

Analysis of the boarding process at the Cajamarca land terminal using ProModel software

Gutierrez-Melendez Diego Ronaldo¹, Estudiante de Ingeniería Industrial¹; Huaman-Rodríguez Jhorly Jhoel², Estudiante de Ingeniería Industrial², Piedra Cabanillas Fanny Emelina³, Doctora en Ciencias e Ingeniería³

¹⁻³Universidad Privada del Norte, Perú, N00238717@upn.pe, N00350538@upn.pe, fanny.piedra@upn.edu.pe

Abstract — *This study analyzes the boarding process at the Cajamarca Land Terminal using a discrete-event simulation model developed in ProModel software. The research used a quantitative approach and a pre-experimental design, assessing the system's current situation and an improvement proposal aimed at reducing waiting times in the check-in process. The results show the presence of queues and high dwell times that affect service efficiency. The improvement proposal, based on implementing a check-in system with a QR code reader, reduced service times, achieving a 34.01% decrease in the boarding process time.*

Keywords: Check-in, Boarding, ProModel, Transportation, Waiting time

Análisis del proceso de abordaje en el terminal terrestre de Cajamarca mediante el software ProModel

Gutierrez-Melendez Diego Ronaldo¹, Estudiante de Ingeniería Industrial¹ , Huaman-Rodríguez Jhorly Jhoel², Estudiante de Ingeniería Industrial² , Piedra-Cabanillas Fanny Emelina³, Doctora en Ciencias e Ingeniería³ 

Resumen- El presente estudio analiza el proceso de embarque en el Terminal Terrestre de Cajamarca mediante un modelo de simulación de eventos discretos desarrollado en el software ProModel. La investigación se realizó con un enfoque cuantitativo y un diseño preexperimental, evaluando la situación actual del sistema y una propuesta de mejora orientada a reducir los tiempos de espera en el proceso de check-in. Los resultados evidencian la presencia de colas y elevados tiempos de permanencia que afectan la eficiencia del servicio. La propuesta de mejora, basada en la implementación de un sistema de check-in con lector de códigos QR, permitió reducir los tiempos de atención, alcanzando una disminución del 34.01 % en el tiempo del proceso de abordaje. **Palabras clave:** Check-in, Embarque, ProModel, Transporte, Tiempo de espera

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, los sistemas de transporte se constituyen como un servicio primordial para el desarrollo de los países, ya que permiten la movilidad, favorecen el desarrollo comercial y aumentan la actividad económica. En este sentido [1] menciona que los países en desarrollo enfrentan un doble desafío: garantizar que todos tengan acceso a una movilidad eficiente, segura y asequible.

La calidad del servicio de transporte público de pasajeros constituye un paradigma imperante frente a los cuestionamientos de los usuarios y, a la vez, una problemática latente que requiere una solución inmediata [2]. Su nivel depende de factores internos del servicio, tales como la frecuencia, seguridad, puntualidad y confort, los cuales, al ser mejorados, generarían una mejor percepción por parte de los usuarios [3]. En esta misma línea, para que un servicio sea de calidad por lo menos se debe cumplir las expectativas de los usuarios [4].

En terminales de tamaño medio, como el terminal terrestre de Cajamarca, Perú. Existen factores que llegan a perjudicar la fluidez de operaciones, generando cuellos de botellas, perjudicando la eficiencia en el área de embarque y provocando molestias en los usuarios. La eficiencia con que los pasajeros abordan un autobús incide directamente en la puntualidad del servicio, la rotación de flota y la percepción de calidad del transporte terrestre interurbano. El tiempo de espera en la zona de embarque puede representar hasta el 30 % del tiempo total de viaje [5], donde los factores que más influyen en el tiempo de espera son: la demora en el abordaje de usuarios a los buses, usuarios que no conocen el protocolo de abordaje y verificación manual de tickets de pasajeros.[6].

Dado que las terminales y sus procesos de atención operan bajo variabilidad y picos de demanda, por la necesidad de comprender esta problemática se recurre a la simulación de eventos discretos para evaluar escenarios y anticipar congestión. Un estudio sobre terminales de buses propone un modelo modular capaz de capturar bloqueos y colas mediante interacciones espaciales entre vehículos, usando métricas como driving delay (tiempo bloqueado y en cola), terminal time (tiempo total en terminal) y lateness (tardanza), y ejecutando experimentos con 100 réplicas por escenario [7].

