

INDICADORES DE CALIDAD DE SERVICIO DE TRANSPORTE PÚBLICO A PARTIR DE DATOS DE LA APLICACIÓN MÓVIL DE TRANSPORTE TRANSAPP

Felipe Vera ¹, Jacqueline Arriagada ^{1*}, Felipe Hernández ¹,
Marcela Munizaga ²

¹ TranSapp, Chile

² Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Chile

*Autor para
correspondencia:
jarriagada@transapp.cl

RESUMEN

En este trabajo se presentan metodologías para calcular tiempos de espera, indicadores del estado físico de los paraderos y evaluaciones de los servicios, utilizando información de usuarios proveniente de la aplicación móvil TranSapp. La finalidad es generar reportes de calidad de servicio que actualmente son realizados mediante encuestas, cuya periodicidad y número de observaciones depende de los recursos asignados para su medición. El trabajo busca contribuir a aumentar los beneficios asociados al uso de herramientas tecnológicas de información, favoreciendo a reguladores, operadores y usuarios del sistema de transporte público.

Palabras clave Calidad de servicio, planificación de transporte público, tecnología de información en transporte.

ABSTRACT

This paper presents methodologies to calculate waiting times, indicators of the physical status of bus stops and evaluations of the services, using information from TranSapp, a mobile application for transit users in Santiago. The objective is to generate quality of service reports that are currently done through surveys, the periodicity and number of observations of which depends on the resources assigned to their measurement. The paper seeks to contribute to increase the benefits associated with the use of technological information tools, aiding regulators, operators, and users of the public transport system.

Keywords Service quality, public transport planning, transport information technology.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de aplicaciones móviles especializadas en sistemas de transporte ha permitido mejorar el conocimiento que los pasajeros poseen de la red y generar nuevas fuentes de información que permiten contribuir a la mejora del sistema. Estas herramientas, en general, proveen información gráfica de recorridos y paraderos, predicen tiempos y, en algunos casos, entregan reportes realizados por los mismos usuarios y operadores. En la Tabla 1 se muestran las principales características de las aplicaciones líderes a nivel internacional y nacional. En general, se observa que aplicaciones móviles para pasajeros de transporte público permiten entregar información de transporte a sus usuarios y también recibir información o retroalimentación de estos. Cualidades informativas y de visualización, como tiempos de llegada de buses a paraderos o planificación de viajes, son características que se encuentran en la mayoría de las aplicaciones móviles de transporte. No obstante, características relacionadas con la obtención de retroalimentación sobre la experiencia de viaje no están comúnmente disponibles. En particular, se observa que un 44,4% de las aplicaciones evaluadas permiten a sus usuarios generar reportes pre-definidos y pertenecer a comunidades digitales, y sólo un 22,2% (TranSapp y Red de Movilidad) de las aplicaciones permiten a los usuarios evaluar la experiencia de viaje mediante una escala de notas.

Tabla 1 Resumen de funcionalidades de aplicaciones móviles líderes a nivel internacional y nacional para la ciudad de Santiago de Chile

Características	Aplicaciones líderes a nivel internacional			Aplicaciones líderes a nivel nacional					
	moovit	Transit	Google Maps	Red de movilidad	Metro de Santiago	Bus Checker	TS Master	Micro	TranSapp
Entrega de información al usuario									
Ubicación de paraderos	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Lista de favoritos	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Mapas y horarios sin conexión	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Notificación al usuario	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Información de llegada de vehículos a parada	✓	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓
Planificador de viajes	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✓
Ubicación de puntos de carga	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓
Consultar saldo	✗	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✗	✗
Cargar saldo	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗
Ubicación en pantalla de los vehículos que se acercan al paradero y/o estación	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✓
Recepción de información del usuario									
Reportes de usuarios	✓	✗	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓
Comunidad de usuarios	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓
Gamificación	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✓
Evaluación del servicio	✗	✗	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓

