

Reducción de la dimensionalidad de la percepción de la calidad del servicio de transporte externo de autobús de la Universidad de Costa Rica a partir de la aplicación del análisis de componentes principales



Reduction of the dimensionality of the perception of the quality of the external bus transportation service of the university of costa rica based on the application of the analysis of the main components

DOI: 10.22458/rna.v15i1.3780

 Henry Hernández-Vega¹

 Esteban Oconitrillo-Varela²

1,2. Universidad de Costa Rica, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, San José, Costa Rica,

henry.hernandezvega@ucr.ac.cr

eov1709@gmail.com

Recepción: 19 de febrero de 2022

Corrección: 19 de marzo de 2024

Aceptación: 14 de mayo de 2024

RESUMEN

El análisis de componentes principales permite generar una reducción de las dimensiones de los problemas con una pérdida mínima de la información. En este caso en particular, se logró una reducción de 14 dimensiones originales a tres dimensiones para el caso del servicio de transporte de estudiantes de la Universidad de Costa Rica y a cuatro dimensiones para el servicio regular de transporte público. La identificación de estas dimensiones, es decir, de la percepción en cuanto a la calidad de los servicios de transporte público, desde la perspectiva del usuario, puede ser utilizado como un insumo para priorizar las intervenciones y mejoras en los servicios brindados.

ABSTRACT

The analysis of the main components allows to generate a reduction of the dimensions of the problems with a minimum loss of information. In this particular case, a reduction is achieved from 14 original dimensions to 3 dimensions for the case of the student transport service of the University of Costa Rica and to 4 dimensions for the regular public transport service. The identification of these dimensions of the perception of the quality of public transport services from the user's perspective could be used as an input to prioritize interventions and improvements in the services provided.

RÉSUMÉ

L'analyse des composantes principales permet de générer une réduction des dimensions des problèmes avec une perte minimale d'information. Dans ce cas particulier, on a atteint une réduction de 14 dimensions originales à 3 dimensions pour le service de transport des étudiants de l'Université du Costa Rica et à 4 dimensions pour le service régulier de transport public. L'identification de ces dimensions, c'est à dire, de la perception ayant trait à la qualité des services de transport public, depuis la perspective de l'utilisateur, peut être utilisée comme un facteur pour prioriser les interventions et améliorations des services fournis.

RESUMO

A análise de componentes principais permite gerar uma redução das dimensões dos problemas com uma perda mínima de informação. Neste caso particular, consegue-se uma redução de 14 dimensões originais para três dimensões no caso do serviço de transporte de estudantes da Universidade da Costa Rica e para quatro dimensões no caso do serviço de transporte público regular. A identificação destas dimensões da percepção da qualidade dos serviços de transportes públicos na perspectiva do utilizador pode ser utilizada como um contributo para a definição de prioridades nas intervenções e melhorias dos serviços prestados.

PALABRAS CLAVE:
TRANSPORTE PÚBLICO, ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES, CALIDAD DE SERVICIO, PERSPECTIVA DEL USUARIO.

KEYWORDS:
PUBLIC TRANSPORT, ANALYSIS OF MAIN COMPONENTS, QUALITY OF SERVICE, USER'S PERSPECTIVE.

MOTS CLES:
TRANSPORT PUBLIC, ANALYSE DE COMPOSANTES PRINCIPALES, QUALITE DU SERVICE, PERSPECTIVE DE L'USAGER.

PALAVRAS-CHAVE:
TRÂNSITO, ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS, QUALIDADE DO SERVIÇO, PERSPECTIVA DO UTILIZADOR



INTRODUCCIÓN

Ante la necesidad de identificar oportunidades de mejora del servicio de transporte de estudiantes y del personal de la Universidad de Costa Rica (UCR), se planteó establecer un análisis de componentes principales (ACP). Así, el propósito de un ACP es el de reducir el número de variables iniciales utilizando variables no correlacionadas que son llamadas componentes principales a partir de combinaciones lineales¹. Con ello, la aplicación del ACP permite simplificar la caracterización de la percepción del usuario de transporte público colectivo con relación a la calidad del servicio. El presente estudio se desarrolló dada la importancia de dar seguimiento al servicio brindado, especialmente tratándose de servicios públicos².

Desde el punto de vista de los pasajeros, el Manual de Calidad de Servicio y Capacidad de Tránsito³, en el Capítulo 4, establece que calidad de servicio se define como el rendimiento medido o percibido del servicio de transporte público por parte de los usuarios. Además, se indica que para identificar los factores que afectan la percepción de la calidad de servicio, se toman en cuenta los resultados de encuestas de satisfacción de los clientes y la valoración de las reacciones de los usuarios cuando se les brindan varias opciones de transporte con distintas características⁴.

Antes de determinar cómo se mide la percepción de la calidad del servicio es primordial reconocer la mejor manera de medir la calidad de un servicio. Por un lado, la percepción de los clientes, que obedece a particularidades específicas de cada servicio, provee la mejor definición de la calidad del servicio brindado⁵. Por el otro lado, brindar un servicio de transporte de pasajeros de calidad repercute en la distribución modal (menor uso de vehículo particular), lo que brinda los siguientes beneficios: reducción de congestión y contaminación, accesibilidad y mayores alternativas de transporte⁶.

Por lo tanto, los prestadores del servicio deben de establecer entre sus prioridades el mejoramiento continuo de los factores que definen el nivel de servicio. De esto, la importancia de estudiar la percepción de los usuarios⁷.

El servicio del transporte público, aunque es regulado por el Estado en Costa Rica y es operado por distintas empresas privadas para diversas rutas, se pueden observar diferencias significativas entre una empresa u otra en cuanto a la calidad del servicio, por consiguiente, esto debe ser estudiado con la finalidad de mejorar la imagen del sistema de transporte público en general.

La satisfacción de los pasajeros no se puede garantizar a medida que no se observe un incremento en la percepción de la calidad en los servicios brindados de transporte público⁸, por lo que, la manera de mantener y aumentar la demanda del servicio, es garantizar la calidad de servicio dedicado al pasajero. Con esto, se aumenta el número de pasajeros sin que necesariamente se requiera aumentar significativamente los costos del servicio⁹.

De manera que, si se mejora el servicio en aspectos específicos (p. ej. accesibilidad, infraestructura, seguridad), se puede aumentar la demanda sin recurrir en grandes inversiones, además, aumenta la competitividad de las empresas y la satisfacción de los usuarios¹⁰. La identificación de parámetros

1 Óscar Hernández Rodríguez. *Temas de análisis estadístico multivariante*. (San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 2013).

2 Allan Abarca Rodríguez. «Percepción de los usuarios del servicio de transporte de tren», *Revista de Ciencias Económicas*, 31, n.º 1 (2013): 169-179

3 Paul Ryus et al., *Transit Capacity and Quality of Service Manual*. Washington D.C.: Transportation Research Board, 2013). Edición en PDF

4 Paul Ryus et al., *Transit Capacity and Quality of Service Manual*. Washington D.C.: Transportation Research Board, 2013). Edición en PDF

5 Edison Duque Oliva, Edison. «Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición», *Innovar. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 15 n.º 25 (2005): 64-80.

