



POSGRADOS

MAESTRÍA EN INGENIERÍA AUTOMOTRIZ CON MENCIÓN EN NEGOCIOS AUTOMOTRICES

RPC-SO-36-NO.825-2021

OPCIÓN DE TITULACIÓN:

ARTÍCULOS PROFESIONALES DE ALTO NIVEL

TEMA:

ESTUDIO DE LAS CAUSAS, SOBRE LA FALTA DE USUARIOS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE TRANVÍA DE LA CIUDAD DE CUENCA: DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD DEL SISTEMA

AUTOR:

ADRIÁN SANTIAGO BARROS GORDILLO

DIRECTOR:

FABRICIO ESTEBAN ESPINOZA MOLINA

CUENCA – ECUADOR
2025

Autor:**Adrián Santiago Barros Gordillo**

Ingeniero Mecánico Automotriz.

Candidato a Magíster en Ingeniería Automotriz con mención en Negocios Automotrices por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Cuenca.

abarros1@est.ups.edu.ec

Dirigido por:**Fabricio Esteban Espinoza Molina**

Ingeniero Mecánico Automotriz.

Máster en Ingeniería de Vehículos Híbridos y Eléctricos.

fespinoza@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

2025 © Universidad Politécnica Salesiana.

CUENCA – ECUADOR – SUDAMÉRICA

ADRIÁN SANTIAGO BARROS GORDILLO

Estudio de las causas, sobre la falta de usuarios en el sistema de transporte de tranvía de la ciudad de Cuenca: definición de estrategias para incrementar la competitividad del sistema

DEDICATORIA

Con amor y gratitud dedico este trabajo de investigación a mi querido hijo Luke, luz de mi vida, y a mi familia, cuyo apoyo y motivación han sido mi fuerza en cada paso de mi camino.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por haberme permitido disfrutar cada momento, aprender constantemente y conocer personas maravillosas durante este trayecto académico.

TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	7
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	9
III. RESULTADOS	12
IV. CONCLUSIONES.....	30
AGRADECIMIENTOS.....	31
REFERENCIAS	31

**ESTUDIO DE LAS CAUSAS,
SOBRE LA FALTA DE USUARIOS
EN EL SISTEMA DE
TRANSPORTE DE TRANVÍA DE
LA CIUDAD DE CUENCA:
DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS
PARA INCREMENTAR LA
COMPETITIVIDAD DEL
SISTEMA**

AUTOR:

SANTIAGO BARROS GORDILLO

ESTUDIO DE LAS CAUSAS, SOBRE LA FALTA DE USUARIOS EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE DE TRANVÍA DE LA CIUDAD DE CUENCA: DEFINICIÓN DE ESTRATEGIAS PARA INCREMENTAR LA COMPETITIVIDAD DEL SISTEMA

1st Santiago Barros
Departamento de Postgrado
Universidad Politécnica Salesiana'
Cuenca, Ecuador abarros1@est.ups.edu.ec

2nd Fabricio Espinoza '
Departamento de Ingeniería Automotriz
Universidad Politécnica Salesiana'
Cuenca, Ecuador fespinoza@ups.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4559-4474>

Resumen— El presente proyecto de desarrollo determina las causas para la falta de usuarios del sistema de tranvías del cantón Cuenca y plantea estrategias para abordar esta problemática. Con relación a esto, en la actualidad el referido sistema presenta una ocupación cercana a los 20 000 usuarios/día, aunque para preservar la sustentabilidad financiera del sistema se requiere duplicar el valor actual. Por ello, el presente estudio emplea una metodología que aplica encuestas a los usuarios del sistema de tranvía usando un muestreo probabilístico aleatorio simple para determinar su percepción ($n=582$, alfa de Cronbach=0,8), lo que permite caracterizar el sistema de tranvía, y analizar la problemática entorno a los ejes: tranvía y movilidad cantonal. Luego, es posible definir estrategias mediante un enfoque integral, basado en un análisis FODA. Los resultados entregan seis estrategias fundamentadas en un sistema de transporte público integrado, fortalecimiento comunicacional, mejora de la percepción del usuario, promoción de la movilidad sostenible, fortalecimiento del análisis y monitoreo, revisión del marco normativo, reforzamiento de la cohesión social y de la capacidad institucional. En conclusión, el incremento de usuarios del sistema de tranvías tiene como eje fundamental articular un sistema de transporte público, ampliando el área de cobertura y la cantidad de usuarios atendidos.

Palabras Clave— tranvía, movilidad sostenible, gestión de la movilidad, transporte público.

I. INTRODUCCIÓN

La movilidad en la ciudad de Cuenca tiene uno de sus principales conflictos en el uso del vehículo privado y el incremento del parque automotor que satura las vías, con cerca de 150 000 vehículos circulando por las calles de la ciudad [1]. Por ello, desde hace algunos años se necesita la implementación de un sistema de movilidad con un enfoque de sostenibilidad.

Es así como, los sistemas de tranvías destacan por la preferencia que generan en comparación con los autobuses convencionales, entre otros aspectos por la uniformidad en la circulación, variación de aceleración progresiva, y una capacidad y rendimiento superiores [2]. Adicionalmente, estos sistemas se relacionan con menor tiempo de embarque/desembarque de las unidades, comodidad y facilidad de acceso, especialmente para personas con movilidad reducida o biciusuarios. También, se genera un mayor uso del espacio público, al reducir la congestión en las ciudades [3]. Otra ventaja es la regeneración urbana que se da en las rutas, haciendo que se desarrolle una estética moderna y actual, complementada con el uso recursos tecnológicos para la integración de la ruta [4].

De esta manera, la ciudad de Cuenca presenta un crecimiento del parque automotor cuatro veces más alto que la población, haciendo que el 32% de viajes se realicen en vehículos particulares, con una tasa de ocupación inferior a 1,5 personas/vehículo. Por ello, el tranvía de la ciudad de Cuenca se proyectó como una solución dentro de un sistema integrado para transportar 120 000 pasajeros diarios, en un horario entre las 5h50 am y las 22h00 pm, a través de 27 paradas en una ruta de 20,4 km entre ida y vuelta, teniendo como puntos de origen/destino las estaciones Control Sur/Parque Industrial. Para tal efecto, se requieren 12 vehículos tranviarios operativos y dos vehículos de apoyo [5].

Sin embargo, el sistema de tranvías de Cuenca presentó algunos inconvenientes desde la construcción por cerca de siete años con una inversión cercana a los trecientos millones de dólares; hasta ser puesto en funcionamiento comercial en el año 2020. En ese entonces, la demanda era de 15 000 pasajeros/día, a través de un costo/desplazamiento de \$0,35 en tarifa normal. Sin embargo, aunque en los últimos dos años el número de usuarios ha incrementado a 20 000 pasajeros/día, se requiere entre 30 000 y 40 000 pasajeros/día para asegurar la sustentabilidad financiera del sistema [6].

Por ende, los ingresos por recaudo de boletos hacen necesario un subsidio mayor al planificado inicialmente por parte del Municipio de Cuenca, por lo que resulta necesario definir las causas que motivan la reducida cantidad de usuarios del sistema [5], [6].

Así, algunos autores establecen la nula articulación con buses alimentadores dentro de un sistema integrado, la limitación de medios de pago, y la falta de explotación de la intermodalidad o multimodalidad, especialmente con buses, bicicletas, micromovilidad, entre otros [7].

En este sentido, a nivel mundial existen ejemplos que han logrado incrementar el número de usuarios, como el caso de Tampere (Finlandia) y Braunschweig (Alemania), donde se ha dado la expansión del tranvía a los centros urbanos, haciendo que mejoren las conexiones y la accesibilidad, especialmente a los centros atractores de viajes [8].

Además, el incremento en el número de pasajeros de sistemas de tranvía requiere un enfoque multifacético. Primero, es necesario mejorar la calidad del servicio a través de una mayor velocidad, frecuencia y accesibilidad [9]. Segundo, inversiones en infraestructura y la apelación a la responsabilidad social pueden fomentar cambios modales de los automóviles a los tranvías [9].

Por tal motivo, la persistencia de problemas en la calidad del servicio una vez implementadas ciertas estrategias, puede desviar la preferencia de los pasajeros hacia automóviles o taxis, lo que complica la problemática de la congestión de tráfico [10]. Para mitigar este efecto, surgen otras estrategias como el análisis de datos de las tarjetas inteligentes para identificar los pares de origen-destino que mantienen los pasajeros después de las reducciones del servicio [11].

En definitiva, el incremento del número de pasajeros del transporte público requiere que las ciudades tengan un abordaje integral, en donde se promueva la movilidad sostenible, a través de la mejora de aspectos como: nivel de servicio, precios, información, marketing, y calidad de los viajes [12]. Adicionalmente, la ampliación de los sistemas de tranvía también puede mejorar el atractivo del transporte público. En general, una estrategia integral que aborde estos factores es esencial para aumentar el uso del tranvía y promover la movilidad urbana sostenible [12].

En consecuencia, el presente estudio aborda las causas por las cuales los usuarios del transporte público no optan por el uso del tranvía en la ciudad de Cuenca. Esta información permite definir estrategias para incrementar la competitividad del referido sistema, con base en experiencias exitosas de otras ciudades a nivel mundial.

