



Universidad del Azuay

Facultad de Ciencia y Tecnología

Ingeniería Civil

Análisis del impacto del tiempo de ascenso/descenso de pasajeros en la eficiencia operativa y calidad del servicio del transporte público urbano de Cuenca

Trabajo previo a la obtención del título de:
Ingeniero Civil

Autores:

Pablo Antonio Pozo Arévalo

Ana Isabel Valencia Vivar

Director:

Ing. Diego Correa Barahona. PhD.

Cuenca-Ecuador

2026

Dedicatoria

A mis padres, Juan José y Ana Lucía, las raíces de mi mundo. Gracias por ser el refugio al que siempre puedo volver y la fuerza que me impulsó a volar; todo lo que he logrado es el reflejo de su sacrificio y su amor incondicional. Gracias por esas noches de desvelo que pasamos juntos para conseguir este logro.

A mis hermanos, Juan y Pedro, mis compañeros de vida. Gracias por caminar a mi lado, y recordarme que, con su sola presencia, el éxito solo vale la pena si se comparte con quienes amamos.

A mi Tía Maya y a mis abuelos que hoy siguen conmigo, por su amor, ternura y sabiduría, por sus enseñanzas silenciosas y por ser un refugio de cariño y fortaleza.

A mi tío, tías, Angélica y José, por creer en mí incluso cuando yo dudaba.

A mis amigos y amigas, por convertir los retos de esta etapa en recuerdos inolvidables y por hacer que este camino fuera, sobre todo, una aventura compartida, especialmente José Luis, Gabriel, Miguel.

A Pablo, por su apoyo constante durante la carrera y durante la realización de este trabajo.

Y finalmente, a mi abuelo, mi ángel, que aunque ya no está físicamente conmigo, me acompaña en cada paso que doy y me impulsa a seguir adelante cada vez que quiero rendirme. Esta meta es para ti; tu niña lo logró

Ana Isabel Valencia Vivar

Dedicatoria

A Dios quien ha sido mi guía y fuente de fortaleza, cuya fidelidad y amor han estado presentes en mi vida hasta el día de hoy.

A mis padres Pablo y Rosi, quienes con su esfuerzo, amor y paciencia me han permitido alcanzar un sueño más, gracias por inculcarme el ejemplo de esfuerzo y valentía, recordándome que, con la presencia de Dios, las adversidades se superan.

A mi hermana Jennifer, que con su compañía en este trayecto se ha convertido en mi cómplice y amiga.

A mis amigos, en especial a Carlos y Martín por extender su mano en momentos difíciles, por el amor brindado y apoyo de cada día, de verdad mil gracias hermanitos, siempre los llevo en mi corazón.

Y finalmente a mi compañera de tesis, Ana Valencia, por el compromiso, esfuerzo y dedicación compartidos durante el desarrollo de este trabajo. Su colaboración fue fundamental para alcanzar esta meta.

Pablo Antonio Pozo Arévalo

Agradecimientos

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a la Universidad del Azuay por habernos brindado el espacio, las herramientas y la formación necesarias para convertirnos en profesionales íntegros y comprometidos con nuestra sociedad.

A nuestros docentes, quienes día a día han sido el motor e impulso de nuestro crecimiento académico, compartiendo sus conocimientos con dedicación en cada materia y en cada etapa de nuestra carrera. De manera especial, al Ingeniero Juan Carlos Malo y al Ingeniero José Vázquez, cuya guía y ejemplo han dejado una huella importante en nuestra formación.

A nuestro director de tesis, el Ingeniero Diego Correa, por su orientación rigurosa, su paciencia y su compromiso en cada etapa de este trabajo de investigación. Y al Ingeniero Pablo Carvallo, por su valiosa colaboración y apoyo constante en la realización de este proyecto. Su acompañamiento ha sido fundamental en esta etapa académica, y llevamos con gratitud cada enseñanza recibida.

A nuestros padres, quienes han sido el pilar fundamental de nuestra formación personal y profesional. Su amor incondicional, esfuerzo constante y su confianza depositada en nosotros han sido la fuerza que nos impulsa a alcanzar cada meta.

Ana Isabel Valencia Vivar y Pablo Antonio Pozo Arévalo.

Resumen

El Dwell Time (DT), tiempo transcurrido desde que el bus frena hasta que abandona la parada, es un indicador clave de la eficiencia operativa del transporte público urbano. Este estudio analiza su impacto en tres corredores de Cuenca, Pío Bravo, Tarqui y Presidente Córdova, con base en 371 observaciones de campo en períodos de máxima demanda. Se estimaron tres modelos de regresión lineal. El Modelo 1 relaciona el DT con la tasa total de intercambio de pasajeros, logrando predecir el comportamiento con una precisión del 79.3%, con un promedio de 2.3 segundos por cada pasajero que sube o baja. El Modelo 2 desagrega los flujos de ascenso y descenso, calculando que cada pasajero que sube tarda 2.6 s frente a 0.80 s por cada pasajero que baja, manteniendo una precisión del 70%, con una ratio de 3.2:1 causada por la obligatoriedad del pago al abordar. El Modelo 3 incorpora la frecuencia como variable adicional, confirmando que ésta no mejora la precisión del modelo, por lo que la frecuencia no constituye un predictor independiente del DT cuando se controla la demanda. Adicionalmente, se constató mediante observación de campo que el sistema cumple únicamente con el 63% de las frecuencias programadas contractualmente, lo que evidencia una brecha significativa en la operación. Finalmente, el Modelo 2 predice que el pago anticipado junto con el control de frecuencias son las intervenciones de mayor impacto para mejorar la eficiencia del sistema de transporte urbano de Cuenca.

Palabras clave: Dwell Time, transporte público urbano, regresión lineal, eficiencia operativa, ascenso y descenso de pasajeros, calidad de servicio, Cuenca

Abstract

Dwell Time (DT) the time elapsed from when the bus brakes until it leaves the bus stop, is a key indicator of the operational efficiency of urban public transportation. This study analyzes its impact on three corridors in Cuenca, Pío Bravo, Tarqui, and Presidente Córdova, based on 371 field observations during peak demand periods. Three linear regression models were estimated. Model 1 relates DT to the total passenger exchange rate, predicting behavior with 79.3% precision, with an average of 2.3 seconds per passenger boarding or alighting. Model 2 disaggregates boarding and alighting flows, calculating that each boarding passenger takes 2.6 seconds compared to 0.80 seconds per alighting passenger, maintaining 70% precision, with a 3.2:1 ratio caused by the requirement to pay upon boarding. Model 3 incorporates frequency as an additional variable, confirming that this does not improve the model's precision, meaning that frequency is not an independent predictor of DT when demand is controlled. Additionally, field observations confirmed that the system meets only 63% of contractually scheduled frequencies, indicating a significant gap in operations. Finally, Model 2 predicts that pre-payment together with frequency control are the interventions with the greatest impact on improving the efficiency of Cuenca's urban transportation system.

Keywords: Dwell Time, urban public transportation, linear regression, operational efficiency, passenger boarding and alighting, service quality, Cuenca.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iv
Resumen.....	v
Abstract.....	vi
Índice de contenido.....	vii
Índice de figuras.....	xi
Índice de tablas	xiii
Índice de anexos.....	xiv
Objetivos.....	xvi
Objetivo general.....	xvi
Objetivos específicos	xvi
1. Introducción	1
1.1 Problemática	1
1.2 Justificación	4
2. Capítulo I: Marco teórico.....	5
2.1 Estado del arte.....	5
2.2 Movilidad urbana	6
2.3 Transporte público colectivo.....	6
2.4 Operación de sistemas de transporte público.....	6
2.5 Tiempo de ascenso y descenso	7
2.6 Factores físicos que influyen en el <i>Dwell Time</i>	7
2.7 Factores operativos del sistema	8
2.8 Eficiencia operativa del transporte público.....	9

2.9	Calidad del servicio.....	9
2.10	Sincronización de rutas y bus bunching.....	9
2.11	Diseño de paradas de bus.....	9
2.12	Modelos estadísticos y predictivos aplicados al	10
3.	Capítulo II: Metodología.....	11
3.1	Tipo y enfoque del trabajo	11
3.2	Área de estudio	11
3.3	Levantamiento de datos	14
3.4	Variables de estudio.....	15
3.5	Instrumentos de recolección de datos	16
3.6	Método de estimación del <i>Dwell Time</i> según el TCQSM.....	18
3.6.1	Determinación del volumen de pasajeros	18
3.6.2	Factor de hora pico (PHF).....	18
3.6.3	Tiempo de servicio por pasajero	19
3.6.4	Ajustes por flujo bidireccional de pasajeros	20
3.6.5	Cálculo de <i>Dwell Time</i> teórico.....	20
3.7	Definición operacional del tiempo de detención observado.....	21
3.8	Metodología de análisis	22
3.8.1	Análisis de la eficiencia operativa	22
3.9	Evaluación de la calidad del servicio mediante encuestas.....	23
3.10	Criterios para la selección de variables en los modelos de regresión.....	24
3.11	Formulación y estimación de modelos de regresión.....	24
3.11.1	Criterios de análisis e interpretación.....	26
3.12	Comparación entre corredores y líneas de transporte.....	26
3.13	Identificación de nodos críticos	27

3.14 Relación entre el tiempo de detención y la eficiencia operativa.....	27
4. Capítulo III: Análisis y procesamiento de datos	28
4.1 Organización y depuración de la base de datos	28
4.2 Caracterización de la muestra observada.....	28
4.3 Análisis de la demanda por la línea de transporte.....	32
4.5 Análisis del intercambio de pasajeros.....	35
4.6 Análisis del Dwell Time observado.....	38
4.5.1 Análisis estadístico descriptivo del Dwell Time por corredor.....	42
4.6 Relación entre intercambio de pasajeros y <i>Dwell Time</i>	44
4.7 Modelos de regresión lineal: relación entre el intercambio de pasajeros y el	46
4.7.1 Modelo1: Relación entre Dwell Time y la tasa de intercambio de pasajeros.....	46
4.7.2 Modelo 2: Relación Dwell Time y los flujos desagregados de ascenso y descenso....	48
4.7.3 Modelo 3: Incorporación frecuencia del servicio como variable explicativa.....	50
4.7.4 Comparación de los modelos de regresión	51
4.7.5 Validación del modelo: Dwell Time teórico vs. Dwell Time observado por parada ..	53
4.8 Análisis de la percepción de los usuarios	54
4.9 Comparación entre la frecuencia programada y la frecuencia observada.....	57
5. Capítulo IV: Resultados y Discusión.....	61
5.1 Comportamiento del Dwell Time por corredor y nodos críticos	61
5.2 Discusión de los modelos de regresión.....	62
5.2.1 Modelo1: Tasa de intercambio de pasajeros como predictor del Dwell Time	62
5.2.2. Modelo 2: Asimetría entre ascenso y descenso	63
5.2.3. Modelo 3: Rol de la frecuencia del servicio	63
5.3 Impacto del Dwell Time sobre la eficiencia operativa	64
5.4 Relación entre el Dwell Time y la calidad del servicio	65

5.5 Estrategias para optimizar el Dwell Time.....	66
6. Conclusiones y recomendaciones	70
7. Referencias bibliográficas.....	74
8. Anexos	77

Índice de figuras

Figura 1 Saturación de la zona de parada por acumulación de unidades	2
Figura 2 Alta demanda de pasajeros ingresando a la unidad.....	3
Figura 3 Carril Exclusivo- Pío Bravo	12
Figura 4 Carril exclusivo- Tarqui	13
Figura 5 Carril Exclusivo- Presidente Córdoba.....	14
Figura 6 Demanda total y número de buses observados por parada, corredor Pío Bravo	31
Figura 7 Demanda total y numero de buses observados por parada, corredor Tarqui	31
Figura 8 Demanda total y numero de buses observados por parada, corredor Presidente Córdoba	32
Figura 9 Intercambio de pasajeros Pío Bravo.....	37
Figura 10 Intercambio de pasajeros Tarqui	37
Figura 11 Intercambio de pasajeros Presidente Córdoba.....	38
Figura 12 Dwell time promedio por parada del corredor Pío Bravo	40
Figura 13 Dwell time promedio por parada del corredor Tarqui.....	41
Figura 14 Dwell time promedio por parada del corredor Presidente Córdoba.....	41
Figura 15 DT promedio por cada corredor analizado.....	42
Figura 16 Promedio y variabilidad del Dwell time por corredor.....	43
Figura 17 Coeficiente de variación del Dwell time por corredor	44
Figura 18 Relación intercambio promedio de pasajeros y DT promedio en las paradas del corredor Pío Bravo	45
Figura 19 Relación intercambio promedio de pasajeros y DT promedio en las paradas del corredor Tarqui.....	45
Figura 20 Relación entre pasajeros y DT del corredor Relación intercambio promedio de pasajeros y DT promedio en las paradas del corredor Presidente Córdoba.....	46
Figura 21 ¿Cuál es el motivo principal de su viaje?	54
Figura 22 ¿Con qué frecuencia utiliza esta línea de bus?	55
Figura 23 ¿Cómo califica el tiempo que el bus se detiene en la parada?	55
Figura 24 ¿Cree que la tarjeta movilizate ha agilizado su ingreso al bus, comparado al pago con monedas?.....	56

Figura 25 Cree usted que el pago fuera de la unidad, como se paga en el tranvía, ¿reduciría su tiempo de ingreso al bus?..... 57

Figura 26 Reducción del DT estimado según escenario de pago 67

Índice de tablas

Tabla 1 Clasificación de variables de estudio.....	15
Tabla 2 Líneas y paradas calle Pío Bravo	16
Tabla 3 Líneas y paradas calle Tarqui	16
Tabla 4 Líneas y paradas calle Presidente Córdova.....	17
Tabla 5 Encuesta realizada a los usuarios del transporte público.....	17
Tabla 6 Tiempos de servicio de pasajeros con movimiento en canal único	19
Tabla 7 Tiempos de servicio de pasajeros con movimiento de pasajeros en múltiples canales ..	20
Tabla 8 Estructura para recopilación de datos en campo.....	28
Tabla 9 Demanda pasajeros y número de buses observados por parada corredor Pío Bravo.....	29
Tabla 10 Demanda pasajeros y número de buses observados por parada corredor Tarqui	29
Tabla 11 Demanda pasajeros y número de buses observados por parada corredor Presidente Córdova.....	30
Tabla 12 Demanda de pasajeros por línea y parada, Pío Bravo.....	33
Tabla 13 Demanda de pasajeros por línea y parada, Tarqui	34
Tabla 14 Demanda de pasajeros por línea y parada, Presidente Córdova	35
Tabla 15 Intercambio total de pasajeros por parada	36
Tabla 16 DT observado en el corredor Pío Bravo	38
Tabla 17 DT observado en el corredor Tarqui.....	39
Tabla 18 DT observado en el corredor Presidente Córdova	39
Tabla 19 Estadísticos descriptivos del DT observado por corredor.....	42
Tabla 20 Resumen de modelos de regresión lineal simple por corredor	48
Tabla 21 Resumen del Modelo 2 — Regresión lineal múltiple (DT = Subida + Bajada) por corredor	50
Tabla 22 Resumen del modelo 3. Regresión lineal por corredor.....	51
Tabla 23 Comparación DT teórico vs. DT observado por parada	53

Índice de anexos

Anexo 1	Datos levantados por cada parada en el corredor Pío Bravo.....	77
Anexo 2	Datos levantados por cada parada en el corredor Tarqui	81
Anexo 3	Datos levantados por cada parada en el corredor Presidente Córdova	83
Anexo 4	Resultados modelo de regresión 1 general.....	86
Anexo 5	Resultados modelo de regresión 2 general.....	86
Anexo 6	Resultados modelo de regresión 3 general.....	87
Anexo 7	Resultados modelo de regresión 1 Pío Bravo	88
Anexo 8	Resultados modelo de regresión 2 Pío Bravo	89
Anexo 9	Resultados modelo de regresión 3 Pío Bravo	90
Anexo 10	Resultados modelo de regresión 1 Tarqui.....	91
Anexo 11	Resultados modelo de regresión 2 Tarqui.....	91
Anexo 12	Resultados modelo de regresión 3 Tarqui.....	92
Anexo 13	Resultados modelo de regresión 1 Presidente Córdova	93
Anexo 14	Resultados modelo de regresión 2 Presidente Córdova	94
Anexo 15	Resultados modelo de regresión 3 Presidente Córdova	95
Anexo 16	Respuestas de la encuesta pregunta 1	96
Anexo 17	Respuestas de la encuesta pregunta 2	96
Anexo 18	Respuestas de la encuesta pregunta 3	97
Anexo 19	Respuestas de la encuesta pregunta 4	97
Anexo 20	Respuestas de la encuesta pregunta 5	98
Anexo 21	Parada 1: Pío Bravo (Estevez de Toral)	98
Anexo 22	Parada 2: Pío Bravo (María Auxiliadora)	99
Anexo 23	Parada 3: Pío Bravo (Escuela Francisco Dávila)	100
Anexo 24	Parada 4: Pío Bravo (9 de Octubre)	101
Anexo 25	Parada 5: Pío Bravo (Hospital Católico).....	102
Anexo 26	Parada 1: Tarqui (Mercado 10 de Agosto).....	104
Anexo 27	Parada 4: Tarqui (María Auxiliadora).....	105
Anexo 28	Parada 2: Presidente Córdova (Parque Víctor J. Cuesta).....	106
Anexo 29	Parada 3: Presidente Córdova (Parque UNE)	107
Anexo 30	Parada 4: Presidente Córdova (San Francisco).....	108

Anexo 31 Comparación DT teórico y DT observado Pío Bravo.....	109
Anexo 32 Comparación DT teórico y DT observado Tarqui	115
Anexo 33 Comparación DT teórico y DT observado Presidente Córdova	117

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el impacto del tiempo de ascenso y descenso de pasajeros (*Dwell time, DT*) en la eficiencia operativa y calidad del servicio de los principales corredores de transporte público de Cuenca, para la formulación de estrategias de optimización del sistema

Objetivos específicos

- Cuantificar los parámetros operativos del transporte público en los corredores críticos de Cuenca, mediante el registro en campo del (DT), la ocupación vehicular y la tasa de intercambio de pasajeros.
- Analizar estadísticamente la variabilidad del DT en función de las condiciones físicas, factores operativos y niveles de demanda, para caracterizar el comportamiento de las detenciones.
- Determinar la correlación entre el DT, la eficiencia operativa y la calidad del servicio a través de modelos de regresión que identifiquen las relaciones causales dentro del sistema.
- Comparar el desempeño del DT entre los distintos corredores y líneas de estudio para identificar nodos críticos que requieran intervenciones prioritarias.
- Formular estrategias de optimización del DT, sustentadas en la justificación técnica de los resultados, para mejorar la regularidad, puntualidad y calidad del servicio.

1. Introducción

La movilidad urbana constituye uno de los pilares fundamentales para el funcionamiento eficiente, sostenible y equitativo dentro de una ciudad. De esta forma, el transporte público urbano se convierte en el principal modo de desplazamiento de las personas, y su desempeño define en gran medida la calidad de vida, la productividad de la ciudad, así como la equidad en el acceso a servicios básicos y oportunidades.

Entre los elementos que condicionan la operación del sistema, el tiempo de ascenso y descenso de los pasajeros, denominado (DT), se identifica como un factor determinante. Este tiempo representa el intervalo durante el cual un bus permanece detenido en la parada para permitir el intercambio de pasajeros. Aunque es esto pueda parecer un componente menor dentro del viaje, algunos estudios han demostrado que su acumulación a lo largo del recorrido tiene un impacto significativo en la velocidad comercial de los buses, la regularidad del servicio, y la percepción de calidad por parte de los usuarios (Fletcher & El Geneidy, 2013).

La importancia del *DT* radica en su carácter multifactorial. Está influenciado por variables físicas, operativas, tecnológicas, de demanda e incluso de comportamiento de las personas. Su gestión adecuada, puede mejorar la eficiencia del sistema, pero su descontrol puede generar demandas masivas, así como saturación de las paradas, el *bus bunching*, el aumento de los tiempos de viaje y la pérdida de confiabilidad (Delgado, Muñoz & Giesen, 2012). En la ciudad, donde existe congestión en corredores como Pío Bravo, Gaspar Sangurima, Presidente Córdova, Juan Jaramillo y Tarqui, este indicador es clave y requiere de estudios.

A pesar de esto, no existen estudios locales que analicen el *DT* de manera detallada, lo que crea un vacío técnico y académico. Por lo que, aquí se estudia y analiza el comportamiento del *DT* y permite comprender las dinámicas del transporte público, así como la importancia del tiempo de ascenso y descenso, dentro de la ingeniería de transporte en Cuenca. Del mismo modo, se analiza la evolución que ha tenido el sistema, las tendencias internacionales, y los factores que determinan su rendimiento operacional.

1.1 Problemática

La ciudad de Cuenca presenta severos problemas en el sistema de transporte público urbano en la eficiencia operativa y calidad de servicio debido a un crecimiento demográfico con aproximadamente 487.964 habitantes, derivando en un incremento del uso de vehículos

particulares. La ciudad cuenta con 160.253 atractores de viajes tales como educación, comercio, salud, servicios, cuya concentración en corredores que tienen carriles exclusivos para buses (Pío Bravo, Gaspar Sangurima, Juan Jaramillo, Presidente Córdova, Tarqui y Antonio Vega Muñoz) genera alta demanda, como se observa en la figura 1 (a) acumulación de pasajeros en la parada San Francisco y en la figura 1 (b) en la parada 9 de octubre. Esta ciudad moviliza anualmente varios millones de pasajeros a través de 38 líneas de buses; estas condiciones han provocado una pérdida de confiabilidad del servicio y en la satisfacción de los usuarios.

Según el estudio de distribución modal del Plan de Movilidad y Espacio Público del Municipio de Cuenca se ha podido evidenciar que un 40,3% de los habitantes de la ciudad prefiere el uso del vehículo particular para desplazarse a diferentes destinos, mientras que un 21,8% utiliza el bus. Esta preferencia por el vehículo privado se debe a las demoras, irregularidades y la baja calidad del servicio de transporte público urbano (buses). Los corredores anteriormente mencionados del centro de la ciudad cuentan con carriles exclusivos para buses. Sin embargo, los vehículos privados no los respetan. Por ello, los corredores presentan una alta concentración de líneas y solapamiento entre buses (llegada simultánea de varias unidades) (Alcaldía de Cuenca, 2015).

Figura 1

Saturación de la zona de parada por acumulación de unidades



(a)

(b)

Sin embargo, la problemática principal reside en la escasez de una evaluación técnica local que cuantifique el impacto del *DT* en la eficiencia del servicio. Aunque este tiempo pueda parecer irrelevante, su acumulación representa una cuarta parte del tiempo total del viaje y este tiene un comportamiento dinámico, dependiendo de la cantidad del número de pasajeros, condiciones físicas de las personas, el método de pago, el número de puertas, la accesibilidad del vehículo, la ubicación de la parada y la densidad de ocupación en el interior del bus (Fletcher & El-Geneidy, 2013). En la figura 2 (a) se puede observar una acumulación y alta demanda de personas ingresando a la unidad de transporte, y en la figura 2 (b) se observa acumulación de pasajeros, así como de buses.

Figura 2

Alta demanda de pasajeros ingresando a la unidad



(a)



(b)

Cuando estos factores no se gestionan de una manera correcta, el tiempo de ascenso y descenso incrementa, afectando la operatividad del sistema, generando impactos sociales, económicos y ambientales. Esta situación se agrava ante la falta de una evaluación técnica local que cuantifique el impacto del *DT* sobre la eficiencia operativa y la calidad de servicio del transporte público en Cuenca. La carencia de información sistematizada impide diseñar estrategias de planificación y control que optimicen los tiempos anteriormente mencionados, mejoras de regulación de recorridos que contribuyan a una mejor movilidad urbana sostenible.

1.2 Justificación

La carencia de control sobre el DT deriva en deficiencias operativas dentro del sistema de transporte público. Esto se evidencia en la falta de sincronización de frecuencias en tramos compartidos por múltiples líneas, lo que provoca la llegada simultánea de buses a una misma parada. Dicho fenómeno ocasiona congestión y retrasos acumulados que perjudican significativamente la percepción de confiabilidad del servicio (Delgado et al., 2012). En la figura 1 podemos observar cómo los buses se solapan en los corredores con carril exclusivo para buses. En el ámbito técnico, el presente estudio se justifica al proporcionar datos empíricos que permitan cuantificar el impacto que genera el *DT*. Con la información recopilada, será posible visibilizar los factores que limitan la eficiencia del sistema y, por consiguiente, formular estrategias para optimizar paradas, mejorar la gestión de flota, efectuar sistemas tecnológicos de monitoreo, perfeccionar los mecanismos de pago, lo cual deriva en brindar un servicio regular.

Socialmente, reducir tiempos de viaje va a desembocar en una mayor productividad, es decir, facilitar el acceso a servicios básicos y elevar la satisfacción del usuario. Un sistema sólidamente confiable incrementará el uso de transporte público, disminuyendo la congestión vehicular y promoviendo mayor equidad en la movilidad urbana. En el eje económico, ser eficiente en las operaciones, reduce los costos asociados al consumo de combustible, mantenimiento y pérdidas por demoras acumuladas, contribuyendo tanto a operadores como a la administración municipal. Ambientalmente, minimizar las detenciones prolongadas disminuirá las emisiones contaminantes y el consumo energético, alineándose con los objetivos de sostenibilidad que plantea la ciudad de Cuenca.

De este modo, estudiar el impacto del *DT* en la eficiencia operativa y la calidad del servicio permitirá examinar los factores técnicos específicos que limitan el desempeño del sistema. Esto sentará las bases para plantear estrategias concretas (desde la optimización de paradas hasta la mejora de los sistemas de pago), orientadas a mejorar la puntualidad, fortalecer la sostenibilidad de la movilidad urbana en Cuenca y hacer del bus una alternativa competitiva frente al vehículo privado.

2. Capítulo I: Marco teórico

2.1 Estado del arte

El análisis del *DT* ha sido mencionado ampliamente en la literatura internacional por su impacto en la operación del transporte público. Levinson (1983) fue uno de los primeros autores en destacar que este tiempo representa entre el 10% y el 26% del total del viaje en los sistemas urbanos. Posteriormente, estudios como los de Fletcher & El-Geneidy (2013) confirmaron que el método de pago, el nivel de ocupación del bus y el comportamiento de los usuarios son determinantes en la duración del tiempo de detención.

En años más recientes, investigaciones de Aydin (2022) utilizaban modelos estadísticos avanzados, para predecir el *DT* con altos niveles de precisión. Estos estudios concluyeron que la accesibilidad del vehículo, la presencia de escalones, el número de puertas y la densidad de pasajeros en la parada constituyen entre los elementos más influyentes.

En el análisis de la operación de sistemas de transporte público basados en buses, algunos estudios han abordado la coordinación de frecuencias, horarios y rutas con el fin de mejorar el desempeño del sistema. Ibarra *et al.* (2019) analizan la integración entre frecuencias, la programación de horarios y la asignación de rutas de los pasajeros, destacando siempre que estas variables influyen directamente en la eficiencia operativa y en la calidad de servicio ofrecido a los usuarios. Estos enfoques permiten comprender el funcionamiento del sistema de transporte y sirven como una base para el análisis de variables operativas como los tiempos de detención.

En Latinoamérica, autores como Delgado *et al.* (2012) abordaron la problemática del *bus bunching*, es un fenómeno causado en gran parte por la variabilidad del *DT*, señalando que incluso diferencias de 5 a 10 segundos por parada pueden desencadenar la pérdida completa de regularidad en el servicio de transporte. Del mismo modo, Tirachini (2013) analizó la relación entre diseño de paradas, carga de pasajeros y eficiencia, destacando que los sistemas con pago electrónico reducen significativamente el *DT*.

A pesar de muchos estudios desarrollados sobre la operación del transporte público y el análisis del *DT* en sistemas de buses, en el contexto de Cuenca aún existe limitada información sobre el intercambio de pasajeros y su relación con los tiempos de detención en paradas específicas del sistema. Por esta razón, la presente investigación busca analizar la demanda y el intercambio de pasajeros y su influencia en el *DT* en las diferentes paradas.

2.2 Movilidad urbana

La movilidad urbana constituye un elemento fundamental para el funcionamiento de las ciudades, ya que permite el desplazamiento de las personas en distintos puntos del territorio urbano para acceder a diferentes actividades económicas, educativas, sociales, y recreativas. El crecimiento de las ciudades y el incremento de la población también ha llevado a generar mayor demanda de transporte, con necesidad de desarrollar sistemas de movilidad más eficientes y sostenibles.

2.3 Transporte público colectivo

El transporte urbano es uno de los componentes principales de los sistemas de movilidad en las ciudades, porque permite el desplazamiento colectivo de la población mediante diferentes métodos de transporte, como buses, tranvía, sistemas de metro (Cal & Cárdenas, 2018).

En algunas ciudades de Latino América, los sistemas de transporte público especialmente en buses, representan el principal modo de transporte colectivo debido a la flexibilidad operativa y su capacidad de adaptarse a las condiciones del entorno urbano (Germán & González, 2011). Estos sistemas operan mediante rutas previamente establecidas usualmente por las entidades gubernamentales, que tratan de conectar distintos sectores de la ciudad para permitir la movilidad de miles de pasajeros a diario.

El funcionamiento adecuado de estos sistemas depende de algunos factores operativos, que son la frecuencia de los vehículos, la regularidad del servicio, los tiempos de viaje y el comportamiento de la demanda de pasajeros en las diferentes paradas del sistema (Delgado *et al.*, 2012).