6 Ryus et al., *Transit...*

7 Héctor Mauricio Sánchez Abril. «Las empresas de transporte público colectivo urbano en Colombia y la calidad de su servicio», *Revista Estrategia Organizacional*, 1 n.º 1 (2012): 47-54

8 Lai, Wen-Tai & Ching-Fu Chen. «Behavioral intentions of public transit passengers—The roles of service quality, perceived value, satisfaction and involvement», *Transport Policy* 18, n.º 2, (2011): 318-325.

9 Institute for Transport Studies, University of Natural Resources and Applied Life Sciences. *Mejora de la calidad de los servicios de transporte público*. (Austria: Civitas Initiative, 2010). Edición en PDF.

10 Laura Eboli & Gabriella Mazzulla. «A new customer satisfaction index for evaluating transit service quality». *Journal of Public Transportation*, 12 n.º 3 (2009): 21-38.

relevantes y su medición es crítico para entender la satisfacción del usuario y en el desarrollo de los sistemas de transporte público del futuro, sin embargo, esto no es fácil dado lo complejo de los sistemas de transporte público, los procesos sociales y psicológicos¹¹. Usualmente, las medidas de desempeño son factores usados para evaluar aspectos particulares del servicio y están orientadas desde la perspectiva operativa, y las mediciones de la calidad del servicio están enfocadas desde la perspectiva del usuario.¹²

En un estudio previo sobre análisis de calidad de servicio del servicio del metro en la Ciudad de Montreal¹³, se establecen tres etapas para identificar aspectos de mejora: desarrollo de un cuestionario para recopilar la información sobre opinión de los usuarios, procesamiento de los resultados del cuestionario y análisis de sensibilidad de los resultados. Ahora bien, los aspectos de mejora del servicio corresponden a las variables de los modelos planteados que tienen mayor relación con la opinión de los usuarios sobre el servicio. Por lo tanto, la formulación de las preguntas de un cuestionario es vital para medir no solo la percepción del usuario, sino, también, para obtener indicadores del desempeño al instante de brindar el servicio¹⁴. Con las encuestas de percepción del servicio, se buscó obtener un indicador general de la satisfacción de los usuarios, de modo que cada factor involucrado en el análisis se midiera de acuerdo con este indicador global¹⁵. Adicionalmente, modelos de regresión han sido utilizados para evaluar la percepción global del servicio y diferentes componentes operacionales¹⁶.

Es común que, para medir la percepción del usuario de análisis, se utilicen encuestas de satisfacción mediante la obtención de indicadores de calidad para establecer las correlaciones entre satisfacción y el servicio brindado, con el fin de comprender cómo funciona el sistema de transporte¹⁷. Por lo general, se procede a solicitar al usuario directamente que califique cada uno de los aspectos considerados que describen al objeto de estudio, para luego, mediante un análisis estadístico, poder determinar los pesos de cada atributo con relación a la percepción general del usuario¹⁸.

En un estudio sobre la calidad del servicio de autobuses externos de la Universidad de Costa Rica¹⁹, se destacan los siguientes aspectos identificados a partir del análisis de indicadores realizados:

- Los usuarios identifican como aspectos principales los siguientes: seguridad, disponibilidad y tiempo de viaje. Para los proveedores del servicio se encuentra que los aspectos relevantes son: impacto al tránsito, economía y mantenimiento de la unidad. Los aspectos de interés comunitario son: reducción de congestión y contaminación, opciones de transporte para todos los ciudadanos y accesibilidad a fuentes de trabajo.
- Al observar los resultados de la percepción del usuario, se destaca que los elementos relacionados con las paradas fueron los peor calificados y se identifica que una terminal de buses en la Universidad de Costa Rica es una buena oportunidad de mejora del servicio.
- Por último, se menciona la posibilidad de ampliar la cantidad de rutas del sistema y se sugiere el desarrollo de una política integral de transporte, en la cual sea posible implementar medidas modernas (carriles exclusivos para bus, buses articulados, entre otros) para brindar un mejor servicio.

Además, en un estudio sobre factores que determinan la calidad del servicio de transporte de pasajeros desarrollado en la ciudad de Toluca²⁰ se destaca que los principales factores son: «el estado físico de los

11 Margareta Friman & Markus Fellesson. «Service supply and customer satisfaction in public transportation: the quality paradox», *Journal of Public Transportation*, 12 n.º 4 (2009): 57-69.

12 Phillips, Rhonda & Martin Guttenplan. (2003). «A review of approaches for assessing multimodal quality of service», *Journal of Public Transportation*, 6 n.º 4 (2003), 69-87.

13 Anjali Awasthi, Satyaveer Chauhan, Hichem Omrani & Ariyo Panahi. «A hybrid approach based on SERVQUAL and fuzzy TOPSIS for evaluating transportation service quality», *Computers & Industrial Engineering*, 61 n.º 3, (2011): 637-646.

14 Rocío de Oña López. *Análisis de la calidad del servicio de transporte público mediante árboles de decisión* (Granada: Universidad de Granada, 2013). Edición en PDF.

15 José María del Castillo, José María, & Francisco Benitez. «Determining a public transport satisfaction index from user surveys», *Transportmetrica A: Transport Science*, 9 n.º 8 (2012): 713-741.

16 Anderson Correia, Anderson, Sumedha Chan Wirasinghe & Alexandre de-Barros. «A global index for level of service evaluation at airport passenger terminals», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44 n.º 4 (2007): 607-620.

17 Friman & Fellesson. «Service supply...»

18 de Oña López. *Análisis de la calidad...*

19 Gabriel Chaves Flores y Henry Hernández Vega. «Desempeño y calidad del servicio de autobuses externos de la Universidad de Costa Rica», *Revista Infraestructura Vial*, 17 n.º 30 (2016): 13-22.

20 Óscar Sánchez Flores y Javier Romero Torres. «Factores de calidad del servicio en el transporte público de pasajeros: estudio de caso de la ciudad de Toluca, México», *Economía, sociedad y territorio*, 10 n.º 32 (2010): 49-80.



autobuses, la forma de manejo del conductor, la tarifa (costo del viaje), el tiempo que está dentro del autobús (tiempo de viaje) y el trato al usuario»²¹. Sumado a los aspectos antes mencionados, también se mencionan los tiempos de espera, la seguridad y la comodidad²².

Asimismo, en un estudio²³ sobre percepción de los usuarios del servicio de tren en Costa Rica, se define que, entre los aspectos más importantes percibidos por los usuarios, se encuentran: el tiempo de viaje, comodidad, cercanía, precio y seguridad. En otro estudio²⁴ donde se analiza la satisfacción del servicio en plataformas de ferrocarril realizado en India se desarrolló un modelo en el que se explica que la satisfacción de los pasajeros se puede explicar por la disponibilidad de bocardillos de calidad a un precio razonable, comportamiento del personal, sistemas de información, facilidades básicas como asientos, abanicos e iluminación y seguridad personal y del equipaje.