De este modo, el presente documento ofrece como contribuciones:

- 1) Identificación de la problemática para la falta de demanda del sistema tranviario.
- 2) Aplicación de encuestas para conocer las percepciones de los usuarios y potenciales usuarios, en cuanto a calidad y eficiencia del sistema de transporte tranviario.
- 3) Determinación de estrategias de gestión en los sistemas de tranvías para aumentar su competitividad.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

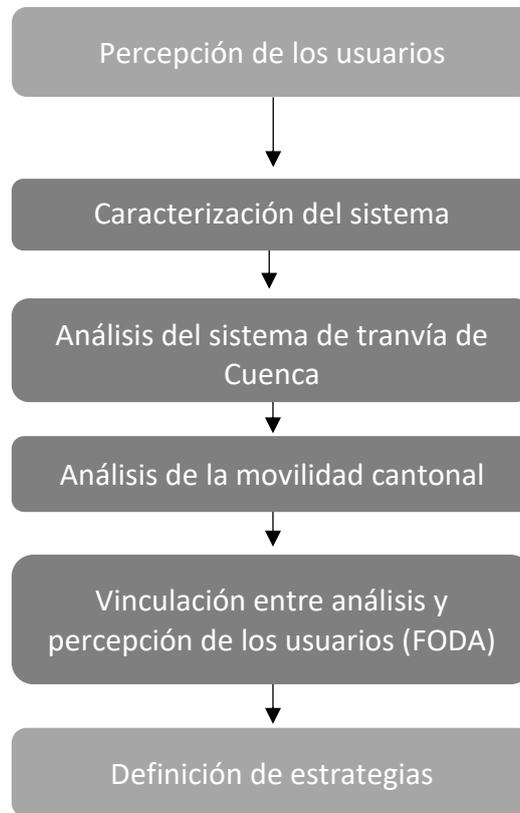
2.1 Materiales

El presente estudio emplea como materiales la información bibliográfica de fuentes primarias y secundarias, obtenidas de manera digital, cuyo contenido analiza datos de diseño y operación de los sistemas de transporte masivo a escala global y del tranvía de Cuenca. Igualmente, se usan herramientas digitales (Google Forms y Microsoft Excel) para la formulación, análisis y exposición de encuestas en torno a la percepción de los usuarios del sistema de tranvía de Cuenca.

2.2 Métodos

El presente estudio plantea como proceso metodológico el detallado en la Fig. 1, donde es necesario partir de encuestas realizadas a los usuarios. Luego, es posible describir el sistema de tranvías de la ciudad de Cuenca, para analizar la problemática relacionada; posteriormente profundizar sobre la situación de la movilidad a escala cantonal; y finalmente, mediante un cruce o relación de problemas, sintetizar las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas -FODA- para describir las estrategias correspondientes.

Fig. 1. Esquema metodológico del estudio



Percepción de los usuarios

Se plantea realizar encuestas semiestructuradas, mediante un muestro probabilístico aleatorio simple, con respuestas de opción múltiple basadas en los criterios: a) totalmente de acuerdo, b) de acuerdo, c) indeciso, d) en desacuerdo y e) totalmente en desacuerdo. Para seleccionar el tamaño de la muestra, se considera la cantidad de pasajeros/día basada en 20 000 personas [6], tal como se indica en la Fórmula (1).

$$n = \frac{Z^2 pqN}{e^2(N - 1) + Z^2 pq}$$

Donde:

Z:Nivel de confianza al 95% (1,96)

p:probabilidad de éxito (0,5)

q: probabilidad de fracaso ($1-p=0,5$)
 N: Tamaño de la población (40 000)
 e: error (0,05)

Al reemplazar los datos en la fórmula, se tiene un tamaño de muestra de 382 encuestas, aunque el presente estudio contempla un tamaño final de $n=583$ encuestas.

A continuación, con base en [1-7], se realizó una revisión de la literatura en bases de datos científicas (ScienceDirect, Scopus, Google Scholar), mediante palabras clave como: tranvía, transporte público e incremento de usuarios en transporte público, con sus homólogos en inglés: *tram, public transport and increase in users in public transport*.

Para seleccionar los criterios de encuesta, se realizó un contraste de datos según las recomendaciones de cada fuente bibliográfica para incrementar los usuarios en el transporte público. Luego de eliminar redundancias y establecer un método de ponderación de criterios (C), a través de niveles de relevancia desde el uno al cinco (1-5), donde uno es nada relevante y cinco extremadamente relevante, se definieron los siguientes criterios:

- a) Uso del sistema
 - b) Frecuencia de uso
 - c) Pago
 - d) Rutas y frecuencias
 - e) Comodidad y eficiencia
 - f) Intermodalidad/integración
 - g) Conciencia y promoción
- a) *Uso del sistema*: Este criterio busca diferenciar entre usuarios y no usuarios del sistema. De este modo, se consideran respuestas válidas aquellas provenientes de los usuarios del sistema, para evitar distorsión en los criterios de quienes, sin ser usuarios, brinden respuestas.
- b) *Frecuencia de uso*: Es la frecuencia de tiempo con la que se usa el sistema y recoge la percepción generalmente en número de días.
- c) *Pago*: Este aspecto recoge la percepción sobre los medios de pago, la facilidad de pago y el costo de la tarifa.
- d) *Rutas y frecuencias*: Aspecto que busca indagar la percepción sobre el nivel de cobertura del sistema de tranvía, así como la calidad de servicio en cuanto a itinerarios y horario de atención.
- e) *Comodidad y eficiencia*: Consiste en la percepción sobre la satisfacción que genera el uso del sistema, con un enfoque en los vehículos (espacio, confort). Además, considera el tiempo de traslado empleado.
- f) *Intermodalidad/integración*: Se basa en la accesibilidad que brinda el sistema en cuanto a infraestructura y sistematización, para dos o más modos de transporte. Básicamente, se piensa en el área de cobertura y nivel de solapamiento entre las rutas existentes (bus y tranvía).

- g) *Conciencia y promoción*: Es la percepción de los usuarios sobre la problemática de movilidad en la ciudad de Cuenca, donde se busca indagar sobre la importancia que genera el vehículo privado y el uso del transporte público.

Para determinar la calidad de los ítems de las preguntas, se obtiene el valor del coeficiente de Cronbach (α), conocido como aquel índice que predice la fiabilidad de una escala o cuestionario, consistente en el valor promedio obtenido de las correlaciones entre los ítems o apartados de un instrumento específico. Por ello, cuando α se encuentra en la escala entre 0,7-0,8; es posible garantizar la fiabilidad.

Finalmente, para indagar las respuestas de cada criterio se propuso la escala de Likert, conocida por plantear elecciones específicas basadas en una postura de acuerdo o desacuerdo sobre cierta pregunta de la encuesta. Esta escala en general plantea entre cinco a nueve puntos, con la característica que es ajustable a varias disciplinas. En el presente caso se eligieron las siguientes opciones: Totalmente de acuerdo, de acuerdo, indeciso, en desacuerdo y totalmente en desacuerdo [10].

III. RESULTADOS

Tras aplicar encuestas mediante *Google Forms* a una muestra $n=583$, $\alpha=0,8$; se tienen los siguientes resultados.

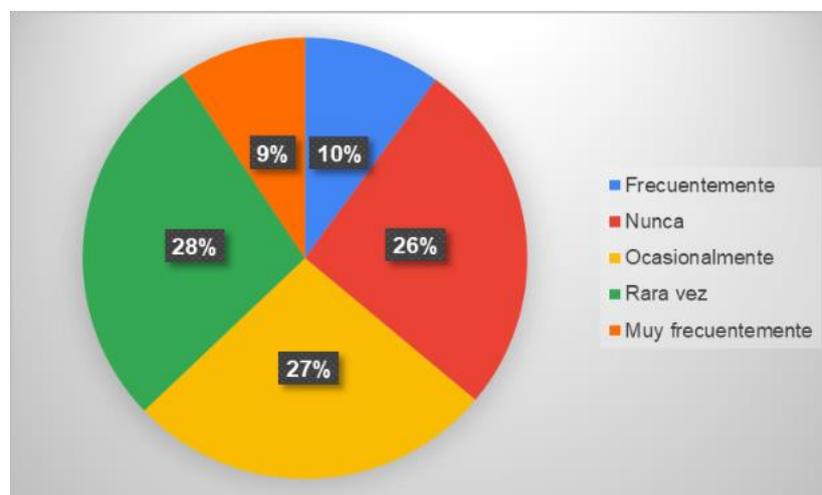
A. Uso del sistema

La mayoría de los encuestados usa el sistema (59%), aunque existe un marcado porcentaje que no ha utilizado esta modalidad de transporte (41%).

B. Frecuencia de uso

De los usuarios del sistema, la mayoría usa el sistema rara vez (28%), ocasionalmente (27%) y nunca (26%, Fig. 2).

Fig. 2. Frecuencia de los usuarios



C. Pago

En la Tabla 1 se puede ver la percepción en torno a las facilidades de pago, donde se distingue el criterio de que el sistema provee facilidad de pago y suficientes medios para adquirir boletos, aunque existe un criterio de indecisión sobre el precio excesivo y la falta de disponibilidad de tarjetas de pago. Además, los encuestados destacan la diferencia entre los medios de pago del sistema de buses y el tranvía.