La literatura ha reportado varios impactos positivos generados por la entrega de información en tiempo real, tales como reducción de demoras, reducción del tiempo de viaje y reducción de ansiedad durante el tiempo de espera (Akhla *et al.* 2023; Paulsen *et al.* 2021). Adicionalmente, Mecedo *et al.* (2021) reportan que los tipos de información en tiempo real más valoradas por los viajeros son: tiempo de llegada, tiempo de partida y planificación de viaje. De acuerdo con Dziekan y Kottenhoff (2007), el proveer información en tiempo real sobre la llegada de vehículos, posee efectos positivos: por ejemplo, reducir los tiempos de espera y la incertidumbre del viaje, incrementar la facilidad de uso y aumentar la satisfacción e imagen del sistema. Además, al analizar una encuesta a usuarios de la aplicación móvil OneBusAway, que proporciona información de tráfico en tiempo real, Ferris *et al.* (2010) encontraron que los usuarios se sentían más satisfechos, hacían más viajes y pasaban menos tiempo esperando los buses. Estos beneficios pueden aumentar si las aplicaciones móviles complementan su funcionalidad con información de localización y reportes de otros usuarios. Así, Singhal y Shukla (2012) postulan que la localización de usuarios a

través de sus teléfonos inteligentes genera beneficios para determinar servicios cercanos y alertas según la posición geográfica obtenida. Por otro lado, Farkas *et al.* (2014) desarrollaron un prototipo de una aplicación que visualiza la ubicación de los vehículos y brinda a los usuarios información obtenida de otros pasajeros, generando una fuente de información adicional.

Si bien la literatura ha especificado algunos beneficios al usuario, no se han considerado los efectos de retroalimentación que estas fuentes de información pueden generar sobre los reguladores y operadores del sistema de transporte. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es verificar si a partir de datos reportados por usuarios de transporte público mediante aplicaciones móviles, es posible complementar encuestas de calidad de servicios presenciales. Específicamente, se trabajó con la información generada por TranSapp, aplicación móvil de la ciudad de Santiago de Chile, que cuenta con aproximadamente 45 mil usuarios activos al mes. Esta app informa a los usuarios sobre los tiempos de espera en los diferentes paraderos de buses de la ciudad de Santiago y muestra la posición de cada uno a través de su sistema GPS en línea. Cada vez que los usuarios abordan un bus, esta información se intercambia por la posición transmitida automáticamente por los usuarios y enriquecida con el reporte del usuario. Adicionalmente, los usuarios pueden efectuar reportes predefinidos de calidad de servicio en buses y paraderos, y entregar una evaluación final de la experiencia de viaje. La información generada por los usuarios de TranSapp será utilizada para definir metodologías y estimar tres indicadores de gran relevancia en la calidad de servicio de un sistema de transporte público: 1) tiempo de espera, 2) indicadores del estado físico de los paraderos y 3) evaluaciones de servicio de buses.

La estructura del trabajo es la siguiente. En la sección 2 se presenta la metodología utilizada para estimar tiempo de espera, indicadores del estado físico de los paraderos y evaluaciones de las empresas operadoras del sistema de transporte. En la sección 3 se presentan los resultados obtenidos utilizando datos de usuarios de la aplicación móvil TranSapp. Finalmente, en la sección 4 se concluyen y analizan los principales resultados del trabajo.

2. METODOLOGÍA

En este capítulo se definen los procesos que permitan obtener resultados sobre la satisfacción y calidad del servicio entregado por el sistema de transporte público de Santiago, utilizando información de localización, reportes y evaluaciones de los usuarios de TranSapp. Específicamente, se abordará la medición del tiempo de espera usando datos de localización, indicadores del estado físico de los paraderos utilizando reportes de estado de paraderos y evaluación de los servicios de la red de transporte usando la evaluación de la experiencia de viaje.

2.1 Medición del tiempo de espera

Las herramientas de consulta de información de tiempos de espera en paraderos permiten a los usuarios conocer cuánto tiempo permanecerán en el paradero antes de abordar el siguiente bus; esto contribuye a reducir la ansiedad, disminuir la percepción del tiempo de viaje y planificar de mejor forma la salida desde el origen del viaje (Watkins *et al.*, 2011).