De igual forma, se han utilizado escalas de Likert para evaluar la calidad de servicio y factores que puedan influir en la percepción del mismo²⁵, también, se han comparado variables cualitativas y variables numéricas donde se ha encontrado una asociación significativa baja entre los dos tipos de variables²⁶.

En un estudio²⁷ se realizó una simulación basada en dinámica de sistemas en la calidad de servicio, que se puede aplicar a sistemas complejos como el sistema de transporte público urbano; la evaluación del servicio se basó en la comodidad y el tiempo, específicamente, se concentra en el intervalo de envío de despachos. Se obtuvo que se debe variar el intervalo de envíos para mejorar la calidad del servicio, principalmente en horas pico. En otro estudio²⁸ se utiliza agentes de software (programas que representan un sistema) para medir la calidad del servicio, a través de la cuantificación de variables complejas. Se comprueba que los agentes de *software* se pueden utilizar para cualquier análisis de sistemas complejos, ya que permite identificar acciones, creencias, deseos y oportunidades de la realidad de un sistema. Con esto, se determina que, la construcción de modelos permite el monitoreo y evaluación del sistema, que proporcionan herramientas para tomar decisiones acertadas con respecto a la operación del transporte público urbano.

Ahora bien, el creciente uso del vehículo privado trae consecuencias ambientales, sociales y económicas, pues se destaca que el sistema de transporte es una de las principales deseconomías en la Gran Área Metropolitana de la ciudad de San José²⁹. Esto tiene una mayor relevancia si se analiza el uso creciente del transporte privado que provoca un aumento en el congestionamiento vial, lo que genera consecuencias sociales, económicas y ambientales, y con ello un sistema que no opera eficientemente. De manera que, usar la opinión del usuario para establecer tendencias sobre los aspectos más vulnerables o más críticos en términos de oportunidades de mejora, resulta conveniente para cumplir con los objetivos del servicio.

Para reducir estas externalidades negativas, en el desarrollo urbano moderno se define que es esencial el uso del suelo para establecer las necesidades de transporte de los ciudadanos, de manera que al reducir las distancias a los principales destinos se reduce la dependencia al vehículo particular y se incrementan las oportunidades de uso de transporte público³⁰. La implementación de políticas que fomenten el transporte

21 Sánchez Flores y Romero Torres. «Factores de...», 49

22 Juan Carlos Muñoz, Juan Carlos, Marco Batarce y Ignacia Torres. *Comparación del nivel de servicio del transporte de público de seis ciudades latinoamericanas*, Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte, no. 16. 2013.

23 Abarca Rodríguez, Allan. «Percepción de los usuarios...»

24 Shefali Nandan. «Determinants of customer satisfaction on service quality: A study of railway platforms in India» *Journal of public transportation* 13, no. 1 (2010): 97-113.

25 Ruíz Romero, María Victoria, J. Fajardo Molina, José Luis García-Garmendia, Fernando Cruz Villalón, R. Rodríguez Ortiz, y F.J. Varela Ruiz. «Satisfacción de los pacientes atendidos en el Servicio de Urgencias del Hospital San Juan de Dios del Aljarafe» *Revista de calidad asistencial* 26, no. 2 (2011): 111-122

26 Fernando Llanos Zavalaga, Ángel Rosas Aguirre, Daniel Mendoza Requena, and Carlos Contreras Ríos. «Comparación de las escalas de Likert y Vigesimal para la evaluación de satisfacción de atención en un hospital del Perú» *Revista Médica Herediana* 12, no. 2 (2001): 52-57.

27 Mauro Callejas Cuervo, Helver Augusto Valero Bustos, and Andrea Catherine Alarcón Aldana. «Simulation based on system dynamics for evaluating the quality of transport service in a complex social system» *Dyna* 80, no. 180 (2013): 33-40.

28 Mauro Callejas-Cuervo, Helver Valero-Bustos, and Andrea Alarcón-Aldana. «Agentes de software como herramienta para medir la calidad de servicio prestado en un sistema de transporte público colectivo urbano» *Información tecnológica* 25, no. 5 (2014): 147-154.

29 Marco Otoyá Chavarría. «Estimación económica de las principales deseconomías presentes en el Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica» *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 13 (2009): 15-27.

30 Cardozo, Osvaldo Daniel, Javier Gutiérrez Puebla, and Juan Carlos García Palomares. «Influencia de la morfología urbana en la demanda de transporte público: análisis mediante SIG y modelos de regresión múltiple» *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica* 10 (2010): 82-102.

sostenible requiere que se preste especial atención a los deseos de los usuarios del transporte público y en las variables que afectan la calidad del servicio. Un servicio de transporte se hace más atractivo al mejorar la calidad del servicio ofrecido³¹.

A esto se le suma la tendencia a darle mayor protagonismo al peatón, a las bicicletas y al transporte público, dentro del desarrollo urbano de una región^{32,33}.

Ante este panorama, entre los elementos de mejora del servicio de transporte, se ha de contemplar la infraestructura como parte del servicio ofrecido, por ser un indicador de la tendencia de movilidad de los ciudadanos. En el caso de la Universidad de Costa Rica, se establece que las paradas de autobús son de los aspectos más criticados por parte de los usuarios del servicio, en el análisis³⁴ desarrollado por el Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la UCR.

METODOLOGÍA

La Universidad de Costa Rica cuenta con aproximadamente 40 000 estudiantes registrados que en su mayoría realizan viajes a la Sede Rodrigo Facio. Además de que se debe considerar el profesorado (aproximadamente 5 500 personas) y también el personal administrativo de la Universidad³⁵, por lo que la Sede Rodrigo Facio es un importante generador de viajes en el cantón de Montes de Oca. Esto genera la necesidad de tomar medidas para que el sistema de viajes origen/destino funcione de manera que responda a las necesidades de los usuarios de la mejor manera posible, debido a que el transporte público es una de las mejores opciones para el transporte masivo de personas.

De acuerdo al informe de los resultados de la encuesta elaborado por la Unidad de Seguridad Vial y Transportes del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR)³⁶, se conoce que el 63 % de las personas viajan en transporte público (bus regular y servicio externo de bus universitario) a la sede principal de la Universidad de Costa Rica, mientras que el 17 % lo hace en vehículo particular.

Ahora bien, se presentan una serie de datos que sirven como parámetros que definen el contexto en el que se desarrolla el objeto de estudio. La Encuesta de Transporte 2018³⁷, elaborada por el Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA-LanammeUCR), que corresponde a un cuestionario electrónico que fue enviado al personal y estudiantes de la institución por medio del correo electrónico. El instrumento utilizado se resume en diez grupos de preguntas tales como.