Tabla 1. Aspectos sobre el pago

Pago	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Facilidad de pago	32,36	33,56	21,86	6,37	5,85
Servicio costoso	10,50	18,07	29,78	26,85	0,00
Medios de pagos distintos	36,49	24,44	23,24	9,64	6,20
No existe disponibilidad de tarjetas	16,18	19,97	34,94	19,62	9,29
Medios para adquirir boletos	30,98	34,42	20,48	9,81	4,13

D. Rutas y frecuencias

En la Tabla 2 se puede ver que la mayoría de encuestados conoce las rutas del sistema tranviario, a pesar de que acepta totalmente la falta de cobertura hacia lugares de trabajo o estudios; así como reconoce la lejanía de la ruta a los lugares de vivienda.

Tabla 2. Aspectos sobre rutas y frecuencias

Rutas y frecuencias	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	Desacuerdo	Totalmente desacuerdo
Conoce las rutas y frecuencias	27,54	28,40	25,30	8,43	0,00
Falta de cobertura a lugares de interés (estudios o trabajo)	32,53	24,78	19,45	14,29	8,78
Lejanía al lugar de vivienda	35,97	29,26	13,43	13,43	7,92
No contempla otros lugares de interés	17,90	25,30	27,37	17,73	11,36
El sistema tiene demoras	9,81	14,97	37,87	25,13	11,88
Los horarios no se ajustan a la dinámica poblacional	16,52	18,24	26,16	25,65	13,08

Asimismo, la mayoría tiene indecisión sobre la falta de cobertura de la ruta hacia otros lugares de interés, los retrasos ocasionados y horarios poco ajustados a la dinámica poblacional.

E. Comodidad y eficiencia

La mayoría de encuestados acepta ampliamente la comodidad del sistema y la reducción de tiempos de traslado, aunque presenta indecisión sobre la prohibición para llevar objetos de gran volumen (Tabla 3).

Tabla 3. Aspectos sobre comodidad y eficiencia

Comodidad y eficiencia	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Prohibición de llevar objetos de gran volumen	16,87	23,06	34,08	19,45	0,00
Comodidad del Sistema	48,19	31,67	15,32	3,10	1,72
Reducción de tiempos de traslado	52,67	25,99	16,87	2,93	1,55

F. Intermodalidad/integración

En cuanto a la integración e intermodalidad con el sistema de buses o medios de movilidad activa o micromovilidad, la Tabla 4 da a conocer que la mayoría de encuestados se muestra indecisa en cuanto a una conectividad ordenada en la actualidad, criterio que se replica en cuanto a la percepción sobre la competencia con el sistema de buses.

Finalmente, los encuestados opinan con total apoyo a la integración o dinamización de los espacios públicos que se encuentran dentro de la ruta tranviaria.

Tabla 4. Aspectos sobre intermodalidad/integración

Intermodalidad / Integración	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
No existe conectividad ordenada	23,75	27,37	30,29	13,08	5,51
Compite con el sistema de buses	16,01	24,27	26,68	21,86	10,84
Integración/dinamización de espacios públicos	40,10	35,28	18,42	4,48	1,72

G. Conciencia y promoción

La mayor parte de encuestados indica estar totalmente de acuerdo con la comodidad que ofrece el vehículo particular, así como la necesidad de educación en temas de movilidad.

Por otra parte, la mayoría presenta indecisión sobre el aspecto cultural relacionado con el uso de este medio de transporte, así como la falta de entretenimiento a bordo.

En adición, la mayoría se encuentra de acuerdo en la necesidad de promocionar e informar sobre las características o ventajas del sistema tranviario (Tabla 5).

Tabla 5. Aspectos sobre conciencia y promoción

Conciencia y promoción	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Indeciso	Desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
Es más cómodo el vehículo particular	26,68	24,44	25,99	16,18	6,54
Es un tema cultural	22,89	30,12	31,33	10,15	5,16
Falta de entretenimiento a bordo	19,28	24,10	28,74	18,76	8,95
Promover información y marketing	31,50	40,28	18,59	7,75	1,72
Educación sobre movilidad	43,89	37,87	13,08	3,44	1,55

Finalmente, los encuestados en su mayoría creen que los incentivos para el uso del tranvía son muy importantes, aunque un marcado número también considera su impulso como importante y moderadamente importante (Tabla 6).

Tabla 6. Aspectos sobre uso de incentivos

Criterio	%
Muy importantes	36,49
Importantes	24,44
Moderadamente importantes	23,24
De poca importancia	9,64
Sin importancia	6,20

Caracterización del sistema

El sistema tranviario de la ciudad de Cuenca conecta las zonas noreste y suroeste de la ciudad, a través de un recorrido aproximado de 14 kilómetros que en una parte atraviesa el Centro Histórico de la urbe, declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1999 [13].

En la Fig. 3 se detalla el recorrido basado en 27 estaciones, con ocho estaciones exclusivas en la zona del Centro Histórico (Mariscal Lamar y Gran Colombia). En complemento, las distancias entre estaciones son 400 m (Centro Histórico) y 600 m (avenidas), dentro de

un recorrido que cuenta con 1 182 semáforos: 560 para vehículos en intersecciones y redondeles, 412 para peatones (en los accesos a las estaciones) y 210 tranviarios (de uso exclusivo para el sistema de tranvías) [14].

Dentro de esto, se debe indicar que este sistema debe provocar transformaciones en el tejido urbano ligero, al promocionar una movilidad sostenible y la racionalización del uso de los vehículos privados (IDOM,2024).

Fig. 3. Estaciones del sistema



Fuente: [15]

A. Tipo de sistema

La planificación de los sistemas de transporte público requiere aspectos claves de integración como el análisis de patrones de movilidad, uso de suelo, modelación, análisis económico y ambiental entre otros [16]. Además, la estructura de negocios se basará entre la selección de un sistema abierto o cerrado. Para el caso de los sistemas cerrados, el corredor se encuentra restringido a una cantidad específica de operadores y vehículos, tal como sucede en Bogotá, Colombia y Curitiba, Brasil. Mientras tanto, los sistemas abiertos permiten que cualquier operador utilice los corredores, tal como sucede en Taipéi, Indonesia [17].

En el caso del sistema de tranvías de Cuenca, se cuenta con un sistema cerrado que faculta a un único operador el recorrido de 12 vehículos tranviarios permanentes, cuyas características son unidades modelo Citadis 302, marca Alstom. Cuentan con 32,4 metros de longitud, 2,4 metros de ancho y 3,28 metros de alto; pueden transportar hasta 285 pasajeros, 52 de los cuales pueden viajar sentados [18].

Finalmente, el proyecto en mención cuenta con 14 unidades, de las cuales dos sirven como reserva. La propulsión es eléctrica a través de dos mecanismos: el primero es la Línea Aérea de Contacto (LAC) mediante catenaria, y el segundo mecanismo es la denominada Alimentación por el Suelo (APS), empleado en el Centro Histórico [19].

B. Redes

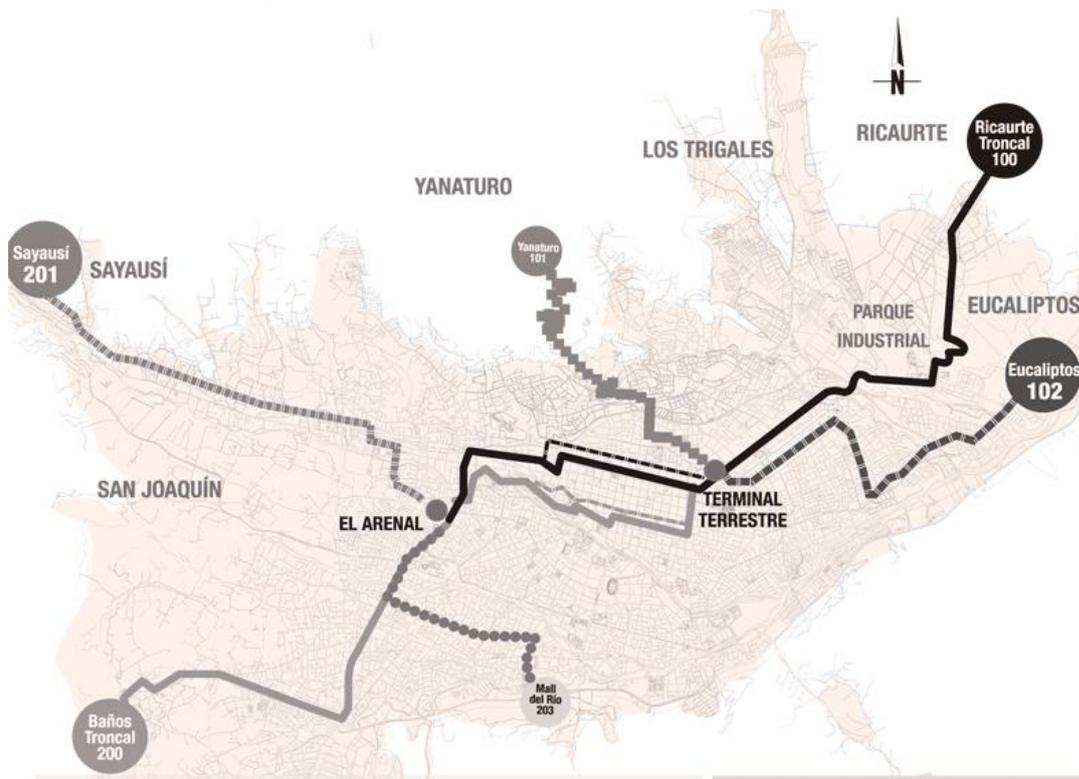
El diseño del sistema de transporte puede basarse en configuraciones tronco-alimentadas o de servicios directos. Para el primer caso, vehículos de menores dimensiones se pueden utilizar en áreas de densidades más bajas, mientras los corredores principales son más eficientes cuando se emplean vehículos de mayor tamaño en líneas troncales. A su vez, los servicios directos utilizan un único vehículo para conectar las distintas áreas de las ciudades [20].