2.4 Operación de sistemas de transporte público

La operación de los sistemas de transporte público implica la coordinación de diversos elementos que influyen en el desempeño del servicio ofrecido a los usuarios. Entre estos elementos esta la programación de horarios, la frecuencia de los vehículos, la asignación de rutas y el comportamiento de los pasajeros.

De esta manera, el análisis de la operación de los sistemas de transporte basados en buses ha sido ampliamente estudiado. Ibarra *et al.* (2019) señalan que variables como la frecuencia de los servicios, los tiempos de espera de los pasajeros y la coordinación entre distintas líneas de transporte influyen directamente en la eficiencia del sistema y en la calidad del servicio ofrecido a los usuarios.

Asimismo, los estudios sobre transporte urbano destacan la importancia de analizar el comportamiento del sistema en puntos específicos de la red, particularmente en las paradas de

transporte público que tengan una alta demanda de usuarios y, en donde se produce la interacción directa entre los vehículos y los pasajeros.

2.5 Tiempo de ascenso y descenso

El (*DT*) corresponde al tiempo promedio que un bus permanece detenido en una parada o zona de carga para permitir el ascenso y descenso de pasajeros, constituyendo uno de los componentes más importantes en la determinación de la capacidad de las paradas y de las instalaciones del sistema de transporte público (Transproation Research Board, 2003).

La duración de este tiempo está determinada por factores como la cantidad de usuarios que ingresan o salen del vehículo, el nivel de ocupación interna, la forma en que se realiza el pago del pasaje y las características del bus. Además, elementos como el diseño de la parada y las condiciones del entorno pueden prolongar o reducir este intervalo. Debido a que este tiempo se repite en cada parada a lo largo de una ruta, su acumulación puede representar un porcentaje significativo del total del viaje, lo que convierte al *DT* en un indicador clave para comprender el rendimiento del sistema de transporte.

En cuanto a la configuración física de las unidades de transporte, Currie *et al.* (2012) demostró en sistemas de tranvía en Melbourne y Toronto que el número de puertas de acceso y la ubicación de los validadores son variables determinantes en la duración del intercambio de pasajeros. Sus resultados muestran que distribuir el flujo entre múltiples puertas reduce el DT de forma proporcional, sin necesidad de modificar la infraestructura de la parada. Esta evidencia es especialmente relevante para el contexto de Cuenca, donde el tranvía opera con cinco puertas simultáneas frente a la puerta única de los buses urbanos.

En cuanto a la configuración física de las unidades de transporte, Currie *et al.* (2012) demostró en sistemas de tranvía en Melbourne y Toronto que el número de puertas de acceso y la ubicación de los validadores son variables determinantes en la duración del intercambio de pasajeros. Sus resultados muestran que distribuir el flujo entre múltiples puertas reduce el DT de forma proporcional, sin necesidad de modificar la infraestructura de la parada. Esta evidencia es especialmente relevante para el contexto de Cuenca, donde el tranvía opera con cinco puertas simultáneas frente a la puerta única de los buses urbanos.

2.6 Factores físicos que influyen en el *Dwell Time*

En diferentes estudios se han identificado diferentes factores que influyen en la duración del *DT* en los sistemas de transporte público. De acuerdo con el Transit Capacity and Quality of Service

Manual con sus siglas TCQSM, existen múltiples elementos relacionados tanto con la demanda de pasajeros como con las características operativas del sistema que determinan el tiempo que un bus permanece detenido en una parada. Entre los principales factores que influyen en el *DT* se encuentran los siguientes:

Demanda de pasajeros: es el número de pasajeros que ascienden o descienden del vehículo constituye uno de los factores más importantes en la determinación del tiempo de detención. Mientras mayor sea el volumen de pasajeros que utilizan una puerta o una parada específica, mayor será el tiempo requerido para completar el cambio de pasajeros.

Espaciamiento entre paradas: distancia entre paradas influye en la cantidad de pasajeros que se concentran en cada punto de detención. Cuando existen pocas paradas, cada una suele concentrar un mayor número de usuarios, lo que incrementa el *DT*. Por el contrario, una mayor cantidad de paradas puede reducir la concentración de pasajeros, aunque también puede afectar la velocidad del servicio.

Métodos de pago del pasaje: El tiempo requerido para realizar el pago del pasaje influye directamente en el proceso de ascenso de los pasajeros. Los sistemas de pago electrónicos o anticipados permiten un abordaje más rápido en comparación con el pago en efectivo, reduciendo así el tiempo de detención del bus.

Características del vehículo: las condiciones físicas del bus, como la presencia y el número de escalones, y la ubicación de las puertas, o el diseño del acceso, pueden facilitar o dificultar el ascenso y descenso de los pasajeros, influyendo en el tiempo total en la parada.

Circulación interna dentro del vehículo: la movilidad de los pasajeros dentro del bus también afecta el *DT*. Cuando el vehículo presenta altos niveles de ocupación, los pasajeros requieren más tiempo para desplazarse dentro del vehículo, lo que puede retrasar el proceso.

En conjunto, estos factores evidencian que el *DT* es el resultado de la interacción entre variables de demanda, características operativas del sistema y condiciones del vehículo. Por esta razón, su análisis resulta fundamental para comprender la eficiencia operativa del transporte público urbano (Transportation Research Board, 2003).

2.7 Factores operativos del sistema

Los factores operativos se relacionan con las características del vehículo y la forma en que se gestiona el servicio. El tipo de bus (convencional, articulado, cama alta o baja), la distribución interna del espacio, el número y ubicación de las puertas, el método de pago utilizado y la

programación de frecuencias influyen directamente en la duración de las detenciones. Cuando los pasajeros deben pagar en efectivo, el proceso de embarque toma más tiempo, mientras que los sistemas de pago electrónico permiten un flujo más rápido. Asimismo, la falta de sincronización entre rutas genera acumulación de buses en una misma parada, lo que obliga a prolongar las detenciones y provoca retrasos. Estos aspectos operativos, aunque pueden parecer menores, tienen un impacto acumulativo.

2.8 Eficiencia operativa del transporte público

Según Suin & Feijo (2003) la eficiencia operativa se evalúa mediante el análisis de indicadores como la velocidad comercial, la regularidad entre intervalos, el cumplimiento de horarios y la adecuada utilización de la flota. El *DT* influye de manera directa en cada uno de estos elementos, ya que detenciones prolongadas o irregulares generan retrasos acumulativos que afectan el ritmo general de la operación.

2.9 Calidad del servicio

Al hablar de calidad de servicio, Ibarra *et al.* (2017) nos explican que la calidad del servicio está relacionada con la experiencia que tiene el usuario durante su viaje. El tiempo de espera, puntualidad, comodidad, accesibilidad, seguridad y confiabilidad del servicio, y llegan a ser factores que influyen en la valoración que hace el pasajero. Sin embargo, sabiendo que el *DT* afecta la frecuencia, la regularidad y el tiempo total de viaje, también llega a actuar como un factor en la percepción de calidad. Un transporte público con detenciones prolongadas o impredecibles suele ser evaluado negativamente por los usuarios, contribuyendo al abandono del sistema y preferencia por modos privados.

2.10 Sincronización de rutas y bus bunching

En corredores donde concuerdan diversas líneas, la sincronización de rutas es importante para evitar la acumulación de buses, fenómeno conocido como *bus bunching*. La falta de coordinación deriva en que las unidades lleguen simultáneamente a una misma parada, provocando congestión, tiempos de detención elevados y pérdidas significativas en la regularidad del servicio (Weinsziehr *et al.*, 2023).

2.11 Diseño de paradas de bus

Rocano & Serrano (2022) señalan que el diseño de una parada deriva en la manera en cómo los buses se aproximan y en la facilidad con la que los pasajeros pueden abordar o descender. Paradas estrechas, sin bahía, mal ubicadas o con obstáculos originan tiempos de acercamiento mayores y

retrasos adicionales. Cuando las paradas no cuentan con espacio suficiente para recibir a varios buses en corredores congestionados, el tiempo de detención se incrementa, afectando la velocidad productiva y la regularidad.

2.12 Modelos estadísticos y predictivos aplicados al

Miccio *et al.* (2025) mencionan que investigaciones recientes incorporan modelos estadísticos como la regresión lineal múltiple, modelos mixtos y técnicas avanzadas como redes neuronales o algoritmos para predecir el *DT*. Estos métodos ayudan permiten observar la incidencia real de cada variable física, operativa y de demanda, facilitando la elaboración de estrategias de optimización que acrecienten la eficiencia del sistema.

3. Capítulo II: Metodología

3.1 Tipo y enfoque del trabajo

El presente trabajo es de tipo aplicado, ya que se orienta a un análisis de un problema real del sistema de transporte público urbano de la ciudad de Cuenca, con el objetivo de generar información técnica que permita la mejora de la eficiencia operativa del sistema y el servicio ofrecido a los usuarios.

El enfoque metodológico es cuantitativo, pues se fundamenta en la medición de los tiempos reales de detención de los buses en distintos corredores y paradas, así como los tiempos de ascenso y descenso de los pasajeros, expresados en segundos, lo que ha permitido realizar el análisis estadístico de los datos. (Miccio *et al.*, 2015) señala que este enfoque ayuda a la obtención de resultados objetivos y comparables.

El alcance de la investigación es descriptivo y explicativo: en primera instancia se analiza los valores del *DT* observados en diferentes paradas del transporte público y, posteriormente, se identifican los factores que influyen en su variación. Este enfoque ha sido utilizado en estudios similares sobre operación de buses urbanos, como el desarrollado por Zarate & Zumba (2024) quienes analizan la relación entre la demanda de pasajeros y los tiempos de detención. De acuerdo con investigaciones sobre planificación y operación del transporte público, el análisis de variables operativas permite comprender el comportamiento del sistema y evaluar su desempeño en condiciones reales (Ibarra *et al.*, 2019).

3.2 Área de estudio

El área de estudio corresponde a los carriles exclusivos para buses urbanos del centro histórico de la ciudad de Cuenca, un sector que concentra actividades comerciales, educativas, administrativas y turísticas, lo que genera una elevada demanda de transporte público a lo largo de todo el día. Esta zona tiene alta rotación de pasajeros en las distintas paradas, así como una interacción constante entre el transporte público (buses urbanos y el tranvía) y el vehículo privado.

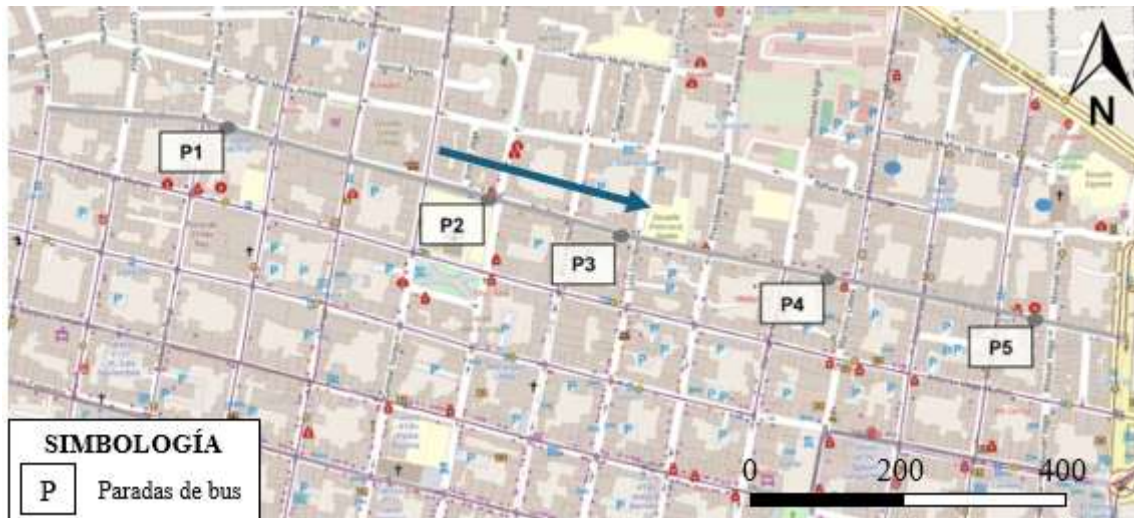
Algunos estudios señalan que los centros urbanos de las ciudades tienden a presentar mayores tiempos de detención debido a la intensidad de la demanda y a la presencia de interferencias externas, como congestión vehicular, invasión del carril exclusivo y saturación de paradas (Tirachini, 2013). Estas características hacen del Centro Histórico un entorno adecuado para el análisis del *DT* y sus diferentes factores.

La investigación se enfoca en tres corredores que cuentan con infraestructura exclusiva para buses. Se seleccionaron aquellos que tienen mayor demanda de pasajeros y las seleccionadas fueron: la calle Pío Bravo, la calle Tarqui y la calle Presidente Córdova. Estos corredores forman parte de las estrategias municipales orientadas a mejorar la eficiencia operativa del sistema de transporte urbano mediante la separación del tráfico general y los buses. El levantamiento de datos se realizó los lunes, jueves y viernes, en horarios clasificados como horas pico (07:00–08:00, 12:30–13:30, 17:30–18:30).

El corredor de la calle Pío Bravo como se observa en la Figura 3, el tramo comprendido entre la calle Miguel Vélez y la avenida Huayna Cápac con una extensión aproximada de 1,6 kilómetros. Con la implementación del carril exclusivo para transporte público, el tiempo promedio de recorrido se redujo de 10 a 5 minutos y la velocidad promedio se incrementó de 10 km/h a 21 km/h, evidenciando así una mejora sustancial en la eficiencia operativa del corredor (Dirección de Gestión de Movilidad, 2025). En este tramo se identifican cinco paradas oficiales de transporte público: Pío Bravo y Estévez de Toral, María Auxiliadora, Escuela Francisco Dávila, 9 de Octubre y Universidad Católica (Facultad de Medicina).

Figura 3

Carril Exclusivo- Pío Bravo



Nota. Carril Exclusivo y sus paradas en la calle Pío Bravo

El corredor de la calle Tarqui se extiende entre la calle la Condamine y la calle Pío Bravo, con una longitud aproximada de 960 metros. Con la implementación del carril exclusivo, el tiempo

promedio de recorrido se redujo de 6 a 3 minutos y la velocidad promedio de 10 km/h a 21 km/h. En este corredor operan las líneas L12, L16, L18, L20 y L25. A lo largo del tramo se identifican cuatro paradas oficiales como se pueden observar en la figura 4: Mercado 10 de Agosto, el Cenáculo, CNE y la parada Tarqui y Pío Bravo.

Figura 4

Carril exclusivo- Tarqui



Nota. Carril Exclusivo y sus paradas en la calle Tarqui

Asimismo, el corredor de la calle Presidente Córdova comprende el tramo entre la avenida 3 de Noviembre y la avenida Huayna Cápac, con una extensión aproximada de 1,9 kilómetros (Dirección de Gestión de Movilidad, 2025) De igual forma, con el carril exclusivo, el tiempo de recorrido bajó de 11 a 5 minutos y la velocidad promedio se incrementó hasta 21 km/h. En este corredor operan las líneas L3, L5, L13B, L17, L19, L20, L24 y L27. Se identifican seis paradas oficiales, como podemos ver en la figura 5 dentro del tramo de estudio: Miguel Ángel Estrella y Presidente Córdova, Parque Víctor J. Cuesta, Parque UNE, San Francisco, y Presidente Córdova y Juan Montalvo.

Figura 5

Carril Exclusivo- Presidente Córdova



Nota. Carril Exclusivo y sus paradas en la calle Presidente Córdova

3.3 Levantamiento de datos

El levantamiento se realizó mediante la observación directa en campo, en 3 de las calles del Centro Histórico de Cuenca que cuentan con carriles exclusivos para buses. Como primer punto, se llevó a cabo un conteo manual del número de personas que ascienden y descienden del bus en cada parada, así como el cronometraje del tiempo ascenso, del tiempo de descenso y del tiempo total de permanencia del bus en la parada. De manera complementaria, se aplicó una encuesta con el objetivo de recopilar información sobre la percepción del servicio. Este enfoque combinado permite contrastar los datos obtenidos mediante la observación directa con la percepción subjetiva de los usuarios, siguiendo la metodología empleada por Zarate y Zumba (2024)

La selección de las paradas y líneas de bus se realizó mediante el análisis del shape de rutas entregado por parte de la (Dirección de Gestión de Movilidad, 2025). Se consideraron criterios como el número de líneas que confluyen en cada corredor, el volumen de pasajeros por parada y su ubicación dentro del área de estudio. Así pues, las paradas analizadas corresponden a los corredores Pío Bravo, Presidente Córdova, y Tarqui, que presentan la mayor demanda con carriles exclusivos.

De manera complementaria, se realizó una medición del DT en la parada Padre Aguirre del sistema de tranvía de Cuenca, con el propósito de obtener un valor de referencia local del tiempo de detención bajo un sistema de pago externo. Esta medición permite comparar directamente las

condiciones operativas del tranvía con las de los corredores de buses analizados, debido a que ambas infraestructuras comparten el mismo entorno físico que es el Centro Histórico.

3.4 Variables de estudio

La variable dependiente de la investigación es el *DT* observado, que es el tiempo total de permanencia del bus en la parada, medido desde el momento en el que el vehículo frena hasta que inicia de nuevo su movimiento de salida. Este indicador es la variable clave de la eficiencia operativa del sistema de transporte público, ya que refleja directamente las condiciones reales de operación en campo.

Las variables independientes consideradas incluyen el número de pasajeros que ascienden y el número de pasajeros que descienden, la tasa de intercambio total de pasajeros, la frecuencia de llegada de las diferentes líneas en cada parada, la franja horaria de observación, la percepción del usuario respecto al tiempo de detención. Estudios previos han identificado estos factores como determinantes del *DT* en sistemas de transporte urbano (Tirachini, 2013).

Tabla 1

Clasificación de variables de estudio

Variable	Tipo	Unidad	Descripción
<i>DT</i>	Dependiente	Segundos	Tiempo de permanencia del bus en la parada.
Pasajeros que suben	Independiente	Personas	Número de usuarios que ascienden al bus.
Pasajeros que bajan	Independiente	Personas	Número de usuarios que descienden del bus.
Tasa de intercambio (TIP)	Independiente	Personas	Suma total de ascensos y descensos de pasajeros.
Frecuencia del servicio	Independiente	Buses/Hora	Número de buses que pasan por la parada en una hora.
Franja horaria	Independiente	Categoría	Periodo del día en el que se realiza la observación.

Nota. Clasificación de variables dependientes e independientes, con su respectiva unidad de medida. Fuente: elaboración propia (2026).

3.5 Instrumentos de recolección de datos

La recolección de datos se realizó mediante observación directa y cronometraje en campo, técnica ampliamente utilizada en estudios de ingeniería de transporte para la medición de tiempos operativos (Box Oppenlander, 1976). Para este fin, se diseñaron tablas que permitieron sistematizar la información, de todas las líneas y paradas por corredor. Se utilizaron contadores manuales, cronómetros y fichas de registro estructuradas.

La selección de paradas, con sus respectivas líneas de bus, se presentan en la tabla 2, tabla3 y tabla 4 para los corredores Pío Bravo, Tarqui y Presidente Córdova respectivamente.

Tabla 2

Líneas y paradas calle Pío Bravo

Líneas de Bus	Parada n°	Nombre de la parada	Localidad de la parada
L8, L12, L27	1	Pío Bravo y Estévez de Toral	Pío Bravo y Estévez de Toral
L8, L9, L12, L24, L27	2	María Auxiliadora	Pío Bravo y Padre Aguirre
L8, L9, L12, L24, L27	3	Escuela Francisco Dávila	Pío Bravo Y Luis Cordero
L1, L8, L9, L12, L22, L24, L27, L50	4	9 de octubre	Pío Bravo y Mariano Cueva
L8, L12, L22	5	Universidad Católica	Pío Bravo y Manuel Vega

Nota. Elaboración propia (2026).

Tabla 3

Líneas y paradas calle Tarqui

Línea de Bus	Parada n°	Nombre de la parada	Localidad de la parada
L12, L16, L18, L25, L27	1	Mercado 10 de Agosto	Tarqui y Presidente Córdova
L12 ,L16, L18, L20, L25	2	Cenáculo	Tarqui y Simón Bolívar
L12, L16, L18, L20, L25	3	CNE	Tarqui y Gran Colombia

L12, L16, L18, L20, L25	4	Tarqui y Pío Bravo	Tarqui y Pío Bravo
-------------------------	---	--------------------	--------------------

Nota. Elaboración propia (2026)

Tabla 4

Líneas y paradas calle Presidente Córdova

Línea de Bus	Parada n°	Nombre de la parada	Localidad de la parada
L3, L5, L20, L24	1	Miguel Ángel Estrella y P. Córdova	Presidente Córdova y Miguel Ángel Estrella
L3, L5, L13B, L13, L17, L19, L20, L24	2	Parque Víctor J. Cuesta.	Presidente Córdova y Antonio Vargas Machuca
L3, L5, L13B, L13, L17, L20	3	Parque Une	Presidente Córdova y Presidente Borrero
L3, L5, L13B, L13, L17, L20	4	San Francisco	Presidente Córdova y Padre Aguirre
L3, L5, L13B, L13, L17, L27	5	Presidente Córdova y Juan Montalvo	Presidente Córdova y Juan Montalvo

Nota. Elaboración propia (2026).

De manera complementaria, se aplicó una encuesta estructurada a los usuarios del transporte público como podemos ver en la Tabla 5, con el objetivo de recopilar información relacionada con la percepción del tiempo de detención, la frecuencia de uso del servicio y el motivo principal del viaje. Se encuestaron 10 personas por parada en las 10 paradas de los tres corredores, obteniendo un total de 100 encuestados. Este enfoque combinado permite contrastar los datos objetivos obtenidos mediante medición directa con la percepción de los usuarios.

Tabla 5

Encuesta realizada a los usuarios del transporte público.

N°	Pregunta	Opciones de Respuesta
1	¿Cuál es el motivo principal de su viaje?	a) Trabajo, b) Estudio c) Compras d) Gestiones/Salud e) Otros

		a) Diariamente
2	¿Con qué frecuencia utiliza esta línea de bus?	b) 2 a 3 veces por semana
		c) Ocasionalmente
3	¿Cómo califica el tiempo que el bus se detiene en las paradas?	a) Muy corto
		b) Aceptable
		c) Muy largo
4	¿Cree que la tarjeta movilizate ha agilizado su ingreso al bus, comparado al pago con monedas?	a) Sí, mucho
		b) Es igual
		c) No, sigue siendo lento
5	Cree usted que el pago fuera de la unidad, como se paga en el tranvía, ¿reduciría su tiempo de ingreso al bus?	a) Sí
		b) No
		c) Tal vez

Nota. Encuesta elaborada a usuarios que se encontraban esperando el bus en las paradas de los tres corredores analizados. Elaboración propia (2026).

3.6 Método de estimación del *Dwell Time* según el TCQSM

Para el análisis de los tiempos de detención obtenidos en campo, se utilizó el método de cálculo basado en el que propone el Transit Capacity and Quality of Service Manual (TCQSM), el cual permite estimar el *DT* teórico a partir del número de pasajeros que ascienden y descienden, y el tiempo de servicio por pasajero. Este cálculo se emplea como referencia de validación, para poder comparar valores estimados con los tiempos de detención directamente observados en campo.

3.6.1 Determinación del volumen de pasajeros

Se determinó el volumen de pasajeros que utilizan las diferentes paradas del sistema de transporte público mediante el conteo en campo, registrando el número de usuarios que ascienden y que descienden de las unidades de bus. Esta cuantificación de la demanda de pasajeros constituye la base para posteriormente calcular el *DT* teórico y para la estimación de los modelos de regresión.

3.6.2 Factor de hora pico (PHF)

Para poder considerar las variaciones de la demanda de pasajeros en los periodos de mayor afluencia, el TCQSM propone usar el factor de hora pico (Peak Hour Factor-PHF). Este factor ha permitido el ajuste de volúmenes de pasajeros observados durante intervalos de tiempo más cortos a una estimación equivalente a una hora. Y la ecuación utilizada para este cálculo es la siguiente:

$$PHF = \frac{Ph}{4P_{15}}$$

Ecuación 1

Donde:

PHF: factor de hora pico

Ph: volumen de pasajeros durante la hora pico

P_{15} : volumen de pasajeros durante el período de 15 minutos de mayor demanda

Por lo tanto, el uso de este factor permite la representación más precisa de las variaciones de la demanda dentro de las horas pico dentro del sistema de transporte.

3.6.3 Tiempo de servicio por pasajero

El tiempo de servicio por pasajero, corresponde al tiempo promedio requerido para que un usuario suba o baje del vehículo. De acuerdo con el TCQSM, estos tiempos dependen de varios factores ya antes mencionados como: método de pago, número de puertas del vehículo y las condiciones de operación del sistema. Para esto, se utilizaron valores de referencia, para poder estimar los tiempos de ascenso y descenso, los cuales se presentan en las Tabla 6 y Tabla 7.

Tabla 6

Tiempos de servicio de pasajeros con movimiento en canal único

Tiempo de Servicio del Pasajero (s/p)		
Situación	Rango observado	Valor sugerido
Ascenso de pasajeros		
Prepago	2.25 – 2.75	2.5
Boleto o ticket individual	3.4 – 3.6	3.5
Pago con cambio exacto	3.6 – 4.3	4.0
Tarjeta (deslizar o insertar)	4.2	4.2
Tarjeta inteligente	3.0 – 3.7	3.5
Descenso de pasajeros		
Puerta delantera	2.6-3.7	3.3
Puerta trasera	1.4-2.7	2.1

Nota. Los valores corresponden al tiempo de servicio promedio requerido para el ascenso y descenso de pasajeros, flujo se realiza por un solo canal. Transportation Research Board (2003).

Tabla 7*Tiempos de servicio de pasajeros con movimiento de pasajeros en múltiples canales*

Número de canales de puerta disponibles	Ascenso (s/p)	Descenso puerta delantera (s/p)	Descenso puerta trasera (s/p)
1	2.5	3.3	2.1
2	1.5	1.8	1.2
3	1.1	1.5	0.9
4	0.9	1.1	0.7
6	0.6	0.7	0.5

Nota. Tiempos promedio de servicio de pasajeros para ascenso y descenso según el número de canales de puerta disponibles. Transportation Research Board (2003).

3.6.4 Ajustes por flujo bidireccional de pasajeros

En situaciones donde existe un flujo simultaneo de pasajeros que ascienden y descienden a través de una misma puerta, el tiempo de servicio por pasajeros puede incrementarse por la interacción entre ambos flujos. En estos casos el TCQSM recomienda realizar ciertos ajustes en los tiempos de servicio por pasajero para poder representar de manera adecuada las condiciones de congestión que pueden darse durante el intercambio de usuarios.

3.6.5 Cálculo de Dell Time teórico

El cálculo del *DT* teórico se calcula mediante la expresión propuesta por el Transportation Research Board (TCQSM,2003) el cual establece que el tiempo de detención puede expresarse como función del número de pasajeros que ascienden y descienden con los respectivos tiempos de servicio y el tiempo respectivo de operación de puertas.

$$t_d = P_a t_a + P_b t_b + t_{oc}$$

Ecuación 2

Donde:

t_d : d well time promedio (s)

P_a y P_b : número de pasajeros que descienden y ascienden respectivamente (p)

t_a y t_b : tiempo promedio por pasajero (s)

t_{oc} : es el tiempo de apertura y cierre de puertas (s)

Es importante señalar que el valor calculado con la Ecuación 2 se emplea únicamente como referencia comparativa para validar la coherencia de los datos registrados en campo. La variable dependiente utilizada en los modelos de regresión es el tiempo de detención observado directamente y no el valor mediante esta fórmula, por las razones que se explican a continuación.

Asimismo, se analizó el intercambio de pasajeros en cada parada a través de la tasa de intercambio de pasajeros (TIP), definida como:

$$TIP = P_a + P_b$$

Ecuación 3

Donde:

TIP : tasa de intercambio de pasajeros (personas)

P_a : número de pasajeros que descienden del vehículo

P_b : número de pasajeros que ascienden al vehículo

Este indicador permite evaluar la relación entre la demanda de pasajeros y el DT mediante gráficos de dispersión, facilitando la identificación de patrones en el comportamiento de los tiempos de detención en función del flujo de los pasajeros.

3.7 Definición operacional del tiempo de detención observado

El tiempo de detención observado se define, como el tiempo total transcurrido desde el momento en el que el bus frena al aproximarse a la parada, hasta el instante en el que inicia de nuevo su movimiento. Este intervalo abarca todas las etapas del proceso de intercambio en la parada: apertura de puertas, ascenso y descenso de pasajeros, cobro de la tarifa, cierre de puertas y tiempo de reacción del conductor, capturando de manera íntegra el impacto operativo de cada detención. Esta definición difiere del DT teórico calculado mediante la Ecuación 2, que estima el tiempo de detención a partir del producto entre el número de pasajeros y un tiempo de servicio de referencia por pasajero. Aunque ambas DT estén relacionados con el intercambio de usuarios, utilizarlas como equivalentes en un análisis de regresión generaría un problema de circularidad algebraica, ya que, si se toma el DT calculado como variable dependiente y los flujos de pasajeros como

variables independientes, la regresión reproduciría matemáticamente en la propia estructura de la fórmula de cálculo, en lugar de estimar una relación empírica real. Es por esta razón, que la variable dependiente en todos los modelos de regresión es el tiempo de detención medidos directamente en campo, garantizando así que los resultados reflejen el comportamiento real del sistema.

3.8 Metodología de análisis

Para el análisis del comportamiento operativo del sistema de transporte público se empleó un enfoque basado en la observación de variables operativas registradas en campo. De acuerdo con Ibarra *et al.* (2019) el estudio de los sistemas de transporte público urbano debe considerar el análisis de variables relacionadas con la demanda de pasajeros y con los tiempos asociados a la operación de los vehículos, ya que estos factores influyen directamente en el desempeño del sistema y en la calidad del servicio ofrecido a los usuarios.