- 1) Información demográfica.
- 2) Preguntas de movilidad.
- 3) Preguntas de movilidad en bicicleta.
- 4) Preguntas de movilidad en autobús: servicio de autobús ruta regular y servicio de autobús ruta UCR.
- 5) Preguntas de movilidad en automóvil.
- 6) Preguntas de movilidad peatonal.
- 7) Preguntas de movilidad en tren.
- 8) Preguntas de movilidad en motocicleta.

31 Luigi Dell'Olio, Angel Ibeas, and Patricia Cecin. «The quality of service desired by public transport users» *Transport Policy* 18, no. 1 (2011): 217-227.

32 Zane Bishop. «Transit-oriented Development: benefits and studies» *Virginia: Ball State University* (2015). Edición en PDF

33 Ryus et al., *Transit...*

34 Henry Hernández Vega, Giancarlo Umaña Marín, Diana Jiménez Romero y Luis Loría Salazar (2019). *Percepción de la calidad del servicio regular de autobuses por parte del estudiantado y personal docente y administrativo de la Universidad de Costa Rica. (Montes de Oca: Universidad de Costa Rica, 2019)*. Edición en PDF.

35 Universidad de Costa Rica. «La UCR en cifras», acceso en 2017. <https://www.ucr.ac.cr/acerca-u/ucr-en-cifras.html>

36 Henry Hernández Vega, Mayra Morales Aguilar, Diana Jiménez Romero y Luis Loría Salazar (2014). *Encuesta de transporte 2013, Sede Rodrigo Facio Universidad de Costa Rica*. (Montes de Oca: Universidad de Costa Rica, 2014). Edición en PDF.

37 Henry Hernández Vega, Giancarlo Umaña Marín, Diana Jiménez Romero y Luis Loría Salazar (2014). *Encuesta de transporte 2018, Sede Rodrigo Facio Universidad de Costa Rica*. (Montes de Oca: Universidad de Costa Rica, 2018). Edición en PDF.



9) Preguntas de movilidad en taxi.

10) Preguntas de movilidad en Uber.

Con esto, se analizaron los datos de la sección cuatro para las dos opciones de transporte en autobús disponibles para el personal y el estudiantado de la UCR, el servicio de bus UCR y el servicio de transporte regular.

Así, esta sección es respondida de manera completa por 531 personas usuarias del servicio de autobuses externo gestionado por la universidad y de 447 personas en el caso del servicio público regular.

Entonces, se separaron los datos de las respuestas obtenidos tanto para las respuestas del servicio de bus regular como para las del servicio de bus UCR. Además, se realizaron análisis de covarianza y correlación, como métodos de análisis preliminares para estudiar las variables asociadas.

Los valores promedio de la información utilizada en este estudio se encuentran disponibles en estudios realizados por el LanammeUCR^{38, 39}.

Posteriormente, se procedió a analizar las tendencias de los resultados netos de la encuesta realizada. Para ello, se agruparon las variables y se obtuvieron los comportamientos de respuesta del usuario para cada subgrupo, respectivamente. El análisis general de las variables se realizó teniendo como base la calificación (escala 0-10) que le dan los usuarios al servicio de autobuses externos gestionado por la universidad y al servicio regular regulado por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Se incluyeron diferentes aspectos que caracterizan al servicio brindado, aunque pudo haber elementos faltantes que debieran ser considerados. Ahora, como estas variables fueron analizadas por separado para cada tipo de servicio (Bus UCR y Bus Regular). A continuación, se presenta lo observado en cada caso.

Una de las limitaciones del presente estudio es que los usuarios pueden darle diferente significado a una misma calificación. Asimismo, es de esperar que un valor numérico dado por un usuario en una variable estudiada tenga un significado similar en las demás variables evaluadas por ese mismo usuario. A pesar de que la variable es un valor de percepción, el interés del estudio, como se mencionó, es explorar la manera de reducir las variables analizadas para simplificar el entendimiento del servicio brindado.

El interés del estudio es sobre variables relacionadas con el servicio brindado, por lo que variables de la población estudiada como sexo, edad, lugar de residencia, condición socioeconómica, no fueron incluidas en el análisis. Sin embargo, podrían ser utilizadas en estudios posteriores con el fin de determinar si estas tienen un efecto en las variables de respuesta.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados se presentan para los dos servicios analizados: a) Servicio de autobús externo UCR y b) Servicio de autobús regular.

SERVICIO AUTOBÚS EXTERNO UCR

El servicio de autobuses externo consiste en operadores que brindan un servicio de transporte de estudiantes desde y hacia la Universidad de Costa Rica. La Oficina de Servicios Generales es la encargada de gestionar el sistema de autobuses externos de la universidad.

Las rutas en estudio, para el caso del servicio de bus proporcionado por la Universidad, tienen los siguientes destinos:

38 Hernández Vega, Umaña Marín, Jiménez Romero y Loría Salazar. «Percepción del...»

39 Henry Hernández Vega, Giancarlos Umaña Marín, Diana Jiménez Romero y Luis Loría Salazar (2019). *Percepción del usuario de la calidad del servicio de bus externo de la Universidad de Costa Rica*. (Montes de Oca: Universidad de Costa Rica, 2019). Edición en PDF.

• Pavas.	• Desamparados.
• Tibás.	• Aserri.
• Santa Ana.	• Coronado.
• San Ramón.	• Cartago.
• San Rafael Abajo.	• Calle Blancos.
• San Carlos.	• Alajuelita Parque.
• Grecia.	• Alajuelita.
• Heredia.	• Alajuela.
• El Carmen de Guadalupe.	• Acosta.