Como se indica en la Fig. 4, en un inicio el diseño del sistema de tranvías en la ciudad de Cuenca contempló un sistema troncoalimentado con dos líneas provenientes desde el norte y el sur de la ciudad, y dos estaciones de transferencia: Terminal Terrestre y Arenal [1]. En la actualidad, esta red se ha transformado en una línea de bus que tiene un recorrido paralelo a la ruta del tranvía y no ejerce un sistema troncoalimentado.

C. Transbordos

Al analizar los transbordos, los sistemas económicos y eficientes se basan en varios transbordos, mientras que los servicios directos incrementan su costo. Por tal motivo, se debe pensar que las personas elegirán utilizar otro modo de transporte si el proceso de transbordo es muy difícil [20], [21].

Fig.4.Sistema de alimentadores en la ruta tranviaria



Fuente: [22]

Dentro de esto, en la Tabla 7 se dan a conocer las principales características de los distintos niveles de transbordo, donde el presente caso de estudio tiene niveles 5 y 6, al existir una falta de compatibilidad tarifaria y una separación de nivel, es decir, los transbordos tienen que hacerse fuera de las estaciones, en ciertos casos, recorriendo distancias mayores a 100 metros (Fig. 5) [20], [21].

Fig. 5. Estación de transferencia Terminal Terrestre



Fuente: [23]

Tabla 7. Características de los niveles de transbordos

Nivel de transbordo	Característica
1	Sistema satisfactorio y adecuado diseño de ruta evitando transbordos
2	Se emplean sub-paradas en las estaciones, haciendo que se den transbordos de plataformas con mayor comodidad
3	El desplazamiento a pie se hace dentro de una estructura cerrada y protegida (túnel o paso elevado para peatones). No se paga dinero extra o se somete a procesos de validación de boletos
4	Integración tarifaria: no se paga un boleto adicional por ocupar el siguiente modo de transporte; existe separación de nivel.
5	Compatibilidad tarifaria: se paga un boleto adicional por ocupar el siguiente modo de transporte, separación nivel en ambiente abierto/compatibilidad de tarifa
6	Existe separación de nivel y de tarifa
7	A más de la separación del nivel 6, existen barreras físicas que imposibilitan los transbordos.

Fuente: [20], [21].

D. Alimentadores

En el caso de emplear servicios alimentadores en el sistema, su longitud debe contemplar la relación costo/beneficio, así como otras consideraciones, como factores de equidad social [20].

Por ello, generalmente los servicios alimentadores utilizan vehículos más pequeños y no requieren vías exclusivas de buses, por lo que el costo se basa en la determinación de costos de operación (combustible y salarios de los conductores) [21].

En el presente caso, no existen alimentadores para el sistema de tranvías, aunque la planificación prevé implementar buses eléctricos administrados directamente por la municipalidad.

E. Frecuencia

Desde otro aspecto, la frecuencia se relaciona con los tiempos de espera, afecta la confiabilidad del sistema y la competitividad del automóvil, haciendo que el tiempo percibido sea hasta dos o tres veces más alto que la medida real.

Ante ello, en la actualidad se puede mantener una frecuencia en sistemas con rieles de 60 segundos entre sí [20].

La frecuencia operativa del Proyecto Tranvía de Cuenca tiene un rango entre ocho y diez minutos, desde las 6h50 hasta las 22h00, entre lunes y viernes; y cada 15 minutos los sábados y domingos, con un horario de operación que se extiende hasta las 21h00. A pesar de esto, los horarios y frecuencias son susceptibles de cambios, por lo que información en tiempo real y verídica proviene de plataformas oficiales del Tranvía de Cuenca o en la aplicación Moovit.

F. Capacidad

Este parámetro consiste en las plazas o espacio disponible para ocuparse como máximo en un momento específico. Además, al contemplar el número de pasajeros o de bienes transportados en segmentos de tiempo, se abarca la capacidad del sistema (capacidad física de los vehículos + frecuencia + regularidad + distancia a recorrer, entre otros). Por ello, cada vehículo tranviario tiene la capacidad de transportar 300 personas, con una proyección de oferta de 200 000 pasajeros diarios; aunque en la actualidad se movilizan cerca de 20 000 pasajeros diarios [20], [21].

G. Factor de carga

Se trata de la dependencia entre la carga transportada y la capacidad máxima del sistema. En este caso, reportes recientes dan a conocer un factor del 50% en cada vehículo tranviario; es decir, se movilizan por cada unidad un promedio de 150 personas [21].

Con esta consideración, aquellos sistemas con altas capacidades de carga tienden a ser más rentables, aunque no se recomienda operar con factores de carga de 100% al incrementarse el riesgo de incomodidad para los usuarios, así como sobre congestión por problemas o demoras [21].

H. Factor de renovación

Se trata del número promedio de pasajeros presentes en un vehículo, dividido por el número total de abordajes dentro de una ruta específica. En consecuencia, un bajo factor de renovación eleva el índice de utilización del vehículo, es decir, un alto número de abordajes y salidas del medio de transporte eleva la capacidad efectiva del vehículo. Para el presente estudio, no es posible determinar con certeza un factor de renovación [20].

Análisis de la problemática del sistema de tranvías de Cuenca

El recorrido promedio entre las estaciones inicio/fin de la ruta ha sido establecido en 35 minutos; en un sistema priorizado mediante infraestructura, señalización, semaforización y otros recursos tecnológicos.

A pesar de esto, no se ha dado la integración del sistema de transporte urbano, dado que existe una línea de buses (línea 100) que compite con el sistema de tranvías. Asimismo, el costo del pasaje en tarifa única limita el uso del medio, así como la prevalencia del uso del vehículo privado [24].

Las paradas del sistema tranviario se encuentran distribuidas en 27 puntos a lo largo de la ruta, atravesando emplazamientos atractores o concentradores de viajes como mercados, centro histórico, terminal terrestre, aeropuerto y parque industrial. A pesar de esto, [25] cataloga un radio efectivo de 400 m, como la zona de influencia de cada parada.

Por tal motivo, es posible establecer que la sumatoria del área de influencia de cada parada, genera un área de influencia total de 8,05 km² (11,88% del total del territorio urbano), limitando el número de potenciales usuarios al no existir integración con el sistema de buses para ampliar esta superficie.

Además, la ruta del tranvía atraviesa de manera parcial zonas de numerosa concentración poblacional, como las parroquias El Vecino (+ 40 000 hab), Yanuncay (+ 25 000 hab) y San Sebastián (+30 000 hab); así como no atraviesa parroquias de alta concentración poblacional como Totoracocha (+ 20 000 hab) y Sucre (+ 20 000 hab) [26].

Además, existe interferencia o solapamiento en la mayoría de los tramos del recorrido con rutas de buses, especialmente con el recorrido de la línea 100, por lo que los usuarios se dividen entre los modos bus y tranvía. Por ende, no existe una integración del sistema que permita trasbordos con continuidad en los desplazamientos, encontrándose una limitación en la infraestructura de las estaciones de bus y tranvía para conseguir este propósito.

En cuanto al sistema de recaudo, para acceder al servicio se requiere del pago mediante boletos únicos (un solo viaje), normales (tarjeta personalizada) o diferenciados (grupos de atención prioritaria). Sin embargo, la adquisición de la tarjeta personalizada para aplicar a la tarifa de \$0,35 requiere de un registro en puntos específicos de compra, dificultando la accesibilidad a este medio de pago.

Del mismo modo, se requiere informar con mayor claridad sobre las restricciones que rigen al momento de abordar y desplazarse en los vagones, especialmente sobre la Ordenanza que regula la operación del sistema tranviario del cantón Cuenca [27].

