gobierno de la Ciudad de México. 2023.

[11] F. Domínguez, O. Díaz, and D. Cortés. Estimación de la calidad de servicio del sistema de trolebús de la Ciudad de México: una perspectiva del usuario. 2018.

[12] J. de D. Ortúzar and L. Willumsen. *Modelling Transport*. 2011.