El tiempo de espera de un usuario se mide desde el momento que llega al paradero hasta que aborda el servicio de transporte. Una aplicación móvil, puede mantener un registro periódico del

posicionamiento del celular cuando está siendo utilizada, reconociendo la movilidad del usuario bajo los criterios de privacidad y almacenamiento de información que ofrece. Asimismo, puede almacenar las consultas realizadas por los usuarios sobre el tiempo de espera para la llegada de distintos servicios a un paradero. El principal desafío es utilizar esta información para lograr identificar cuando un usuario comienza y termina de esperar en un paradero específico.

La consulta del tiempo de llegada al paradero del siguiente servicio es importante para determinar el interés de un usuario de una aplicación móvil, por la espera de los servicios del sistema de transporte. Esta consulta puede realizarse previa a la llegada al paradero, lo que permite anticiparse al arribo de los servicios de interés. También puede realizarse al momento de llegar al paradero, con el fin de reducir la ansiedad por el tiempo de espera. Por lo anterior, es necesario definir cuándo comienza a esperar un usuario. Además, es importante reconocer el momento cuando finaliza la espera, para lo cual es necesario definir algunos criterios que identifiquen la salida de la zona de espera y determinar si esta salida fue efectuada en algún servicio de transporte.

Para la metodología propuesta, la zona de espera alrededor del paradero se define a través de una circunferencia de radio fijo, llamada *geocerca*, que tiene un radio fijo de 30 metros alrededor del paradero (ver Figura 1). El tiempo de espera será estudiado en dos casos de interés, que dependen del registro de movilidad del usuario: (i) se posee información previa al ingreso a la *geocerca* y (ii) no se posee información previa al ingreso a la *geocerca*. Para el primer escenario es posible identificar el momento en que el usuario ingresa a la *geocerca* y contabilizar el tiempo de espera utilizando la información de los pulsos GPS que se mantengan dentro de la zona de espera. Para el segundo caso se asume que la espera comienza con el primer registro GPS en la zona de espera, debido a que no se posee información que determine cuando arribó el usuario al paradero.

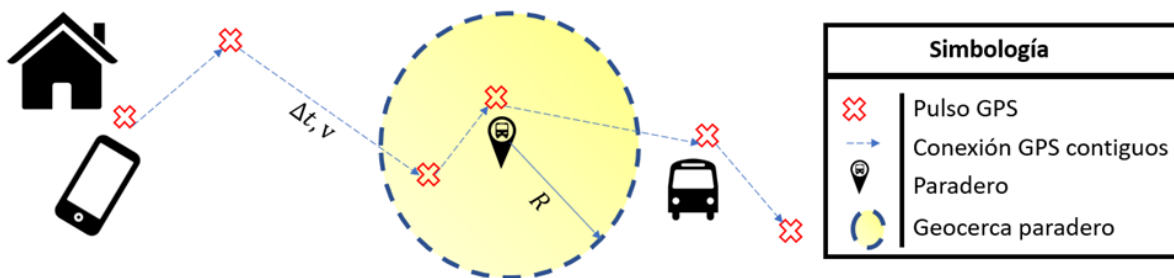


Figura 1 Representación de zona de espera (*geocerca*) del paradero consultado y registros de movilidad vía GPS del aparato móvil

En ambos casos, el tiempo de espera finaliza en el momento que se identifica la salida del usuario de la *geocerca*, con una velocidad que permita asumir que esta debió ser efectuada en un vehículo. Para lo anterior, se impone que la velocidad de salida debe ser superior a la velocidad de caminata, lo cual equivale a 3 [m/s] (Fitzpatrick *et al.*, 2006).