En procesos de check-in manual, el pasajero depende de la disponibilidad del personal para verificar identidad y reserva, registrar equipaje y emitir la tarjeta de embarque, lo que incrementa el tiempo de servicio por usuario y, en horas punta, desencadena colas y tiempos de espera que afectan la continuidad del flujo de salida. La evidencia muestra que el tiempo de espera en check-in puede representar una fracción dominante del tiempo total del viaje dentro de un aeropuerto, y que el procesamiento en mostradores tradicionales tiende a ser mayor que en alternativas automatizadas, además de esperas objetivo muy superiores [8].

El ticketing electrónico se plantea como una evolución frente a ineficiencias del esquema tradicional, al integrar una plataforma que registra usuarios, controla la venta y uso del ticket, carga y gestiona créditos y emite reportes de gestión que permiten un monitoreo más preciso de la operación [9]. Como alternativa, la adopción de sistemas de ticketing electrónico basados en códigos QR o tecnologías similares han mostrado reducciones significativas del tiempo de servicio por pasajero entre 25 y 45 % según pruebas de campo en Tanzania y la India al eliminar la búsqueda manual y automatizar la validación de datos [10].

Las herramientas digitales permiten optimizar los procesos, manteniendo la calidad de los productos y servicios, en este sentido la simulación se convierte en la aliada ideal durante este proceso para emular sistemas ayudando a resolver problemas y dar soluciones que benefician el futuro de las empresas [11]. La simulación de eventos discretos es un método cuantitativo para la toma de decisiones en sistemas complejos donde se emula la realidad a través de un modelo computacional [12]. La aplicación de un modelo de simulación puede mejorar la productividad del proceso de producción en las empresas manufactureras en un 97.02% [13].

ProModel es un software de simulación de eventos

discretos y animación que permite representar de forma rápida y suficientemente precisa sistemas operativos complejos mediante una interfaz gráfica en entorno Windows y constructos de modelado orientados a objetos, facilitando la construcción de modelos basados en datos sin depender necesariamente de programación [14]. A nivel de modelado, estructura el sistema con elementos como entidades, ubicaciones y recursos, incorporando lógica de decisión (atributos, variables, expresiones y subrutinas), calendarios/turnos, indisponibilidades y tiempos definidos por distribuciones; además, puede leer/escribir información desde archivos externos (p. ej., hojas de cálculo) para alimentar parámetros del modelo [15]. Para el análisis, registra resultados y genera reportes y gráficos configurables exportables, lo que facilita la comparación de escenarios tipo “what-if”; adicionalmente, integra un módulo de diseño de experimentos y optimización para evaluar combinaciones de factores y buscar configuraciones con mejor desempeño [16].

En tal sentido se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo el simulador ProModel permite analizar el proceso de abordaje en el terminal terrestre de Cajamarca?

Además, se ha tomado en cuenta como objetivo general: Analizar el proceso de abordaje en el terminal terrestre de Cajamarca utilizando el software ProModel. Así mismo se propone los siguientes objetivos específicos: Realizar el diagnóstico situacional actual del proceso de abordaje del terminal terrestre de Cajamarca. Realizar una propuesta de mejora en base a reducir las colas generadas en el proceso de abordaje. Describir los resultados encontrados sobre el análisis de la situación actual y la propuesta de mejora

II. METODOLOGIA

El estudio se realizó mediante la modalidad preexperimental con un enfoque cuantitativo, este tipo de investigación permite aproximarse a una investigación experimental, en cuanto al enfoque cuantitativo menciona que posibilita describir, explicar, comprobar y predecir fenómenos además de generar y probar teorías.

Procedimiento: La siguiente investigación contará con dos modelos de simulación, el primero donde se analizará la situación actual de la empresa y el segundo donde se planteará la propuesta de mejora. En las siguientes fases se describirá el paso a paso realizado durante la investigación en el terminal terrestre de Cajamarca con el programa ProModel.

Fase 1: En esta primera fase se ha recopilado toda la información necesaria sobre la empresa, se ha analizado e identificado su proceso productivo, tiempo de abordaje con cronometro y necesidades. Además de identificar la problemática y generar el layout para el modelamiento (ver figura 1: Layout para modelo de simulación).