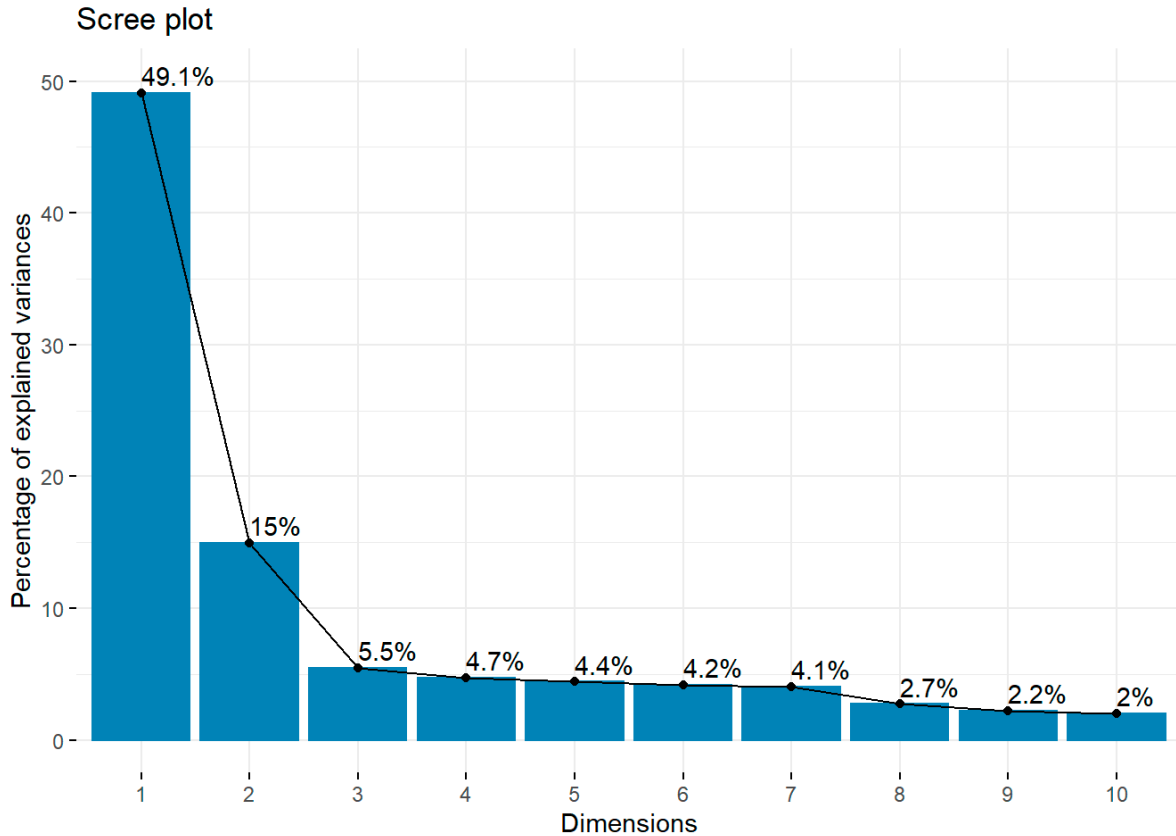
Para este ejercicio, se utilizaron las respuestas relacionadas con el servicio de autobuses externos de la Universidad de Costa Rica, conocido como BusUCR, que brindaron los usuarios del servicio. En este aspecto en particular se utilizaron 531 respuestas completas, las cuales le dieron al servicio una calificación general de 6,96 en promedio. Para cada aspecto se le pidió a la persona usuaria que lo calificara del 0 al 10.

Las variables que se utilizaron para el análisis de componentes principales corresponden a las respuestas relacionadas con 14 preguntas de calificación del servicio en los siguientes aspectos:

- 1) Asientos disponibles.
- 2) Tarifa.
- 3) Limpieza del autobús.
- 4) Amabilidad del chofer.
- 5) Frecuencia de los viajes de la ruta.
- 6) Estado general de los asientos.
- 7) Duración del recorrido.
- 8) Ruido y vibraciones.
- 9) Ventilación.
- 10) Forma de conducir del chofer.
- 11) Techo paradas.
- 12) Iluminación en las paradas.
- 13) Comodidad de las paradas.
- 14) Calificación general del servicio.

Para definir la cantidad mínima de componentes principales se utilizó el criterio de utilizar los primeros componentes que expliquen una proporción superior al 70 % de la variabilidad total. Este criterio es uno de los recomendados en la literatura⁴⁰. Al observar el gráfico de varianza explicada (Figura 1), se observa que los tres primeros componentes explican una proporción de prácticamente del 70 % de la variabilidad total.

Figura 1. Gráfico de sedimentación para el porcentaje de varianza explicada de acuerdo al número de dimensiones, caso del servicio de autobuses externos de la Universidad de Costa Rica, 2018.



Al realizar el análisis de componentes principales se observó cómo se genera un primer componente que cuenta con contribuciones de las respuestas relacionadas con la calidad general del servicio, el estado general de los asientos, la limpieza del autobús, la ventilación, la forma de conducir y amabilidad del chófer y el ruido y las vibraciones principalmente y en menor medida las variables frecuencia de los viajes, duración del recorrido y asientos disponibles. Este componente se encuentra relacionado con aspectos de operación de las unidades que brindan el servicio.

De igual forma, el segundo componente se relaciona con las calificaciones relacionadas con las paradas de autobuses y el tercer componente se encuentra relacionado con la tarifa.

Figura 2. Calidad de la representación de las diferentes variables en los componentes generados, caso del servicio de autobuses externos de la Universidad de Costa Rica, 2018.

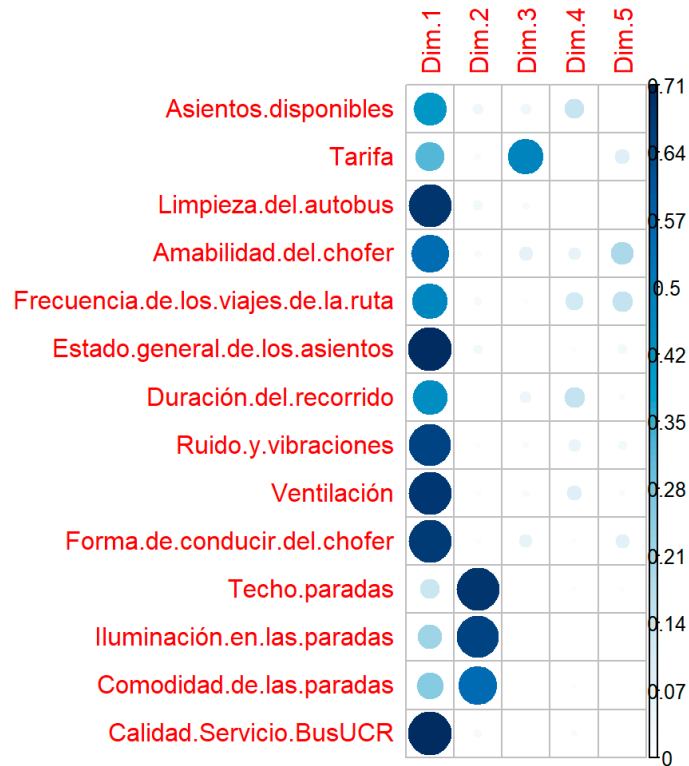


Figura 3. Contribuciones de las diferentes variables al primer componente principal, caso del servicio de autobuses externos de la Universidad de Costa Rica, 2018.