El enfoque utilizado en esta investigación combina dos tipos de datos: los registros operativos obtenidos en la observación directa (tiempos de detención, flujos de pasajeros, frecuencia de servicio) y los resultados de las encuestas realizadas para ver la percepción de los usuarios. Esta combinación permite analizar el DT tanto desde la perspectiva técnica operativa como desde la experiencia subjetiva del usuario, enriqueciendo así la interpretación de los resultados.

3.8.1 Análisis de la eficiencia operativa

Como primer paso, se realizó un análisis estadístico descriptivo para el DT observado y las variables de demanda en cada parada y corredor como: valor promedio, desviación estándar y el coeficiente de variación. Los cuales permiten caracterizar el comportamiento del sistema e identificar las diferencias en la distribución del DT entre las diferentes paradas y corredores, facilitando así la detección de patrones y condiciones atípicas de la operación de los buses.

La desviación estándar se emplea como medida de dispersión del DT respecto a su valor promedio, cuantificando el grado de variabilidad presente en la operación del sistema de transporte, porque los datos corresponden a una muestra del sistema y no a la totalidad de observaciones, y se utiliza la siguiente expresión:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Ecuación 4

Donde “s” es la desviación estándar muestral, X_i es el valor observado del DT para cada registro, \bar{X} es el promedio del DT en el grupo analizado y n es el número de observaciones de la muestra. El coeficiente de variación (CV), es definido como el cociente entre la desviación estándar y el promedio expresado en porcentaje, permite comparar la variabilidad del *DT* entre paradas y corredores con distintos niveles de demanda, independientemente de la escala de los valores (Gujarati & Porter, 2009).

Con el fin de analizar de manera progresiva en la variabilidad del DT, se establecen niveles de análisis que permiten evaluar comportamiento desde una perspectiva descriptiva hasta una comparativa:

Nivel 1: Variabilidad del tiempo de detención dentro de cada corredor: se evalúa la dispersión general del DT en cada corredor o línea de transporte, considerando la desviación estándar como un indicador principal. Un valor elevado muestra mayor irregularidad en los tiempos de detención, y un valor bajo muestra mayor uniformidad.

Nivel 2: Comparación de la variabilidad entre corredores: aquí se compara la desviación estándar y el coeficiente de variación entre los distintos corredores, con el propósito de poder identificar cuales presentan mayor estabilidad operativa y cuales muestran mayor dispersión en los tiempos de detención.

Nivel 3: Relación entre variabilidad y desempeño del sistema: se analiza la incidencia de la variabilidad del DT en el desempeño operativo del servicio, estableciendo un vínculo entre la dispersión de los tiempos de detención y la eficiencia del sistema de transporte

3.9 Evaluación de la calidad del servicio mediante encuestas

La calidad de servicio se analiza desde la perspectiva del usuario considerando siempre que las condiciones operativas del sistema influyen de manera directa en la experiencia del viaje. El tiempo de espera, la regularidad del servicio y la confiabilidad está muy relacionada con el comportamiento del tiempo de detención (Ibarra *et al.*, 2017).

Para la evaluación de esta dimensión se aplicó encuestas estructuradas ya antes mencionadas en la sección 0. La muestra se compone de 100 usuarios, distribuidos de forma uniforme en las paradas de los tres corredores analizados, con 10 encuestados por parada. Los usuarios se seleccionaron de manera aleatoria entre quienes se encontraban esperando el bus en el momento de la observación, coincidiendo las mismas franjas horarias en que se realizó el levantamiento de datos en campo.

Las preguntas de la encuesta permiten caracterizar el perfil del usuario (motivo de viaje y frecuencia de uso), saber su percepción sobre el tiempo de detención del bus en la parada y explorar su opinión sobre posibles mejoras en el sistema de pago.

3.10 Criterios para la selección de variables en los modelos de regresión

La construcción de los modelos de regresión se fundamenta en los objetivos de la investigación y en la revisión de literatura especializada. Investigaciones como las de Tirachini (2013) han demostrado que el DT puede ser explicado mediante modelos que incorporan variables como el flujo de pasajeros y las condiciones operativas del sistema. De igual forma, Fletcher & El-Geneidy (2013) señalan que la inclusión de múltiples variables independientes mejora de manera significativa la capacidad explicativa de los modelos.

En esta investigación se optó por plantear tres modelos con complejidad creciente, con el propósito de analizar de forma progresiva la influencia de las variables sobre el *DT* observado:

Variable dependiente en todos los modelos: el tiempo de detención observado directamente en campo (*DT* en segundos), tal como se define en la sección 0. No se utiliza el *DT* calculado o teórico con la fórmula TCQSM como variable dependiente porque, al estar matemáticamente construido a partir de los mismos flujos de pasajeros, al incluir este en una regresión con esas mismas variables como predictoras produciría resultados triviales que reproducirían la ecuación de cálculo en lugar de estimar una relación empírica.

Variables independientes: se seleccionaron las variables que presentan mayor fundamento teórico y disponibilidad en los datos de campo: tasa de intercambio total de pasajeros (Modelo 1), flujos desagregados de ascenso y descenso (Modelo 2), y adicionalmente la frecuencia del servicio (Modelo 3). La frecuencia se incorpora en el tercer modelo de forma exploratoria, con el propósito de evaluar si los factores de oferta del sistema (número de buses por hora en la parada) ejercen algún efecto sobre el *DT*, controlando el efecto de la demanda. Este análisis permite determinar si fenómenos como el *bus bunching* (acumulación de buses en una misma parada) se reflejan en el comportamiento del tiempo de detención.

3.11 Formulación y estimación de modelos de regresión.

Con la finalidad de analizar el comportamiento del DT en el transporte público urbano, se plantea el uso de modelos de regresión lineal, los cuales permiten cuantificar la relación funcional entre el DT y variables asociadas al intercambio de pasajeros y a las condiciones operativas del sistema de transporte público. El uso de modelos de regresión múltiple en el estudio del *Dwell Time* permite

analizar simultáneamente múltiples factores que influyen en el tiempo de parada de los buses (Tirachini, 2013).

De manera general, el modelo de regresión propuesto para nuestro análisis se expresa como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1x_1 + \beta_2x_2 + \dots \beta_nx_n + \epsilon$$

Ecuación 5

Con el fin de analizar de forma progresiva la influencia de las variables sobre el DT, se establecen tres modelos de regresión los cuales permiten evaluar el comportamiento desde un enfoque simple hasta uno más complejo.

Modelo 1: Relación entre el tiempo de detención y el intercambio de pasajeros

$$DT = \beta_0 + \beta_1(\text{Intercambio de pasajeros}) + \epsilon$$

Ecuación 6

Este modelo evalúa el efecto directo de la demanda total sobre el tiempo de detención, considerando la suma de pasajeros que suben y bajan (tasa de intercambio) como única variable explicativa y sirve como línea base para comparar con los modelos más complejos.

Modelo 2: Relación entre el tiempo de detención y los flujos desagregados de pasajeros

$$DT = \beta_0 + \beta_1(\text{Demanda Subida}) + \beta_2(\text{Demanda bajada}) + \epsilon$$

Ecuación 7

Este modelo desagrega el intercambio total en sus dos componentes: pasajeros que ascienden y pasajeros que descienden. Permite identificar si ambos flujos contribuyen de manera diferenciada al DT, dado que los procesos de ascenso (con cobro de tarifa) suelen ser más lentos que los de descenso.

Modelo 3: Relación entre el tiempo de detención, los flujos de pasajeros y la frecuencia del servicio

$$DT = \beta_0 + \beta_1(\text{Demanda Subida}) + \beta_2(\text{Demanda bajada}) + \beta_3(\text{Frecuencia}) + \epsilon$$

Ecuación 8

Este modelo 3 incorpora la frecuencia del servicio (buses/hora) como variable adicional. Su inserción permite explorar si, al controlar el efecto de la demanda, una mayor concentración de

buses en la parada está asociada con variaciones en el *DT*. Un coeficiente β_3 negativo indicaría que paradas con mayor frecuencia presentan menores tiempos individuales de detención (buses que pasan sin cargar pasajeros) o bien que el *bus bunching* genera distribuciones de demanda más irregulares.

Los tres modelos se estiman por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), tanto para el conjunto general de datos como de manera diferenciada por corredor (Pío Bravo, Tarqui y Presidente Córdova), con el objetivo de evaluar si el comportamiento del *DT* responde de manera similar en los distintos contextos operativos. Los modelos se aplican a un total de 371 observaciones ($n = 191$ en la Pío Bravo, $n = 70$ en la Tarqui, $n = 110$ en la Presidente Córdova).

3.11.1 Criterios de análisis e interpretación

Para evaluar los modelos de regresión, se consideran las siguientes variables:

Coeficiente de regresión (β): permite identificar la magnitud y dirección de la relación entre las variables. Un coeficiente positivo indica que el incremento de la variable independiente genera un aumento en el tiempo de detención, mientras que un coeficiente negativo indica una relación inversa (Montgomery *et al.*, 2012).

Coeficiente de determinación (R^2): miden el grado de ajuste del modelo, es decir, la proporción de la variabilidad del tiempo de detención (*DT*) explicada por las variables adicionales que no aporten significativamente al modelo (Wooldridge, 2012).

Error estándar de la estimación (SE): cuantifica la dispersión promedio entre los valores observados y los predichos por el modelo, en las mismas unidades de la variable independiente (segundos).

Significancia estadística (p-valor): permite validar la relevancia de las relaciones encontradas entre las variables, determinando si los resultados obtenidos son estadísticamente confiables o si pueden atribuirse al azar (Guajarati & Porter, 2009). Se adopta un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

3.12 Comparación entre corredores y líneas de transporte

Con el objetivo de analizar la variabilidad del *DT* en el sistema de transporte, se realiza una comparación entre los distintos corredores y líneas evaluadas en el estudio. Para ello se consideran indicadores estadísticos como el promedio del *DT*, la desviación estándar y el coeficiente de variación. Estos indicadores permiten comparar el tiempo de detención entre conjuntos y detectar patrones y diferencias en su distribución (Montgomery *et al.*, 2012). Este análisis permite

identificar las diferencias entre el comportamiento del sistema de transporte público en función de la localización, la demanda y las condiciones operativas de los corredores.

3.13 Identificación de nodos críticos

Se definen como nodos críticos las paradas del sistema que presentan condiciones desfavorables en términos operativos. Por ello, para su identificación se consideran los siguientes criterios: altos valores promedio de tiempo de detención, alta variabilidad en los tiempos de detención y elevado intercambio de pasajeros. La identificación de estos nodos permite reconocer los puntos del sistema donde se concentran las mayores ineficiencias operativas, facilitando la formulación de estrategias para la mejora. En sistemas de transporte público, los problemas de operación suelen concentrarse en paradas con alta demanda y variabilidad en los tiempos de servicio.

3.14 Relación entre el tiempo de detención y la eficiencia operativa

El análisis de los modelos de regresión permite interpretar cómo el DT influye en la eficiencia operativa del sistema de transporte público en la ciudad de Cuenca. Un incremento en el tiempo de detención puede generar alteraciones en la frecuencia del servicio, pérdida de regularidad e incremento de los tiempos de viaje, afectando el desempeño global del sistema. Los tiempos de detención constituyen un componente crítico en la operación de sistemas de transporte basados en buses (Ibarra *et al.*, 2015).

De esta forma, el tiempo de detención es un indicador clave para evaluar la estabilidad operativa, ya que su variabilidad refleja el nivel de control y eficiencia en la operación del servicio. Los resultados obtenidos a partir de los modelos de regresión y el análisis estadístico se presentarán en el capítulo a continuación.

4. Capítulo III: Análisis y procesamiento de datos

4.1 Organización y depuración de la base de datos

El conjunto de datos utilizados en este estudio fue obtenido durante el proceso de levantamiento de información de los tres corredores antes mencionados. La caracterización de estos datos es un paso fundamental dentro del análisis, porque permite comprender la magnitud del estudio, la cobertura de las observaciones y la estructura de la base de datos que se utilizó para el análisis del tiempo de detención en las paradas. Al finalizar la fase del levantamiento, se procedió a la organización y depuración de los datos registrados que incluyen: el tiempo de permanencia del bus en la parada, los tiempos de ascenso y descenso, la cantidad de personas que subieron y bajaron del bus y la frecuencia de paso de los buses en cada franja horaria observada.

La información fue depurada en una base de datos de Excel, organizada por corredor, parada y franja horaria. Como criterio de depuración, se descartaron los registros que estaban incompletos o que tenían valores atípicos que pudieron ser errores de registro. El conjunto final de los datos comprende 371 observaciones distribuidas en los 3 corredores: 191 en la Pío Bravo, 70 en la Tarqui y 110 en la Presidente Córdova.

Con la información ya organizada, se calculó el DT observado para cada registro, que es definido como el tiempo transcurrido desde que el bus frena hasta que inicia su movimiento. De igual manera, se calcularon los flujos de ascenso y descenso y los valores de frecuencia (buses/hora).

La Tabla 8 muestra la estructura utilizada para recopilar los datos en campo:

Tabla 8

Estructura para recopilación de datos en campo

Nombre de la parada	Hora	Línea	Demanda Subida (personas)	Tiempo de subirse (s)	Demanda Bajada (personas)	Tiempo de Bajarse (s)	Tiempo del Bus en la parada (s)
---------------------	------	-------	---------------------------	-----------------------	---------------------------	-----------------------	---------------------------------

Nota. Estructura utilizada para recopilar la información durante el trabajo de campo. Elaboración propia (2026).

4.2 Caracterización de la muestra observada

Con el fin de comprender el comportamiento general del sistema de transporte público, se realizó una caracterización de la muestra a partir del número de buses observados y la demanda total de pasajeros registrada en cada una de las paradas durante la franja horaria del conteo que fue de 60 minutos. obtenida durante el levantamiento de datos.

El número de buses observados por cada parada permite aproximarse al nivel de actividad de cada corredor, muestras que la demanda total (suma de ascensos y descensos) refleja la intensidad del intercambio de pasajeros. Este análisis es importante para entender el comportamiento del DT, ya que el tiempo de detención está directamente relacionado con el volumen de usuarios que utilizan transporte público. La Tabla 9, Tabla 10 y Tabla 11 muestran el resumen de demanda y buses observados por cada corredor y su respectiva parada.

Tabla 9

Demanda pasajeros y número de buses observados por parada corredor Pío Bravo

Nombre de la parada	N buses observados	Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	Total, de demanda (personas)	Franja horaria observada
Pío Bravo y Estévez de Toral	12	12	11	23	16:00-17:00
María Auxiliadora	27	161	34	195	17:30-18:30
Escuela Francisco Dávila	28	112	16	128	17:40-18:40
9 de octubre	72	230	104	334	7:00-8:00
Hospital Católico	52	83	33	116	7:00-8:00

Nota. Elaboración propia (2026).

Tabla 10

Demanda pasajeros y número de buses observados por parada corredor Tarqui

Nombre de la parada	N buses observados	Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	Total, de demanda (personas)	Franja horaria observada
Mercado 10 de Agosto	36	197	139	336	17:30-18:30
María Auxiliadora	34	206	65	271	12:30-13:30

Nota. Elaboración propia (2026).

Tabla 11*Demanda pasajeros y número de buses observados por parada corredor Presidente Córdova*

Nombre de la parada	N buses observados	Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	Total, demanda (personas)	Franja horaria observada
Parque UNE	32	225	71	296	18:00-19:00
Parque Víctor J. Cuesta	43	172	198	370	12:30-13:30
San Francisco	35	382	123	505	17:35-18:35

Nota. Elaboración propia (2026).

Los datos presentan diferencias marcadas en la intensidad del intercambio entre corredores y paradas. En el corredor Pío Bravo, en la parada 9 de octubre concentra la mayor demanda con 334 personas y 72 buses observados. En el corredor de la Tarqui, en la parada del Mercado 10 de Agosto, existe una demanda de 336. Y finalmente en la Presidente Córdova la parada de San Francisco ha sido la parada de mayor intercambio de todo el estudio con una demanda de 505 personas. La Figura 6, Figura 7 y Figura 8 presentan de manera grafica esta información por cada corredor.

Figura 6

Demanda total y número de buses observados por parada, corredor Pío Bravo

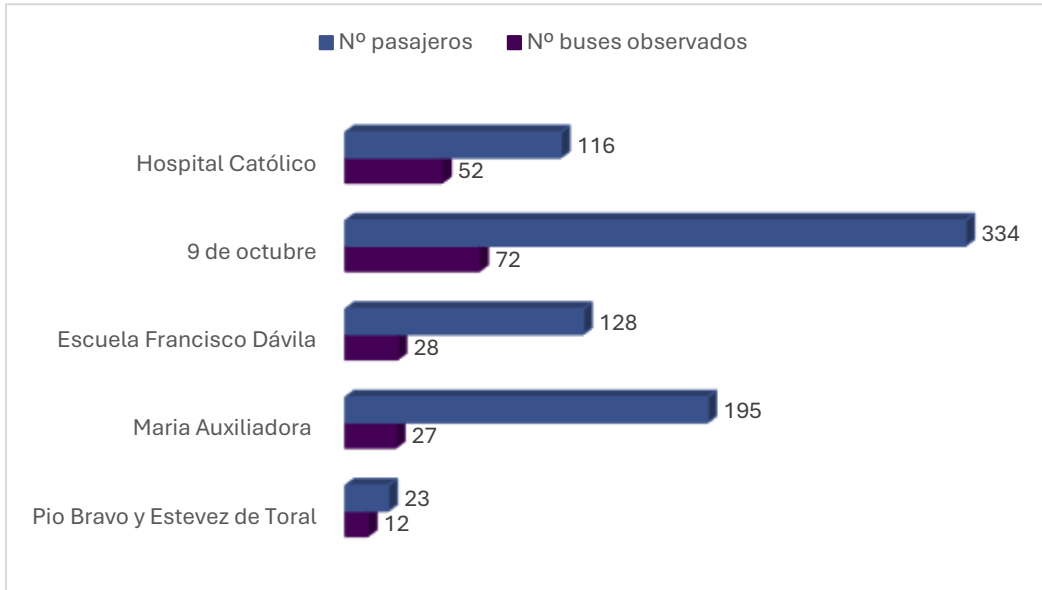


Figura 7

Demanda total y numero de buses observados por parada, corredor Tarqui

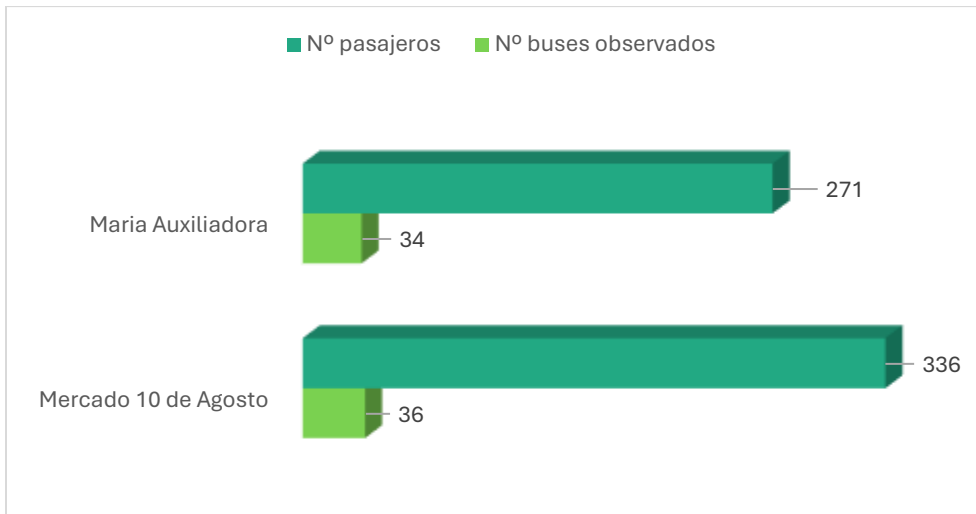
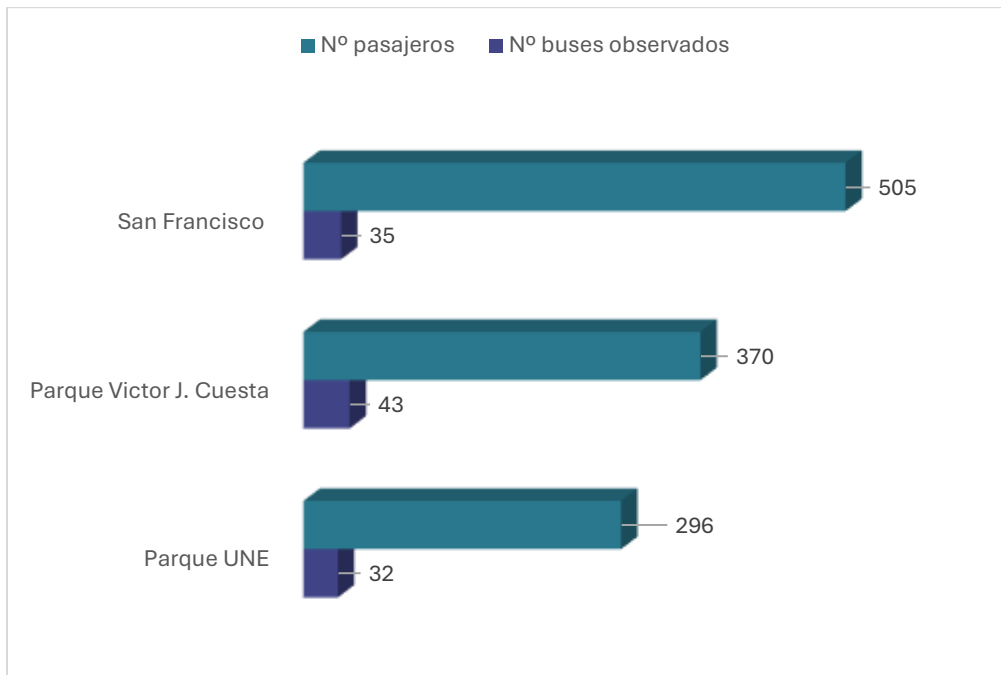


Figura 8

Demanda total y numero de buses observados por parada, corredor Presidente Córdova



4.3 Análisis de la demanda por la línea de transporte

Además de la demanda total por parada, se analizó también el flujo de pasajeros desagregado por distintas líneas de bus, que permiten identificar cuales rutas concentran mayor número de usuarios y como se distribuye la demanda entre líneas dentro de cada corredor. Analizar es relevante para la gestión del sistema de transporte, sabiendo que existen ciertas rutas que generan mayores tiempos de detención por el volumen de pasajeros que llevan. En la Tabla 12, Tabla 13 y Tabla 14 se muestra la demanda desagregada por líneas y por paradas de los tres corredores respectivamente. En el corredor de la Pío Bravo, se destaca la línea 27, en María Auxiliadora porque moviliza 91 pasajeros, siendo la línea de mayor demanda individual observada en 60 minutos. En la Tarqui, en la misma línea 27 confluyen 111 pasajeros en el Mercado 10 de Agosto. Y en la Presidente Córdova, la línea 3 en San Francisco registra 130 pasajeros en la franja de observación. Esta concentración de demanda en líneas específicas sugiere que la oferta no está distribuida de una manera proporcional a la demanda en todos los corredores, lo cual puede contribuir a que los tiempos de detención sea más elevados en algunas paradas.

Tabla 12*Demanda de pasajeros por línea y parada, Pío Bravo*

Nombre de la parada	Línea	Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada	Total, pasajeros
Pío Bravo y Estevez de Toral	8	7	5	12
	27	5	6	11
María Auxiliadora	8	32	17	49
	9	1	0	1
	12	17	9	26
	17	19	2	21
	25	5	2	7
	27	87	4	91
Escuela Francisco Dávila	8	29	5	34
	9	2	0	2
	12	16	6	22
	17	13	2	15
	25	14	1	15
	27	38	2	40
9 de octubre	1	26	8	34
	8	10	12	22
	9	10	9	19
	12	18	23	41
	17	10	1	11
	22	42	11	53
	25	3	2	5
	27	29	19	48
	28	18	5	23
	50	25	6	31
100	27	8	35	
1B	12	0	12	

	8	12	10	22
	12	9	8	17
	19	5	2	7
Hospital Católico	22	21	4	25
	28	10	2	12
	32	7	0	7
	100	12	7	19
	100/8	7	0	7

Tabla 13

Demanda de pasajeros por línea y parada, Tarqui

Nombre de la parada	Línea	Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada	Total, pasajeros
	12	29	53	82
	16	48	17	65
Mercado 10 de Agosto	17	23	4	27
	18	17	25	42
	25	7	2	9
	27	73	38	111
	12	16	26	42
	16	79	10	89
María Auxiliadora	17	21	6	27
	18	24	12	36
	20	45	9	54
	25	21	2	23

Tabla 14*Demanda de pasajeros por línea y parada, Presidente Córdova*

Nombre de la parada	Línea	Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada	Total, pasajeros
Parque Víctor J. Cuesta	3	41	22	63
	4	3	1	4
	5	32	45	77
	13	9	8	17
	13B	14	15	29
	19	20	17	37
	20	26	28	54
Parque UNE	24	27	62	89
	3	60	16	76
	5	34	11	45
	13	36	9	45
	13B	9	6	15
	19	35	3	38
San Francisco	20	51	26	77
	3	115	15	130
	5	70	44	114
	13	30	4	34
	13B	42	22	64
	19	72	22	94
	20	53	16	69

4.5 Análisis del intercambio de pasajeros

El intercambio de pasajeros corresponde a la suma del número de personas que ascienden y las que descienden durante la detención de la unidad de bus. Este es un indicador, denominado (TIP) y es la principal variable explicativa del DT en los modelos de regresión planteados. La Tabla 15 presenta el intercambio total de los tres corredores.

Los resultados muestran que la parada San Francisco, presenta el intercambio más alto de todo el estudio con 505 personas. A este le sigue la parada del Mercado 10 de Agosto con 336 personas, así como en el otro extremo tenemos la parada Pío Bravo y Estévez de Toral que registra el menor intercambio, con solo 23 personas. Esta variabilidad entre las paradas es coherente con la diversidad de los entornos urbanos donde se ubican, ya que las paradas que están cerca de mercados, centros educativos o nodos de transferencia tienen una concentración mayor de usuarios.

Tabla 15

Intercambio total de pasajeros por parada

Corredor	Nombre de la parada	Pasajeros que suben	Pasajeros que bajan	Intercambio total
Pío Bravo	Pío Bravo y Estevez de Toral	12	11	23
	María Auxiliadora	161	34	195
	Escuela Francisco Dávila	112	16	128
	9 de octubre	230	104	334
	Hospital Católico	83	33	116
Tarqui	Mercado 10 de Agosto	197	139	336
	María Auxiliadora	206	65	271
Presidente	Parque UNE	225	71	296
Córdova	Parque Víctor J. Cuesta	172	198	370
	San Francisco	382	123	505

La Figura 9, Figura 10 y Figura 11, muestran gráficamente el intercambio de pasajeros por parada en cada corredor, demostrando que el ascenso supera consistentemente al descenso en la mayoría de las paradas, lo cual es relacionado con el sentido predominante del flujo en horas de máxima demanda.