Si se posee registro de movilidad previo al ingreso a la *geocerca*, el tiempo de espera debe calcularse a partir de los pulsos GPS que identifiquen el ingreso y salida de la zona de espera, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\text{Tiempo de espera} = \Delta t_{i,1} + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta t_{i,i+1} \quad (1)$$

donde $\Delta t_{i,1}$ es el tiempo transcurrido desde el ingreso a la *geocerca* hasta el primer pulso GPS dentro de esta. El instante de ingreso a la *geocerca* se obtiene mediante el siguiente proceso: i) identificación del primer pulso GPS al interior de la *geocerca*; ii) cálculo de distancia euclidiana entre aquel pulso GPS y el punto más cercano a la *geocerca*; iii) cálculo de $\Delta t_{i,1}$ asumiendo una velocidad de caminata de 1.4 [m/s] y la distancia euclidiana obtenida en el paso anterior. $\Delta t_{i,i+1}$ es el tiempo transcurrido entre dos pulsos GPS consecutivos y n el número de pulsos GPS dentro de la *geocerca* más uno, para incluir el pulso GPS de la salida de la zona de espera. Si no se posee un registro previo al ingreso a la *geocerca*, se deberá asumir y validar el supuesto que el individuo consulta el tiempo de espera en la aplicación una vez que comienza a esperar en el paradero.

Con el objetivo de evitar la inclusión de observaciones poco confiables se consideraron datos de aquellos usuarios en que la diferencia temporal de todos los pares de pulsos GPS consecutivos no superaron los tres minutos. Después de esto, se filtraron aquellos casos en que la velocidad observada entre los pares de pulsos GPS consecutivos superó los 100 [km/hr]. Este último criterio tiene el objetivo de evitar casos donde el posicionamiento geográfico del GPS no sea confiable, producto de “saltos” que se reflejan en una distancia recorrida al siguiente pulso GPS muy grande respecto al tiempo transcurrido.

2.2 Indicadores del estado físico de los paraderos

Cuando una aplicación móvil permite generar reportes y/o comentarios sobre distintas situaciones que afectan la calidad del servicio ofrecido por el sistema de transporte, es posible reunir esta información para identificar los principales problemas y saber dónde ocurren. La generación de reportes del estado físico de los paraderos es posible mediante el registro que los usuarios llevan a cabo en TranSapp para los distintos paraderos del sistema, pudiendo confirmar o declinar distintos problemas tal como se muestra en la Figura 2. Los reportes predefinidos que pueden informar los usuarios sobre paraderos son: “falta de información de recorridos”, “no hay asientos”, “no hay techo” y “falta de iluminación”.

La metodología implementada busca construir un indicador mensual del estado físico de los paraderos, que permita identificar aquellos con problemas que afectan a los usuarios y evaluar la veracidad de los reportes generados. Para esto, se genera un indicador que asigna un peso a los reportes más recientes de cada usuario en una parada y cuyo peso disminuye a medida que los reportes no sean unánimes entre usuarios, es decir, que existan usuarios que hayan informado que el reporte es falso.

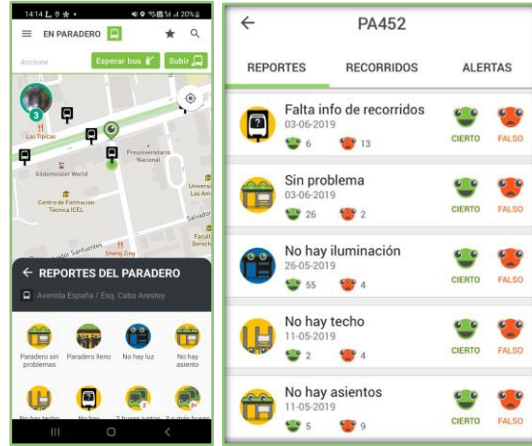


Figura 2 Ejemplo de reportes del estado físico de paraderos mediante aplicación TranSapp