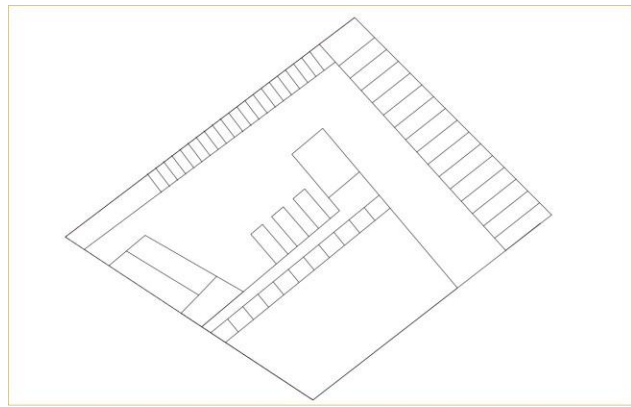


Fig. 1 Layout para modelo de simulación

Fase 2: Se enfoca en analizar y procesar los datos para realizar la simulación en ProModel de la situación actual, identificando locaciones, entidades, arribos y el procesamiento.

La fig. 2, muestra el flujo del proceso de abordaje, permitiendo visualizar las etapas desde el ingreso de los pasajeros hasta su salida fuera del sistema.

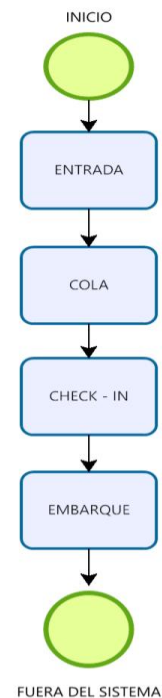


Fig. 2 diagrama de flujo del proceso de abordaje

En el modelo construido en ProModel se definieron las locaciones (ver tabla 1: Tabla de locaciones de situación actual) que representan las etapas principales del proceso de embarque en el terminal terrestre, incluyendo las zonas de acceso (Entrada_1 y Entrada_2), las áreas de espera (Cola_1 y

Cola_2), los módulos de verificación (Chequeo_1 y Chequeo_2) y los puntos de embarque (Bus_1 y Bus_2).

TABLA I
 TABLA DE LOCACIONES DE SITUACIÓN ACTUAL

LOCACIONES				
Nombre	Cap.	Unidad	Estadist	Reglas
Bus_1	Infinite	1	Series de tiempo	Mas tiempo
Bus_2	Infinite	1	Series de tiempo	Mas tiempo
Cola_1	Infinite	1	Series de tiempo	Mas tiempo, FIFO
Cola_2	Infinite	1	Series de tiempo	Mas tiempo, FIFO
Entrada_1	1	1	Series de tiempo	Mas tiempo
Entrada_2	1	1	Series de tiempo	Mas tiempo
Chequeo_1	1	1	Series de tiempo	Mas tiempo
Chequeo_2	1	1	Series de tiempo	Mas tiempo

A partir de esta estructura espacial se configuraron las entidades (Ver tabla II: Tabla de entidades de situación actual) Pasajero_1 y Pasajero_2, cada una con su respectiva ruta y patrón de llegada, lo que permitió modelar adecuadamente los flujos de ingreso, la acumulación en colas y el tránsito hacia el embarque. Así mismo se definieron los arribos de las entidades, definiendo los patrones de llegada de los pasajeros al sistema (Ver tabla III: Tabla de entidades de situación actual).

Esta integración entre locaciones, entidades y arribos permitió representar el comportamiento real del sistema y analizar su desempeño bajo distintas condiciones operativas.

TABLA II
 TABLA DE ENTIDADES DE SITUACIÓN ACTUAL

ENTIDADES		
Nombre	Velocidad	Estadística
Pasajero_1	50	Series de tiempo
Pasajero_2	50	Series de tiempo

TABLA III
 TABLA DE ARRIBOS DE SITUACIÓN ACTUAL

Entidad	Locación	Cant. Arribo	ímera vez	Ocurrencia
Pasajero_1	Entrada_1	33	0	1
Pasajero_2	Entrada_2	25	0	1

La tabla IV muestra la secuencia operativa del proceso de abordaje en la situación actual, donde se describe el flujo que siguen los pasajeros desde su ingreso hasta la salida del sistema. En este modelo, el proceso de Check - in se realiza de manera manual.