Figura 9

Intercambio de pasajeros Pío Bravo

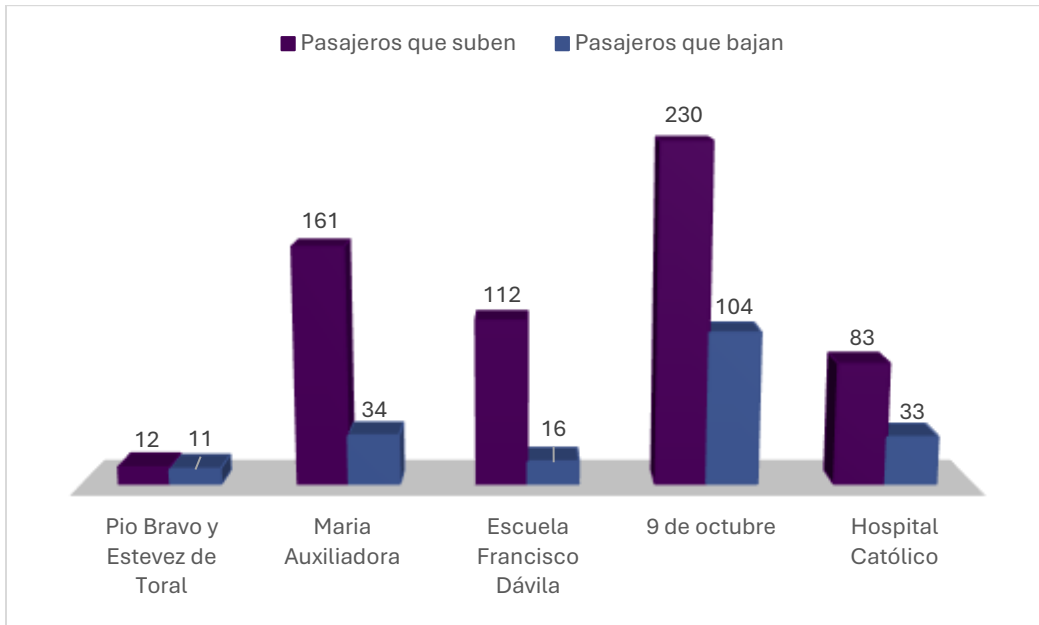


Figura 10

Intercambio de pasajeros Tarqui

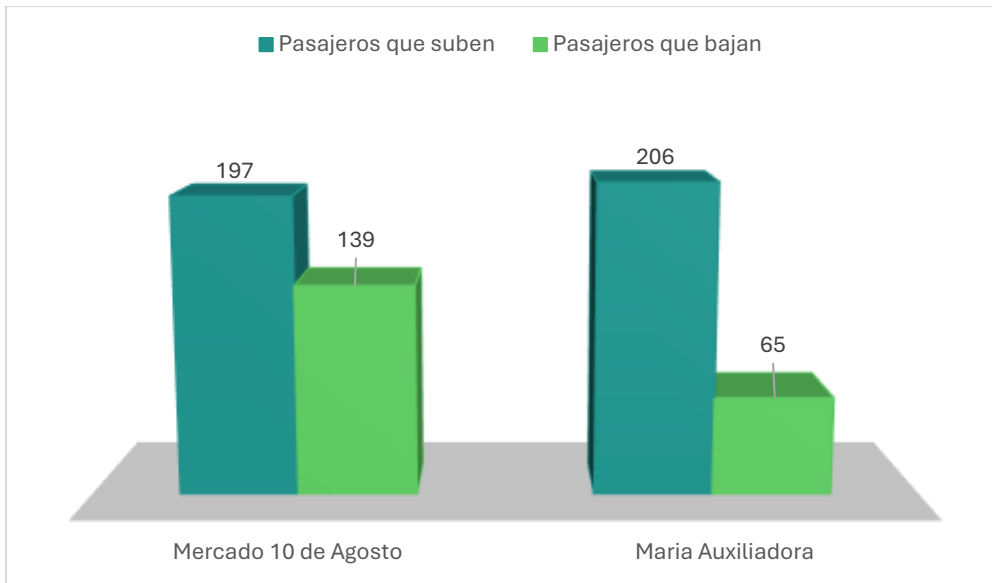
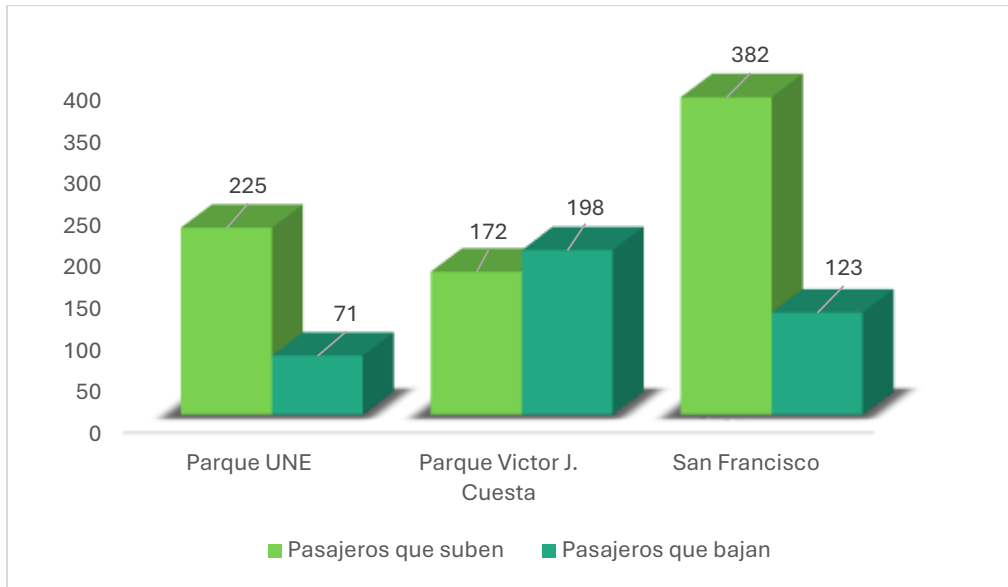


Figura 11

Intercambio de pasajeros Presidente Córdoba



4.6 Análisis del Dwell Time observado

Con los registros obtenidos en campo se calcularon valores mínimos, máximos y promedio del DT en los distintos corredores, considerando un tiempo fijo de 5 segundos para la apertura y cierre de puertas, valor correspondiente al parámetro t_p establecido por el Manual TCQSM (Transportation Research Board, 2003) como referencia teórica estándar para sistemas de autobús urbano, adoptado dado que el estudio no contempló medición instrumental directa del tiempo de operación de puertas. Los resultados de este se presentan en la Tabla 16, Tabla 17 y Tabla 18.

Tabla 16

DT observado en el corredor Pío Bravo

Tiempo de abrir y cerrar puertas	Corredor	DT		
		Mínimo	Máximo	Promedio
5	Estévez de Toral	0.00	21.00	8.7
	María Auxiliadora	0.00	46.00	21.3
	Escuela Francisco Dávila	0.00	42.00	16.9
	9 de Octubre	0.00	45.00	15.6
	Hospital Católico	0.00	27.00	8.6

Nota. Se presentan los valores mínimo, máximo y promedio del tiempo de permanencia del bus en la parada (*DT*), considerando el tiempo de apertura y cierre de puertas.

Tabla 17

DT observado en el corredor Tarqui

Tiempo de abrir y cerrar puertas	Corredor	<i>DT</i>		
		Mínimo	Máximo	Promedio
5	10 de Agosto	0.00	85.0	27.2
	María Auxiliadora	0.00	43.0	21.4

Nota. Se presentan los valores mínimo, máximo y promedio del tiempo de permanencia del bus en la parada (*DT*), considerando el tiempo de apertura y cierre de puertas.

Tabla 18

DT observado en el corredor Presidente Córdova

Tiempo de abrir y cerrar puertas	Corredor	<i>DT</i>		
		Mínimo	Máximo	Promedio
5	Victor J. Cuesta	0.0	52.0	20.2
	Parque UNE	11.0	68.0	25.9
	San Francisco	10.0	165.0	39.3

Nota. Se presentan los valores mínimo, máximo y promedio del tiempo de permanencia del bus en la parada (*DT*), considerando el tiempo de apertura y cierre de puertas.

Destaca el valor máximo registrado de 165 segundos en la parada San Francisco del corredor en la Presidente Córdova, correspondiente a una observación realizada en la franja horaria 17:35–18:35. Este valor atípico responde a un evento de *bus bunching*, la confluencia simultánea de seis líneas (L3, L5, L13, L13B, L19 y L20) durante la hora pico de la tarde generó una acumulación de pasajeros que prolongó el tiempo de detención. El dato fue conservado en la base de campo para preservar la integridad del registro. Sin embargo, su presencia explica en gran medida la elevada dispersión del corredor Presidente Córdova ($DE = 22.48$ s, $CV = 78.97\%$). Este tipo de eventos ilustra cómo la irregularidad en el cumplimiento de frecuencias amplifica directamente la variabilidad del *DT* en los nodos de mayor demanda. Como análisis de sensibilidad, al excluir este valor atípico el promedio del corredor se reduce de 28.46 s a 26.1 s, y el coeficiente β varía de

2.275 a 2.241 s/pasajero, confirmando que las conclusiones principales del estudio no se ven significativamente afectadas por esta observación.

Por lo tanto, en el corredor de la Pío Bravo, el DT promedio varía entre 8.7 segundos en la parada Estévez de Toral y 21.3 segundos en María Auxiliadora. Por otro lado, en la Tarqui los promedios oscilan entre 21.4 segundos en la parada de María Auxiliadora y 27.2 segundos en el Mercado 10 de Agosto. Asimismo, en el corredor de la Presidente Córdova existen valores elevados, con promedios desde 20.2 segundos en el Parque Víctor J. Cuesta a 39.3 en la parada de San Francisco, donde el DT máximo registrado fue de 165 segundos, evidenciando una alta demanda de pasajeros. Por lo tanto, en las siguientes figuras: Figura 12, Figura 13 y Figura 14 se mostrará el DT promedio por corredor.

Figura 12

Dwell time promedio por parada del corredor Pío Bravo

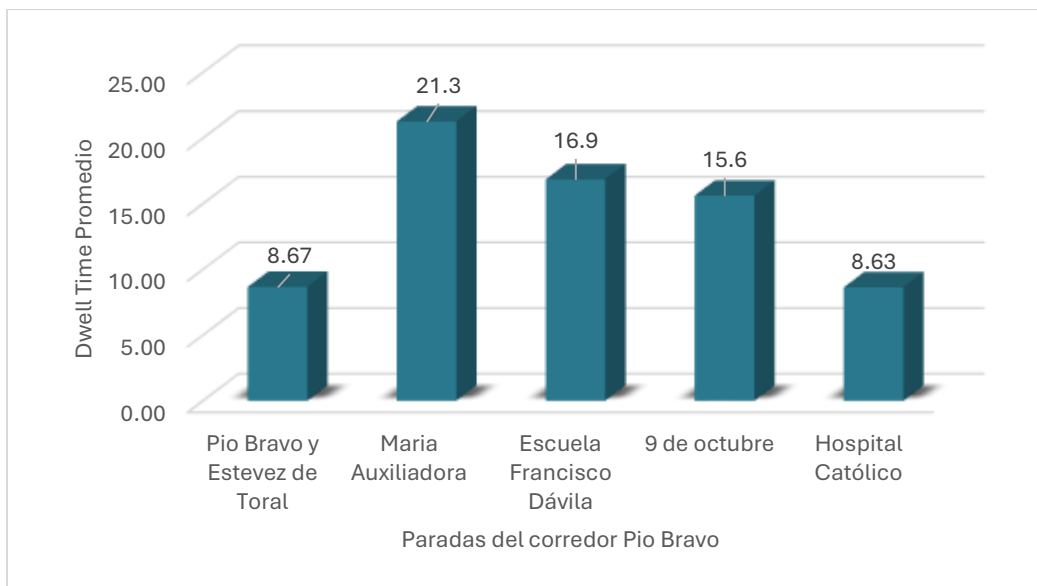


Figura 13

Dwell time promedio por parada del corredor Tarqui

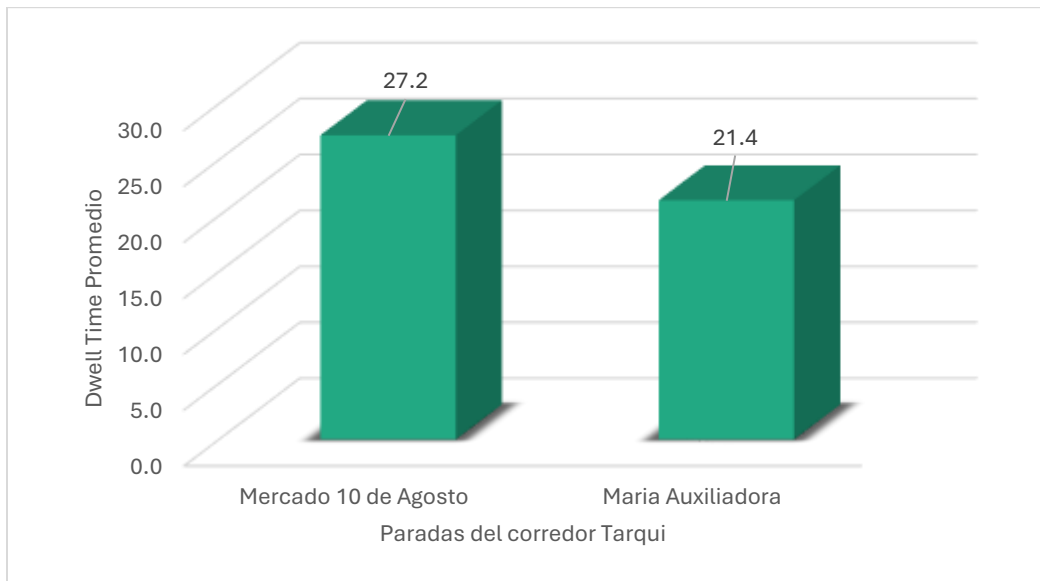
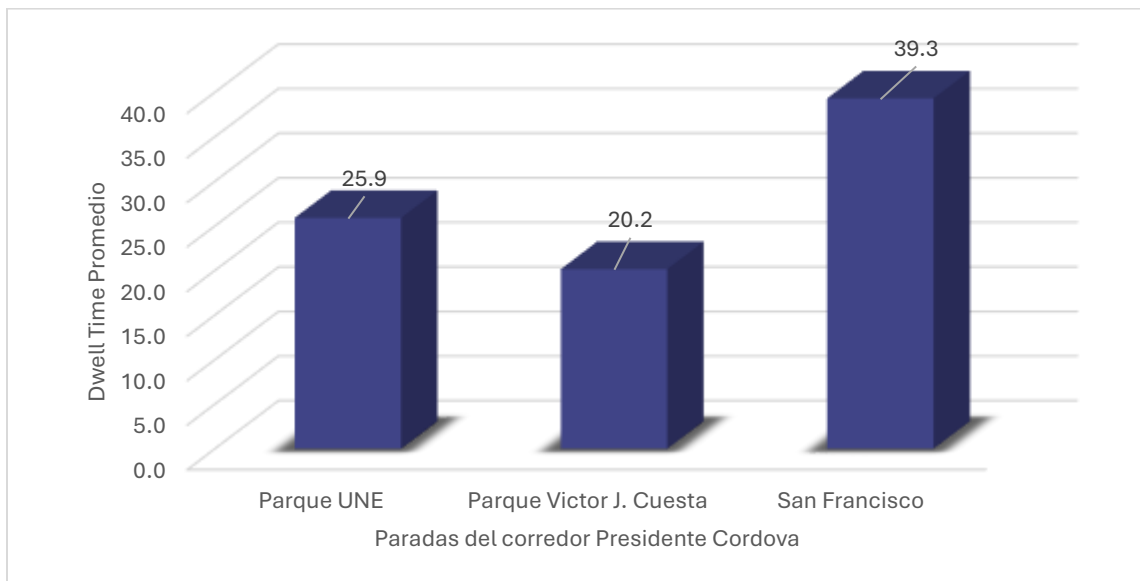


Figura 14

Dwell time promedio por parada del corredor Presidente Córdova



4.5.1 Análisis estadístico descriptivo del Dwell Time por corredor

Complementando los valores por parada de cada corredor, se calculó el *DT* promedio general, la desviación estándar y el coeficiente de variación para el conjunto de observaciones de cada corredor. Estos indicadores permiten comparar la variabilidad del comportamiento operativo entre corredores, independientemente de sus distintos niveles de demanda.

Tabla 19

Estadísticos descriptivos del DT observado por corredor

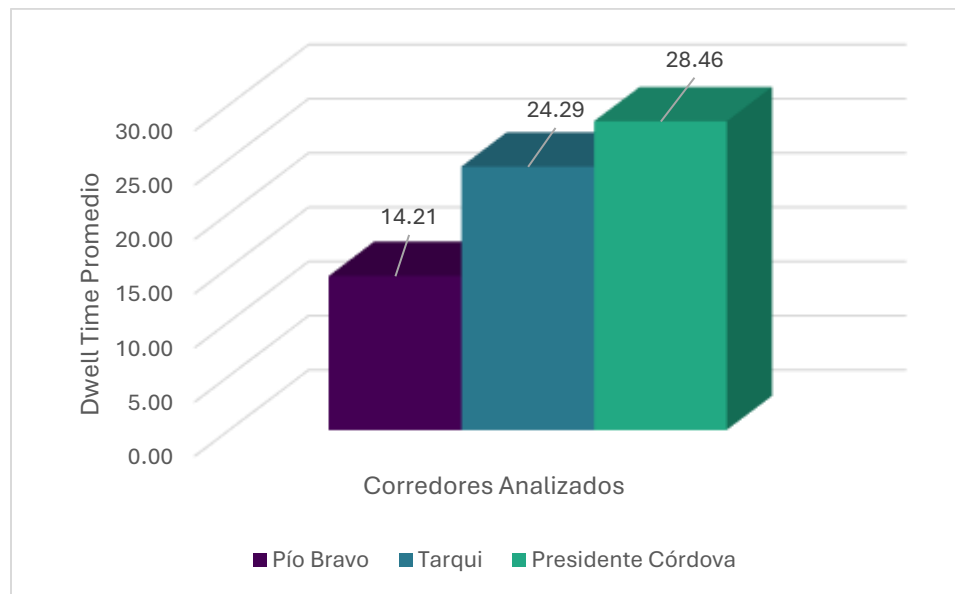
Corredor	DT Promedio (s)	Desviación Estándar (s)	Coficiente de Variación (%)
Pío Bravo	14.21	9.37	65.98
Tarqui	24.29	13.07	53.82
Presidente Córdova	28.46	22.48	78.97

Nota. Estadísticos calculados sobre el total de observaciones válidas por corredor. Elaboración propia (2026).

En la figura 15 podemos observar el promedio del DT para los tres corredores que han sido usados en el estudio, siendo: Pío Bravo, Tarqui y Presidente Córdova. Ahora bien, las barras de error representan la desviación estándar, permitiendo visualizar la variabilidad de los tiempos de detención en cada corredor.

Figura 15

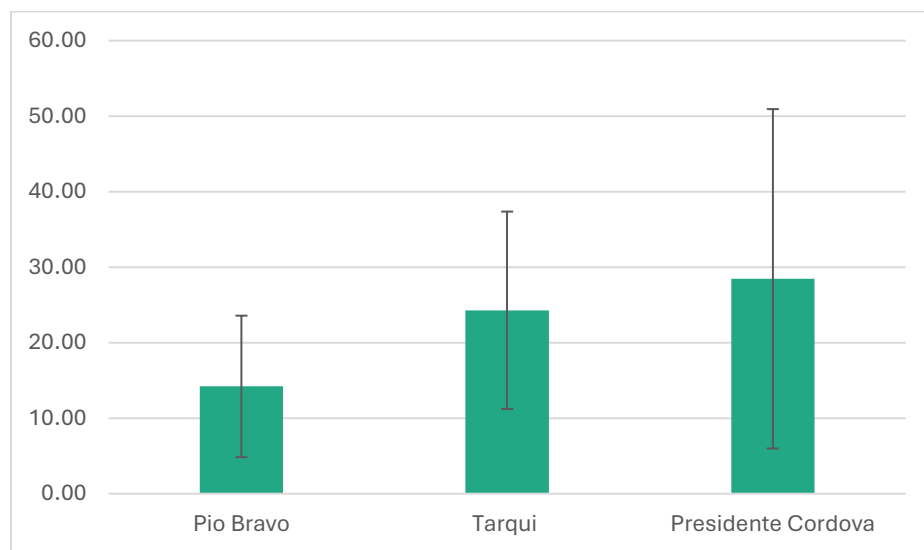
DT promedio por cada corredor analizado



En la Figura 16 se ve que el corredor Presidente Córdoba presenta el mayor promedio de tiempo de detención, acompañado de la desviación estándar más alta de 22.48, lo que indica que es el corredor con mayor dispersión en los tiempos de parada. Consecuentemente, le sigue el corredor Tarqui con un valor de 13.07 y, por otro lado, el corredor Pío Bravo presenta la menor desviación estándar de 9.37 siendo el más bajo dentro del análisis. Esto significa que mientras un corredor posea una mayor desviación estándar, existirá más dispersión de los tiempos de detención respecto a su promedio, es decir, los tiempos de parada no llegan a ser constantes y presentan variaciones significativas entre observaciones. En cambio, una desviación estándar baja indica que los tiempos de detención se mantienen más cercanos al promedio, reflejando una operación más uniforme, lo cual, puede llegar a significar un servicio más predecible para el usuario, mientras que una mayor dispersión implica menor regularidad en la operación del sistema de transporte.

Figura 16

Promedio y variabilidad del Dwell time por corredor

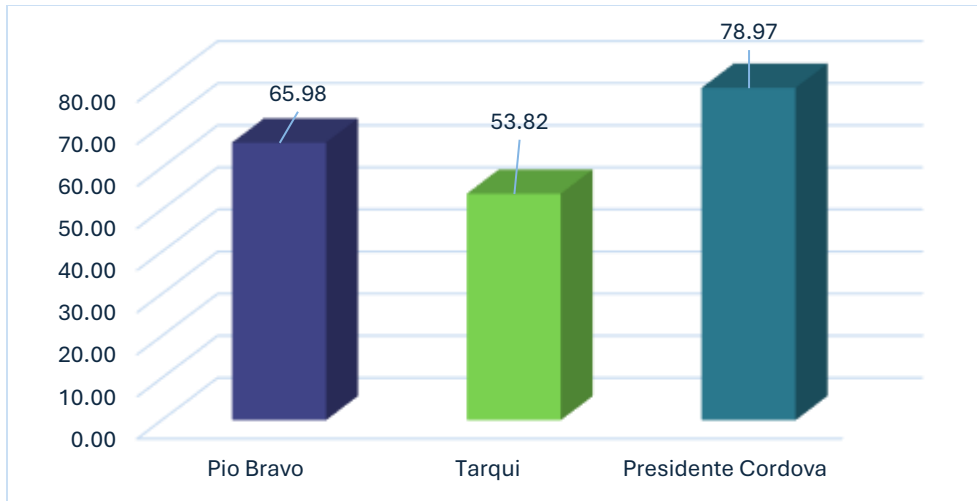


En la Figura 17 se observa el coeficiente de variación del *Dwell time* para los tres corredores que han sido usados en el estudio: Pío Bravo, Tarqui y Presidente Córdoba. El corredor Presidente Córdoba presenta el valor más alto 78.97, lo que indica que es el corredor con mayor variabilidad relativa en los tiempos de detención. Consecuentemente, le sigue el corredor de la Pío Bravo con un valor de 65.98, mostrando también una variabilidad elevada, aunque menor que la anterior. Por otro lado, el corredor Tarqui presenta el valor de 53.82, siendo el más bajo. Lo que indica que tiene menor variabilidad, siendo el más estable dentro del análisis. Esto significa que mientras un

corredor posea un coeficiente de variación alto, existirá una alta inestabilidad en los tiempos de detención, es decir, los buses no mantienen un tiempo de parada constante, sino que varía considerablemente entre una parada y otra. Esto puede traducirse en un servicio menos predecible para el usuario.

Figura 17

Coefficiente de variación del Dwell time por corredor



4.6 Relación entre intercambio de pasajeros y *Dwell Time*

Para ver la relación que hay entre el flujo de pasajeros y el tiempo de detención, se elaboraron gráficos de dispersión que muestran el intercambio promedio de pasajeros frente al DT promedio, para cada una de las paradas de los tres corredores analizados. En la Figura 18, Figura 19 y Figura 20 presentan los gráficos para la Pío Bravo, Tarqui y Presidente Córdoba, respectivamente.

En los tres corredores se puede observar una tendencia positiva muy clara, que, a mayor intercambio de pasajeros, mayor es el tiempo de detención, lo que afirma la relación funcional que existe entre ambas variables. Esta tendencia en la Pío Bravo es más pronunciada mientras que en la presidente Córdoba existe una mayor dispersión, lo que tiene consistencia con el coeficiente de variación más alto observado en este corredor.

Figura 18

Relación intercambio promedio de pasajeros y DT promedio en las paradas del corredor Pío

Bravo

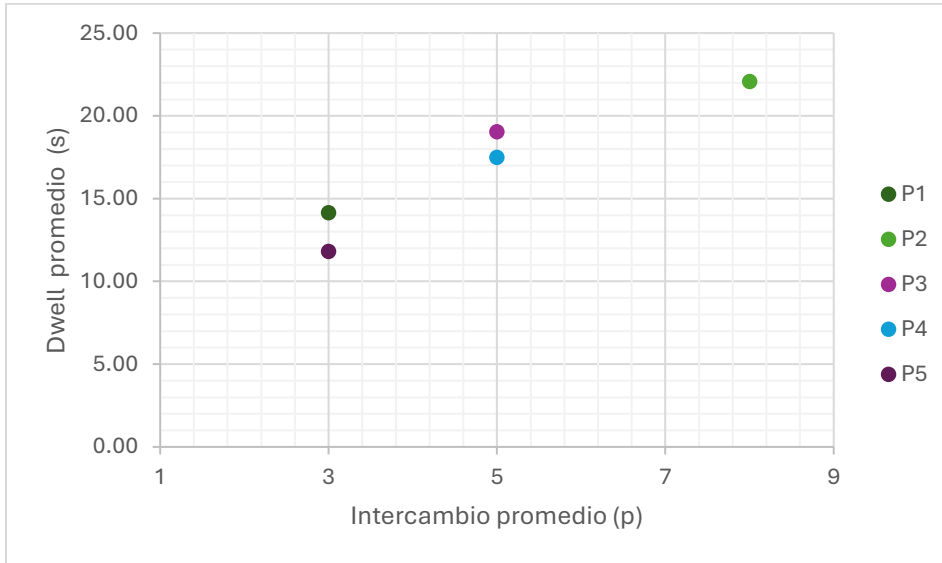


Figura 19

Relación intercambio promedio de pasajeros y DT promedio en las paradas del corredor Tarqui

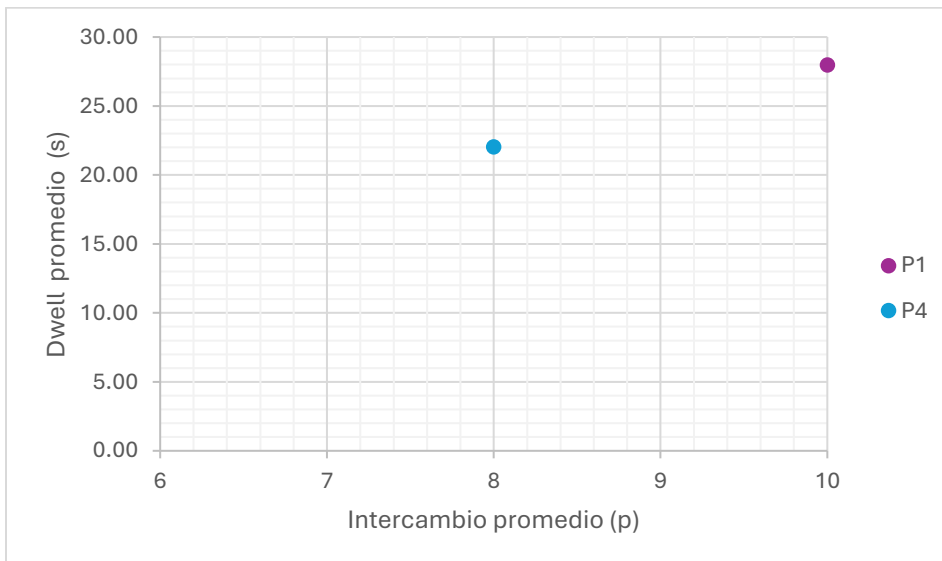
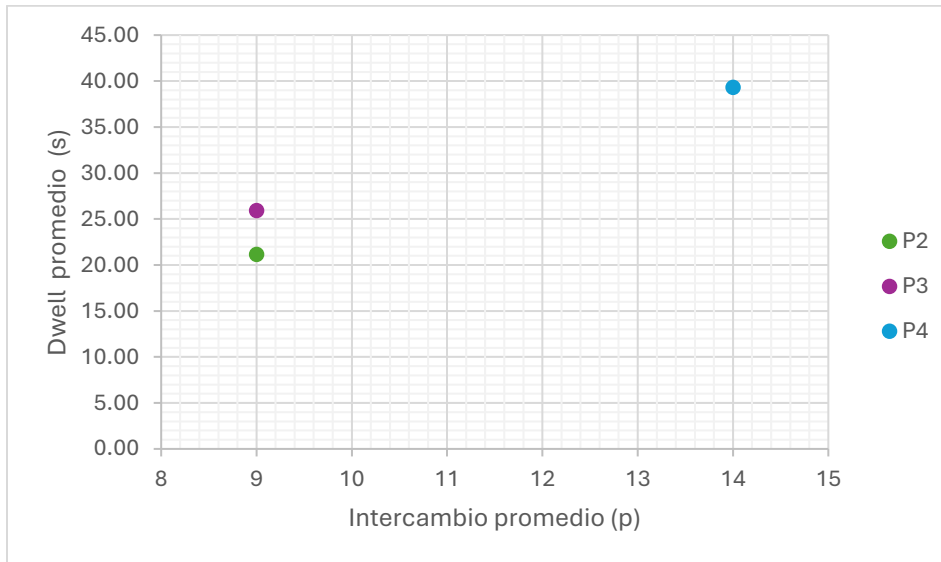


Figura 20

Relación entre pasajeros y DT del corredor Relación intercambio promedio de pasajeros y DT promedio en las paradas del corredor Presidente Córdova



4.7 Modelos de regresión lineal: relación entre el intercambio de pasajeros y el

Con el fin de cuantificar de manera rigurosa la relación que existe entre el intercambio de pasajeros y el tiempo de permanencia de los buses en las paradas (DT) se estimaron modelos de regresión lineal para cada corredor analizado y para el conjunto total de los datos, siguiendo la estructura metodológica que fue definida en la sección 0.

4.7.1 Modelo1: Relación entre Dwell Time y la tasa de intercambio de pasajeros

En este modelo, la variable dependiente fue el DT observado en segundos y la variable independiente la TIP que es igual a subida+ bajada. Los resultados del corredor son las siguientes a partir de 191 observaciones que se registraron en el corredor Pío Bravo, se obtuvo el siguiente modelo:

$$DT = 3.339 + 1.954 \times (TIP)$$

Ecuación 9

El coeficiente de determinación $R^2 = 0.728$ indica que el intercambio de pasajeros explica el 72.8% de la variabilidad del DT en este corredor, y refleja una relación lineal fuerte y significativa.

Por otro lado, el coeficiente $\beta_1 = 1.954$ ($p < 0.001$) muestra que, por cada pasajero adicional en el intercambio, el tiempo de detención del bus aumenta un 2.17 segundos. Asimismo, el intercepto $\beta_0 = 3.339$ *segundos* representa el tiempo base de detención que es asociado a la apertura y cierre de puertas, independientemente de la demanda de pasajeros, valor coherente con el tiempo de apertura y cierre de las puertas establecido en el TCQSM que es 5 *segundos*.