Para aquello se clasifican los distintos problemas reportados en cada paradero (falta de información de recorridos, no hay asientos, no hay techo y falta de iluminación) y se ordenan temporalmente, desde el más reciente al más antiguo. Luego se asigna un peso a cada uno, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_i^p = R_{i-1}^p - f \cdot C_i \quad (2)$$

donde, R_i^p es el peso asignado al reporte del usuario i para el problema p de un paradero; esto toma el valor 1 para el usuario con reporte más reciente en la parada ($R_i^p = 1$). C_i es el número de cambios entre secuencias de confirmaciones y declinaciones de un problema entre los distintos usuarios que reportan en un paradero; este valor aumenta en una unidad cada vez que exista un cambio de reporte entre el usuario i y el usuario $i - 1$, y se inicializa con valor 0. Es decir, si el usuario i y el $i - 1$ usuario coinciden con el reporte de un problema en el paradero, C_i se mantendrá; en cambio, si los reportes de estos no coinciden C_i aumentará en una unidad. f es un factor de reducción del peso de los reportes respecto al número de cambio de estado de reportes, y se calculado mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{1}{\max_p c_p + 1} \quad (3)$$

donde C_p es el máximo número de cambios de estado registrados para un problema p en todos los paraderos de la red. Este factor permite reducir el peso de los reportes similares en todos los paraderos y problemas detectados, y permitir que todos los reportes generados por los usuarios tengan un peso en el indicador del paradero, que se obtiene a través de:

$$I_s^p = \sum_{i \in D_s} R_i^p - \sum_{i \in C_s} R_i^p \quad (4)$$

donde, I_s^p denota el indicador de un paradero s para un problema p , C_s es el conjunto de usuarios que confirman los reportes del problema y D_s es el conjunto de usuarios que declinan reportar el problema.

2.3 Evaluación de la calidad de servicio

La evaluación de la calidad del servicio entregado es una cualidad que los usuarios de TranSapp pueden utilizar para reportar su experiencia de viaje. Es posible calificar voluntariamente la experiencia de viaje utilizando tres caras de evaluación, como se muestra en la Figura 3. Con el objetivo de permitir la comparación entre la información de calidad de servicio reportado por encuestas tradicionales de movilidad y la información proporcionada por TranSapp, hemos asignado rangos de notas en la escala de 1 a 7 para cada cara. La cara verde representa un buen viaje, con un rango de nota entre 5 y 7; la cara amarilla un viaje regular, con nota 4 y la cara roja un viaje no agradable, con un rango de nota entre 1 y 3.

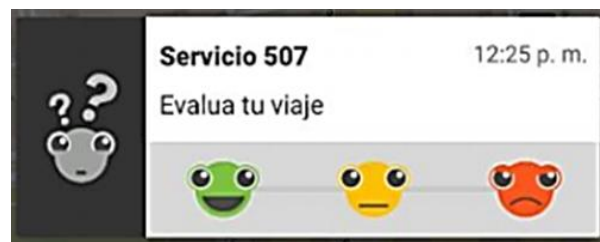


Figura 3 Evaluación de la calidad de viaje experimentada por un usuario de TranSapp

El registro de estas evaluaciones por parte de los usuarios permite obtener evaluaciones promedio de los distintos servicios de buses, operadores y del sistema en general.

3. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos tras aplicar las metodologías expuestas en la sección previa, utilizando datos recopilados de usuarios de TranSapp durante los meses de marzo, abril y mayo de 2019.

3.1 Resultados sobre el tiempo de espera

Para medir el tiempo de espera, se utilizaron los registros de consultas del tiempo de llegada de buses al paradero y el posicionamiento de los distintos aparatos móviles almacenados durante marzo de 2019 por TranSapp. Aplicando los criterios de confianza que evitan incluir información no deseada, fue posible obtener 3.515 observaciones (correspondientes al 0,6% del total de registros de consultas del tiempo de llegada), de las cuales 2.464 observaciones poseen registro de movilidad previo al ingreso a la *geocerca* y 1.051 no poseen registro de movilidad previo al ingreso a la *geocerca*. Estas observaciones están registradas en 1.807 paraderos, que representan el 16% del total de paraderos del sistema.