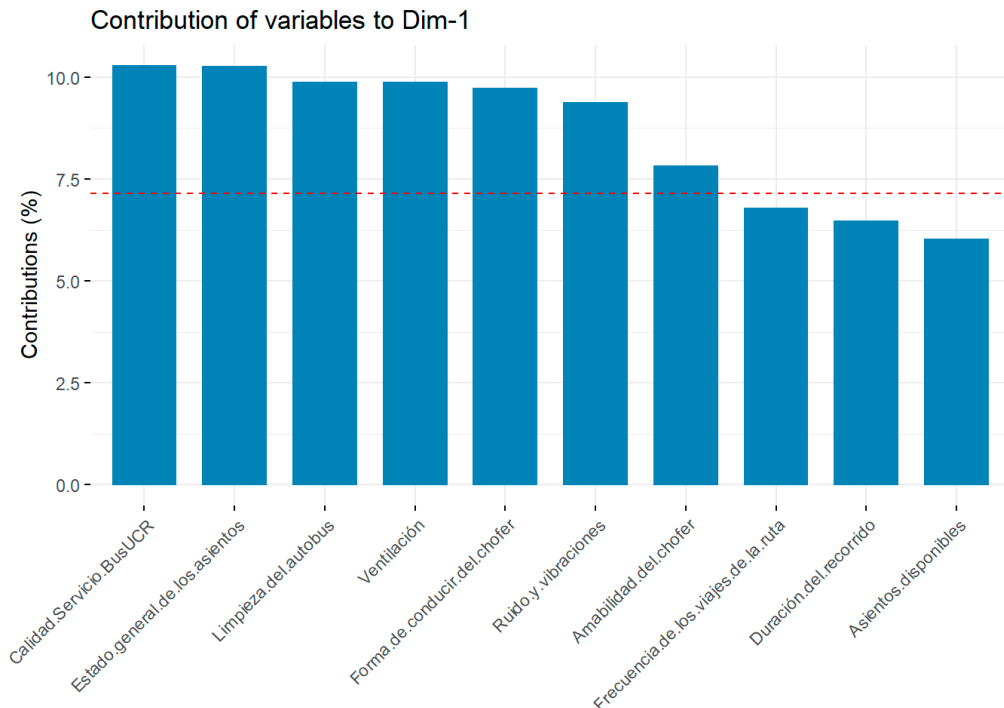


Figura 4. Contribuciones de las diferentes variables al segundo componente principal, caso del servicio de autobuses externos de la Universidad de Costa Rica, 2018.

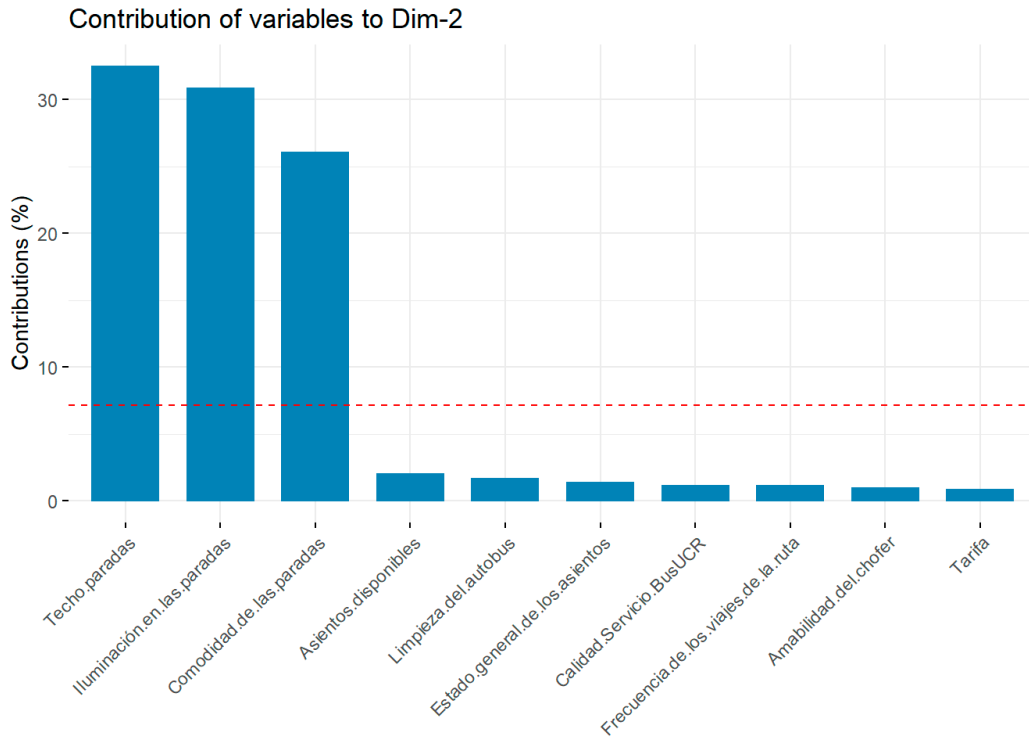
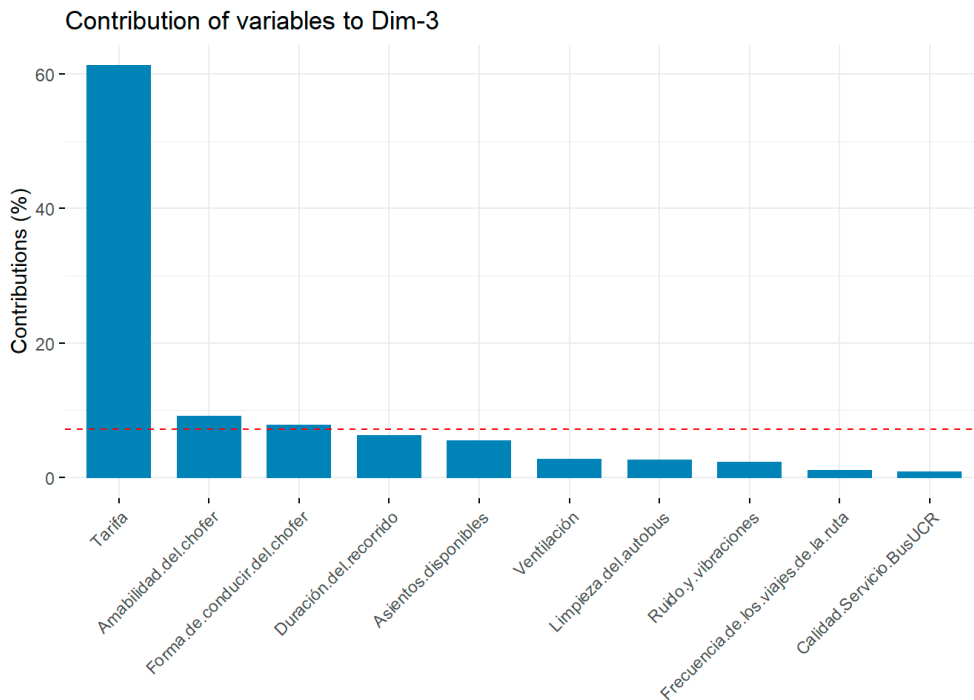


Figura 5. Contribuciones de las diferentes variables al tercer componente principal, caso del servicio de autobuses externos de la Universidad de Costa Rica, 2018.



SERVICIO DE AUTOBÚS REGULAR

Similar a cómo se analizó el caso del autobús externo de la UCR, también se desarrolló un ACP para el servicio de buses regulares de distintas empresas regulados por el MOPT. Estos resultados sirven de referencia para establecer los parámetros en los que se encuentra el servicio proporcionado por la universidad, además de que se incluye un análisis más completo de las opciones que tienen los estudiantes, funcionarios y usuarios en general que realizan los viajes de las rutas descritas. En este caso no se tiene un registro de todas las rutas de bus regular usadas por los usuarios, porque la cantidad de rutas disponibles es muy alta.