De la misma manera, en el corredor Tarqui, con 70 observaciones el modelo estimado es:

$$DT = 4.351 + 1.658 \times (TIP)$$

Ecuación 10

El coeficiente de determinación $R^2 = 0.593$ indica que el intercambio de pasajeros explica el 59.3% de la variabilidad del DT. Por otro lado, el coeficiente $\beta_1 = 1.658$ ($p < 0.001$) y es estadísticamente significativo, y confirma que el volumen del intercambio de pasajeros tiene un efecto directo y relevante sobre el tiempo de ascenso y descenso. El intercepto $\beta_0 = 4.351$ *segundos* es igualmente significativo ($p < 0.001$).

Luego se analizó 110 observaciones del corredor Presidente Córdova, el modelo es:

$$DT = 1.941 + 2.257 \times (TIP)$$

Ecuación 11

Este corredor presenta el coeficiente más elevado de los tres corredores $\beta_1 = 2.257$ ($p < 0.001$), lo que indica que el efecto del intercambio de pasajeros sobre el DT es más pronunciado que el resto de los corredores. El $R^2 = 0.531$ señala que el modelo tiene una variabilidad del DT del 53.1%. De esta manera, cabe destacar que el intercepto $\beta_0 = 1.941$ no es estadísticamente significativo ($p < 0.001$), esto sugiere que estas condiciones de intercambio mínimo, el tiempo base de detención no se diferencia de manera significativa de cero, y posiblemente está asociada a las características operativas de las paradas.

Finalmente, se analizó de manera general la regresión de todos los corredores. Con una totalidad de 371 observaciones registradas en los tres corredores, se estimó un modelo general que permitió realizar un análisis del comportamiento del DT a nivel del sistema, y tenemos lo siguiente:

$$DT = 4.434 + 2.275 \times (TIP)$$

Este modelo de regresión presenta un $R^2 = 0.793$ lo que indica que el intercambio de pasajeros representa un 79.3% de la variación total del DT en el sistema de transporte público de la ciudad de Cuenca. El coeficiente $\beta_1 = 2.275$ ($p < 0.001$) es muy significativo, confirmando que el intercambio de pasajeros compone el principal determinante del tiempo de detención. El coeficiente $\beta_0 = 4.434$ segundos, es significativo, porque representa el tiempo base del sistema, y es coherente con el tiempo de apertura y cierre de puertas.

De este modo, en la Tabla 20 se presenta el resumen de los cuatro modelos de regresión que se realizó por cada corredor y el general, teniendo en cuenta β_0 no significativo ($p = 0.366$)

Tabla 20

Resumen de modelos de regresión lineal simple por corredor

Corredor	n	β_0 (s)	β_1 (s/pasajero)	R^2	Error estándar	p-valor (β_1)
Pío Bravo	191	3.339	1.954	0.728	4.901	< 0.001
Tarqui	70	4.351	1.658	0.593	8.406	< 0.001
Presidente Córdova	110	1.941	2.25	0.531	15.458	< 0.001
General	371	4.434	2.275	0.793	7.317	< 0.001

Nota. n= número de observaciones; β_0 = intercepto; β_1 =coeficiente de la variable intercambio de pasajeros; R^2 = coeficiente de determinación. Fuente: elaboración propia (2026).

4.7.2 Modelo 2: Relación Dwell Time y los flujos desagregados de ascenso y descenso

Este modelo desagrega el intercambio total en sus dos componentes: pasajeros que ascienden y pasajeros que descienden, con el fin de identificar si es que ambos flujos influyen de manera diferenciada sobre el DT.

En el corredor de la Pío bravo en la segunda regresión se obtuvo lo siguiente:

$$DT = 3.806 + 2.131 \times (\text{Demanda subida}) + 0.967 \times (\text{Demanda bajada})$$

Ambos coeficientes son significativos ($p < 0.001$). el coeficiente de ascenso $\beta_1 = 2.131$ s/pasajero es mucho más alto que el de descenso $\beta_2 = 0.967$ s/pasajero, lo que confirma que el proceso de subida consume mas tiempo por pasajero que el proceso de bajada. Esto es consistente con literatura especializada, porque el ascenso implica el cobro de la tarifa o la

validación de la tarjeta Movilízate. Mientras tanto, el descenso no involucra ninguna transacción económica. El $R^2 = 0.7567$ y el error estándar se mantiene en 4.639 segundos.

Posteriormente en la Tarqui tenemos la Ecuación 14 con 10 datos tenemos:

$$DT = 4.739 + 2.003 \times (\text{Demanda subida}) + 0.843 \times (\text{Demanda bajada})$$

Ecuación 14

Ambos coeficientes son significativos $\beta_1: (p < 0.001), \beta_2: (p = 0.007)$. Se mantiene el patrón observado anteriormente en la Pío Bravo que el ascenso consume más tiempo por pasajero que el descenso. El $R^2 = 0.649$ y el error estándar se mantiene en 7.863 segundos.

En el corredor de la Presidente Córdova con 110 observaciones obtuvimos lo siguiente:

$$DT = 2.725 + 2.987 \times (\text{Demanda subida}) + 0.585 \times (\text{Demanda bajada})$$

Ecuación 15

El coeficiente de ascenso es el más elevado de los tres corredores $\beta_1 = 2.987$ con $(p < 0.001)$, lo que indica que el proceso de subida de pasajeros tiene un impacto marcado en este corredor. El coeficiente de bajada $\beta_2 = 0.585$ no alcanza significancia estadística al nivel del 5% $(p = 0.058)$ sugiriendo que en este corredor el descenso de pasajeros tiene un efecto menos determinante sobre el DT . El $R^2 = 0.656$ con error estándar de en 13.301 segundos.

Asimismo, al analizar la regresión general con 371 observaciones tenemos:

$$DT = 3.086 + 2.572 \times (\text{Demanda subida}) + 0.803 \times (\text{Demanda bajada})$$

Ecuación 16

En el modelo general, ambos coeficientes son significativos $(p < 0.001)$. El coeficiente de ascenso $(2.572 \text{ segundos/pasajero})$ supera ampliamente al de descenso $(0.803 \text{ segundos/pasajero})$, lo cual es un patrón consistente con los tres corredores individuales. El $R^2 = 0.699$ con error estándar de 8.961 segundos.

Tabla 21

Resumen del Modelo 2 — Regresión lineal múltiple (DT = Subida + Bajada) por corredor

Corredor	n	β_0 (s)	β_1 Subida (s/p)	β_2 Bajada (s/p)	R ²	R ² aj	SE (s)
Pío Bravo	190	3.807	2.131	0.967	0.7562	0.758	4.640
Tarqui	70	4.739	2.003	0.843	0.6488	0.649	7.864
Presidente Córdova	110	2.725 (ns)	2.987	0.585(ns)	0.6598	0.656	13.310
General	371	3.087	2.572	0.803	0.6998	0.699	8.961

Nota. Valor significativo ($p < 0.05$); ns= no significativo ($p \geq 0.05$). Fuente: elaboración propia (2026).

4.7.3 Modelo 3: Incorporación frecuencia del servicio como variable explicativa

En el modelo 3 se añade la frecuencia del servicio (buses/hora) como variable independiente adicional, con el propósito de evaluar si los factores de oferta del sistema influyen sobre el DT al controlar el efecto de la demanda.

Corredor Pío Bravo (n = 191):

$$DT = 5.453 + 2.113 \times (\text{Demanda subida}) + 1.030 \times (\text{Demanda bajada}) - 0.033 \times (\text{Frecuencia})$$

Ecuación 17

El coeficiente de frecuencia es negativo y estadísticamente significativo $\beta_3 = -0.033$; $p = 0.046$. Esto indica que, controlando el efecto de la demanda, paradas con mayor frecuencia de buses por hora presentan tiempos de detención ligeramente menores. Una posible explicación es que una oferta más frecuente distribuye mejor la demanda entre las unidades, reduciendo el número de pasajeros que cada bus debe atender. El R^2 aumenta marginalmente a 0.762 respecto al modelo 2.

El corredor Tarqui (n = 70) fue excluido de la estimación de este modelo. La incorporación de la frecuencia como tercera variable en una muestra de tamaño reducido genera inestabilidad en la estimación: el intercepto calculado asciende a $-58.77s$, valor físicamente imposible que invalida la interpretación operativa del modelo. Dado que el Modelo 2 ya ofrece un ajuste satisfactorio para este corredor ($R^2_{aj} = 0.651$), la frecuencia no añade capacidad explicativa y compromete la validez estadística. Por esta razón, el Modelo 3 no se reporta ni interpreta para el corredor Tarqui en la discusión final de resultados.

En la Presidente Córdova con 109 observaciones la ecuación es la siguiente:

$$DT = 17.008 + 2.887x(D. subida) + 0.693 x(D. bajada) - 0.375 x(Frecuencia)$$

Ecuación 18

El coeficiente de frecuencia no es significativo estadística $\beta_3 = -0.375$; $p = 0.247$. La incorporación de la frecuencia no mejora la capacidad explicativa del modelo en este corredor de manera relevante.

Finalmente, se analizó el modelo 3 de manera general y tenemos:

$$DT = 3.764 + 2.568 x(D. subida) + 0.789 x(D. bajada) - 0.014 x(Frecuencia)$$

Ecuación 19

En este modelo general, el coeficiente de frecuencia no resulta significativo $\beta_3 = -0.014$; $p = 0.631$ y el R^2 prácticamente no varía respecto al Modelo 2 (0.6999 vs. 0.6997), confirmando que la frecuencia del servicio no aporta poder explicativo adicional significativo a nivel de todo el sistema.

Tabla 22

Resumen del modelo 3. Regresión lineal por corredor

Corredor	n	β_1 Subida	β_2 Bajada	β_3 Frecuencia	R^2	R^2_{aj}	SE (s)
Pío Bravo	191	2.113	1.030	-0.033	0.7614	0.763	4.603
Presidente Córdova	110	2.887	0.693	-0.375 (ns)	0.6641	0.661	13.270
General	371	2.568	0.789	-0.014 (ns)	0.7000	0.700	8.970

Nota. Elaboración Propia (2026).

4.7.4 Comparación de los modelos de regresión

Los tres modelos de regresión estimados permiten una lectura progresiva de la relación entre el Dwell Time (DT) y las variables de demanda y oferta. Su comparación revela tanto el poder explicativo de cada enfoque como las implicaciones prácticas para la gestión operativa del sistema. El Modelo 1, que relaciona el DT con la tasa de intercambio total de pasajeros (TIP), constituye el punto de partida. En el modelo general, el coeficiente de determinación $R^2 = 0.793$ indica que el intercambio total explica el 79.3% de la variabilidad del DT, lo que confirma que la demanda en parada es el factor dominante del tiempo de detención. Por corredor, el ajuste varía: Pío Bravo alcanza $R^2 = 0.728$, Tarqui $R^2 = 0.593$ y Presidente Córdova $R^2 = 0.531$. Esta heterogeneidad refleja diferencias en la composición de la demanda, la geometría de las paradas y las condiciones

de operación específicas de cada corredor. El coeficiente $\beta_1 = 2.275$ s/pasajero representa el costo promedio por pasajero que sube o baja del bus, y el umbral operativo calculado a partir de este modelo TIP máx = 11.2 pasajeros/bus establece el límite por encima del cual el DT supera los 30 segundos recomendados por la Dirección de Gestión de Movilidad.

El Modelo 2 introduce la desagregación de los flujos en pasajeros que suben (TIP subida) y pasajeros que bajan (TIP bajada). Aunque el ajuste global se mantiene estable ($R^2 = 0.791$ para el modelo general), el aporte fundamental de este modelo es conceptual y revela una marcada asimetría operativa entre los dos movimientos. El coeficiente de ascenso (β subida = 2.572 s/pasajero) casi triplica al de descenso (β bajada = 0.803 s/pasajero), con una razón de 3.2:1. Esta diferencia tiene una explicación directa en las condiciones de operación: el abordaje exige que el pasajero pague el pasaje, que el conductor o el cobrador realice el cobro y que el pasajero encuentre ubicación, mientras que el descenso es simplemente un movimiento de salida por la puerta trasera sin interacción con el conductor. En términos prácticos, este hallazgo implica que estrategias orientadas a agilizar exclusivamente el ascenso y como el pago anticipado o la validación electrónica tendrían un impacto tres veces mayor sobre el DT que intervenciones enfocadas en el descenso.

El Modelo 3 incorpora la frecuencia del servicio (buses/hora) como variable adicional. Los resultados en los dos corredores donde fue estimado muestran que esta variable no alcanza significancia estadística ($p > 0.05$) en ninguno de los casos, y el R^2 ajustado no mejora respecto al Modelo 2. Esto indica que, controlando el efecto de la demanda, la frecuencia no constituye un predictor independiente del DT. Una posible interpretación es que la frecuencia influye sobre la acumulación de pasajeros en parada y por ende sobre el TIP pero no actúa directamente sobre el tiempo de detención una vez que ese TIP ya está fijado. En consecuencia, el Modelo 3 no aporta capacidad explicativa adicional en las condiciones operativas observadas en Cuenca.

En conjunto, el Modelo 2 resulta el más informativo desde la perspectiva de la gestión operativa: mantiene un ajuste equivalente al Modelo 1, pero descompone el DT en sus componentes de ascenso y descenso, habilitando intervenciones específicas sobre cada proceso. El Modelo 1 conserva utilidad por su sobriedad, dos parámetros, aplicación directa en campo y es el más adecuado para el cálculo del umbral de demanda. El Modelo 3, aunque teóricamente motivado, no añade valor explicativo en el contexto estudiado y se descarta para efectos de recomendación operativa.

4.7.5 Validación del modelo: Dwell Time teórico vs. Dwell Time observado por parada

Como complemento para poder contrastar el comportamiento real del sistema con el modelo teórico, se aplicó la Ecuación 2 del TCQSM para realizar el cálculo del DT teórico a cada una de las diez paradas analizadas.

Los valores de t_a y t_b fueron medidos en campo para cada parada y en cada franja horaria. El DT teórico obtenido se comparó con el DT observado (tiempo total en el que el bus se detuvo en la parada) cuyos resultados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 23

Comparación DT teórico vs. DT observado por parada

Corredor	Nombre de la parada	DT observado (s)	DT teórico (s)
Pío Bravo	Pío Bravo y Estevez de Toral	5.33	8.67
	Maria Auxiliadora	19.78	21.26
	Escuela Francisco Dávila	14.96	16.86
	9 de octubre	11.65	15.61
	Hospital Católico	6.48	8.63
Tarqui	Mercado 10 de Agosto	20.56	27.19
	Maria Auxiliadora	16.79	21.38
Presidente Córdova	Parque UNE	23.91	25.91
	Victor J. Cuesta	14.81	20.16
	San Francisco	41.54	39.31

Los resultados que tenemos en el modelo del TCQSM sobreestiman el DT en 9 de las 10 paradas, con un error absoluto de 3.36 s y un sesgo promedio de +2.92s. ya que los tiempos por pasajero fueron medidos en campo, la sobreestimación es sistemática y apunta al parámetro $t_{oc}=5s$ como la principal fuente de discrepancia de los datos, según las condiciones operativas observadas. El tiempo real de maniobra de puertas es en promedio inferior al valor teórico establecido por el manual de tránsito, que fue desarrollado para sistemas que tienen mayor capacidad y estándares de infraestructura distintos al que existe en Cuenca.

La mayor diferencia que se registra es en la parada del Mercado 10 de Agosto en la Tarqui con 6.64s de la diferencia de los DT, mientras tanto en la de San Francisco presenta un mejor ajuste con -2.23s , siendo la única parada en donde el modelo subestima el DT observado, y se vio que

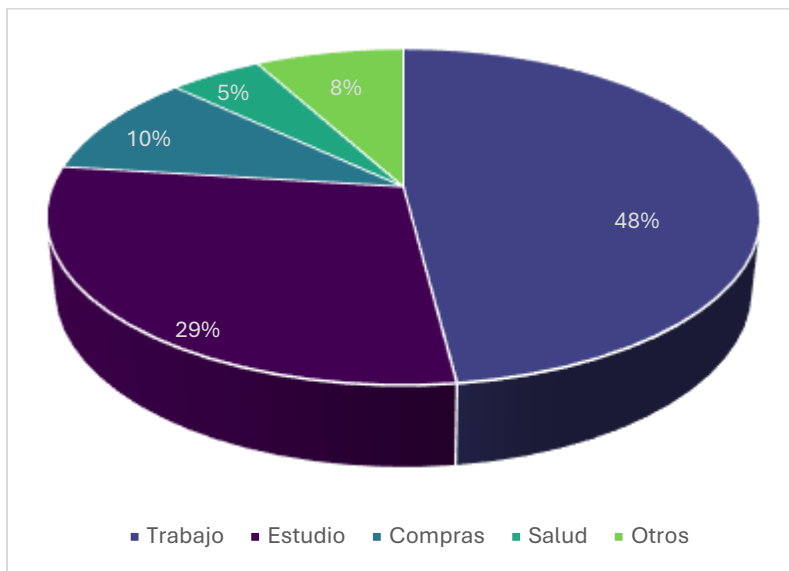
la operación de puertas se prolonga por el volumen de intercambio de pasajeros, acercándose al teórico de 5s del TCQSM.

En conjunto estos resultados sugieren que para una aplicación precisa del modelo del manual de tránsito, se debería calibrar el tp a un valor menor. Sin embargo, se demuestra que la sobreestimación es moderada y sistemática, y permite utilizar el modelo como una herramienta conservadora de la planificación operativa.

4.8 Análisis de la percepción de los usuarios

Figura 21

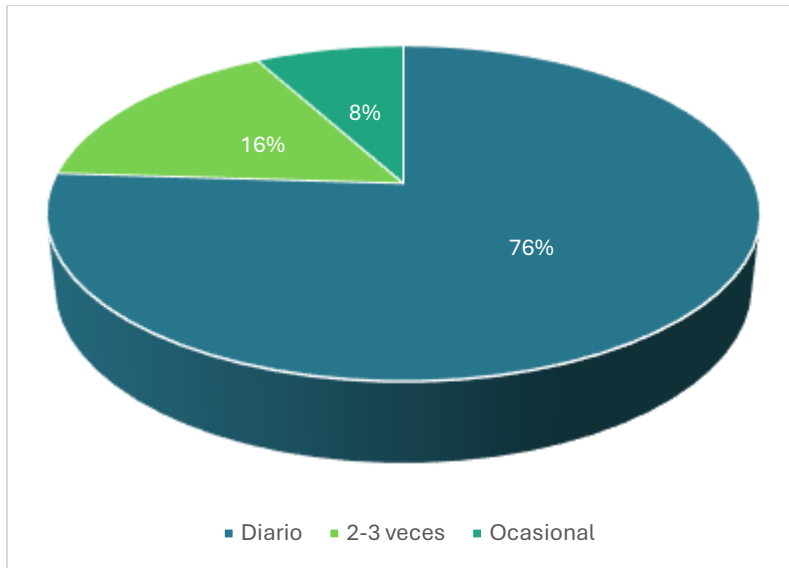
¿Cuál es el motivo principal de su viaje?



Se puede deducir con los resultados que obtuvimos que el 48% de los usuarios usa el transporte público por trabajo, el 29% por estudios, el 10% para realizar compras, el 5% por trámites o temas de salud y el 8% por otras razones. Esto indica que las personas usan el transporte público para sus actividades diarias y muestra que la mayoría depende del transporte público para poder cubrir las necesidades diarias, y resalta la urgencia de mantener tiempos de parada eficientes, sobre todo en horas pico.

Figura 22

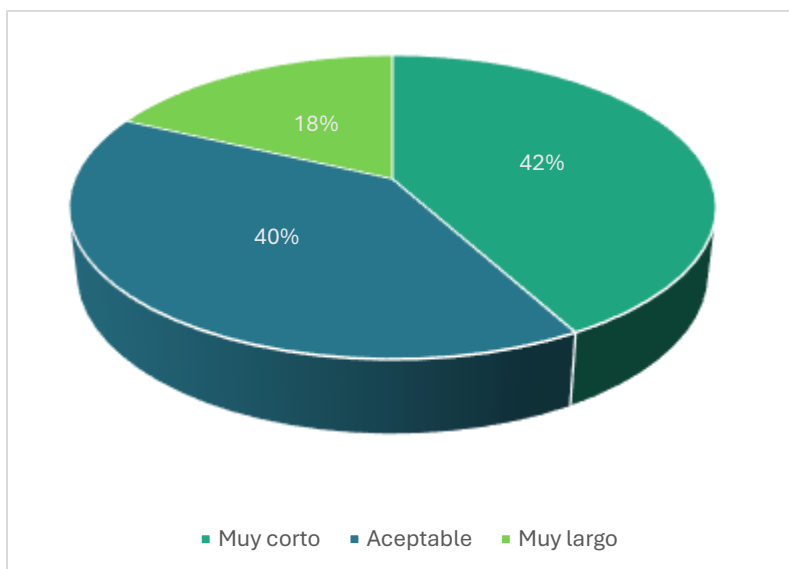
¿Con qué frecuencia utiliza esta línea de bus?



Al saber el 76% de los encuestados utiliza la línea todos los días, el 16% entre dos y tres veces por semana y el 8% de manera ocasional, muestra la importancia que llega a tener el tiempo de detención (DT) puesto que influye de manera directa en la experiencia del usuario, ya que el usuario llega a tener una experiencia agradable o desagradable.

Figura 23

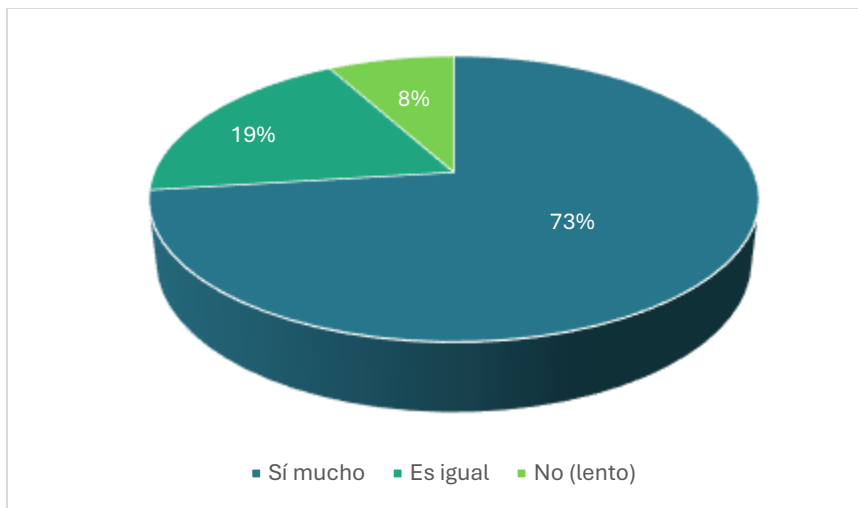
¿Cómo califica el tiempo que el bus se detiene en la parada?



De la muestra que se tomó para la encuesta, el 42% considera que el tiempo de parada es muy corto, el 40% lo ve como adecuado y el 18% como demasiado largo. Lo cual muestra que gran parte de los usuarios perciben que ellos no logran subir o bajar con comodidad del transporte público, lo que puede generar apuros o riesgos. Pero quienes consideran muy largo este tiempo, probablemente se encuentran en paradas con alta demanda, donde el tiempo puede llegar a superar los 30 segundos.

Figura 24

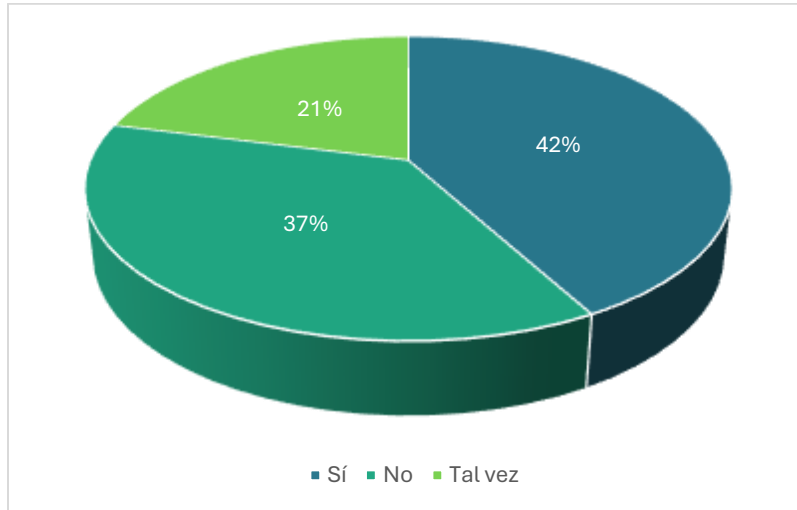
¿Cree que la tarjeta movilizate ha agilizado su ingreso al bus, comparado al pago con monedas?



A raíz de la implementación de la tarjeta movilizate, el 73% de los encuestados opina que esta tarjeta, ha hecho más ágil el ingreso al bus, el 19% cree que no hay diferencia respecto al pago en efectivo y el 8% siente que aún es lento. Estos resultados muestran ciertas coincidencias con el Modelo 2, que indica que el proceso de subida (donde se realiza el pago) toma más tiempo que la bajada. En general, la tarjeta movilizate fue un gran acierto.

Figura 25

Cree usted que el pago fuera de la unidad, como se paga en el tranvía, ¿reduciría su tiempo de ingreso al bus?



De los usuarios encuestados, el 42% piensa que pagar antes de subir (como en el tranvía) podría llegar a generar una reducción del tiempo de ingreso, el 37% considera que no tendría efecto y el 21% no está seguro. Con estos datos, se muestra que la gente da apertura a este tipo de alternativa, la cual podría disminuir el tiempo de detención, significativamente en paradas con alta demanda donde el cobro es el principal retraso.

4.9 Comparación entre la frecuencia programada y la frecuencia observada

Como objetivo de evaluar el nivel de cumplimiento del GAD Municipal del Cantón Cuenca, se comparó la frecuencia de servicio programada por la Dirección de Gestión de Movilidad (DGM, 2025) con la frecuencia que realmente se observó en campo durante las franjas horarias del levantamiento de datos.

La frecuencia programada por cada parada se calculó como la suma de las frecuencias individuales de cada línea que sirve la parada, obtenidas a partir de los intervalos oficiales establecidos en el plan de rutas y frecuencias del transporte urbano de Cuenca (DGM, 2025).

$$F_{programada} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{h_i}$$

Donde h_i es el intervalo programado en horas para la línea i que sirve en cada parada. La frecuencia observada corresponde al número de buses contabilizados en campo durante los 60 minutos. Los resultados se presentan en la Tabla 24.

Tabla 24

Comparación de frecuencia programada vs la frecuencia observada por parada

Corredor	Parada	Líneas	F. Programada (b/h)	F. Observada (b/h)	Cumplimiento (%)	Franja observada
Pío Bravo	Estévez de Toral	L8, L27	24.3	12	49.4%	16:00–17:00
	María Auxiliadora	L8, L9, L12, L17, L25, L27	53.5	27	50.5%	17:30–18:30
	Escuela Francisco Dávila	L8, L9, L12, L17, L25, L27	53.5	28	52.3%	17:40–18:40
	9 de Octubre	L1, L8, L9, L12, L17, L22, L24, L27, L28, L50	99.3	72	72.5%	7:00–8:00
	Hospital Católico	L8, L12, L19, L22, L28	54.4	52	95.6%	7:00–8:00

Tarqui	Mercado 10 de Agosto	L12, L16, L17, L18, L25, L27	65.2	36	55.2%	17:30– 18:30
	María Auxiliadora	L12, L16, L17, L18, L20, L25	60.9	34	55.8%	12:30– 13:30
Presidente Córdova	Parque Víctor J. Cuesta	L3, L5, L13, L13B, L19, L20	57.5	43	74.8%	12:30– 13:30
	Parque UNE	L3, L5, L13, L13B, L19, L20	57.5	32	55.7%	18:00– 19:00
	San Francisco	L3, L5, L13, L13B, L19, L20	57.5	35	60.9%	17:35– 18:35

Nota. Frecuencia programada: calculada a partir de los intervalos oficiales. Frecuencia observada: buses contabilizados en campo durante 60 minutos. Fuente: Elaboración propia (2026).

Los resultados se evidencian que ninguna de las paradas analizadas alcanza el 100% de cumplimiento de la frecuencia programada y que el nivel de cumplimiento varía de manera significativa según la franja horaria que se observó. Las paradas durante la hora pico de la mañana (7:00-8:00) presentan mayores niveles de cumplimiento entre el 49.4% y el 60.9% siendo la parada de la Estevez de Toral la que tiene un menor nivel de cumplimiento de todo el estudio.

Este incumplimiento de frecuencias tiene una consecuencia directa sobre el DT, porque cuando los buses no llegan en los intervalos programados, los pasajeros se acumulan en las paradas durante más tiempo del previsto. Cuando finalmente, arriba la unidad de bus, este presenta una mayor demanda a la esperada, lo que eleva el intercambio de pasajeros por cada unidad, y como consecuencia, incrementa el DT. Este efecto es especialmente visible en paradas como María

Auxiliadora del corredor Pío Bravo, que tiene apenas 50.5% de cumplimiento registra un DT de 21.3 segundos y un intercambio total de pasajeros de 195 personas en los 60 minutos observados.

Asimismo, el bajo cumplimiento de las frecuencias en las horas de la tarde, se puede propiciar el fenómeno de *bus bunching*, donde varios buses de una misma línea se acumulan en intervalos cortos, generando irregularidad del servicio. Este comportamiento contribuye a la alta variabilidad del DT documentada en las secciones 0y 0, especialmente en el corredor de la Presidente Córdova, que tiene el coeficiente más elevado de 78.97%.