En la Figura 4 se presentan los histogramas y la distribución acumulada del tiempo de espera para aparatos móviles que activan el registro de movilidad previo al ingreso a la *geocerca*. La media del tiempo de espera medido es de 3,87 [min] con una desviación estándar de 3,79 [min] y una espera máxima inferior a los 35 [min]. También se aprecia que más del 90% de los usuarios medidos poseen una espera inferior a los 10 [min] y alrededor del 70% de los usuarios espera menos de 5 [min].

La Figura 5 presenta los histogramas y distribución del tiempo de espera para aparatos móviles que no activan el registro de movilidad previo al ingreso a la *geocerca*. En este caso, la media del tiempo de espera medido es de 3,37 [min] con una desviación estándar de 3,38 [min] y una espera máxima inferior a los 25 [min].

Cuando el usuario utiliza la aplicación antes de llegar al paradero, se generan registros de movilidad previos al ingreso en la *geocerca*, lo que permite una estimación más precisa del tiempo de espera. En cambio, cuando el usuario abre la aplicación estando ya en el paradero, no se cuenta con registros de movilidad previos al ingreso a éste, lo que podría resultar en una subestimación del tiempo de espera. Esta puede ser la razón por la cual los tiempos de espera registrados en el segundo escenario (sin registro de movilidad previos al ingreso en la *geocerca*) son inferiores a los tiempos de espera registrados en el primer escenario.

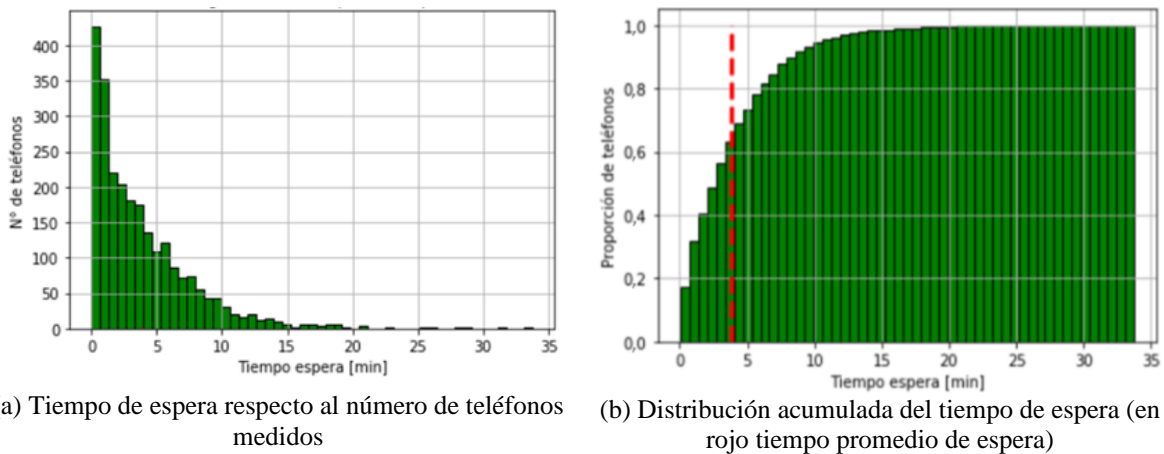


Figura 4 Tiempo de espera de usuarios con información de movilidad previo ingresar a *geocerca*