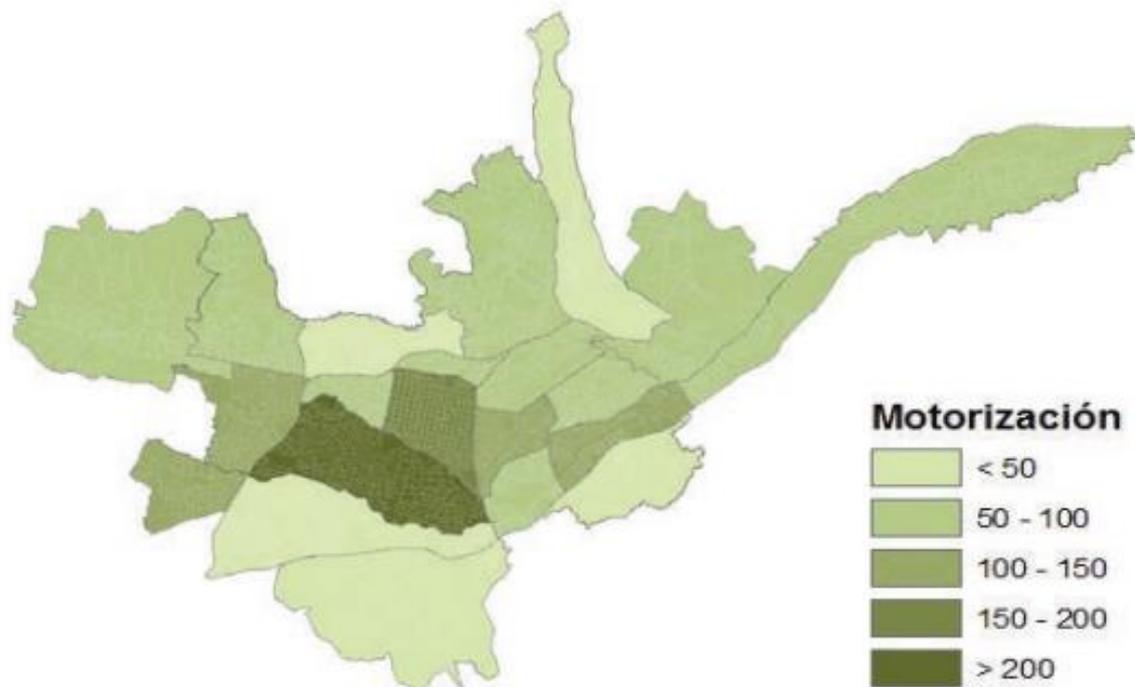
En cuanto a la simplicidad, este concepto radica en determinar cuan posible es la prestación del servicio, con una cantidad mínima de transbordos. Por ello, al no existir un sistema integrado entre tranvía y buses, la simplicidad del sistema se vuelve compleja [20].

Análisis de la problemática de la movilidad cantonal

Como se indicó previamente, la tasa de ocupación de los vehículos privados es inferior a 1,5 personas/vehículo [1], una de las más bajas del Ecuador. Esto hace que el uso de

transporte público y el impacto de la movilidad activa no tengan los efectos deseados (Fig.6).

Fig. 6. Motorización en la ciudad de Cuenca



Fuente: [28]

La población del área urbana de Cuenca se encuentra distribuida con mayor densidad hacia el noreste y centro de la ciudad, mientras que aquellos sectores localizados en la plataforma baja tienen valores medios y se relacionan con mejores características ocupacionales. Además, el modelo de movilidad radica su importancia en la oferta de vialidad y transporte [29].

Dentro de esto, la movilidad urbana contiene 600 000 viajes con origen y destino hacia la parte interna del área urbana, teniendo como modos el transporte público y la caminata (el 64% de transportación en conjunto), aunque el vehículo privado aparece con el 32%. En consecuencia, se debe indicar que el 69% de viajes urbanos se realiza a través de medios motorizados [29].

Por otro lado, el Centro Histórico concentra el mayor número de viajes en vehículo privado, seguido de El Ejido, Feria Libre, Abelardo J. Andrade, Totoracocha y Miraflores. Mientras tanto, Totoracocha es la zona desde la cual se origina el mayor número de viajes en transporte público, lo que además la categoriza como una de las zonas con mayor demanda de viajes motorizados totales [29].

Sobre los desplazamientos mediante caminata, el Centro Histórico persiste como la principal zona que origina y recepta viajes, ratificándose como el área de mayor dinámica en la ciudad. Dentro de esto, el uso de espacio para el peatón en Cuenca ocupa el 35% del total superficial, por lo que la preferencia por la movilidad motorizada es marcada. Es decir, en el área urbana a pesar de los avances, no existe una distribución equitativa de infraestructura para movilidad no motorizada [29] (Fig. 7).

Fig. 7. Dificultad de acceso en acera



Fuente: [30]

En lo referente al uso de la bicicleta, hasta el 2,5% de la población de Cuenca (14 700 personas) utiliza este medio de transporte para desplazamientos inferiores a 4km [29]. En cuanto al transporte público interparroquial, existe un total de 26 000 pasajeros/día, cuya finalidad es principalmente motivos laborales (37,96%). Ante esto, al considerar la integración urbana-periurbana, se debe indicar que el sistema actual de transporte público no contempla eficazmente los desplazamientos del área periurbana y el solapamiento de rutas dentro de las principales rutas de la ciudad, originando saturación vehicular y retrasos en los tiempos de viaje. Igualmente, el diseño de la ruta tranviaria no habría contemplado los viajes hacia el área de expansión, pese a que estos representan el 40% de viajes cotidianos [31].

En otro aspecto, se ha encontrado que ciertas funciones y responsabilidades no están correctamente definidas, siendo necesario mejorar las relaciones entre el ámbito gubernamental y los actores de la movilidad, como la municipalidad y la Cámara de Transporte de Cuenca. Asimismo, es fundamental una cohesión que priorice el desarrollo medioambiental, social, de planificación del territorio y urbanismo.

Vinculación entre análisis de problemáticas y percepción de los usuarios

Tras haber identificado los distintos aspectos que dificultan una mayor demanda del sistema de tranvías de Cuenca, se tiene como problemas generales:

- Falta de cobertura del sistema en área y población.
- Interferencia con rutas de bus durante todo o parte del recorrido.
- Falta de integración de recaudo entre los distintos modos de transporte.
- Primacía del vehículo particular con bajas tasas de ocupación.
- Falta de consolidación en el uso de modos de movilidad sostenible.
- Deficiencia en la integración de redes urbanas-periurbanas

Consecuentemente, se propone vincular las problemáticas encontradas y la percepción de los usuarios. Para tal efecto, se ejecuta un análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas, con base en un cruce de información proveniente de la revisión literaria y un análisis realizado por los autores.

A. Fortalezas

Dentro de las fortalezas del sistema de tranvías destaca la eficiencia en los tiempos de traslado, la comodidad, la accesibilidad, la reducción de la congestión vehicular y de emisiones contaminantes, y el buen uso del espacio público.

En cuanto a la movilidad cantonal, destaca la ampliación de infraestructura que promueve la movilidad activa, los desplazamientos generados a pie y en bicicleta, el uso del transporte público por cerca de la tercera parte de la población, la gestión del tráfico mediante medios digitalizados, y la promoción de medios de transporte sostenible.

Con respecto a los encuestados, la mayoría reconoce la facilidad para adquirir un boleto, la comodidad del sistema y la reducción de tiempos de traslado, así como la integración o dinamización de los espacios públicos que genera la ruta tranviaria.

B. Oportunidades

El sistema de tranvías presenta la oportunidad de incrementar el número de usuarios a través de la formulación de estrategias, mecanismos de gobernanza y articulación entre los distintos actores de la movilidad.

Asimismo, existe la oportunidad de integrar el sistema de transporte público en la ciudad de Cuenca, promoviendo a la par un único sistema de recaudo. También, es necesario el incremento de usuarios de la movilidad activa mediante el desarrollo de infraestructura, concientización, estímulos, desarrollo de un marco regulatorio y promoción de la seguridad vial. De esta manera, se promovería la intermodalidad entre el tranvía y la caminata, bicicleta o micromovilidad.

Otra oportunidad radica en la planificación de la movilidad entre el ámbito urbano y periurbano, para evitar solapamiento de rutas en los ejes viales de la ciudad, y una mayor eficiencia en los tiempos de traslado.

En los últimos años, el uso de *big data* permite analizar el uso actual y predecir el futuro del transporte público, para generar modelos que permiten predecir el número de pasajeros debido a cambios estructurales en la red, utilizando un conjunto de parámetros calibrados [32].

C. Debilidades

En cuanto a las debilidades del sistema de tranvías, se ha detectado la falta de integración dentro de un sistema que promueva la intermodalidad, así como en el sistema de recaudo, donde no se cuenta con un único medio de pago para el uso de los distintos modos de transporte público (bicicleta, bus, scooters y tranvía).

De este modo, la falta de integración limita el área de cobertura del sistema y con ello, la cantidad de población atendida. Además, existen líneas de buses que generan solapamiento en la ruta, haciendo que los potenciales pasajeros se dividan entre los modos tranvía y bus.

Con la misma importancia, existe limitación para la adquisición de la tarjeta dentro del sistema de recaudo y que faculta el acceso a la tarifa normal, especialmente al existir pocos puntos de adquisición (entre tres y cinco).

En lo referente a la movilidad cantonal, destaca la primacía en el uso del vehículo privado en torno a otros medios de movilidad, a más de darse una prioridad en el viario a este modo de transporte.

Por ello, la saturación es notoria en más vías, y medios de movilidad activa como la bicicleta tienen un uso creciente pero minoritario en la ciudad. Esto hace que en ciertas zonas persista una distribución inequitativa de infraestructura para movilidad no motorizada.

También, se debe considerar la expansión horizontal de la ciudad, lo que hace que el transporte público interparroquial y la integración urbana-periurbana no contemple eficazmente los desplazamientos desde las parroquias rurales y el solapamiento de algunas rutas por los principales ejes viales de la ciudad, lo que causa saturación del viario y retrasos en los tiempos de viaje.

Igualmente, existen funciones que requieren un fortalecimiento, especialmente entre los niveles administrativos de la municipalidad y la Cámara de Transporte de Cuenca, en concordancia con el desarrollo o fortalecimiento de políticas medioambientales, sociales, de planificación territorial y urbanísticas.

Mientras tanto, se puede determinar la percepción de las debilidades por parte de los usuarios/ciudadanía, donde destaca la falta de integración del sistema y del recaudo, la falta de cobertura hacia ciertas zonas, la percepción de comodidad del vehículo particular y la falta de concientización sobre temas de movilidad sostenible.