5. Capítulo IV: Resultados y Discusión

5.1 Comportamiento del Dwell Time por corredor y nodos críticos

Los datos que fueron obtenidos llegan a mostrar diferencias claras en el comportamiento del tiempo de detención (DT) entre los tres corredores analizados. Como primer punto, el corredor Pío Bravo presenta el menor DT promedio (14.21 s, DE = 9.37 s, CV = 65.98 %), lo cual infiere que existe una operación relativamente eficiente. Sin embargo, la parada de María Auxiliadora llega a ser un punto crítico dentro de este corredor, ya que concentra la mayor demanda individual, siendo de 91 pasajeros movilizados por la línea 27 en una hora y llega a registrar un DT promedio más alto del tramo (21.3 s), casi duplicando el que existe en la parada Estévez de Toral (8.7 s). Esta diferencia evidencia que, incluso en un mismo corredor, la demanda puntual puede generar condiciones operativas desiguales.

Ahora bien, en el caso del corredor Tarqui, se llega a observar un DT promedio intermedio (24.29 s, DE = 13.07 s, CV = 53.82 %). Aquí se presenta el coeficiente de variación más bajo, lo que muestra una mayor uniformidad en los tiempos de detención. Su punto más crítico es la parada Mercado 10 de Agosto, donde llegan a concentrarse 336 pasajeros en una hora y se registran los mayores DT del corredor, ligados a la alta afluencia del entorno comercial.

Por su parte, el corredor Presidente Córdova muestra los resultados más desfavorables, teniendo un DT promedio de 28.46 s (DE = 22.48 s, CV = 78.97 %). La alta desviación estándar, llega a ser la más alta que existe en el análisis; refleja una operación irregular, con tiempos de detención que varían considerablemente. La parada San Francisco destaca como el punto más crítico del estudio, contando con 505 pasajeros en una hora y el mayor TIP registrado, lo que desencadena en detenciones prolongadas que afectan la fluidez de todas las líneas que concurren en ese lugar.

Estos resultados coinciden con lo planteado por Tirachini (2013) quien sostiene que la concentración de demanda en paradas específicas juega un factor clave en la pérdida de eficiencia operativa en corredores urbanos con alta densidad de líneas. Llegar a identificar estos puntos críticos permite trazar soluciones específicas en lugar de aplicar medidas generales en todo el sistema.

Ahora bien, para poder contextualizar dichos valores con la región, la base de datos BRT Data (World Resources Institute, 2023) muestra tiempos de servicio de ascenso de entre 1.5 y 2.5 s/p en sistemas de carril exclusivo, en este caso, Bogotá (TransMilenio) y Quito (Metrobús), que suelen operar con pago externo y plataformas al nivel del piso. El coeficiente de ascenso que tiene la

ciudad de Cuenca es de 2.57 s/p usando la tarjeta Movilízate, la cual se sitúa en el límite superior de dicho rango, lo que nos muestra que el sistema ya se aproxima al rendimiento de sistemas de buses de alto rendimiento en condiciones de pago electrónico, pero aun con margen de mejora hacia el pago externo, donde estos mismos registran valores cercanos a 1.5 s/p. Esta comparación sitúa a Cuenca en una posición viable para transitar hacia estándares regionales de mayor eficiencia sin necesidad de transformaciones estructurales mayores.

5.2 Discusión de los modelos de regresión

5.2.1 Modelo1: Tasa de intercambio de pasajeros como predictor del Dwell Time

El modelo 1 confirma que la tasa de intercambio total de pasajeros (TIP) es el predictor más dominante del DT en el sistema de transporte público de Cuenca. El modelo general ($n=371$), explica que el 79.3% de la variabilidad del DT con ($R^2 = 0.793$), con un coeficiente $\beta_1 = 2.77$ s/pasajero, y esto implica que por cada pasajero adicional que sube o que baja del bus, el tiempo de parada incrementa aproximadamente 2.3 segundos. Este resultado es coherente con los valores aportados en la literatura, para se estima 2 a 4 segundos por pasajero en sistemas de bus convencional con pago a bordo, asimismo Fletcher & El Genidy (2013) encontraron valores similares en sistemas con pago electrónico.

En una línea metodológica comparable a la de Milkovits (2008) quien analizó factores que afectan al DT en el sistema de buses de Chicago, utilizando datos de localización automática de vehículos (AVL) y contadores automáticos de pasajeros (APC). Así sus resultados confirmaron que el flujo de pasajeros explica entre un 70% y 85% de la variabilidad del DT, valores que coinciden con el rango obtenido en los tres corredores estudiados (53.1% y 72.8%). La relevancia de este antecedente reside en que los mismos patrones fueron identificados en Cuenca mediante metodología manual en campo, y valida la coherencia de los resultados frente a estudios realizados con tecnología automatizada de mayor costo.

A nivel de corredor, el R^2 esta entre 0.531 en la Presidente Córdova y 0.728 en la Pío Bravo, lo que muestra que la relación de TIP-DT es robusta en los tres tramos. El corredor de la Presidente Córdova presenta el coeficiente de pendiente más elevado con $\beta_1 = 2.470$ s/pasajero pero también el mayor error estándar ($SE = 10.867s$), esto refleja una mayor dispersión en este modelo y es consistente con el CV de 78.97%. El intercepto de este corredor no es estadísticamente significativo ($\beta_0 = 1.676$) con $p = 0.366$, la alta variabilidad del DT impide estimar con precisión el tiempo base de detención de forma independiente al flujo de pasajeros. Y esto no

valida el modelo, el coeficiente β_1 permanece robusto con $p < 0.001$ sino que refleja que, en las condiciones de demanda muy heterogéneas, el tiempo fijo de apertura y cierre de puertas queda subsumido dentro del ruido estadístico de la estimación.

5.2.2. Modelo 2: Asimetría entre ascenso y descenso

La separación del TIP en sus dos componentes introduce el hallazgo más importante de este trabajo desde el punto de vista operativo que es el proceso de ascenso y descenso en todos los corredores y en el modelo general. El coeficiente de ascenso β_1 supera al de descenso β_2 en todos los casos en una proporción de 3.2:1 a nivel general (2.572 vs. 0.804 s/pasajero), y este patrón se mantiene en la Pío Bravo (2.131 vs. 0.967), en la Tarqui (2.008 vs. 0.833) y en la Presidente Córdova (2.995 vs. 0.617). Esta asimetría confirma cuantitativamente que el recaudo a bordo es el principal cuello de botella operativo del sistema.

Fernández & Planzer (2002) demuestran que las paradas constituyen el principal cuello de botella de la capacidad operativa del sistema de buses, la capacidad de la parada es inversamente proporcional al tiempo de ocupación del bus en ella, que a su vez depende directamente del tiempo de servicio por pasajero y del volumen de embarque. Los autores señalan también que los pasajeros que pagan en efectivo al conductor requieren más tiempo para abordar que aquellos que pagan con tarjetas, esto establece una relación directa entre el método de pago y la capacidad efectiva de la parada. Esto es coherente ya que el ascenso con la tarjeta Movilízate $\beta_1 = 2.57 s/p$ consume 3.2 veces más tiempo que el descenso $\beta_2 = 0.80s/p$, diferencia que refleja la fricción del proceso de validación durante el embarque, en comparación con el descenso que no requiere ninguna transacción económica.

Esta asimetría es pronunciada en el corredor de la Presidente Córdova, donde $\beta_1 = 2.995 s/p$ y es el valor más elevado de los tres corredores. El coeficiente de descenso de este corredor no alcanza significancia estadística en este modelo ($p = 0.058$), lo que indica que el ascenso es el único determinante estadísticamente relevante del DT cuando se desagrega el intercambio, reforzando la prioridad de intervenir sobre el proceso de ascenso en ese corredor.

5.2.3. Modelo 3: Rol de la frecuencia del servicio

En este modelo la incorporación de la frecuencia (buses/hora) como variable adicional produce resultados diferentes para cada corredor. En la Pío Bravo el coeficiente de frecuencia es negativo y estadísticamente significativo con $\beta_3 = -0.033$ y ($p = 0.046$), lo que indica que, controlando el efecto de la demanda, mayor frecuencia se asocia a menor DT al reducir la acumulación de

pasajeros entre llegadas sucesivas. Este corredor es el único donde la frecuencia aporta capacidad explicativa porque la variabilidad de la demanda es menor y el efecto de la oferta sobre el DT se detecta más estadísticamente.

En el corredor de la Presidente Córdova, así como en el modelo general, la frecuencia no alcanza significancia estadística ($p > 0.05$) y el R^2 no varían respecto del modelo 2. Esto confirma que la demanda puntual en paradas es el efecto dominante del DT en las condiciones actuales del sistema y valida optimización del modelo 1 como la más eficiente para la predicción operativa del DT.

El corredor de la Tarqui fue excluido de este modelo por la inestabilidad en la estimación como se justificó metodológicamente en la sección 4.7.3. Los resultados del modelo general y de los otros dos corredores confirman que la frecuencia del servicio no constituye a un predictor significativo del DT cuando se controla bien el efecto de la demanda.

5.3 Impacto del Dwell Time sobre la eficiencia operativa

El DT observado en los corredores analizados, tiene implicaciones directas sobre la eficiencia operativa del sistema, que fue medida a través de la regularidad del servicio, el cumplimiento de las frecuencias y la velocidad comercial de las líneas.

La comparación entre la frecuencia programada por la DGM y la frecuencia observada real en campo revela un déficit sistemático ya que ninguna de las diez paradas analizadas alcanza el 100% de cumplimiento, con un rango de 49.4% en la Estevez de Toral hasta el 95.6% en el Hospital Católico, por lo que hay una media de 63%. Este incumplimiento genera un círculo operativo adverso, porque cuando llegan los buses con menor frecuencia de la programada, los pasajeros se acumulan en las paradas durante periodos de tiempo más largos; al arribar el bus, el TIP es mayor al que correspondería en condiciones de servicio regulares, por lo que incrementa el DT y retrasa la salida del vehículo. Este retraso acumulado a lo largo del recorrido amplía la irregularidad del *headway* y puede desencadenar el *bus bunching*, donde dos o más unidades de la misma línea llegan simultáneamente a la misma parada, y el primer bus absorbe toda la demanda acumulada registrando DT excesivos.

Ibarra *et al.* (2015) señalan que la ausencia de estrategias de control de tiempo real conduce a este tipo de deterioro en el sistema, cuyo mecanismo desencadenante es la naturaleza aleatoria de la demanda en la parada en la parada. Y plantean que decisiones de planificación táctica, en particular la definición de las frecuencias y las del control operacional deben estar articuladas para que las mejoras en uno de los niveles no sean neutralizadas por deficiencias en el otro. En este sistema de

Cuenca, esta desarticulación se puede observar directamente, frecuencias programadas que no cumplen en campo generan exactamente el tipo de demanda acumulada que produce los DT más elevados de la investigación.

5.4 Relación entre el Dwell Time y la calidad del servicio

Los resultados de la encuesta que fueron aplicados a los diversos usuarios determinaron que la calidad de servicio llega condicionada por las características operativas del sistema. El 76 % de la gente suele usar el transporte público diariamente, lo cual muestra la importancia que llega a tener este en el sistema social y que, de igual manera, podría mostrar la magnitud del impacto de sus deficiencias sobre la población.

Ahora bien, el tiempo de parada, desvela que el 42% de la gente considera muy corto el tiempo que el bus se para a recoger a los usuarios, el 40 % califica como aceptable y tan solo el 18% lo percibe como muy largo. La percepción de tiempo que puede llegar a existir se enfoca esencialmente en las paradas de mayor demanda, siendo San Francisco y Mercado 10 de Agosto, donde el bus no llega a recoger a todos los usuarios que esperan antes de iniciar su marcha. Esta situación muestra que un DT elevado sea percibido como insuficiente, lo que indica que el problema no es solo la duración del tiempo de parada sino la relación entre capacidad de embarque y demanda acumulada.

El 73% de los usuarios reconoce que la tarjeta Movilízate ha agilizado el proceso de ingreso al bus en comparación con el pago en efectivo. Esto valida el impacto positivo del pago electrónico sobre el proceso de embarque y es coherente con los resultados del Modelo 2, que llega a cuantificar en aproximadamente 1 segundo por pasajero la diferencia entre el tiempo de servicio unitario con tarjeta contra el efectivo en el contexto local. Tirachini (2013) señaló que la transición a sistemas de pago electrónico puede reducir el DT entre un 15 % y un 25%, los datos de encuesta de este estudio sugieren que la población usuaria percibe esta mejora, pero considera que no es suficiente. Consecuentemente, el 42% de los encuestados considera que el poder hacer un pago previo siguiendo el sistema que maneja el tranvía, reduciría el tiempo de ingreso. Este porcentaje al ser minoritario representa una señal de apertura hacia un modelo de pago fuera de cabina que podría transformarse en reducciones significativas del DT, tal como lo proyectan los escenarios de optimización desarrollados en la siguiente sección.

5.5 Estrategias para optimizar el Dwell Time

A partir del análisis de los modelos de regresión, la comparación de las frecuencias y a la percepción de los usuarios, se plantean estrategias para optimizar el DT en el sistema de transporte público de Cuenca. Según Ibarra *et al.* (2015) es quienes califican las intervenciones sobre el DT en estrategias de estación que actúan directamente sobre el proceso de intercambio en la parada y estrategias de control entre estas, que regulan el *headway* entre llegadas consecutivas.

Como primera estrategia está la de optimización del proceso de ascenso con la tarjeta Movilízate, el proceso de embarque actual presenta una mejora respecto al pago con monedas. Sin embargo, el coeficiente observado en el ascenso sigue siendo 3.2 veces mayor que al de descenso, lo que indica que la validación de la tarjeta en la puerta delantera que es única sigue siendo el principal cuello de botella operativo del sistema. Currie *et al.* (2012) dice que los sistemas que tienen validaciones en la puerta delantera única presentan los tiempos de ascenso más elevados, mientras que los sistemas con múltiples puntos de validación o pago externo se reducen entre un 30% y un 50%.

Las acciones con mayor prioridad dentro de esta estrategia son garantizar que el 100% de los usuarios cuenten con saldo suficiente en su tarjeta antes de ingresar a la unidad, reduciendo así las demoras. Y evaluar la incorporación de validadores adicionales en la puerta trasera del bus para permitir un ascenso simultáneo por las dos puertas, especialmente en los corredores de mayor demanda. Fernández & Planzer (2002) demuestran que la capacidad efectiva de una parada es inversamente proporcional al tiempo de servicio por cada pasajero, y que al incrementar el número de canales de acceso disponibles será la intervención de mayor impacto sobre la capacidad de la parada, sin tener la necesidad de modificar el corredor.

Como segunda estrategia, está la implementación del pago externo (*off-board*) en los nodos críticos. El pago previo al ingreso a la unidad de bus elimina completamente la transacción económica durante el ascenso, reduciendo el tiempo de servicio de ascenso al mínimo físico de movilización (1.5s/p para sistemas prepago-externos según el TCQSM). Aplicando este escenario en la parada de San Francisco del corredor de la Presidente Córdova, con los coeficientes del modelo dos, se obtienen estos resultados presentados en la Tabla 25.

Tabla 25

Análisis de escenarios de optimización del DT-Parada San Francisco (Presidente Córdoba)

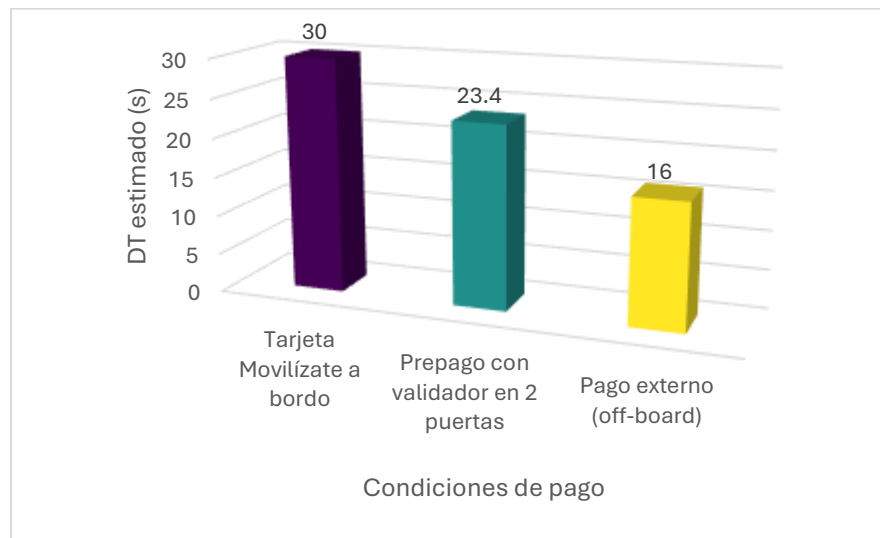
Escenario	Condición de pago	ta (s/p)	DT estimado (s)	Reducción vs. actual
Actual	Tarjeta Movilizate a bordo	3.5	30.0	—
Escenario 1	Prepago con validador en 2 puertas	2.5	23.4	22%
Escenario 2	Pago externo (<i>off-board</i>)	1.5	16.0	47%

Nota. DT estimado aplicando coeficientes del Modelo 2 para el corredor Presidente Córdoba. Elaboración Propia (2026).

Con el fin de mostrar el impacto que tienen las estrategias de optimización, la Figura 26 presenta la reducción del DT estimado en la parada San Francisco del corredor Presidente Córdoba bajo tres escenarios de condición de pago, calculados a partir de los coeficientes del Modelo 2. El escenario actual, correspondiente al pago con tarjeta Movilizate a bordo, registra un DT estimado de 30.0 s. La implementación de prepago con validador en dos puertas (Escenario 1) reduciría el DT a 23.4 s, representando una mejora del 22%. El pago externo previo al abordaje (Escenario 2) alcanzaría una reducción del 47%, llevando el DT a 16.0 s, por debajo del umbral operativo de referencia.

Figura 26

Reducción del DT estimado según escenario de pago



Adicionalmente, el umbral operativo del intercambio de pasajeros máximo es igual a:

$$TIP_{max} = \frac{(30 - 4.434)}{2.275} = 11.2 \text{ pasajeros/bus}$$

Ecuación 21

Este, define el número máximo de pasajeros compatible con un DT de 30 segundos en el modelo general, ofreciendo un criterio concreto para la gestión de demanda en los nodos críticos.

Con el propósito de validar de manera empírica el potencial del pago externo en el contexto local, se realizó una medición complementaria del DT en la parada Padre Aguirre del sistema de tranvía de Cuenca, ubicada a menos de 50 metros de la parada de San Francisco. El tranvía opera exclusivamente con el pago externo mediante la tarjeta, con la compra del boleto en sus máquinas o compra del boleto en las aplicaciones móviles de diferentes bancos y cooperativas, sin ninguna transacción económica a bordo durante el embarque.

Los resultados muestran que el tranvía registra un DT promedio de 27.3 segundos con un TIP promedio de 68 pasajeros por cada detención, prácticamente el doble del TIP observado en San Francisco para buses. Sin embargo, el DT del tranvía es inferior al DT promedio de San Francisco (30 segundos) a pesar de manejar una demanda significativamente mayor. Esta diferencia responde a dos factores que actúan de manera simultánea, el sistema de pago externo que elimina la transacción económica durante el ascenso, reduciendo el tiempo de servicio al mínimo físico de movilización, y a la configuración de sus cinco puertas de acceso simultaneo al vagón, que distribuye el flujo de pasajeros en múltiples canales en paralelo. Como ya se mencionó antes, el incremento del número de puertas distribuiría mejor el flujo de personas y ya no se concentrarían en una sola puerta. En el caso de los buses de Cuenca, que opera con una única puerta delantera, ambas ventajas están ausentes, lo que implica el porqué de sus DT similares al del tranvía, con una diferencia en su demanda.

Esta evidencia empírica local constituye la validación más directa del escenario 2 propuesto en la Tabla 25, que un sistema de buses con pago externo en la parada San Francisco podría reducir su DT a valores comparables a los del tranvía, incluso ante demandas elevadas. El 42% de los usuarios encuestados que manifestó estar dispuesto a pagar antes de abordar y confirma que esta transacción cuenta con una base de aceptación social suficiente para ser viable en el corto plazo. De manera complementaria, las estrategias de *boarding limits* limitan a un número de pasajeros que pueden abordar a un bus con demanda excesiva, distribuyendo el ascenso de personas entre ese bus y el

siguiente, actuando de manera directa sobre el TIP por cada registro y en consecuencia sobre el DT. Delgado *et al.* (2012) demostraron que la aplicación combinada de estas dos estrategias puede reducir el tiempo total de espera en el sistema hasta un 61% en escenarios de alta demanda y frecuencia.

En la tercera estrategia, Ibarra *et al.* (2015) identifican las de *holding headway based*, como especialmente efectivas en corredores con *headways* inferiores a 10 minutos, que es una condición que se cumple en los tres corredores analizados. Estas estrategias retienen un bus en la parada de control hasta alcanzar un *headway* mínimo con el vehículo precedente, evitando que llegue a paradas de alta demanda que tienen acumulación excesiva de pasajeros.

Finalmente, como cuarta estrategia está el control activo del cumplimiento de frecuencias. Con un nivel medio de cumplimiento del 63%, la regularización del *headway* es condición necesaria para las estrategias anteriores tengan efecto. Hidalgo & Graftieaux (2008) señalan que los sistemas que tienen carril exclusivo y operan sin control activo de la flota, presentan patrones de degradación muy similares a los observados en Cuenca, y recomiendan utilizar tecnología básica de monitoreo GPS y despacho desde un centro de control antes de intervenir en infraestructura adicional. Esta medida ha producido que históricamente haya mejoras entre el 15% y el 25% en el cumplimiento de las frecuencias sin modificaciones físicas del corredor. Las cuatro paradas con un cumplimiento inferior al 56%, Estévez de Toral (49.4%), María Auxiliadora (50.5%), Mercado 10 de Agosto (55.2%) y Tarqui en María Auxiliadora (55.8%), deben ser el punto de partida para el monitoreo por parte de la DGM.

6. Conclusiones y recomendaciones

La presente investigación demostró que el tiempo de ascenso y descenso de los pasajeros constituye un factor operativo determinante dentro del sistema de transporte público urbano de Cuenca, su influencia sobre la eficiencia del servicio ha sido sistemáticamente subestimada en la gestión local. A partir de 371 observaciones de campo en tres corredores diferentes del Centro Histórico, los resultados confirman que el DT no es un evento aleatorio ni secundario, sino es una variable estructuralmente vinculada a la demanda de personas en la parada, con capacidad de afectar a la regularidad del servicio de manera acumulativa a lo largo de todo el recorrido.

El comportamiento del DT difiere de manera significativa entre corredores. El corredor de la Presidente Córdova es el que tiene un desempeño más crítico, con un promedio de 28.46 segundos y un coeficiente de variación de 78.97%, que es el más alto de toda la investigación. Esta dispersión en los datos no refleja únicamente la magnitud del tiempo de detención, sino la imprevisibilidad del sistema ya que los buses se detienen durante periodos que son altamente variables, y esto impide a los usuarios anticipar sus tiempos de viaje y deteriora la percepción de calidad del servicio. El valor más elevado registrado fue de 165 segundos en la parada de San Francisco e ilustra con precisión el efecto multiplicador que tiene el *bus bunching* sobre el DT, cuando la regularidad del *headway* se pierde, la parada colapsa y el tiempo de detención en la parada se dispara exponencialmente.

Los modelos de regresión que se realizaron aportaron conclusiones cuantitativas más relevantes. El modelo 1 confirma que la tasa de intercambio total de pasajeros explica el 79.3% de la variabilidad del DT en el sistema con $\beta_1 = 2.77 \text{ s/pasajero}$, una capacidad predictiva elevada que valida la centralidad de la demanda como la variable de control. Sin embargo, es el modelo 2 el que revela que el hallazgo significativo es el proceso de ascenso que impacta 3.2 veces más que el descenso ($2.572 \text{ s/pasajero vs } 0.804 \text{ s/p}$). Esta asimetría no se explica por factores físicos ni de comportamiento del usuario, sino por una causa exclusivamente operativa, la obligatoriedad de realizar el pago al ascender. El descenso, no requiere ninguna transacción y por ende es un proceso fluido, mientras que el ascenso y la validación de la tarjeta, es el cuello de botella en el sistema. A partir del modelo 1 de regresión se establece que una detención de aproximadamente 30 segundos es operativamente aceptable y se alcanza apenas a 11.2 pasajeros de intercambio por cada bus, umbral que se supera en gran medida en los nodos de mayor demanda, como San Francisco.

Por otra parte, el modelo 3 demuestra que la frecuencia de servicio como una variable explicativa, no aporta capacidad explicativa adicional al DT cuando se controla efectos de demanda. Este resultado tiene una implicación directa, aumentar la frecuencia de buses no reduce el DT si el proceso de embarque no se modifica. La solución no está en más buses, sino en un embarque más eficiente.

De igual manera, el análisis del cumplimiento de frecuencias reveló un déficit sistémico que agrava el problema, con un promedio de 63% de cumplimiento, sin alcanzar el 100% en ninguna de las paradas, y se evidenció que el sistema opera en un estado de irregularidad estructural. Esta condición si aumenta el DT ya que al concentrar pasajeros entre llegadas, se generan picos de demanda que superan la capacidad de cada bus e influyen en la variabilidad del tiempo de detención.

Este déficit de regularidad activa un mecanismo de retroalimentación negativa que los estudios de transporte denominan *bus bunching*, y que los datos de este trabajo ilustran con claridad. Un bus que se retrasa acumula más pasajeros en las paradas siguientes; al acumular más pasajeros, su tiempo de detención aumenta; al aumentar el DT, se retrasa aún más; y la unidad siguiente, con menos pasajeros en ruta, reduce progresivamente su propio DT hasta alcanzar al bus de adelante. Los buses se comportan como imanes: la irregularidad atrae más irregularidad.

La percepción de los usuarios refleja la dualidad del problema ya que el 42% consideran que los buses se detienen muy poco tiempo, mientras que el 18% lo percibe como muy largo. Esta contradicción es, en realidad, la manifestación de la alta variabilidad del DT, los usuarios que habitualmente se encuentran con buses con mucha ocupación experimentan detenciones cortas, mientras que otros que viajan en condiciones de menor demanda, perciben tiempos en la parada demasiado largos. Por ello, la solución no es uniformizar la duración de la detención, si no regularizarla hasta que esta pueda ser predecible.

Finalmente, la medición complementaria de la parada Padre Aguirre del tranvía de Cuenca tiene un DT promedio de 27.3 segundos con un TIP de 68 pasajeros/pasada, esto ofrece la validación empírica más importante del trabajo. Un sistema con pago previo al embarque y cinco puertas de acceso gestiona una demanda seis veces superior a la de los buses, sin aumentar proporcionalmente el tiempo de detención. Esta evidencia no es teórica ni foránea, es local, medida desde el mismo contexto urbano y bajo las mismas condiciones de los usuarios.

Como recomendaciones, la primera intervención debe orientarse hacia un proceso de embarque en los nodos de alta demanda. La parada de San Francisco, que cuenta con el mayor DT y TIP, debe ser declarada una zona de prioridad operativa. Se recomienda implementar un sistema de validación de la tarjeta Movilízate fuera de la unidad, antes del embarque siguiendo de manera similar al modelo del tranvía. El análisis de escenarios proyecta una reducción del DT entre el 44% y el 62% en esta parada, teniendo un efecto directo sobre la regularidad de las seis líneas que convergen en esa parada. Esta medida no requiere ninguna infraestructura, se puede implementar validadores fijos en la parada y realizar ajustes en el protocolo de la operación.

Asimismo, es imprescindible garantizar la cobertura total y la fiabilidad de manera permanente del sistema Movilízate. Ya que la asimetría de ascenso y descenso que es 3.2:1 se origina exclusivamente en la transacción y cualquier interrupción del servicio de recarga debe tratarse como pasajeros una falla operativa. Por eso, se recomienda también ampliar a un sistema de recarga digital y establecer mecanismos de monitoreo en tiempo real del estado de los validadores en los vehículos.

Respecto a la gestión de la demanda, es recomendable adoptar un umbral máximo de 11 pasajeros por bus como indicador de alerta operativa. Y cuando se detecte la acumulación de personas, la DGM debe activar protocolos de despacho anticipado de unidades adicionales. Este umbral es derivado directo del modelo 1 y convierte un resultado estadístico en un criterio importante de gestión, aplicable sin necesidad del uso de sistemas tecnológicos complejos.

La regularización del *headway* también es una condición necesaria para que cualquier mejora en este proceso tenga efecto. Con un cumplimiento del 63% el sistema opera en un estado que genera irregularidad y acumulación de pasajeros, lo cual prolonga el DT y el DT amplía los intervalos entre buses. De esta forma, se recomienda implementar estrategias de holding, basadas en *headway* en puntos de mayor convergencia de líneas, que podría ser especialmente en los corredores Pío Bravo y Tarqui, donde los intervalos menores a 10 minutos hacen que esta estrategia sea técnicamente eficiente.

Finalmente, se recomienda que los futuros procesos de renovación de flota contemplen la incorporación de dos puertas de acceso, para que el acceso tenga mayor fluidez. La comparación entre el tranvía muestra que el número de puertas de acceso es una variable estructural que si pudiera reducir el DT, distribuyendo el flujo de pasajeros se reduciría el tiempo de detención, sin

modificar la infraestructura de las paradas, ni el comportamiento de los usuarios. Esta medida de mediano plazo complementa y potencia las intervenciones de corto plazo que estén propuestas.