TABLA IV
 TABLA DE PROCESAMIENTO DE SITUACIÓN ACTUAL

PROCESO			ENRUTAMIENTO	
Entidad	Locación	Operación	Salida	Destino
Entidad	Locación	Operación	Salida	Destino
Pasajero_1	Entrada_1	inc pasajeros1	Pasajero_1	Cola_1
Pasajero_1	Cola_1		Pasajero_1	Chequeo_1
Pasajero_1	Chequeo_1	WAIT N (13.84,7.28)	Pasajero_1	Bus_1
Pasajero_1	Bus_1		Pasajero_1	EXIT
Pasajero_2	Entrada_2	inc pasajeros2	Pasajero_2	Cola_2
Pasajero_2	Cola_2		Pasajero_2	Chequeo_2
Pasajero_2	Chequeo_2	WAIT N (18.20,14.07)	Pasajero_2	Bus_2
Pasajero_2	Bus_2	Inc salida_pasajeros_1cola =pasajeros1-salida pasajeros1	Pasajero_2	EXIT

Al tener identificado las locaciones, entidades, arribos y generar el procesamiento respectivo, se procede a implementarlos en el programa ProModel e iniciar la simulación del modelo de la situación actual del terminal terrestre que se ha enrutado. (Ver fig. 3 Layout en simulación de la situación actual)

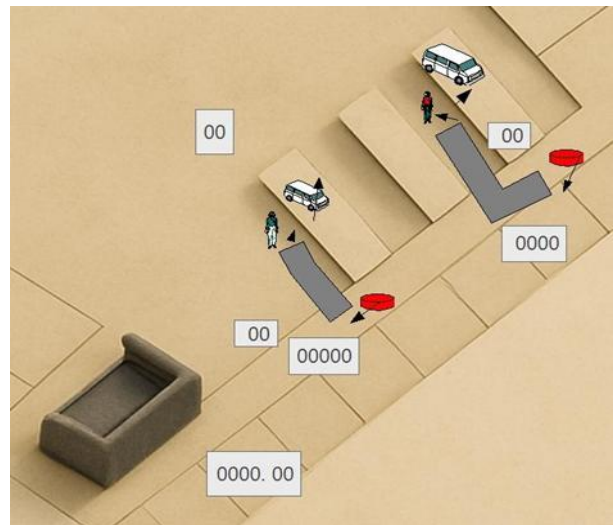


Fig. 3 Layout en simulación de la situación actual

Fase 3: En esta fase se presentará la propuesta de mejora, analizando y comparando la situación actual con la propuesta planteada, con el fin de identificar beneficios, oportunidades y posibles limitaciones.

Las locaciones del modelo correspondiente a la propuesta de mejora, refleja la organización del proceso de embarque

mediante la incorporación de un sistema de check-in con códigos QR, lo que permite optimizar el flujo de pasajeros (Ver tabla V: Tabla de locaciones de propuesta de mejora)

TABLA V
TABLA DE LOCACIONES PROPUESTA DE MEJORA

LOCACIONES				
Nombre	Cap.	Unidad	Estadist	Reglas
Bus_1	Infinite	1	Series de tiempo	Mas tiempo
Bus_2	Infinite	1	Series de tiempo	Mas tiempo
Cola_1	Infinite	1	Series de tiempo	Mas tiempo, FIFO
Cola_2	Infinite	1	Series de tiempo	Mas tiempo, FIFO
Entrada_1	1	1	Series de tiempo	Mas tiempo
Entrada_2	1	1	Series de tiempo	Mas tiempo
Chequeo_1	1	1	Series de tiempo	Mas tiempo
Chequeo_2	1	1	Series de tiempo	Mas tiempo

TABLA VI
TABLA DE ENTIDADES PROPUESTA DE MEJORA

ENTIDADES		
Nombre	Velocidad	Estadística
Pasajero_1	50	Series de tiempo
Pasajero_2	50	Series de tiempo

TABLA VII
TABLA DE ARRIBOS PROPUESTA DE MEJORA

Entidad	Locación	Cant. Arribo	Primera vez	Ocurrencia
Pasajero_1	Entrada_1	33	0	1
Pasajero_2	Entrada_2	25	0	1

La tabla VIII muestran la secuencia operativa del proceso de abordaje en el terminal terrestre, correspondiente a la propuesta de mejora, en ella se define la secuencia que siguen los pasajeros desde su ingreso hasta la salida del sistema. Así mismo, esta tabla permite comprender de manera estructurada como se desarrolla el proceso dentro del modelo de simulación.

Los pasajeros ingresan al sistema por locaciones de entrada donde se emplea la instrucción INC para registrar el número de pasajeros atendidos. Posteriormente los pasajeros se dirigen a las respectivas colas que operan bajo la regla Mas tiempo FIFO garantizando que se respete el orden de llegada

El proceso de Check-in se modela bajo la función WAIT N que representa el tiempo de atención al pasajero utilizando una distribución normal, para representar la variabilidad inherente a los tiempos de atención de los pasajeros, dado que este tipo de distribución permite capturar adecuadamente la

dispersión natural del proceso en torno a un valor promedio. En esta propuesta, los parámetros han sido ajustados debido a la implementación de un sistema con lector de códigos QR.