D. Amenazas

Las amenazas que dificultan el incremento de usuarios del sistema de tranvías se relacionan con la prevalencia de distintos aspectos.

Por ejemplo, la primacía del uso del vehículo privado y el incremento del parque automotor en cuanto a vehículos livianos, a más de aumentar la saturación del viario, disminuye el uso del transporte público.

También, la falta de acuerdo entre la autoridad municipal y la Cámara de Transportes de Cuenca puede llevar a la falta de consolidación de un sistema integrado, tanto en rutas como en recaudo, haciendo que las zonas de cobertura y población atendida se vean reducidas.

Otras amenazas que limitan el incremento de usuarios consisten en la concientización de los usuarios sobre el uso de medios de movilidad sostenible y la falta de fidelización, puesto que las encuestas develan un uso poco frecuente. Adicional a esto, se suma la falta de incentivos o promoción sobre estos sistemas, limitación en infraestructura que promueva la accesibilidad y seguridad vial (incluida señalización), y finalmente, la

dependencia de administraciones públicas con distintos enfoques en su gestión. En la Tabla 8 se resumen los resultados del análisis FODA en torno a la problemática de los sistemas de tranvías y movilidad, y la percepción de los usuarios.

Tabla 8. Resultados FODA

Problemática	Atributo	Actor involucrado		
		Sistema de tranvías	Movilidad cantonal	Usuarios
Integración de rutas	Debilidad/oportunidad	X	X	X
Integración de recaudo	Debilidad/oportunidad	X	X	X
Cobertura	Debilidad	X	X	X
Adquisición de tarjetas	Debilidad/oportunidad	X		X
Primacía vehículo privado	Debilidad/amenaza		X	X
Uso y promoción de movilidad activa/sostenible	Debilidad/amenaza	X	X	X
Solapamiento de rutas	Debilidad/amenaza	X	X	
Articulación interinstitucional	Debilidad/amenaza	X	X	
Marco regulatorio/normativo	Fortaleza/oportunidad	X	X	X
Infraestructura/señalización	Oportunidad/amenaza	X	X	
Tiempo de traslado	Fortaleza	X		X
Comodidad	Fortaleza	X		X
Uso del espacio público	Fortaleza/oportunidad	X	X	X
Accesibilidad	Fortaleza	X		X
Reducción de contaminación y congestión	Fortaleza/oportunidad	X	X	X
Gobernanza y articulación	Oportunidad	X	X	
Big data	Oportunidad	X	X	X

Estrategias

El desarrollo de estrategias para incrementar el número de usuarios del sistema de tranvías de Cuenca requiere de un abordaje integral, tal como se expone en otras experiencias a escala global. De esta manera se tiene:

A. Estrategia Integración con otros Modos de Transporte

- **Objetivo:** Ejecutar la integración de rutas y tarifas del Sistema de Transporte Público de Cuenca
- **Actores involucrados:** Tranvía de Cuenca, Municipalidad de Cuenca, Cámara de Transporte de Cuenca, Empresa de Movilidad, Dirección de Gestión de Movilidad, ciudadanía.
- **Línea base:** 20 000 usuarios/día, no existe una red troncoalimentada
- **Meta:** 40 000 usuarios/día, contar con una red troncoalimentada
- **Relación análisis FODA:** debilidad/oportunidad
 - 1) Fortalecimiento del Sistema Integrado de Transporte: participación de todos los actores que intervienen, desarrollo de software para la gestión de rutas y frecuencias.

- 2) Integración del sistema de recaudo mediante tarjeta universal de pago.
- 3) Integración con el sistema de bicicleta pública para favorecer la movilidad activa.
- 4) Conexiones directas con centros o zonas concentradoras de viajes, especialmente con la Terminal Terrestre o el Aeropuerto.
- 5) Evitar el solapamiento o interferencia entre rutas de buses urbanos e interparroquiales y el tranvía.
- 6) Cobertura: Con la integración de los modos de transporte se puede replantear ciertas rutas de buses para ampliar el área de territorio urbano cubierto, y la población atendida; y eliminar el solapamiento de rutas.

En complemento, se requiere el rediseño o potencialización de paradas de buses para promover los transbordos y brindar niveles aceptables.

- 1) Los terminales de transferencia entre ambos sistemas deben estar situados en puntos periféricos claves.
- 2) Es posible modernizar las infraestructuras con énfasis en los transbordos intermodales, así como instalación de servicios de espera de calidad (asientos, marquesinas, aseos). En complemento, se requiere crear aparca-bicis seguros, servicios de aparcamiento disuasorio, sistemas de uso compartido de vehículos, etc. [33-35].

B. Estrategia Comunicación

- **Objetivo:** Fortalecer los canales de comunicación para informar y promover el uso del tranvía; así como para promover el uso de datos masivo con alta eficiencia.
 - **Actores involucrados:** Tranvía de Cuenca, usuarios.
 - **Línea base:** Comunicación actual del Proyecto Tranvía de Cuenca
 - **Meta:** Implementación de canales de comunicación dinámicos, eficientes y con fácil acceso.
 - **Relación análisis FODA:** debilidad/amenaza
- 1) La homogenización se refiere tanto al formato de presentación como al lenguaje de comunicación. Por ende, es necesario que la información entre modos de transporte se transmita de forma homogénea y compacta, para que el usuario perciba las diversas redes de transporte como un único sistema, asegurando así la comprensión de la intermodalidad
 - 2) Campañas publicitarias en medios locales y redes sociales.
 - 3) Programas de fidelidad y recompensas para usuarios frecuentes.
 - 4) Colaboraciones con empresas y organizaciones para ofrecer beneficios exclusivos.

- 5) Las agencias deben eliminar las barreras al intercambio libre y abierto de datos de clientes, rendimiento y activos en toda la red.
- 6) Ampliación de los puntos de adquisición de las tarjetas electrónicas [36-39].

C. Estrategia Mejoras en la Experiencia del Usuario

- **Objetivo:** Incrementar la eficiencia del sistema mediante el fortalecimiento de la operatividad.
 - **Actores involucrados:** Tranvía de Cuenca, usuarios.
 - **Línea base:** Frecuencias, demoras e índice de ocupación del sistema
 - **Meta:** Evitar demoras, interrupciones y mantener la percepción de comodidad del sistema e incrementar la fidelidad de los usuarios.
 - **Relación análisis FODA:** Fortaleza/oportunidad
- 1) Mejora en la frecuencia y puntualidad de los trenes.
 - 2) Implementación de sistemas de información en tiempo real.
 - 3) Mejoras en la accesibilidad y comodidad de las estaciones y trenes.
 - 4) Servicio de Wi-Fi gratuito en estaciones y trenes.
 - 5) Implementación o diversificación de sistemas de pago electrónico.
 - 6) Desarrollar estrategias de marca, diferenciación de servicios y omnicanal para crear una ventaja competitiva sobre los modos de transporte privados. Es probable que las agencias necesiten la capacidad de medir la "voz del cliente" para ayudar a garantizar que el servicio y las estrategias tengan los efectos requeridos.
 - 7) Fortalecer la educación vial y las campañas para mitigar la siniestralidad en la ruta tranviaria [32],[34], [2] [40].

D. Estrategia Movilidad Sostenible

- **Objetivo:** Promover el uso de medios de movilidad sostenible para reducir la prevalencia del vehículo privado y los afectos inherentes.
 - **Actores involucrados:** Tranvía de Cuenca, Municipalidad de Cuenca, Empresa de Movilidad de Cuenca, actores involucrados en la movilidad, usuarios.
 - **Línea base:** 20000 usuarios del tranvía, 2,5% de biciusuarios, índice de ocupación de 1,2 personas/vehículo.
 - **Meta:** Incrementar a 40000 usuarios/día el sistema de tranvías, incrementar al 5% los biciusuarios, incrementar en 25% los desplazamientos intermodales.
 - **Relación análisis FODA:** Debilidad/amenaza
- 1) Promoción del uso del Tranvía como opción ambientalmente amigable.
 - 2) Incentivos para empresas que fomenten el uso del Tranvía entre sus empleados.
 - 3) Desarrollo de programas de educación y conciencia sobre movilidad sostenible.

- 4) Se debe planificar, preservar e invertir en futuros corredores de demanda que respalden el acceso local y conecten a las personas con los centros actuales y futuros de oportunidades económicas y sociales [41], [42].

E. Estrategia Análisis y Monitoreo

- **Objetivo:** Promover la satisfacción de los usuarios mediante la implementación de herramientas digitales
 - **Actores involucrados:** Tranvía de Cuenca.
 - **Línea base:** Percepción del usuario, frecuencias, demoras, interrupciones.
 - **Meta:** Evitar conflictos como robos, acoso, evasión, siniestralidad.
 - **Relación análisis FODA:** Fortaleza/oportunidad
- 1) Estudios de demanda y comportamiento de los usuarios.
 - 2) Monitoreo constante de la satisfacción del usuario.
 - 3) Análisis de datos para optimizar frecuencias y horarios.
 - 4) Los sistemas de ayuda a la explotación (SAE) permiten ejercer un control integral que se aplica a redes de transporte con ventajas para gestionar en tiempo real la disponibilidad de recursos.
 - 5) Uso de inteligencia artificial para optimizar operaciones.
 - 6) Desarrollo de aplicaciones móviles para información y planificación de viajes respaldadas por la automatización y herramientas de toma de decisiones mejoradas.
 - 7) Hacer una transición a prácticas de entrega de tecnologías de la información y comunicación (TICS) modernas. Esto comprende una arquitectura empresarial habilitada y coherente que permita el libre paso de información entre las oficinas de atención al público, las oficinas intermedias y las oficinas administrativas.
 - 8) Adoptar soluciones adecuadas orientadas a la privacidad para evitar riesgos y ayudar a garantizar que los datos se gestionen de manera responsable y ética.
 - 9) Apuntar a minimizar las amenazas, los puntos de vulnerabilidad y las violaciones de la privacidad protegiendo los datos, los sistemas y las redes [43-45].