7. Referencias bibliográficas

- Alcaldía de Cuenca. (2025). *DatosMov: Dinámicas de movilidad*. <https://datosmov.cuenca.gob.ec/>
- Aydin, M. M. (2022). The modeling of effective parameters on public bus passengers' boarding time prediction. *Journal of Engineering Research (Kuwait)*, 10(1), 1–16. <https://doi.org/10.36909/jer.10079>
- Box, P. C., & Oppenlander, J. C. (1976). *Manual of Traffic Engineering Studies* (4th ed.). Institute of Transportation Engineers.
- Cal Mayor, R. R., & Cárdenas, J. G. (2018). *Ingeniería de Tránsito Fundamentos y Aplicaciones*. (9na. Ed). Alfaomega
- Currie, G., Delbosch, A., & Reynolds, J. (2012). Modelado del tiempo de paradas de los tranvías en Melbourne, Australia, y Toronto, Canadá. *Transportation Research Record*, 2275(1), 22–29. <https://doi.org/10.3141/2275-03>
- Delgado, F., Muñoz, J. C., & Giesen, R. (2012). How much can holding and/or limiting boarding improve transit performance? *Transportation Research Part B: Methodological*, 46(9), 1202–1217. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2012.04.005>
- Dirección de Gestión de Movilidad. (2025). *Proyecto Carriles Exclusivos*. Alcaldía de Cuenca. <https://www.cuenca.gob.ec/content/direccion-general-de-gestion-de-movilidad>
- Fernández, R., & Planzer, R. (2002). Sobre la capacidad de los sistemas de transporte público en autobús. *Reseñas de transporte*, 22(3), 267–293. <https://doi.org/10.1080/03081061003643762>
- Fletcher, G., & El-Geneidy, A. (2013). Effects of fare payment types and crowding on dwell time. *Transportation Research Record*, 2351 (1), 124–132. <https://doi.org/10.3141/2351-14>
- Global BRT data. (Mayo, 2025). *Flujo de pasajeros*. <https://brtdata.org/>
- Guajarati, D. N., & Porter, D. C. (2009). *BASIC ECONOMETRICS*. (5ta ed). TheMcGraw- Hill Series Economics. https://ucanapplym.s3.ap-south-1.amazonaws.com/RGU/notifications/E_learning/Online_study/Basic-Econometrics-5th-Ed-Gujarati-and-P.pdf
- Hidalgo, D., & Graftieaux, P. (2008). Bus Rapid Transit Systems in Latin America and Asia. *Transportation Research Record*, 2072 (1), 77–88. <https://doi.org/10.3141/2072-09>

- Ibarra Morales, L. E., Romero Vivar, N. G., & Paredes Zempual, D. (2017). La calidad del servicio en el sistema de transporte público y su impacto en la satisfacción del usuario. *Innovaciones de negocios*, 14 (28), 263-286. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9552079>
- Ibarra Rojas, O. J., Delgado, F., Giesen, R., & Muñoz, J. C. (2015). Planning, operation, and control of bus transport systems: A literature review. In *Transportation Research Part B: Methodological*, 77, 38–75. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2015.03.002>
- Ibarra Rojas, O. J., Muñoz, J. C., Giesen, R., & Knapp, P. (2019). Integrating Frequency Setting, Timetabling, and Route Assignment to Synchronize Transit Lines. *Journal of Advanced Transportation*, 2019, 1-13. <https://doi.org/10.1155/2019/9408595>
- Miccio Palermo, N., Armentano, M., & Tommasel, A. (2025). ¿Cuánto Falta? Modelos Predictivos del Tiempo de Llegada de Autobuses. *JAIIO Jornadas Argentinas de Información*, 11 (1), 311-324. <https://revistas.unlp.edu.ar/JAIIO/article/view/19828>
- Milkovits, M. N. (2008). Modeling the factors affecting bus stop dwell time use of automatic passenger counting, automatic fare counting, and automatic vehicle location data. *Transportation Research Record*, 2072 (1), 125–130. <https://doi.org/10.3141/2072-13>
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vinning, G. G. (2012). *INTRODUCTION TO LINEAR REGRESSION ANALYSIS*. (5ta ed). Wiley. https://www.kwcsangli.in/uploads/3--Introduction_to_Linear_Regression_Analysis__5th_ed._Douglas_C._Montgomery__Elizabeth_A._Peck__and_G_.pdf
- Moreno González, E.G. (2011). *Caracterización de la capacidad y parámetros representativos de distintos sistemas de transporte público urbano bajo distinto tipo de infraestructura y grado de reserva de plataforma* [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid]. Research Gate. 0.13140/RG.2.2.16237.87525
- Rocano, A., & Serrano, J. (2022). *Análisis del uso correcto de los carriles exclusivos del transporte público urbano en el Centro Histórico de Cuenca y sus repercusiones económicas* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional de la UPS.
- Suin Guaraca, L., & Feijoo Criollo, P. (2023). Eficiencia Técnica en el Servicio de Transporte Público de Pasajeros: estudio de caso Cuenca, Ecuador. *Revsita Transporte y Territorio*, (30), 190-204. <https://doi.org/10.34096/rtt.i30.12454>

- Tirachini, A. (2013). Bus dwell time: The effect of different fare collection systems, bus floor level and age of passengers. *Transportmetrica A: Transport Science*, 9(1), 28–49. <https://doi.org/10.1080/18128602.2010.520277>
- Transportation Research Board. (2003). *Manual de capacidad y calidad del servicio de tránsito* (2.^a ed., Informe TCRP 100). National Academies Press. <https://trb.org/Main/Blurbs/153590.aspx>
- Weinszihr, L., Tsakarestos, A., Bachmann Scheurell, F., & Bogenberger, K. (Septiembre de 2023). *Detección de la agrupación de autobuses mediante el análisis de datos de control de transporte público prevalentes*. XI Simposio de la Asociación Europea para la Investigación en Transporte (hEART 2023) Zúrich, Suiza. https://www.researchgate.net/publication/373872612_Detection_of_Bus_Bunching_through_the_Analysis_of_Prevalent_Public_Transport_Control_Data
- Wooldridge, J. M. (2012). *Introductory Econometrics A Modern Approach*. (5ta ed). South-Western Cengage Learning. https://cbpbu.ac.in/userfiles/file/2020/STUDY_MAT/ECO/2.pdf
- Zarate Cueva, D.L., & Zumba Contreras, C.A. (2024). *Análisis del uso correcto de los carriles exclusivos del transporte público urbano en el Centro Histórico de Cuenca y sus repercusiones económicas*. [Tesis de grado, Universidad de Cuenca]. Repositorio Institucional Universidad de Cuenca. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/5a4fb702-daaa-45da-a6ba-4dffefe8f4bc>

8. Anexos

Anexo 1

Datos levantados por cada parada en el corredor Pío Bravo

Corredor Pío Bravo							
Nombre de la parada	Hora	Línea	Demanda Subida (personas)	Tiempo de subirse (s)	Demanda Bajada (personas)	Tiempo de Bajarse (s)	Tiempo del Bus en la parada (s)
María Auxiliadora Jueves, 19-02-2026 5:30-6:30	5:35:00	17	8	12	0	0	21
	5:38:00	27	10	15	0	0	30
	5:38:00	8	6	8	1	3	28
	5:38:00	25	1	3	1	3	26
	5:38:00	12	0	0	0	0	0
	5:47:00	27	12	25	1	2	43
	5:52:00	12	4	12	0	0	24
	5:52:00	27	4	7	0	0	9
	5:55:00	8	10	28	5	13	30
	5:57:00	12	4	10	2	4	11
	6:00:00	27	8	14	1	3	18
	6:02:00	12	1	7	1	2	8
	6:02:00	25	3	12	1	2	13
	6:04:00	8	5	17	3	4	18
	6:07:00	27	11	24	0	0	25
	6:07:00	17	3	9	2	4	17
	6:07:00	12	0	0	1	3	5
	6:15:00	12	2	5	0	0	5
	6:16:00	9	1	4	0	0	6
	6:17:00	27	8	19	2	6	24
	6:17:00	8	7	16	8	7	18
	6:23:00	8	4	13	0	0	20
	6:23:00	25	1	8	0	0	15
	6:25:00	17	8	25	0	0	25
	6:25:00	27	15	38	0	0	38
	6:27:00	12	6	16	5	5	17
6:33:00	27	19	36	0	0	40	
Total			161	383	34	61	534
9 de octubre Viernes, 20-02-2026 7:00-8:00	7:01:00	22	3	12	1	2	24
	7:01:00	28	3	12	4	7	12
	7:02:00	9	2	8	3	5	9
	7:04:00	12	1	5	2	4	7
	7:05:00	25	0	0	0	0	0
	7:07:00	100	5	10	1	3	15
	7:08:00	28	2	8	0	0	9

7:08:00	22	7	15	2	4	16
7:09:00	50	6	13	3	5	14
7:09:00	8	3	5	2	4	19
7:09:00	17	4	10	0	0	12
7:10:00	100	6	10	0	0	10
7:11:00	1B	12	13	0	0	14
7:11:00	1B	0	0	0	0	0
7:12:00	12	0	0	0	0	0
7:12:00	28	0	0	0	0	0
7:12:00	27	3	6	9	13	15
7:14:00	8	2	10	0	0	11
7:14:00	27	0	0	0	0	0
7:15:00	22	5	11	0	0	11
7:15:00	1	3	11	3	6	14
7:16:00	12	1	11	7	10	13
7:16:00	17	1	5	0	0	5
7:17:00	50	2	2	0	0	5
7:19:00	12	6	16	2	4	17
7:19:00	25	1	16	1	3	16
7:20:00	28	0	0	0	0	0
7:20:00	100	5	14	1	2	14
7:20:00	100	0	0	1	3	7
7:21:00	22	0	0	1	2	5
7:22:00	8	2	9	3	5	9
7:22:00	27	9	17	3	6	19
7:24:00	17	3	11	1	2	11
7:25:00	22	0	0	0	0	0
7:25:00	1	4	3	2	4	11
7:25:00	27	3	10	1	3	10
7:26:00	12	3	8	2	5	14
7:27:00	1	0	0	1	3	3
7:27:00	50	7	21	0	0	24
7:31:00	12	1	7	0	0	8
7:31:00	9	2	7	3	6	15
7:32:00	22	6	18	1	2	18
7:32:00	28	5	10	0	0	17
7:33:00	100	5	14	1	3	20
7:34:00	27	10	24	3	7	32
7:35:00	28	1	1	0	0	6
7:35:00	100	2	3	2	5	11
7:36:00	12	1	7	4	7	13
7:38:00	50	10	22	3	6	28
7:39:00	8	1	7	6	10	10
7:40:00	22	19	35	0	0	35
7:40:00	1	15	35	2	5	37
7:41:00	28	3	14	0	0	14

	7:41:00	8	0	0	0	0	0
	7:42:00	28	1	2	0	0	4
	7:43:00	22	0	0	4	8	8
	7:43:00	1	1	2	0	0	3
	7:44:00	12	2	7	4	7	18
	7:45:00	100	2	6	2	5	12
	7:48:00	28	3	6	0	0	10
	7:50:00	12	3	10	2	5	14
	7:52:00	22	1	5	2	4	13
	7:53:00	25	2	3	1	3	15
	7:54:00	9	6	13	3	5	19
	7:55:00	22	1	4	0	0	5
	7:55:00	1	3	5	0	0	10
	7:55:00	8	2	10	1	2	11
	7:56:00	27	0	0	3	3	7
	7:57:00	27	4	10	0	0	10
	7:57:00	28	0	0	1	2	9
	7:57:00	17	2	5	0	0	6
	7:58:00	100	2	5	0	0	6
Total			230	599	104	200	839
Escuela Francisco Davila Viernes, 20-02-2026 5:40-6:40	5:40:00	8	1	4	1	2	4
	5:44:00	17	2	10	2	4	16
	5:46:00	25	2	5	0	0	12
	5:46:00	12	0	0	2	4	9
	5:49:00	27	1	6	1	5	23
	5:52:00	27	1	4	0	0	5
	5:52:00	12	3	10	1	4	13
	5:55:00	8	8	20	1	5	24
	5:59:00	12	0	0	0	0	0
	6:02:00	27	5	16	1	6	16
	6:03:00	8	2	10	1	5	13
	6:04:00	12	2	5	1	3	5
	6:07:00	25	11	21	0	0	26
	6:12:00	27	16	30	0	0	50
	6:12:00	17	2	15	0	0	26
	6:12:00	12	4	10	0	0	15
	6:12:00	12	0	0	0	0	0
	6:14:00	27	2	10	0	0	10
	6:16:00	9	2	9	0	0	9
	6:20:00	8	17	37	0	0	40
	6:20:00	27	6	16	0	0	16
	6:24:00	12	1	3	1	3	6
	6:27:00	27	7	20	0	0	23
6:27:00	17	9	7	0	0	21	
6:32:00	25	1	3	1	3	9	
6:32:00	12	1	5	1	3	7	
6:34:00	12	5	14	0	0	14	

	6:37:00	8	1	2	2	3	7
Total			112	292	16	50	419
Hospital Católico Lunes, 23-102-2026 7:00-8:00	7:02:00	22	4	8	0	0	9
	7:02:00	100	0	0	1	2	6
	7:06:00	12	1	5	1	2	7
	7:08:00	8	2	6	1	3	8
	7:08:00	12	0	0	0	0	0
	7:09:00	19	0	0	0	0	0
	7:09:00	22	2	7	1	3	7
	7:11:00	12	0	0	0	0	0
	7:12:00	100/8	7	15	0	0	17
	7:12:00	28	0	0	0	0	0
	7:14:00	8	0	0	0	0	0
	7:14:00	28	0	0	0	0	0
	7:15:00	28	0	0	0	0	0
	7:17:00	22	1	5	1	2	6
	7:17:00	19	0	0	0	0	0
	7:17:00	100	1	2	0	0	2
	7:19:00	32	3	8	0	0	18
	7:20:00	12	0	0	3	4	9
	7:22:00	12	3	10	2	5	11
	7:22:00	22	2	12	0	0	12
	7:24:00	28	3	6	0	0	9
	7:24:00	19	0	0	1	1	4
	7:25:00	8	2	3	1	2	7
	7:26:00	12	0	0	1	2	17
	7:27:00	22	3	5	0	0	10
	7:27:00	100	3	5	2	4	8
	7:28:00	19	3	8	0	0	11
	7:29:00	100	0	0	2	3	5
	7:31:00	12	0	0	0	0	0
	7:32:00	22	0	0	0	0	0
	7:32:00	8	4	7	3	5	12
	7:36:00	28	2	4	0	0	6
	7:36:00	28	1	4	0	0	8
	7:38:00	100	8	20	1	2	21
	7:38:00	12	0	0	0	0	0
	7:39:00	22	3	4	0	0	7
	7:40:00	8	4	5	3	5	13
	7:42:00	28	1	2	0	0	3
	7:43:00	28	0	0	0	0	0
	7:44:00	19	0	0	1	3	6
7:46:00	22	2	7	2	5	10	
7:47:00	32	4	6	0	0	9	
7:48:00	28	0	0	2	3	7	
7:50:00	12	3	8	1	2	8	
7:52:00	22	0	0	0	0	0	

	7:52:00	28	0	0	0	0	0
	7:54:00	12	2	4	0	0	8
	7:57:00	19	2	5	0	0	5
	7:59:00	8	0	0	2	4	11
	7:59:00	100	0	0	1	2	5
	8:00:00	22	4	8	0	0	8
	8:01:00	28	3	6	0	0	7
Total			83	195	33	64	337
Estevez de Toral Martes, 24-02-2026 4:00-5:00	4:04:00	8	3	12	1	4	15
	4:06:00	27	3	8	5	6	12
	4:14:00	27	0	0	0	0	0
	4:16:00	8	2	4	0	0	8
	4:21:00	27	0	0	0	0	0
	4:31:00	8	1	10	3	5	11
	4:38:00	8	1	4	0	0	6
	4:39:00	27	2	7	1	2	8
	4:44:00	27	0	0	0	0	0
	4:52:00	8	0	0	1	2	4
	4:57:00	27	0	0	0	0	0
4:59:00	27	0	0	0	0	0	
Total			12	45	11	19	64

Anexo 2

Datos levantados por cada parada en el corredor Tarqui

Corredor Tarqui							
Nombre de la parada	Hora	Línea	Demanda Subida (personas)	Tiempo de subirse (s)	Demanda Bajada (personas)	Tiempo de Bajarse (s)	Tiempo del Bus en la parada (s)
Mercado 10 de Agosto Jueves, 26-02-2026 5:30-6:30	5:35:00	18	2	4	6	13	16
	5:35:00	16	4	6	10	18	25
	5:39:00	27	14	32	7	12	32
	5:39:00	18	1	4	3	7	20
	5:44:00	12	5	10	5	8	15
	5:45:00	16	10	24	1	4	27
	5:46:00	27	17	75	2	5	75
	5:46:00	16	2	7	0	0	7
	5:48:00	18	3	15	4	7	20
	5:49:00	27	1	3	0	0	4
	5:52:00	12	7	23	4	5	23
	5:52:00	25	4	13	1	3	13
	5:54:00	18	0	0	0	0	0
	5:54:00	17	8	20	0	0	23
	5:55:00	16	6	16	0	0	17

	5:58:00	27	11	28	17	28	37
	6:00:00	12	8	16	10	17	23
	6:01:00	18	2	5	0	0	5
	6:03:00	27	9	30	4	6	30
	6:04:00	16	4	10	1	3	11
	6:05:00	16	4	15	0	0	15
	6:05:00	12	0	0	8	10	13
	6:08:00	27	7	20	2	7	20
	6:09:00	12	3	9	8	5	9
	6:10:00	16	3	10	5	7	10
	6:12:00	18	5	30	3	5	32
	6:13:00	17	5	13	1	2	13
	6:15:00	17	10	25	3	5	25
	6:16:00	25	3	7	1	3	9
	6:17:00	12	3	5	7	11	15
	6:23:00	12	3	11	11	22	24
	6:24:00	18	1	2	6	7	9
	6:25:00	27	14	48	4	4	48
	6:29:00	27	0	0	2	4	10
	6:32:00	16	15	20	0	0	20
	6:33:00	18	3	15	3	5	45
Total			197	571	139	233	740
Maria Auxiliadora Viernes, 27-02- 2026 12:30- 13:30	12:34:00	18	0	0	1	5	6
	12:36:00	16	17	30	4	8	35
	12:38:00	12	2	5	1	3	7
	12:39:00	16	11	26	0	0	30
	12:43:00	12	0	0	7	5	13
	12:44:00	17	9	30	3	5	31
	12:46:00	18	4	8	2	3	8
	12:46:00	20	15	29	3	7	30
	12:48:00	18	0	0	0	0	0
	12:51:00	16	13	30	0	0	30
	12:53:00	12	5	9	5	8	12
	12:53:00	18	2	5	1	5	5
	12:57:00	16	11	25	1	3	35
	12:58:00	18	2	5	3	6	10
	12:59:00	20	10	18	3	5	19
	13:01:00	25	17	28	2	5	35
	13:04:00	18	3	2	0	0	5
	13:05:00	17	11	20	3	5	38
	13:07:00	12	6	15	7	9	20
	13:08:00	20	14	24	1	5	25
13:08:00	16	13	30	2	3	30	
13:13:00	12	0	0	4	12	12	
13:13:00	16	7	10	1	4	11	
13:13:00	18	1	2	1	3	5	

13:18:00	20	6	9	2	6	13
13:18:00	16	7	16	2	5	18
13:18:00	18	0	0	2	4	13
13:21:00	12	2	6	1	2	11
13:23:00	25	4	10	0	0	10
13:25:00	18	0	0	2	4	4
13:26:00	18	12	30	0	0	31
13:26:00	12	1	3	0	0	7
13:27:00	17	1	4	0	0	5
13:31:00	12	0	0	1	3	7
Total		206	429	65	133	571

Anexo 3

Datos levantados por cada parada en el corredor Presidente Córdova

Corredor Presidente Córdova							
Nombre de la parada	Hora	Línea	Demanda Subida (personas)	Tiempo de subirse (s)	Demanda Bajada (personas)	Tiempo de Bajarse (s)	Tiempo del Bus en la parada (s)
Parque UNE - Viernes, 27-02- 2026 5:50- 6:50	5:52:00	3	5	11	0	0	33
	5:59:00	5	3	7	3	5	8
	6:00:00	19	0	0	2	6	7
	6:00:00	13B	2	7	5	12	17
	6:02:00	3	10	28	3	5	31
	6:04:00	20	19	47	5	10	48
	6:05:00	3	2	5	2	4	15
	6:05:00	5	2	5	1	4	5
	6:07:00	19	5	13	0	0	20
	6:12:00	19	2	5	1	4	5
	6:14:00	20	10	27	12	15	30
	6:14:00	20	10	23	4	8	25
	6:16:00	13B	3	7	0	0	14
	6:16:00	13	6	10	1	2	10
	6:16:00	5	5	10	0	3	14
	6:24:00	5	5	15	3	4	55
	6:24:00	3	19	60	2	3	65
	6:24:00	3	6	11	5	3	50
	6:26:00	20	8	15	2	8	27
	6:27:00	13	5	14	3	4	17
	6:29:00	19	15	30	0	0	30
	6:32:00	5	10	35	2	2	35
	6:32:00	20	4	7	3	5	25
6:34:00	13B	4	7	1	4	7	
6:39:00	13	16	38	2	2	38	

	6:40:00	5	5	12	0	0	12
	6:45:00	19	13	20	0	0	20
	6:45:00	3	10	16	3	4	28
	6:47:00	5	4	12	2	7	16
	6:49:00	13	7	14	3	6	15
	6:51:00	3	8	18	1	3	25
	6:51:00	13	2	10	0	0	18
Total			225	539	71	133	765
Victor J. Cuesta - Viernes, 06-03- 2026 12:35:13:35	12:37:00	5	1	4	10	15	23
	12:40:00	24	2	6	15	12	25
	12:42:00	20	2	6	15	15	20
	12:42:00	13B	1	4	5	12	21
	12:42:00	5	2	7	9	11	16
	12:43:00	19	1	8	8	13	19
	12:47:00	3	15	38	6	9	40
	12:50:00	24	4	3	26	30	31
	12:50:00	5	9	22	9	10	25
	12:50:00	3	7	12	5	7	18
	12:52:00	13	2	5	1	3	8
	12:52:00	20	3	8	3	2	10
	12:55:00	19	4	8	2	3	17
	12:56:00	24	2	8	13	13	18
	12:57:00	5	5	9	0	0	12
	12:59:00	20	6	10	3	9	15
	13:00:00	13B	4	10	3	2	11
	13:01:00	24	0	0	0	0	0
	13:05:00	19	5	10	3	5	12
	13:05:00	24	8	13	4	7	25
	13:05:00	5	2	6	2	4	8
	13:06:00	3	3	7	1	2	8
	13:07:00	3	6	9	1	3	12
	13:07:00	13	2	6	2	4	15
	13:10:00	5	4	6	5	4	8
	13:12:00	20	7	22	5	6	25
	13:13:00	4	3	12	1	4	16
	13:18:00	19	3	7	3	5	9
	13:18:00	13B	7	12	3	6	13
	13:18:00	3	4	5	6	10	15
	13:21:00	5	7	16	4	6	23
	13:21:00	24	0	0	0	0	0
	13:22:00	24	5	10	1	2	11
13:27:00	5	1	4	1	2	6	
13:27:00	13	5	15	5	6	16	
13:27:00	3	6	10	2	4	11	
13:29:00	3	0	0	1	2	6	
13:31:00	24	6	13	3	2	14	

	13:33:00	19	7	18	1	2	18
	13:33:00	13B	2	10	4	5	11
	13:34:00	20	7	11	2	2	13
	13:34:00	5	1	4	5	6	10
	13:35:00	20	1	3	0	0	3
Total			172	397	198	265	637
San Francisco - Viernes, 06-03- 2026 5:40- 6:40	17:41:00	19	4	6	4	0	10
	17:41:00	19	5	7	0	0	13
	17:44:00	20	10	23	5	7	38
	17:45:00	3	18	43	2	5	43
	17:45:00	3	7	5	0	6	40
	17:46:00	20	1	2	1	3	60
	17:46:00	5	18	55	6	12	56
	17:49:00	13B	19	44	9	12	47
	17:51:00	19	18	35	1	3	45
	17:51:00	5	3	10	4	8	25
	17:53:00	3	13	30	1	6	45
	17:56:00	3	8	20	1	13	28
	17:56:00	20	18	40	3	8	41
	17:59:00	5	20	39	9	13	53
	17:59:00	19	24	59	0	0	60
	18:05:00	13B	10	17	5	8	28
	18:05:00	19	5	9	10	15	24
	18:08:00	5	10	22	0	0	40
	18:08:00	13	18	48	1	3	60
	18:11:00	3	24	75	5	6	135
	18:16:00	5	7	13	6	8	33
	18:16:00	19	11	25	4	7	45
	18:18:00	20	14	70	0	0	76
	18:18:00	3	6	12	0	0	40
	18:19:00	3	7	10	0	0	27
	18:20:00	20	3	5	5	0	7
	18:22:00	20	2	5	0	0	23
	18:25:00	13B	13	33	8	14	36
	18:27:00	5	9	12	8	6	30
	18:27:00	19	5	6	3	5	15
	18:34:00	5	3	14	11	12	15
	18:34:00	20	5	20	2	5	21
18:35:00	13	4	15	1	5	17	
18:36:00	13	8	23	2	5	24	
18:38:00	3	32	150	6	10	154	
Total			382	1002	123	205	1454

Anexo 4

Resultados modelo de regresión 1 general

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.8907
R Square	0.7934
Adjusted R Square	0.7928
Standard Error	7.3167
Observations	371

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	75866.8411	75866.8411	1417.140442	2.0231E-128
Residual	369	19754.4743	53.5351606		
Total	370	95621.3154			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	4.4338741	0.56578328	7.8367005	4.99483E-14	3.321310119	5.54643808	3.32131012	5.54643808
Intercambio de Pasajeros	2.27507098	0.0604359258	37.6449258	2.0231E-128	2.156230777	2.39391119	2.15623078	2.39391119

Anexo 5

Resultados modelo de regresión 2 general

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.8364
R Square	0.6996
Adjusted R Square	0.6980
Standard Error	8.9611
Observations	371

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	2	68850.12	34425.0608	428.692	7.47916E-97
Residual	368	29551.30	80.302		
Total	370	98401.42	86		

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3.0868	0.693398	4.4517	1.13068E-05	1.72332	4.4503	1.72332	4.45036
Demanda Subida (personas)	4295	1	6149	5.33002E-92	3251	6265	325	265
Demanda Bajada (personas)	2.5716	0.092880	27.687	4.53806E-07	2.38903	2.7543	2.38903	2.75432
	7799	85	9252		4183	2179	418	179
	0.8025	0.156222	5.1369		0.49531	1.1097	0.49531	1.10971
	119	94	6568		0218	1358	022	358

Anexo 6

Resultados modelo de regresión 3 general

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.8365
R Square	0.6998
Adjusted R Square	0.6974
Standard Error	8.9702
Observations	371

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	3	68870.43	22956.8108	285.298	1.5433E-95
Residual	367	29530.99	80.465		
Total	370	98401.42	86		

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
--	---------------------	-----------------------	---------------	----------------	------------------	------------------	--------------------	--------------------

	3.7643	1.516581	2.4820	0.01350	0.78202	6.7465	0.78202	6.74658
Intercept	0176	85	9602	7826	099	8254	099	254
Demanda Subida (personas)	2.5677	0.093295	27.523	2.9329	2.38433	2.7512	2.38433	2.75125
	99	36	3313	E-91	844	5955	844	955
Demanda Bajada (personas)	0.7892	0.158594	4.9765	9.97198	0.47738	1.1011	0.47738	1.10111
	4902	37	2617	E-07	129	1675	129	675
	-	-	-	-	-	-	-	-
Frecuencia total (buses/hora)	0.0145	0.028925	0.5024	0.61568	0.07141	0.0423	0.07141	0.04234
	326	81	087	1346	37	4855	371	855

Anexo 7

Resultados modelo de regresión 1 Pío Bravo

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.8532
	4533
R Square	0.7280
Adjusted R Square	0.7265
	8858
Standard Error	4.9006
	7167
Observations	191

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	12150.55	12150.55	505.923	2.47636
		17	5517	4211	E-55
Residual	189	4539.134	24.016		
		14	5828		
Total	190	16689.68			
		59			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3.3386	0.506759	6.5882	4.29945	2.33905	4.3383	2.33905	4.33831
	8304	53	9841	E-10	1674	144	167	44
Intercambio de Pasajeros	1.9539	0.086868	22.492	2.47636	1.78255	2.1252	1.78255	2.12526
	0897	42	7415	E-55	2747	6519	275	519

Anexo 8

Resultados modelo de regresión 2 Pío Bravo

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.8703
R Square	0.7575
Adjusted R Square	0.7549
Standard Error	4.6395
Observations	191

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	2	12642.8764	6321.4382	293.6709499	1.44036E-58
Residual	188	4046.80947	21.5255823		
Total	190	16689.6859			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	3.80667241	0.48963781	7.77446577	4.83078E-13	2.840782165	4.77256266	2.84078217	4.77256266
Demanda Subida (personas)	2.13134408	0.09022172	23.6234037	3.60067E-58	1.953367064	2.3093211	1.95336706	2.3093211
Demanda Bajada (personas)	0.96657479	0.22222787	4.34947606	2.23472E-05	0.528194168	1.40495542	0.52819417	1.40495542

Anexo 9

Resultados modelo de regresión 3 Pío Bravo

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.8732
R Square	0.7626
Adjusted R Square	0.7588
Standard Error	4.6026
Observations	191