Para Pasajero_1 se utilizó una distribución normal con media 9.14 y desviación estándar 4.81, mientras que para Pasajero_2 se definió una distribución con media 12.01 y desviación estándar 9.28. estas configuraciones estadísticas permiten reflejar comportamientos cercanos a una tendencia central, pero con fluctuaciones aleatorias asociadas a factores operativos propios del proceso manual de verificación (situación actual), así mismo los parámetros producto de la migración a un sistema con lector de código QR respectivamente.

TABLA VIII
TABLA DE PROCESAMIENTO PROPUESTA DE MEJORA

PROCESO			ENRUTAMIENTO	
Entidad	Locación	Operación	Salida	Destino
Pasajero_1	Entrada_1	inc pasajeros1	Pasajero_1	Cola_1
Pasajero_1	Cola_1		Pasajero_1	Chequeo_1
Pasajero_1	Chequeo_1	WAIT N (9.14,4.81)	Pasajero_1	Bus_1
Pasajero_1	Bus_1		Pasajero_1	EXIT
Pasajero_2	Entrada_2	inc pasajeros2	Pasajero_2	Cola_2
Pasajero_2	Cola_2		Pasajero_2	Chequeo_2
Pasajero_2	Chequeo_2	WAIT N (12.01,9.28)	Pasajero_2	Bus_2
Pasajero_2	Bus_2	Inc salida_pasajeros_1 cola=pasajeros1-salida_pasajeros1	Pasajero_2	EXIT

III. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico inicial

El diagnóstico de la situación actual del Terminal Terrestre de Cajamarca se realizó mediante un modelo de simulación, el cual permitió analizar el comportamiento del sistema bajo las condiciones operativas vigentes.

Los indicadores que mostro ProModel evidencian que el Pasajero_1 registra 33 salidas del sistema y un tiempo promedio en el sistema de 7.53 minutos, mientras que el tiempo de operación es de 6.89 minutos, lo que indica una elevada permanencia asociada principalmente a tiempos de espera. Por otro lado, el Pasajero_2 presenta 25 de salidas con un tiempo promedio en el sistema de 8.10 minutos y un tiempo de operación de 7.65 minutos.

TABLA IX
CUADRO DE INDICADORES DE SITUACIÓN ACTUAL

Nombre	Total, salidas	Tiempo en sistema promedio (min)	Tiempo de operación (min)
Pasajero_1	33	7.53	6.89
Pasajero_2	25	8.10	7.65

Las Figuras 4 y 5 muestran gráficas de dispersión del modelo de la situación actual, las cuales representan el comportamiento del tiempo de atención en el proceso de Check-in a lo largo de la simulación. La dispersión de los puntos evidencia tiempos más elevados y una mayor variabilidad, lo que refleja la presencia de colas y esperas prolongadas durante el proceso de atención.

Asimismo, estas gráficas corresponden al bus 1 y al bus 2, respectivamente, lo que permite observar que los tiempos de atención no se presentan de manera uniforme y que existen diferencias en el comportamiento del sistema a lo largo del tiempo.

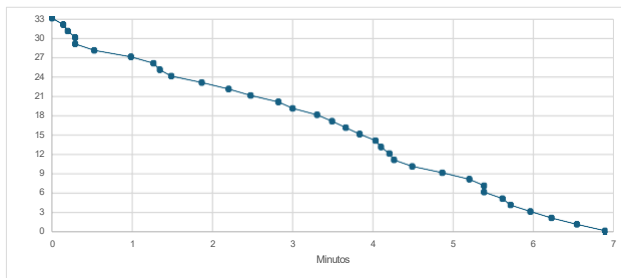


Fig. 4 Gráfica de tiempo de check-in situación actual bus 1

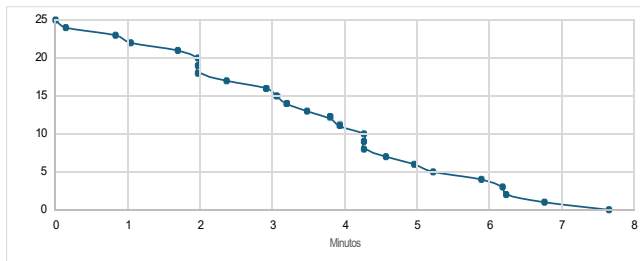


Fig. 5 Gráfica de tiempo de check-in situación actual bus 2

Estos resultados reflejan que, bajo las condiciones operativas actuales, el sistema presenta tiempos de espera significativos, los cuales afectan de manera diferenciada al proceso de embarque, evidenciando la necesidad de analizar mejoras en el proceso de Check-in en el terminal terrestre.