F. Estrategia Capacidad institucional y gobernanza

- **Objetivo:** Fortalecer la capacidad institucional de los actores clave del Sistema Público de Transporte de Cuenca
- **Actores involucrados:** Tranvía de Cuenca, Municipalidad de Cuenca, Empresa de Movilidad de Cuenca, Cámara de Transporte, Dirección de Gestión de la Movilidad.
- **Línea base:** Capacidad operativa actual, respuesta a incidentes/dinámica de la movilidad.
- **Meta:** Incrementar la capacidad de respuesta frente a la actual dinámica de movilidad de la ciudad.
- **Relación análisis FODA:** debilidad/amenaza/oportunidad.

- 1) Las agencias de transporte público deben profundizar su comprensión de los clientes y las comunidades, implementando capacidades para rastrear patrones e inferir cuando una intervención puede mejorar los resultados.
- 2) La inversión en las capacidades adecuadas (personas, gobernanza, regulación y tecnología) para extraer información significativa probablemente sea un facilitador fundamental para las agencias.
- 3) Lograr acuerdos interinstitucionales para mejorar la prestación del servicio de transporte público [48].

Discusión

Es importante considerar que si bien este estudio propone acciones para incrementar el número de usuarios de un sistema de transporte público, [49] manifiesta que un potencial aumento genera una demanda de servicios que rebasa la capacidad de transporte ofrecida. Generalmente, este fenómeno aparece en ciertas horas del día, días de la semana, estaciones de mayor demanda durante el año, entre otros. Igualmente, el estudio en mención expone que es posible generar cambios en los hábitos sociales, aunque los viajes de placer están fuera del control de los operadores de transporte.

Por ello, se busca cambiar la percepción sobre la comodidad que ofrece el vehículo privado, en detrimento de las demoras en los tiempos de viaje, contaminación y otras adversidades que conlleva este comportamiento.

Por otro lado, si bien la tarifa en el presente caso de estudio no constituye una problemática, la reducción de precios puede significar cambios en la demanda en los servicios de un operador en particular [30]. En complemento, el presente estudio demuestra un uso poco frecuente del sistema, por lo que el diseño de las estrategias debe pensar en los cambios de la distribución de la población, así como el cierre o generación de nuevos centros de atracción, y generadores de viajes (centros laborales, comerciales, de vivienda, etc.), tal como se expone en [26, 30, 31].

Dentro de los desafíos futuros, se ha evidenciado que el uso de tecnologías innovadoras impulsa las elecciones del cliente, por lo que se debe pensar en las necesidades de la red y las preferencias del usuario basadas en principios actuales como una interfaz única que permita realizar viajes de manera fácil de entender, dentro de un amplio mercado de servicios de transporte [37].

Igualmente, casos exitosos como [37] permiten reconocer que los servicios a pedido responden las necesidades del cliente, adoptando una transición que se aleja del modelo tradicional de centro y radios hacia servicios punto a punto. En adición, es posible desarrollar servicios autónomos habilitados por internet de las cosas, tecnologías inteligentes y conectividad 5G.

También, el enfoque integral para promover el uso de sistemas tranviarios requiere el desarrollo de un marco de políticas nacionales, como en el caso de China, donde cuatro ministerios han formado parte: Comisión Nacional de Reforma del Desarrollo, el Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano-Rural, el Ministerio de Finanzas y el Ministerio de Protección del Medio Ambiente. Dentro de esto, aparecen cuatro objetivos principales: “integración y conexión”, “eficiencia económica e idoneidad”, “conveniencia y eficiencia” y “seguridad y confiabilidad” [50].

Adicionalmente, en [51] se expone la necesidad de mejorar la infraestructura de las ciudades, así como la cultura de viaje, mejorar la seguridad de los pasos a nivel, reducir los impactos ambientales negativos mediante el uso de materiales que reduzcan el ruido, y las vibraciones con su propagación.

En ciertos casos como [30], se recalca que las variaciones geográficas pueden provocar limitaciones para extender la red, por lo que el factor económico incide en la viabilidad para crear más conexiones directas. Sin embargo, se ha demostrado que el sistema mejora su eficiencia al monitorizar continuamente el rendimiento de la red mediante la recopilación de datos (big data), desarrollo de un mantenimiento preventivo y monitoreo de la infraestructura crítica [29,41,50].

Otros aspectos trascendentales que casos exitosos han replicado son la cooperación estrecha, continua y frecuente entre las autoridades locales, las autoridades de transporte local y los operadores de transporte. Ante esto, si los operadores son independientes, algunos casos han precisado que las autoridades establezcan claramente el nivel de accesibilidad requerido en acuerdos que sean vinculantes contractualmente entre la autoridad de transporte público y los operadores [36,48,49,50].

Con el mismo énfasis, es necesaria una planificación a largo plazo de aproximadamente diez años, al igual que los planes más detallados deberían abarcar un período de cinco años y actualizarse anualmente. Ante ello, debe realizarse un seguimiento periódico de los avances en la consecución de los objetivos del plan a largo plazo, con un seguimiento que abarque mejoras de la infraestructura de transporte público, la introducción de vehículos totalmente accesibles por parte de personas discapacitadas y otras personas con movilidad reducida [13,21].

A pesar de esto, es importante considerar que la digitalización en sistemas de transporte público debe abarcar el desarrollo de nuevos modelos de negocio, con la inclusión de la computación en la nube, el Big Data y la Inteligencia Artificial (IA), para proporcionar información como un atributo significativo que facilita el viaje y reduce la ansiedad, algo ligado con el confort [12,21,29,44].

IV. CONCLUSIONES

La principal causa que limita el incremento de la demanda del sistema de tranvía de Cuenca se debe esencialmente a la falta de integración del sistema de transporte público, al darse un déficit de cobertura dentro del área urbana y de la población atendida.

Adicionalmente, otra causa se relaciona con la falta de integración urbana-periurbana, especialmente con ciertas parroquias rurales, por lo que existe un solapamiento de rutas, incrementando la congestión en algunos de los ejes viales primarios que afecta los tiempos de traslado y la segmentación de usuarios entre los buses y el tranvía.

Una tercera causa radica en el sistema de recaudo, puesto que no se encuentra integrado en una sola tarjeta, haciendo que los usuarios deban contar con tarjetas independientes para usar el bus y el tranvía. Además, para acceder a la tarifa normal, es necesario adquirir una tarjeta personalizada, aunque esta se encuentra disponible en puntos limitados.

Por ello, se plantean seis estrategias con un enfoque integral, donde se debe considerar la planificación en movilidad, para desincentivar el uso del vehículo privado y consolidar las redes entre el entorno urbano y periurbano, especialmente cuando se genera congestión ante la priorización del viario para esos vehículos, con un desuso de medios de movilidad sostenible/activa.

Por ello, también se contemplan acciones sobre gestión en la promoción de la movilidad activa y sostenible, mediante desarrollo de infraestructura, regulación, capacitación, comunicación y articulación entre los distintos actores de la movilidad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Unidad Ejecutora del Proyecto Tranvía de Cuenca.

REFERENCIAS

- [1] A. de F. de S. en T. A. de la I. S. de la Av. Ordoñez Laso y Los Cedros de la ciudad de Cuenca y C. la I. De dispositivos auxiliares, “ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE CONSTRUCCIONES”, Edu.ec. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/8697/1/14356.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [2] First Edition, “TRAMWAY PRINCIPLES & GUIDANCE”, Uktram.com. [En línea]. Disponible en: <https://uktram.com/wp-content/uploads/2018/07/Tramway-Principles-Guidance-Final-2.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [3] M. A. Pallas, J. Lelong, y R. Chatagnon, “Characterisation of tram noise emission and contribution of the noise sources”, *Appl. Acoust.*, vol. 72, núm. 7, pp. 437–450, 2011.
- [4] D. Petkov, “Characteristics of the international tramway renaissance”, en *Tramway Renaissance in Western Europe*, Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden, 2020, pp. 53–83.
- [5] Edu.ec. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6929>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [6] J. D. Rodríguez-Maldonado, J. C. Ortega-Castro, y S. E. Parra-Suarez, “Infraestructuras sustentables: Caso tranvía a Cuenca”, *Dominio Las Cienc.*, vol. 7, núm. 3, pp. 1319–1333, 2021
- [7] F. Anguita Rodríguez, B. Duarte Monedero, y S. Flores Ureba, “Situación actual del transporte público urbano: la visión de las empresas operadoras”, *Investig. Eur. Dir. Econ. Empresa*, vol. 20, núm. 1, pp. 16–22, 2014.
- [8] R. Viri, N. Sievers, H. Liimatainen, C. Schütze, y T. Siefer, “Tram expansion effects on reaching the city centres—case study of Tampere and Braunschweig”, *Future Transportation*, vol. 2, núm. 4, pp. 793–806, 2022.
- [9] D. Cliche, “GROWING PATRONAGE - THINK TRAM?”, *Thredbo-conference-series.org*. [En línea]. Disponible en: https://thredbo-conference-series.org/downloads/thredbo10_papers/thredbo10-themeA-Cliche.pdf. [Consultado: 04-nov-2024].
- [10] Researchgate.net. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/371609101_THE_EFFECT_OF_TRAM_MANAGEMENT_ON_ROAD_TRAFFIC_FLUIDITY_AND_ITS_INFLUENCE_ON_DRIVERS_BEHAVIORS_AT_A_CRITICAL_JUNCTION_IN_ALGERIA. [Consultado: 04-nov-2024].
- [11] H. Nishiuchi, Y. Kobayashi, T. Todoroki, y T. Kawasaki, “Impact analysis of reductions in tram services in rural areas in Japan using smart card data”, 2018.
- [12] Researchgate.net. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/344831618_How_to_Achieve_a_Continuous_Increase_in_Public_Transport_Ridership_A_Case_Study_of_Braunschweig_and_Tampere. [Consultado: 04-nov-2024].
- [13] C. D. E. G. P. El Desarrollo y L. Sostenible, “UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA”, Edu.ec. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20329/1/UPS-CT009146.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].