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	3	12728.2259	4242.74196	200.2778645	3.81975E-58
Residual	187	3961.45999	21.184278		
Total	190	16689.6859			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	5.45281679	0.95316897	5.72072423	4.14771E-08	3.572470793	7.33316279	3.57247079	7.33316279
Demanda Subida (personas)	2.11294262	0.08997188	23.4844774	1.13069E-57	1.935452293	2.29043294	1.93545229	2.29043294
Demanda Bajada (personas)	1.02977242	0.222696	4.62411737	7.00354E-06	0.590453119	1.46909172	0.59045312	1.46909172
Frecuencia total (buses/hora)	0.0330982	0.01648964	2.0072137	0.046166904	0.06562786	0.0005686	0.06562786	0.0005686

Anexo 10

Resultados modelo de regresión 1 Tarqui

SUMMARY OUTPUT

<i>Regression Statistics</i>	
	0.76973
Multiple R	0.128
	0.59248
R Square	0.447
Adjusted R Square	0.58649
	1594
Standard Error	8.40636
Observations	934
	70

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	6986.48376	6986.48376	98.86480631	6.89417E-15
Residual	68	4805.35909	70.6670455		
Total	69	11791.8429			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	4.351189707	1.76078255	2.47116812	0.015977733	0.837602828	7.86477659	0.83760283	7.86477659
Intercambio de Pasajeros	1.658017662	0.16675094	9.94307831	6.89417E-15	1.32527134	1.99076398	1.32527134	1.99076398

Anexo 11

Resultados modelo de regresión 2 Tarqui

<i>Regression Statistics</i>	
	0.8053
Multiple R	0.8415
	0.6486
R Square	0.4362
Adjusted R Square	0.6381
	5537

	7.8637
Standard Error	0765
Observations	70

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	2	7648.703	3824.3	61.8447	6.06112E-16
Residual	67	4143.139	61.837		
Total	69	11791.84	29		

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	4.7392	1.651381	2.8698	0.00548	1.44310	8.0354	1.44310	8.03544
Demanda Subida (personas)	0.763	0.41	8595	9082	5217	4738	522	738
Demanda Bajada (personas)	2.0029	0.188258	10.639	4.90603	1.62717	2.3787	1.62717	2.37870
	3862	42	3041	E-16	3236	0401	324	401
	0.8434	0.293750	2.8713	0.00546	0.25713	1.4297	0.25713	1.42979
	6272	26	5991	6383	4748	9069	475	069

Anexo 12

Resultados modelo de regresión 3 Tarqui

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.8163
R Square	0.6664
Adjusted R Square	0.4969
Standard Error	0.6512
Observations	8831

ANOVA

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	3	7858.669	2619.5	43.9570	9.90761E-16
Residual	66	3933.172	59.593		
Total	69	11791.84	29		

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	58.779083	33.878317	1.735006	0.087407455	126.419325	8.86115923	126.419325	8.86115923
Demanda Subida (personas)	2.02820836	0.18530017	10.9455287	1.77194E-16	1.658244627	2.39817209	1.65824463	2.39817209
Demanda Bajada (personas)	0.66882703	0.3030072	2.20729746	0.030775317	0.06385363	1.27380043	0.06385363	1.27380043
Frecuencia total (buses/hora)	1.82370601	0.9715823	1.87704738	0.064932553	0.11612063	3.76353265	0.11612063	3.76353265

Anexo 13

Resultados modelo de regresión 1 Presidente Córdova

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.72890959
R Square	0.53130919
Adjusted R Square	0.52696946
Standard Error	15.4584038
Observations	110

<i>ANOVA</i>					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	29255.9318	29255.9318	122.4290957	1.76198E-19
Residual	108	25807.9227	238.962247		
Total	109	55063.8545			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	1.94105724	2.62411979	0.73969841	0.461087856	3.26040343	7.1425179	3.26040343	7.1425179
Intercambio	2.25660436	0.20394502	11.0647682	1.76198E-19	1.852349951	2.66085877	1.85234995	2.66085877

Anexo 14

Resultados modelo de regresión 2 Presidente Córdova

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.8097
R Square	0.6557
Adjusted R Square	0.6493
Standard Error	13.309
Observations	110

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	2	36108.3664	18054.1832	101.9123113	1.669E-25
Residual	107	18955.4881	177.154094		
Total	109	55063.8545			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	2.72546411	2.26292515	1.2043987	0.231092881	1.7605211	7.2114493	1.76052107	7.2114493
Demanda Subida (personas)	2.98695195	0.21124709	14.1396122	3.10984E-26	2.56817923	3.40572468	2.56817923	3.40572468
Demanda Bajada (personas)	0.58511065	0.32103737	1.82256245	0.071162294	0.0513085	1.22152979	0.05130849	1.22152979

Anexo 15

Resultados modelo de regresión 3 Presidente Córdoba

<i>Regression Statistics</i>	
Multiple R	0.8130
R Square	0.6609
Adjusted R Square	0.6514
Standard Error	13.270
Observations	110

ANOVA					
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	3	36397.17	12132.22	68.8945	8.51968E-25
Residual	106	18666.68	176.10		
Total	109	55063.85			

	<i>Coefficients</i>	<i>Standard Error</i>	<i>t Stat</i>	<i>P-value</i>	<i>Lower 95%</i>	<i>Upper 95%</i>	<i>Lower 95.0%</i>	<i>Upper 95.0%</i>
Intercept	17.007	11.37842	1.4947	0.13795	5.55119	39.566	5.55119	39.5664
Demanda Subida (personas)	0.6448	0.224716	2.8866	0.00683	2.44110	3.3321	2.44110	3.33214
Demanda Bajada (personas)	0.2342	0.330965	0.6929	0.48602	0.03674	1.3490	0.03674	1.34908
Frecuencia total (buses/hora)	0.1269	0.292519	0.3746	0.70312	0.95455	0.2053	0.95455	0.20534

Anexo 16

Respuestas de la encuesta pregunta 1

PREGUNTA 1: MOTIVO DEL VIAJE							
Corredor	Parada	Trabajo	Estudio	Compras	Salud	Otros	Total
Pío Bravo	Pío Bravo y Estevez de Toral	4	3	2	0	1	10
	Maria Auxiliadora	2	3	2	1	2	10
	Escuela Francisco Dávila	5	4	0	0	1	10
	9 de octubre	7	3	0	0	0	10
	Hospital Católico	5	2	2	1	0	10
Tarqui	Mercado 10 de Agosto	4	2	2	1	1	10
	Maria Auxiliadora	4	4	2	0	0	10
Presidente Córdova	Parque UNE	8	1	0	1	0	10
	Parque Víctor J. Cuesta	3	6	0	1	0	10
	San Francisco	6	1	0	0	3	10
TOTAL		48	29	10	5	8	100

Anexo 17

Respuestas de la encuesta pregunta 2

PREGUNTA 2: FRECUENCIA					
Corredor	Parada	Diario	2-3 veces	Ocasional	Total
Pío Bravo	Pío Bravo y Estevez de Toral	6	3	1	10
	Maria Auxiliadora	8	1	1	10
	Escuela Francisco Dávila	7	2	1	10
	9 de octubre	10	0	0	10
	Hospital Católico	6	2	2	10
Tarqui	Mercado 10 de Agosto	9	1	0	10
	Maria Auxiliadora	7	2	1	10
Presidente Córdova	Parque UNE	9	1	0	10
	Parque Víctor J. Cuesta	8	2	0	10
	San Francisco	6	2	2	10
TOTAL		76	16	8	100

Anexo 18

Respuestas de la encuesta pregunta 3

PREGUNTA 3: TIEMPO EN PARADA (LA MÁS IMPORTANTE)					
Corredor	Parada	Muy corto	Aceptable	Muy largo	Total
Pío Bravo	Pío Bravo y Estevez de Toral	6	2	2	10
	Maria Auxiliadora	5	3	2	10
	Escuela Francisco Dávila	2	3	5	10
	9 de octubre	7	3	0	10
	Hospital Católico	1	7	2	10
Tarqui	Mercado 10 de Agosto	8	2	0	10
	Maria Auxiliadora	5	4	1	10
Presidente Córdova	Parque UNE	1	6	3	10
	Parque Víctor J. Cuesta	4	5	1	10
	San Francisco	3	5	2	10
TOTAL		42	40	18	100

Anexo 19

Respuestas de la encuesta pregunta 4

PREGUNTA 4: TARJETA MOVILIZATE					
	Parada	Sí mucho	Es igual	No (lento)	Total
Pío Bravo	Pío Bravo y Estevez de Toral	7	2	1	10
	Maria Auxiliadora	5	4	1	10
	Escuela Francisco Dávila	7	2	1	10
	9 de octubre	8	1	1	10
	Hospital Católico	7	3	0	10
Tarqui	Mercado 10 de Agosto	7	2	1	10
	Maria Auxiliadora	8	1	1	10
Presidente Córdova	Parque UNE	9	1	0	10
	Parque Víctor J. Cuesta	6	3	1	10
	San Francisco	9	0	1	10
TOTAL		73	19	8	100

Anexo 20

Respuestas de la encuesta pregunta 5

PREGUNTA 5: PAGO EXTERNO					
	Parada	Sí	No	Tal vez	Total
Pío Bravo	Pío Bravo y Estevez de Toral	3	4	3	10
	Maria Auxiliadora	7	3	0	10
	Escuela Francisco Dávila	3	7	0	10
	9 de octubre	2	5	3	10
	Hospital Católico	3	4	3	10
Tarqui	Mercado 10 de Agosto	4	4	2	10
	Maria Auxiliadora	4	4	2	10
Presidente Córdova	Parque UNE	7	1	2	10
	Parque Victor J. Cuesta	5	5	0	10
	San Francisco	4	0	6	10
TOTAL		42	37	21	100

Anexo 21

Parada 1: Pío Bravo (Estevez de Toral)

Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	(T. Promedio Subida)/Persona	(T. Promedio Bajada)/Persona	Dwell Time
3	1	4	4	21
3	5	2.67	1.2	19
0	0	0	0	0
2	0	2	0	9
0	0	0	0	0
1	3	10	1.67	20
1	0	4	0	9
2	1	3.5	2	14
0	0	0	0	0
0	1	0	2	7
0	0	0	0	5
0	0	0	0	0

Anexo 22

Parada 2: Pío Bravo (María Auxiliadora)

Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	(T. Promedio Subida)/Persona	(T. Promedio Bajada)/Persona	Dwell Time
8	0	1.5	0	17
10	0	1.5	0	20
6	1	1.3	3	16
1	1	3.0	3	11
0	0	0.0	0	0
12	1	2.1	2	32
4	0	3.0	0	17
4	0	1.8	0	12
10	5	2.8	2.6	46
4	2	2.5	2	19
8	1	1.8	3	22
1	1	7.0	2	14
3	1	4.0	2	19
5	3	3.4	1.33	26
11	0	2.2	0	29
3	2	3.0	2	18
0	1	0.0	3	8
2	0	2.5	0	10
1	0	4.0	0	9
8	2	2.4	3	30
7	8	2.3	0.88	28
4	0	3.3	0	18
1	0	8.0	0	13
8	0	3.1	0	30
15	0	2.5	0	43
6	5	2.7	1	26
19	0	1.9	0	41

Anexo 23

Parada 3: Pío Bravo (Escuela Francisco Dávila)

Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	(T. Promedio Subida)/Persona	(T. Promedio Bajada)/Persona	Dwell Time
1	1	4	2	11.0
2	2	5	2	19.0
2	0	2.5	0	10.0
0	2	0	2	9.0
1	1	6	5	16.0
1	0	4	0	9.0
3	1	3.33	4	19.0
8	1	2.5	5	30.0
0	0	0	0	0.0
5	1	3.2	6	27.0
2	1	5	5	20.0
2	1	2.5	3	13.0
11	0	1.91	0	26.0
16	0	1.88	0	35.0
2	0	7.5	0	20.0
4	0	2.5	0	15.0
0	0	0	0	0.0
2	0	5	0	15.0
2	0	4.5	0	14.0
17	0	2.18	0	42.0
6	0	2.67	0	21.0
1	1	3	3	11.0
7	0	2.86	0	25.0
9	0	0.78	0	12.0
1	1	3	3	11.0
1	1	5	3	13.0
5	0	2.8	0	19.0
1	2	2	1.5	10.0

Anexo 24

Parada 4: Pío Bravo (9 de Octubre)

Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	(T. Promedio Subida)/Persona	(T. Promedio Bajada)/Persona	Dwell Time
3	1	4	2	19.0
3	4	4	1.75	24.0
2	3	4	1.67	18.0
1	2	5	2	14.0
0	0	0	0	0.0
5	1	2	3	18.0
2	0	4	0	13.0
7	2	2.14	2	24.0
6	3	2.17	1.67	23.0
3	2	1.67	2	14.0
4	0	2.5	0	15.0
6	0	1.67	0	15.0
12	0	1.08	0	18.0
0	0	0	0	0.0
0	0	0	0	0.0
0	0	0	0	0.0
3	9	2	1.44	24.0
2	0	5	0	15.0
0	0	0	0	5.0
5	0	2.2	0	16.0
3	3	3.67	2	22.0
1	7	11	1.43	26.0
1	0	5	0	10.0
2	0	1	0	7.0
6	2	2.67	2	25.0
1	1	16	3	24.0
0	0	0	0	0.0
5	1	2.8	2	21.0
0	1	0	3	8.0
0	1	0	2	7.0
2	3	4.5	1.67	19.0
9	3	1.89	2	28.0
3	1	3.67	2	18.0
0	0	0	0	0.0
4	2	0.75	2	12.0
3	1	3.33	3	18.0
3	2	2.67	2.5	18.0
0	1	0	3	8.0
7	0	3	0	26.0

1	0	7	0	12.0
2	3	3.5	2	18.0
6	1	3	2	25.0
5	0	2	0	15.0
5	1	2.8	3	22.0
10	3	2.4	2.33	36.0
1	0	1	0	6.0
2	2	1.5	2.5	13.0
1	4	7	1.75	19.0
10	3	2.2	2	33.0
1	6	7	1.67	22.0
19	0	1.84	0	40.0
15	2	2.33	2.5	45.0
3	0	4.67	0	19.0
0	0	0	0	0.0
1	0	2	0	7.0
0	4	0	2	13.0
1	0	2	0	7.0
2	4	3.5	1.75	19.0
2	2	3	2.5	16.0
3	0	2	0	11.0
3	2	3.33	2.5	20.0
1	2	5	2	14.0
2	1	1.5	3	11.0
6	3	2.17	1.67	23.0
1	0	4	0	9.0
3	0	1.67	0	10.0
2	1	5	2	17.0
0	3	0	1	8.0
4	0	2.5	0	15.0
0	1	0	2	7.0
2	0	2.5	0	10.0
2	0	2.5	0	10.0

Anexo 25

Parada 5: Pío Bravo (Hospital Católico)

Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	(T. Promedio Subida)/Persona	(T. Promedio Bajada)/Persona	Dwell Time
4	0	2	0	13.0
0	1	0	2	7.0
1	1	5	2	12.0
2	1	3	3	14.0
0	0	0	0	0.0

0	0	0	0	0.0
2	1	3.5	3	15.0
0	0	0	0	0.0
7	0	2.14	0	20.0
0	0	0	0	0.0
0	0	0	0	0.0
0	0	0	0	0.0
0	0	0	0	0.0
1	1	5	2	12.0
0	0	0	0	0.0
1	0	2	0	7.0
3	0	2.67	0	13.0
0	3	0	1.33	9.0
3	2	3.33	2.5	20.0
2	0	6	0	17.0
3	0	2	0	11.0
0	1	0	1	6.0
2	1	1.5	2	10.0
0	1	0	2	7.0
3	0	1.67	0	10.0
3	2	1.67	2	14.0
3	0	2.67	0	13.0
0	2	0	1.5	8.0
0	0	0	0	0.0
0	0	0	0	0.0
4	3	1.75	1.67	17.0
2	0	2	0	9.0
1	0	4	0	9.0
8	1	2.5	2	27.0
0	0	0	0	0.0
3	0	1.33	0	9.0
4	3	1.25	1.67	15.0
1	0	2	0	7.0
0	0	0	0	0.0
0	1	0	3	8.0
2	2	3.5	2.5	17.0
4	0	1.5	0	11.0
0	2	0	1.5	8.0
3	1	2.67	2	15.0
0	0	0	0	0.0
0	0	0	0	0.0
2	0	2	0	9.0
2	0	2.5	0	10.0
0	2	0	2	9.0
0	1	0	2	7.0
4	0	2	0	13.0
3	0	2	0	11.0

Anexo 26

Parada 1: Tarqui (Mercado 10 de Agosto)

Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	(T. Promedio Subida)/Persona	(T. Promedio Bajada)/Persona	Dwell Time
2	6	2	2.17	22.0
4	10	1.5	1.80	29.0
14	7	2.29	1.71	49.0
1	3	4	2.33	16.0
5	5	2	1.60	23.0
10	1	2.4	4.00	33.0
17	2	4.41	2.50	85.0
2	0	3.5	0.00	12.0
3	4	5	1.75	27.0
1	0	3	0.00	8.0
7	4	3.29	1.25	33.0
4	1	3.25	3.00	21.0
0	0	0	0.00	0.0
8	0	2.5	0.00	25.0
6	0	2.67	0.00	21.0
11	17	2.55	1.65	61.0
8	10	2	1.70	38.0
2	0	2.5	0.00	10.0
9	4	3.33	1.50	41.0
4	1	2.5	3.00	18.0
4	0	3.75	0.00	20.0
0	8	0	1.25	15.0
7	2	2.86	3.50	32.0
3	8	3	0.63	19.0
3	5	3.33	1.40	22.0
5	3	6	1.67	40.0
5	1	2.6	2.00	20.0
10	3	2.5	1.67	35.0
3	1	2.33	3.00	15.0
3	7	1.67	1.57	21.0
3	11	3.67	2.00	38.0
1	6	2	1.17	14.0
14	4	3.43	1.00	57.0
0	2	0	2.00	9.0
15	0	1.33	0.00	25.0
3	3	5	1.67	25.0

Anexo 27

Parada 4: Tarqui (María Auxiliadora)

Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	(T. Promedio Subida)/Persona	(T. Promedio Bajada)/Persona	Dwell Time
0	1	0	5	10.0
17	4	1.76	2	43.0
2	1	2.5	3	13.0
11	0	2.36	0	31.0
0	7	0	0.71	10.0
9	3	3.33	1.67	40.0
4	2	2	1.5	16.0
15	3	1.93	2.33	41.0
0	0	0	0	0.0
13	0	2.31	0	35.0
5	5	1.8	1.6	22.0
2	1	2.5	5	15.0
11	1	2.27	3	33.0
2	3	2.5	2	16.0
10	3	1.8	1.67	28.0
17	2	1.65	2.5	38.0
3	0	0.67	0	7.0
11	3	1.82	1.67	30.0
6	7	2.5	1.29	29.0
14	1	1.71	5	34.0
13	2	2.31	1.5	38.0
0	4	0	3	17.0
7	1	1.43	4	19.0
1	1	2	3	10.0
6	2	1.5	3	20.0
7	2	2.29	2.5	26.0
0	2	0	2	9.0
2	1	3	2	13.0
4	0	2.5	0	15.0
0	2	0	2	9.0
12	0	2.5	0	35.0
1	0	3	0	8.0
1	0	4	0	9.0
0	1	0	3	8.0

Anexo 28

Parada 2: Presidente Córdova (Parque Víctor J. Cuesta)

Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	(T. Promedio Subida)/Persona	(T. Promedio Bajada)/Persona	Dwell Time
1	10	4	1.5	24.0
2	15	3	0.8	23.0
2	15	3	1	26.0
1	5	4	2.4	21.0
2	9	3.5	1.22	23.0
1	8	8	1.625	26.0
15	6	2.53	1.5	52.0
4	26	0.75	1.15	38.0
9	9	2.44	1.11	37.0
7	5	1.71	1.4	24.0
2	1	2.5	3	13.0
3	3	2.67	0.67	15.0
4	2	2	1.5	16.0
2	13	4	1	26.0
5	0	1.8	0	14.0
6	3	1.67	3	24.0
4	3	2.5	0.67	17.0
0	0	0	0	0.0
5	3	2	1.67	20.0
8	4	1.63	1.75	25.0
2	2	3	2	15.0
3	1	2.33	2	14.0
6	1	1.5	3	17.0
2	2	3	2	15.0
4	5	1.5	0.8	15.0
7	5	3.14	1.2	33.0
3	1	4	4	21.0
3	3	2.33	1.67	17.0
7	3	1.71	2	23.0
4	6	1.25	1.67	20.0
7	4	2.29	1.5	27.0
0	0	0	0	0.0
5	1	2	2	17.0
1	1	4	2	11.0
5	5	3	1.2	26.0
6	2	1.67	2	19.0
0	1	0	2	7.0
6	3	2.17	0.67	20.0
7	1	2.57	2	25.0
2	4	5	1.25	20.0

7	2	1.57	1	18.0
1	5	4	1.2	15.0
1	0	3	0	8.0

Anexo 29

Parada 3: Presidente Córdova (Parque UNE)

Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	(T. Promedio Subida)/Persona	(T. Promedio Bajada)/Persona	Dwell Time
5	0	2.2	0	16.0
3	3	2.33	1.67	17.0
0	2	0	3	11.0
2	5	3.5	2.4	24.0
10	3	2.8	1.67	38.0
19	5	2.47	2	62.0
2	2	2.5	2	14.0
2	1	2.5	4	14.0
5	0	2.6	0	18.0
2	1	2.5	4	14.0
10	12	2.7	1.25	47.0
10	4	2.3	2	36.0
3	0	2.33	0	12.0
6	1	1.67	2	17.0
5	0	2	0	15.0
5	3	3	1.33	24.0
19	2	3.16	1.5	68.0
6	5	1.83	0.6	19.0
8	2	1.875	4	28.0
5	3	2.8	1.33	23.0
15	0	2	0	35.0
10	2	3.5	1	42.0
4	3	1.75	1.67	17.0
4	1	1.75	4	16.0
16	2	2.375	1	45.0
5	0	2.4	0	17.0
13	0	1.54	0	25.0
10	3	1.6	1.33	25.0
4	2	3	3.5	24.0
7	3	2	2	25.0
8	1	2.25	3	26.0
2	0	5	0	15.0

Anexo 30

Parada 4: Presidente Córdova (San Francisco)

Demanda Subida (personas)	Demanda Bajada (personas)	(T. Promedio Subida)/Persona	(T. Promedio Bajada)/Persona	Dwell Time
4	4	1.50	0.00	11.0
5	0	1.40	0.00	12.0
10	5	2.30	1.40	35.0
18	2	2.39	2.50	53.0
7	0	0.71	0.00	10.0
1	1	2.00	3.00	10.0
18	6	3.06	2.00	72.0
19	9	2.32	1.33	61.0
18	1	1.94	3.00	43.0
3	4	3.33	2.00	23.0
13	1	2.31	6.00	41.0
8	1	2.50	13.00	38.0
18	3	2.22	2.67	53.0
20	9	1.95	1.44	57.0
24	0	2.46	0.00	64.0
10	5	1.70	1.60	30.0
5	10	1.80	1.50	29.0
10	0	2.20	0.00	27.0
18	1	2.67	3.00	56.0
24	5	3.13	1.20	86.0
7	6	1.86	1.33	26.0
11	4	2.27	1.75	37.0
14	0	5.00	0.00	75.0
6	0	2.00	0.00	17.0
7	0	1.43	0.00	15.0
3	5	1.67	0.00	10.0
2	0	2.50	0.00	10.0
13	8	2.54	1.75	52.0
9	8	1.33	0.75	23.0
5	3	1.20	1.67	16.0
3	11	4.67	1.09	31.0
5	2	4.00	2.50	30.0
4	1	3.75	5.00	25.0
8	2	2.88	2.50	33.0
32	6	4.69	1.67	165.0

Anexo 31

Comparación DT teórico y DT observado Pío Bravo

PIO BRAVO		
Nombre de la parada	DT observado	DT calculado
Maria Auxiliadora Jueves, 19-02- 2026 5:30- 6:30	21	17
	30	20
	28	16
	26	11
	0	0
	43	32
	24	17
	9	12
	30	46
	11	19
	18	22
	8	14
	13	19
	18	26
	25	29
	17	18
	5	8
	5	10
	6	9
	24	30
18	28	
20	18	
15	13	
25	30	
38	43	
17	26	

	40	41
Promedio	19.78	21.26
9 de octubre Viernes, 20-02- 2026 7:00-8:00	24	19
	12	24
	9	18
	7	14
	0	0
	15	18
	9	13
	16	24
	14	23
	19	14
	12	15
	10	15
	14	18
	0	0
	0	0
	0	0
	15	24
	11	15
	0	5
	11	16
	14	22
	13	26
	5	10
	5	7
	17	25
	16	24
	0	0
	14	21
	7	8
	5	7
9	19	

19	28
11	18
0	0
11	12
10	18
14	18
3	8
24	26
8	12
15	18
18	25
17	15
20	22
32	36
6	6
11	13
13	19
28	33
10	22
35	40
37	45
14	19
0	0
4	7
8	13
3	7
18	19
12	16
10	11
14	20
13	14
15	11
19	23

	5	9
	10	10
	11	17
	7	8
	10	15
	9	7
	6	10
	6	10
Promedio	11.65	15.61
Hospital Católico Lunes, 23-102- 2026 7:00-8:00	9	13
	6	7
	7	12
	8	14
	0	0
	0	0
	7	15
	0	0
	17	20
	0	0
	0	0
	0	0
	0	0
	6	12
	0	0
	2	7
	18	13
	9	9
	11	20
	12	17
9	11	
4	6	
7	10	
17	7	

	10	10
	8	14
	11	13
	5	8
	0	0
	0	0
	12	17
	6	9
	8	9
	21	27
	0	0
	7	9
	13	15
	3	7
	0	0
	6	8
	10	17
	9	11
	7	8
	8	15
	0	0
	0	0
	8	9
	5	10
	11	9
	5	7
	8	13
	7	11
Promedio	6.48	8.63
Escuela	4	11
Francisco Davila	16	19
Viernes, 20-02-	12	10
2026 5:40-6:40	9	9

	23	16
	5	9
	13	19
	24	30
	0	0
	16	27
	13	20
	5	13
	26	26
	50	35
	26	20
	15	15
	0	0
	10	15
	9	14
	40	42
	16	21
	6	11
	23	25
	21	12
	9	11
	7	13
	14	19
	7	10
Promedio	14.96	16.86
Estevez de Toral Martes, 24-02- 2026 4:00-5:00	15	21
	12	19
	0	0
	8	9
	0	0
	11	20
	6	9
8	14	

	0	0
	4	7
	0	5
	0	0
Promedio	5.33	8.67

Anexo 32

Comparación DT teórico y DT observado Tarqui

TARQUI		
Nombre de la parada	DT observado	DT calculado
Mercado 10 de agosto Jueves, 26-02-2026 5:30-6:30	16	22
	25	29
	32	49
	20	16
	15	23
	27	33
	75	85
	7	12
	20	27
	4	8
	23	33
	13	21
	0	0
	23	25
	17	21
	37	61
	23	38
5	10	

	30	41
	11	18
	15	20
	13	15
	20	32
	9	19
	10	22
	32	40
	13	20
	25	35
	9	15
	15	21
	24	38
	9	14
	48	57
	10	9
	20	25
	45	25
Promedio	20.56	27.19
Maria Auxiliadora Viernes, 27-02-2026 12:30-13:30	6	10
	35	43
	7	13
	30	31
	13	10
	31	40
	8	16
	30	41
	0	0
	30	35
	12	22
	5	15
	35	33
10	16	

	19	28
	35	38
	5	7
	38	30
	20	29
	25	34
	30	38
	12	17
	11	19
	5	10
	13	20
	18	26
	13	9
	11	13
	10	15
	4	9
	31	35
	7	8
	5	9
	7	8
Promedio	16.79	21.38

Anexo 33

Comparación DT teórico y DT observado Presidente Córdoba

Nombre de la parada	DT observado	DT calculado
Parque UNE - Viernes, 27-02- 2026 5:50-6:50	33	16
	8	17
	7	11
	17	24

	31	38
	48	62
	15	14
	5	14
	20	18
	5	14
	30	47
	25	36
	14	12
	10	17
	14	15
	55	24
	65	68
	50	19
	27	28
	17	23
	30	35
	35	42
	25	17
	7	16
	38	45
	12	17
	20	25
	28	25
	16	24
	15	25
	25	26
	18	15
Promedio	23.91	25.91
Victor J. Cuesta - Viernes, 06-03-	23	24
	25	23
	20	26

2026 12:35:13:35	21	21
	16	23
	19	26
	40	52
	31	38
	25	37
	18	24
	8	13
	10	15
	17	16
	18	26
	12	14
	15	24
	11	17
	0	0
	12	20
	25	25
	8	15
	8	14
	12	17
	15	15
	8	15
	25	33
	16	21
	9	17
	13	23
	15	20
	23	27
	0	0
	11	17
6	11	
16	26	
11	19	

	6	7
	14	20
	18	25
	11	20
	13	18
	10	15
	3	8
Promedio	14.81	20.16
San Francisco - Viernes, 06-03- 2026 5:40-6:40	10	11
	13	12
	38	35
	43	53
	40	10
	60	10
	56	72
	47	61
	45	43
	25	23
	45	41
	28	38
	41	53
	53	57
	60	64
	28	30
	24	29
	40	27
	60	56
	135	86
33	26	
45	37	
76	75	
40	17	
27	15	

	7	10
	23	10
	36	52
	30	23
	15	16
	15	31
	21	30
	17	25
	24	33
	154	165
Promedio	41.54	39.31