3.2 Problemática central a resolver

La problemática central identificada es la presencia de elevados tiempos de espera durante el proceso de check-in, lo que genera la formación de colas en la etapa de embarque.

3.3 Alternativa de selección

Como alternativa de solución se plantea migrar del sistema tradicional a un sistema de check-in mediante un lector de códigos QR en el terminal terrestre de Cajamarca.

Los resultados obtenidos del modelo de simulación con la propuesta de mejora se presentan en la tabla X. Para el Pasajero_1, se registra 33 salidas fuera del sistema con un tiempo promedio dentro del sistema de 6.41 minutos y un tiempo de operación de 4.7 minutos. Así mismo, el Pasajero_2 presenta 25 de total de salidas del sistema, con un tiempo promedio dentro del sistema de 6.72 minutos y un tiempo de operación de 4.7.

TABLA X
CUADRO DE INDICADORES PROPUESTA DE MEJORA

Nombre	Total, salidas	Tiempo en sistema promedio (min)	Tiempo de operación (min)
Pasajero_1	33	6.41	4.7
Pasajero_2	25	6.72	4.7

Las Figuras 6 y 7 muestran las gráficas de dispersión correspondientes al modelo con la propuesta de mejora, las cuales representan el comportamiento del tiempo de atención en el proceso de Check-in a lo largo de la simulación. La distribución de los puntos evidencia tiempos de atención más reducidos, lo que refleja una disminución en la formación de colas y una mejora en la eficiencia del proceso respecto a la situación actual.

Así mismo, estas gráficas corresponden al bus 1 y al bus 2, respectivamente, y permiten observar un comportamiento más estable del sistema durante el período de simulación.

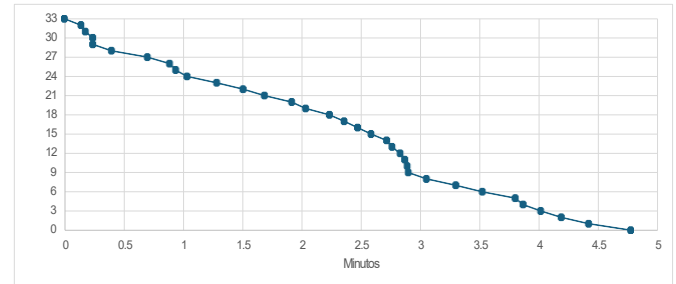


Fig. 6 Gráfica de tiempo de check-in propuesta de mejora bus 1

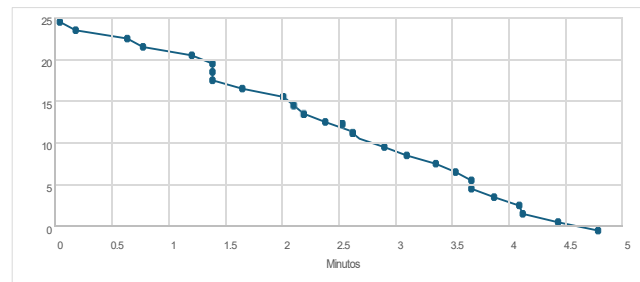


Fig. 7 Gráfica de tiempo de check-in propuesta de mejora bus 2

La simulación con la propuesta de mejora del embarque con tecnología QR evidencia una mejora en el flujo de atención y una reducción de los tiempos asociados al proceso de check-in, en comparación con la situación actual.

IV. DISCUSION

Los resultados obtenidos evidencian que la implementación de un sistema de Check-in mediante lector QR mejora el desempeño del proceso, al reducir los tiempos de atención y permanencia, así mismo, agilizar el tiempo de embarque de pasajeros.

En comparación con la situación actual, el modelo con la propuesta de mejora muestra una disminución de tiempo en el proceso de embarque del 34.01 %, lo que evidencia una mejora en la eficiencia del sistema, el cual indica un impacto positivo en la experiencia de los usuarios.

Estos resultados coinciden con lo demostrado por [17], quien menciona que la implementación de la mejora permitió eliminar las filas de espera, al reducir de 4.4 a 2.9 minutos en el tiempo de espera promedio.