Además, como parte del análisis preliminar de los datos del bus regular, se destaca que el número de personas que contestaron el cuestionario de manera completa es de 447 personas, quienes dieron al servicio una calificación general de 6,13 en promedio, siendo este menor respecto al servicio autobús externo UCR.

Las variables que se utilizaron para el análisis de componentes principales corresponden, al igual que el servicio de autobuses externos de la Universidad, las respuestas relacionadas con 14 preguntas de calificación del servicio. Los cuatro primeros componentes explican una proporción de prácticamente del 70 % de la variabilidad total. En este caso se decidió incluir cuatro componentes principales (dimensiones).

Al realizar el análisis de componentes principales, se generó un primer componente que cuenta con contribuciones de las respuestas relacionadas con la ventilación, el estado general de los asientos, la calidad general del servicio, la limpieza del autobús, la forma de conducir del chófer y el ruido y las vibraciones principalmente y en menor medida las variables duración del recorrido y la amabilidad del chofer. Asimismo, este componente se encuentra relacionado con aspectos de operación de las unidades que brindan el servicio.

De igual forma, al caso de los autobuses que brindan el servicio externo a la Universidad, el segundo componente se relaciona con las calificaciones relacionadas con las paradas de autobuses y otro componente (el cuarto) se encuentra relacionado con la tarifa.

Para los autobuses de servicio regular se destaca el componente de frecuencia de los viajes de la ruta (dimensión 3) que sí es muy diferente para el caso de las rutas regulares respecto a los de los servicios externos de la Universidad.

En la Tabla 1 se presenta una comparación de los aspectos indicados como importantes para los usuarios del bus externo UCR y el bus regular.

Tabla 1. Desglose de las variables obtenidas de acuerdo a cada componente principal tanto para el servicio de autobús regular como para el servicio de transporte de estudiantes, 2018.

Componente Principal	VARIABLES DEL SERVICIO DE AUTOBÚS DE ESTUDIANTES UCR	VARIABLES DEL SERVICIO DE AUTOBÚS REGULAR
Componente operativo	Calidad de servicio general. Estado de los asientos. Limpieza del autobús. Ventilación. Forma de conducir del chofer. Ruido y vibraciones. Amabilidad del chofer.	Calidad de servicio general. Estado de los asientos. Limpieza del autobús. Ventilación. Forma de conducir del chofer. Ruido y vibraciones. Amabilidad del chofer.
Componente Paradas	Techo de paradas. Iluminación en las paradas. Comodidad en las paradas.	Techo de paradas. Iluminación en las paradas. Comodidad en las paradas.
Componente Tarifa	Tarifa.	Tarifa.
Componente Frecuencia	NO APLICA.	Frecuencia de los viajes.



CONCLUSIONES

El análisis de componentes principales realizado a las 14 variables permitió reducir y simplificar la caracterización del servicio de transporte pasajeros tanto para el servicio regular de autobuses como para el transporte de estudiantes universitarios.

Con esto, la principal diferencia entre los dos análisis generados radica en que en el caso del servicio regular de autobuses la frecuencia destacó como componente principal, contrario a lo que sucedió en el servicio de transporte de estudiantes. Esto se puede explicar por el hecho de que la mayoría de los servicios del transporte de estudiantes de la Universidad tiene una frecuencia horaria y que, dentro del servicio de transporte regular, existe una mayor variabilidad de las frecuencias, debido a que estas varían de acuerdo a la ruta.

Además, es esencial realizar estudios adicionales (incluyendo aspectos no analizados en este estudio) para poder realizar comparaciones y así establecer indicadores relevantes de calidad del servicio de transporte público en la modalidad autobús. Estos estudios futuros pueden servir como validación de la metodología y de los resultados aquí obtenidos.

Ahora bien, se recomienda complementar el presente estudio junto con un análisis de ecuaciones estructurales, similares a los empleados en diferentes estudios^{41, 42, 43, 44} donde se evalúe el efecto de diferentes atributos de los usuarios que lleguen a incidir en la percepción global del servicio brindado. De igual forma, se pueden utilizar variables medibles, como porcentaje de viajes a tiempo, número promedio de asientos disponibles, entre otros.

Finalmente, se debe atender el tema relacionado con las paradas de autobús que presentaron las peores calificaciones, puesto que en el país no existe una gestión de la infraestructura para el transporte público, lo cual es un aspecto fundamental para lograr una mejora en el sistema en procura de una movilidad más sostenible.

REFERENCIAS

- Abarca-Rodríguez, Allan. «Percepción de los usuarios del servicio de transporte de tren», *Revista de Ciencias Económicas*, 31, n.º 1 (2013): 169-179.
- Awasthi, Anjali, Satyaveer Chauhan, Hichem Omrani & Ariyo Panahi. «A hybrid approach based on SERVQUAL and fuzzy TOPSIS for evaluating transportation service quality», *Computers & Industrial Engineering*, 61 n.º 3, (2011): 637-646.
- Bishop, Zane. *Transit-oriented Development: benefits and studies*. Virginia: Ball State University (2015). Edición en PDF
- Callejas Cuervo, Mauro, Helver Augusto Valero Bustos, and Andrea Catherine Alarcón Aldana. «Simulation based on system dynamics for evaluating the quality of transport service in a complex social system» *Dyna* 80, no. 180 (2013): 33-40.
- Callejas-Cuervo, Mauro, Helver Valero-Bustos, and Andrea Alarcón-Aldana. «Agentes de software como herramienta para medir la calidad de servicio prestado en un sistema de transporte público colectivo urbano» *Información tecnológica* 25, no. 5 (2014): 147-154.
- Cardozo, Osvaldo Daniel, Javier Gutiérrez Puebla, and Juan Carlos García Palomares. «Influencia de la morfología urbana en la demanda de transporte público: análisis mediante SIG y modelos de regresión múltiple» *GeoFocus. Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica* 10 (2010): 82-102.

41 Juan Vergara, Víctor Quesada, e Ingrid Blanco. «Análisis de la calidad en el servicio y satisfacción de los usuarios en dos hoteles cinco estrellas de la ciudad de Cartagena (Colombia) mediante un modelo de ecuaciones estructurales» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* 19, no. 3 (2011): 420-428.

42 Martín Nader, Sandra Patricia Peña Bernate, y Emilio Sánchez Santa Bárbara. «Predicción de la satisfacción y el bienestar en el trabajo: hacia un modelo de organización saludable en Colombia» *Estudios gerenciales* 30, no. 130 (2014): 31-39.