- [14] Researchgate.net. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/367292705_Efectos_de_la_construccion_y_el_funcionamiento_del_proyecto_del_tranvia_de_la_ciudad_de_Cuenca_Ecuador. [Consultado: 04-nov-2024].
- [15] “Tranvía de Cuenca (Ecuador) : Horario : Mapa : Paradas : Tarifas » Tranvías”, Tranvías, 02-oct-2022. [En línea]. Disponible en: <https://tranvias.de/tranvia-de-cuenca-ecuador-horario-mapa-paradas-tarifas/>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [16] O. Barraza, “Análisis estructural de redes de transporte público usando teoría de redes. Caso de Guadalajara México”, Datasets. Universidad de Burgos, jul-2021.
- [17] Itf-oecd.org. [En línea]. Disponible en: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/10fp05.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [18] Alstom.com. [En línea]. Disponible en: https://www.alstom.com/sites/alstom.com/files/2020/11/02/20201029_PR_Cuenca_tramway_operation_EN.pdf. [Consultado: 04-nov-2024].
- [19] Edu.ec. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14402/1/UPS-CT007073.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [20] M. de Buenas Prácticas, “para la integración”, Caf.com. [En línea]. Disponible en: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1403/2/%20Desafios%20para%20la%20integracion%20de%20sistemas%20de%20transporte%20masivo-28feb.pdf?sequence=5>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [21] [En línea]. Disponible en: http://file:///C:/Users/JORGE%20MUNOZ/Downloads/GM_Urbana.pdf. [Consultado: 04-nov-2024].
- [22] Archive.org. [En línea]. Disponible en: <https://web.archive.org/web/20140413145002/http://www.cuenca.gov.ec/?q=node%2F12664>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [23] “Pressreader.com - digital newspaper & magazine subscriptions”, Pressreader.com. [En línea]. Disponible en: <https://www.pressreader.com/ecuador/el-mercurio-ecuador/20221011/281479280316990>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [24] M. P. Romero-Solórzano, “Efectos de la construcción y el funcionamiento del proyecto del tranvía de la ciudad de Cuenca, Ecuador”, CIENCIAMATRIA, vol. 8, núm. 3, pp. 2392–2408, 2022.
- [25] Unirioja.es. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7594403>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [26] P. A. Ortiz Benavides y J. F. Quesada Molina, “Indicadores de sostenibilidad urbana para la ciudad de Cuenca-Ecuador: construcción sostenible de edificaciones”, ConcienciaDigital, vol. 5, núm. 1.2, pp. 105–125, 2022.
- [27] “ORDENANZA QUE REGULA LA OPERACIÓN DEL SISTEMA TRANVIARIO DEL CANTÓN CUENCA”, Gob.ec. [En línea]. Disponible en: <https://www.cuenca.gov.ec/content/ordenanza-que-regula-la-operaci%C3%B3n-del-sistema-tranviario-del-cant%C3%B3n-cuenca>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [28] Gob.ec. [En línea]. Disponible en: https://www.cuenca.gov.ec/system/files/PMEP_CUENCA_2015_tomo_I.pdf. [Consultado: 04-nov-2024].
- [29] “la movilidad y accesibilidad entendidas como un derecho ciudadano”, “¿CÓMO SE MUEVEN LOS CUENCANOS?”, Gob.ec. [En línea]. Disponible en: <https://www.cuenca.gov.ec/system/files/planmovilidadcaracdemanda.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [30] Edu.ec. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/9276>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [31] “Estudio de la planificación del tranvía y su posibilidad de integración a la conexión con los viajes periurbanos”, Edu.ec. [En línea]. Disponible en: <https://vufind.ucuenca.edu.ec/vufind/Record/oai:dspace.ucuenca.edu.ec:123456789-34704?sid=509687>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [32] M. D. Yap, S. Nijénstein, y N. van Oort, “Improving predictions of public transport usage during disturbances based on smart card data”, Transp. Policy (Oxf.), vol. 61, pp. 84–95, 2018.
- [33] L. R. Landscape, “STATISTICS BRIEF”, Uitp.org. [En línea]. Disponible en: https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2020/09/Statistics-Brief-World-LRT_web.pdf. [Consultado: 04-nov-2024].
- [34] G. Fedorko, H. Neradilová, V. Molnár, J. Fabianová, P. Michalik, y X. Linková, “Analysis of the selected tram lines operation during the tram lines modernization project in the city of Košice - the case study”, Transp. Res. Procedia, vol. 74, pp. 254–261, 2023.
- [35] C.-L. Chen, “Modern Tram and Public Transport Integration in Chinese Cities: A case study of Suzhou”, 2017.

- [36] T. Zhang, R. Zhao, E. E. F. Ballantyne, y D. A. Stone, “Increasing urban tram system efficiency, with battery storage and electric vehicle charging”, *Transp. Res. D Transp. Environ.*, vol. 80, núm. 102254, p. 102254, 2020.
- [37] Kpmg.com. [En línea]. Disponible en: <https://assets.kpmg.com/content/dam/kpmg/xx/pdf/2022/11/future-of-public-transport-report.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [38] M. Tram, “New traction power technologies to improve the Melbourne tram network”, *Atkinsrealis.com*. [En línea]. Disponible en: <https://www.atkinsrealis.com/~media/Files/A/atkinsrealis/download-centre/en/case-study/case-study-melbourne-tram-new-traction-power-technologies.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [39] M. Choi, G. Kang, J. Kwak, Y. Jang, y S. Lee, “Calculating the environmental benefits of trams”, *Chem. Eng. Trans.*
- [40] M. Guerrieri, “Tramways in urban areas: An overview on safety at road intersections”, *Urban Rail Transit*, vol. 4, núm. 4, pp. 223–233, 2018.
- [41] Interregurope.eu. [En línea]. Disponible en: https://www.interregurope.eu/sites/default/files/inline/Public_Transport_TO4PB_final.pdf. [Consultado: 04-nov-2024].
- [42] Public Transport EGUM Subgroup – Topic, How to ensure prioritization of public transport in urban areas to enable the operation of multimodal, quicker and more punctual, and reliable services. [En línea]. Disponible en: https://transport.ec.europa.eu/document/download/f222ead0-192c-413d-ad91-0f7df6de97e_en?filename=EGUM%20Recommendation%20-%20PTSM%20sub%20group%20-%20TOPIC2.pdf. [Consultado: 04-nov-2024].
- [43] M. A. Niedzielski, S. Goliszek, y A. Górka, “Signals, tracks, and trams: public transport signal priority impact on job accessibility over time”, *Sci. Rep.*, vol. 14, núm. 1, pp. 1–16, 2024.
- [44] Researchgate.net. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/369342498_Passengers'_Intentions_to_Use_Public_Transport_during_the_COVID-19_Pandemic_A_Case_Study_of_Bangkok_and_Jakarta. [Consultado: 04-nov-2024].
- [45] Eur.nl. [En línea]. Disponible en: <https://repub.eur.nl/pub/135664/phd-Johann-Hartleb.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [46] Uitp.org. [En línea]. Disponible en: <https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2022/10/Report-PassengerFlow-Oct2022-v4b.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [47] Sustainabledevelopment.un.org. [En línea]. Disponible en: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/11710Thematic%20discussion%205%20concept%20note.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [48] Civitas.eu. [En línea]. Disponible en: https://civitas.eu/sites/default/files/civitas_ii_policy_advice_notes_11_public_transport_quality.pdf. [Consultado: 04-nov-2024].
- [49] Imt.mx. [En línea]. Disponible en: <https://www.imt.mx/archivos/publicaciones/publicaciontecnica/pt213.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [50] Current Trends, “Transport in the European Union”, *Europa.eu*. [En línea]. Disponible en: <https://transport.ec.europa.eu/system/files/2019-03/2019-transport-in-the-eu-current-trends-and-issues.pdf>. [Consultado: 04-nov-2024].
- [51] J. Fabianová, G. Fedorko, P. Michalik, V. Molnár, y H. Neradilová, “The impact of the COVID-19 pandemic on passenger rail transport: a case study of the Slovak Republic”, *Transp. Res. Procedia*, vol. 74, pp. 238–244, 2023