Así mismo, los resultados coinciden con lo señalado por [18], quien indica que la digitalización de los procesos operativos contribuye a mejorar la eficiencia operativa, optimizar el servicio al cliente y aumentar la visibilidad del proceso, facilitando además la creación de nuevos servicios alineados con los objetivos operativos de la organización.

Estos resultados no solo evidencian una mejora operativa, sino que también generan un impacto relevante a nivel social y económico. A nivel social, la reducción de los tiempos de espera mejora la experiencia del usuario y la percepción de calidad del servicio, siendo este un factor clave en la satisfacción de los pasajeros en sistemas de transporte [19][20]. En este sentido la implementación de un sistema de Check – in mediante lector de códigos QR no solo agiliza el proceso, sino que también contribuye a una experiencia más eficiente, moderna y confiable para el usuario.

A nivel económico, [21] encontraron que la mejora en la gestión operativa en terminales terrestres permite optimizar el uso de recursos y reducir ineficiencias, lo que se traduce en un mejor desempeño del sistema y mayor eficiencia en la prestación del servicio

V. CONCLUSIONES

La simulación del proceso de embarque en el Terminal Terrestre de Cajamarca mediante el software ProModel permitió identificar que los principales problemas operativos se concentran en el proceso de check-in, donde se generan colas y tiempos de espera elevados repercutiendo en la calidad del servicio que se brinda a los pasajeros.

El diagnóstico de la situación actual evidenció que los pasajeros permanecen en el sistema entre 7.53 y 8.10 minutos en promedio, siendo el tiempo de espera el factor predominante que afecta la eficiencia del proceso y la

percepción de calidad del servicio.

La propuesta de mejora basada en la implementación de un sistema de check-in con lector de códigos QR mostró una reducción significativa de los tiempos de atención y permanencia de los pasajeros dentro del sistema, disminuyendo el tiempo promedio en el sistema a valores entre 6.41 y 6.72 minutos.

La comparación entre la situación actual y la propuesta de mejora mostro una reducción del tiempo total del proceso de abordaje del 34.01 %, lo que demuestra un incremento en la eficiencia operativa del terminal terrestre.

En este sentido, se concluye que el uso de herramientas de simulación como ProModel constituye una alternativa eficaz para el análisis y la toma de decisiones en sistemas de transporte, permitiendo evaluar escenarios de mejora sin intervenir directamente en la operación real del terminal.

En futuras investigaciones, se recomienda evaluar la implementación real del sistema de check-in con códigos QR en el terminal terrestre, con el fin de validar los resultados obtenidos mediante simulación. Asimismo, se sugiere analizar la integración de tecnologías digitales complementarias, como aplicaciones móviles o sistemas de gestión en tiempo real, así como extender el estudio a otros terminales de transporte para comparar resultados y fortalecer la aplicabilidad del modelo propuesto.

REFERENCIAS

- [1] Banco Mundial. (2024). Transporte: Panorama general. Recuperado el 10 de septiembre de 2025, de <https://www.bancomundial.org/es/topic/transport/overview>
- [2] O. U. V. Reyes and R. W. F. Plasencia, "Factores determinantes de la calidad del servicio del transporte público de pasajeros en un terminal terrestre municipal del Perú," *LATAM Revista Latinoamericana De Ciencias Sociales Y Humanidades*, vol. 3, no. 2, pp. 846–863, nov. 2022, doi: 10.56712/latam.v3i2.153.<https://doi.org/10.56712/latam.v3i2.153>
- [3] Hasan, U., Whyte, A., & Jassmi, H. (2021). Satisfacción del servicio de transporte público en autobús: comprender su valor para los pasajeros urbanos hacia una mejor aceptación. <https://tots.upol.cz/pdfs/tot/2021/01/04.pdf>
- [4] K. A. . Intriago Uquillas y M. R. . Cedeño Pico, «Calidad del servicio y su incidencia en la satisfacción del cliente en la Corporación Nacional de Telecomunicaciones (CNT), Ecuador», *Reincisol*, vol. 3, n.º 6, pp. 3202–3221, oct. 2024.
- [5] A. R. Champac, "Propuesta de reasignación de líneas de buses BRT entre dos estaciones contiguas para lograr la equidad del tiempo de espera del usuario," Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú, año. [En línea]. Disponible en: repositorio de la UPC. [Accedido: día mes año].
- [6] Luo, T., Liu, X. & Jin, H. Bus queue time estimation model for a curbside bus stop considering the blocking effect. *Sci Rep* 12, 11576 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15485-z>
- [7] [3] T. Lindberg, F. Johansson, A. Peterson, and A. Tapani, "Discrete Event Simulation of Bus Terminals: A Modular Approach with a High Spatial Resolution," *Journal of Advanced Transportation*, vol. 2021, Art. ID 8862893, 2021, doi: 10.1155/2021/8862893.
- [8] S. Y. Wong, "Self-service check-in kiosks in airport terminal planning: Static analysis on the airport check-in space," *Environment and Social Psychology*, vol. 9, no. 10, art. 3000, 2024, doi: 10.59429/esp.v9i10.3000.The impact of eticketing system on bus transportation service in tanzania| *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. (n.d.).
- [9] R. M. Lübeck, M. L. Wittmann, and L. F. Battistella, "Electronic