43 Cervelló Gimeno, Eduardo Manuel, Damián Iglesias Gallego, Ruth Jiménez Castuera y Fernando del Villar Álvarez. «Aplicación de modelos de ecuaciones estructurales al estudio de la motivación de los alumnos en las clases de educación física» *Revista de educación*, 335 (2004): 371, 382

44 Zúñiga López, Andrea, and Jaime Allen. «Medición de percepción de la calidad de vida con respecto a la satisfacción con el transporte público en Costa Rica» *Infraestructura Vial* 23, no. 42 (2021): 23-34.

- Cervelló Gimeno, Eduardo Manuel, Damián Iglesias Gallego, Ruth Jiménez Castuera y Fernando del Villar Álvarez. «Aplicación de modelos de ecuaciones estructurales al estudio de la motivación de los alumnos en las clases de educación física» *Revista de educación*, 335 (2004): 371, 382
- Chaves Flores, Gabriel y Henry Hernández Vega. «Desempeño y calidad del servicio de autobuses externos de la Universidad de Costa Rica», *Revista Infraestructura Vial*, 17 n.º 30 (2016): 13-22.
- Correia, Anderson, Sumedha Chan Wirasinghe & Alexandre de-Barros. «A global index for level of service evaluation at airport passenger terminals», *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44 n.º 4 (2007): 607-620.
- Del Castillo, José María, & Francisco Benitez. «Determining a public transport satisfaction index from user surveys», *Transportmetrica A: Transport Science*, 9 n.º 8 (2012): 713-741.
- Dell'Olio, Luigi, Angel Ibeas, and Patricia Cecin. «The quality of service desired by public transport users» *Transport Policy* 18, no. 1 (2011): 217-227.
- De Oña López, Rocío. *Análisis de la calidad del servicio de transporte público mediante árboles de decisión* (Granada: Universidad de Granada, 2013). Edición en PDF.
- Duque Oliva, Edison. «Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición», *Innovar: Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 15 n.º 25 (2005): 64-80.
- Eboli, Laura & Gabriella Mazzulla. «A new customer satisfaction index for evaluating transit service quality». *Journal of Public Transportation*, 12 n.º 3 (2009): 21-38.
- Friman, Margareta & Markus Felleesson. «Service supply and customer satisfaction in public transportation: the quality paradox», *Journal of Public Transportation*, 12 n.º 4 (2009): 57-69.
- Hernández-Rodríguez, Óscar. *Temas de análisis estadístico multivariante*. San José: Editorial de la Universidad de Costa Rica, 2013
- Hernández Vega, Henry, Mayra Morales Aguilar, Diana Jiménez Romero y Luis Loría Salazar (2014). *Encuesta de transporte 2013, Sede Rodrigo Facio Universidad de Costa Rica*. (Montes de Oca: Universidad de Costa Rica, 2014). Edición en PDF.
- Hernández Vega, Henry, Giancarlo Umaña Marín, Diana Jiménez Romero y Luis Loría Salazar (2019). *Percepción de la calidad del servicio regular de autobuses por parte del estudiantado y personal docente y administrativo de la Universidad de Costa Rica*. (Montes de Oca: Universidad de Costa Rica, 2019). Edición en PDF.
- Hernández Vega, Henry, Giancarlo Umaña Marín, Diana Jiménez Romero y Luis Loría Salazar (2019). *Percepción del usuario de la calidad del servicio de bus externo de la Universidad de Costa Rica*. (Montes de Oca: Universidad de Costa Rica, 2019). Edición en PDF.
- Institute for Transport Studies, University of Natural Resources and Applied Life Sciences. *Mejora de la calidad de los servicios de transporte público*. (Austria: Civitas Initiative, 2010). Edición en PDF.
- Lai, Wen-Tai & Ching-Fu Chen. «Behavioral intentions of public transit passengers—The roles of service quality, perceived value, satisfaction and involvement», *Transport Policy* 18, n.º 2, (2011): 318-325.
- Llanos Zavalaga, Fernando, Ángel Rosas Aguirre, Daniel Mendoza Requena, and Carlos Contreras Ríos. «Comparación de las escalas de Likert y Vigesimal para la evaluación de satisfacción de atención en un hospital del Perú» *Revista Médica Herediana* 12, no. 2 (2001): 52-57.
- Muñoz, Juan Carlos, Marco Batarce y Ignacia Torres. Comparación del nivel de servicio del transporte de público de seis ciudades latinoamericanas, *Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*, no. 16. 2013.
- Nader, Martín, Sandra Patricia Peña Bernate, y Emilio Sánchez Santa Bárbara. «Predicción de la satisfacción y el bienestar en el trabajo: hacia un modelo de organización saludable en Colombia» *Estudios gerenciales* 30, no. 130 (2014): 31-39.
- Nandan, Shefali. «Determinants of customer satisfaction on service quality: A study of railway platforms in India» *Journal of public transportation* 13, no. 1 (2010): 97-113.



- Otoya Chavarría, Marco. «Estimación económica de las principales deseconomías presentes en el Gran Área Metropolitana (GAM) de Costa Rica» *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 13 (2009): 15-27.
- Phillips, Rhonda & Martin Guttenplan. (2003). «A review of approaches for assessing multimodal quality of service», *Journal of Public Transportation*, 6 n.º 4 (2003), 69-87.
- Ruíz Romero, María Victoria, J. Fajardo Molina, José Luis García-Garmendia, Fernando Cruz Villalón, R. Rodríguez Ortiz, y F.J. Varela Ruiz. «Satisfacción de los pacientes atendidos en el Servicio de Urgencias del Hospital San Juan de Dios del Aljarafe» *Revista de calidad asistencial* 26, no. 2 (2011): 111-122.
- Ryus, Paul, Alan Danaher, Mark Walker, Foster Nichols, William Carter, Ellizabeth Ellis, Linda Cherrington y Anthony Bruzzone. *Transit Capacity and Quality of Service Manual*. (Washington D.C.: Transportation Research Board, 2013). Edición en PDF.
- Sánchez Abril, Héctor Mauricio. «Las empresas de transporte público colectivo urbano en Colombia y la calidad de su servicio», *Revista Estrategia Organizacional* 1 n.º 1 (2012): 47-54.
- Sánchez Flores, Óscar y Javier Romero Torres. «Factores de calidad del servicio en el transporte público de pasajeros: estudio de caso de la ciudad de Toluca, México» *Economía, sociedad y territorio*, 10 n.º 32 (2010): 49-80.
- Universidad de Costa Rica. «La UCR en cifras» Acceso en 2017. <https://www.ucr.ac.cr/acerca-u/ucr-en-cifras.html>
- Vergara, Juan C., Víctor M. Quesada, and Ingrid Blanco. «Análisis de la calidad en el servicio y satisfacción de los usuarios en dos hoteles cinco estrellas de la ciudad de Cartagena (Colombia) mediante un modelo de ecuaciones estructurales» *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería* 19, no. 3 (2011): 420-428.
- Zúñiga López, Andrea, and Jaime Allen. «Medición de percepción de la calidad de vida con respecto a la satisfacción con el transporte público en Costa Rica» *Infraestructura Vial* 23, no. 42 (2021): 23-34.