- Ticketing System As a Process of Innovation,” *Journal of Technology Management & Innovation*, vol. 7, no. 1, pp. 17–30, 2012, doi: 10.4067/S0718-27242012000100002.
- [10] S. Y. Wong, “Self-service check-in kiosks in airport terminal planning: Static analysis on the airport check-in space,” *Environment and Social Psychology*, vol. 9, no. 10, art. 3000, 2024, doi: 10.59429/esp.v9i10.3000. The impact of eticketing system on bus transportation service in tanzania| International Journal of Innovative Science and Research Technology. (n.d.). <https://www.ijisrt.com/the-impact-of-eticketing-system-on-bus-transportation-service-in-tanzania>
- [11] B. A. Cerinza, Análisis de sistemas de producción mediante el uso de herramientas digitales orientadas a la simulación de procesos productivos que integren modelado, análisis y visualización, Trabajo de grado (Pregrado), Univ. de Pamplona, Pamplona, Colombia, 2021. [En línea]. Disponible en:
- [12] J. M. Vargas-Barbosa, O. D. Castrillón y J. A. Giraldo-García, “Modelo de simulación de eventos discretos y emulación de sensores para mejorar una ruta de transporte rural al reducir los tiempos de espera”, *Información Tecnológica*, vol. 33, no. 6, pp. ...-..., La Serena, diciembre 2022. DOI: 10.4067/S0718-07642022000600135.
- [13] O. Vásquez Álvarez y P. P. Rosales López, “Application of a discrete event simulation model to improve the productivity of the production process in a manufacturing company”, *Industrial Data*, vol. 26, no. 1, pp. 303-332, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú, 2023. DOI: 10.15381/idata.v26i1.23717
- [14] J. P. Cárdenas-Ruperti, L. A. Padilla-Alvarez, and O. L. León-Santillan, “Improvement of arrival and departure times in a mass public transport system applying a computational model and Monte Carlo Simulation”, *Ecuad. Sci. J.*, vol. 4, no. 1, pp. 57–61, Mar. 2020, doi: 10.46480/esj.4.1.94.
- [15] D. Benson, “Simulation Modeling and Optimization Using ProModel,” in *Proceedings of the 1996 Winter Simulation Conference*, 1996, pp. 447–452.
- [16] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado y M. del P. Baptista Lucio, **Metodología de la Investigación**, 6.^a ed., México: McGraw-Hill Education, 2014.
- [17] P. Wang et al, "Use of Mobile Technologies to Streamline Pretriage Patient Flow in the Emergency Department: Observational Usability Study," *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 12, 2024.
Available: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/use-mobile-technologies-streamline-pretriage/docview/3066833519/se-2>. DOI: <https://doi.org/10.2196/54642>.
- [18] P. Helo y V. V. Thai, “Logistics 4.0 – digital transformation with smart connected tracking and tracing devices,” *International Journal of Production Economics*, vol. 275, 2024, Art. no. 109336, doi:10.1016/j.ijpe.2024.109336.
- [19] L. Eboli and G. Mazzulla, “Service quality attributes affecting customer satisfaction for bus transit,” *Journal of Public Transportation*, vol. 10, no. 3, pp. 21–34, 2007.
- [20] Y. Zhang, X. Liu, and J. Wang, “Operational efficiency and optimization in transportation systems,” *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 2024.
- [21] O. U. Valderrama Reyes and R. W. Florián Plasencia, “Factores determinantes de la calidad del servicio del transporte público de pasajeros en un terminal terrestre municipal del Perú,” *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. 3, no. 2, 2022.