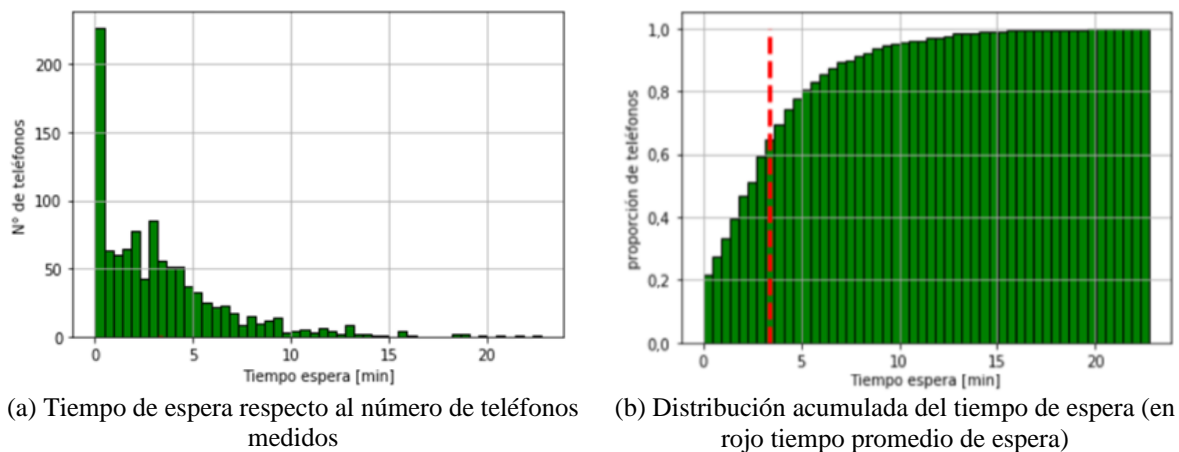


Figura 5 Tiempo de espera de usuarios sin información de movilidad previo ingresar a *geocerca*

Los resultados obtenidos muestran que los datos provenientes de aplicaciones móviles para pasajeros de transporte público se pueden adaptar con el objetivo de obtener mediciones de los

tiempos de espera de los usuarios de transporte público. La literatura ha demostrado que uno de los atributos de viaje que más desagradan a los pasajeros es el tiempo de espera (Raveau *et al.*, 2011; Anderson *et al.*, 2017), por lo que es fundamental para las autoridades de transporte poseer mediciones que revelen información respecto al nivel de espera de los usuarios en distintas zonas geográficas y periodos de tiempo.

El resultado de esta metodología también identifica el desafío que tienen las aplicaciones móviles por capturar información de posicionamiento del usuario de manera más frecuente con el objetivo de mejorar la exactitud de estimación de tiempos de espera. Esto sin olvidar, que la privacidad de los datos de los usuarios es un tema fundamental que se debe regular con el objetivo de utilizar información sensible anonimizada y con mecanismos que ayuden a resguardar la privacidad de las personas.

3.2 Resultados sobre indicadores del estado físico de los paraderos

Los usuarios de TranSapp reportaron el estado físico de un total de 3.901 paraderos del sistema de transporte público en Santiago durante el mes de mayo de 2019. Esto representa alrededor del 35% de los paraderos de la red del sistema de transporte (ver Figura 6). En los reportes entregados por los usuarios de la app se identificaron problemas relacionados con la falta de información de recorridos, asientos, techo e iluminación.



Figura 6 Distribución de paraderos reportados por usuarios de TranSapp en Santiago

La Figura 7 muestra la distribución de indicadores para los distintos problemas, en función del número de usuarios que contribuyeron, en los paraderos reportados. El indicador observado fue calculado tal como se muestra en la Ecuación (4), donde valores negativos representan una mayor cantidad de reportes confirmando el problema, mientras que valores positivos representan una mayor cantidad de reportes declinando el problema.

Como el número de usuarios que reporta un problema difiere para cada paradero, es posible normalizar el indicador respecto al número de reportes, obteniéndose el peso promedio de cada reporte. Se hace notar que si el peso promedio del reporte es igual a -1, esto indica que todos los usuarios confirmaron el problema en el paradero. Si bien los indicadores fueron generados para cada problema reportado, el Directorio de Transporte Público Metropolitano (DTPM) reconoce

que el requisito mínimo que debe poseer un paradero es contar con una señal de parada que permita al usuario informarse de los servicios que se detienen. Por lo anterior, se procedió a inspeccionar algunos paraderos en terreno para realizar un análisis preliminar de la validez del indicador construido para el problema “falta de información de recorridos”.

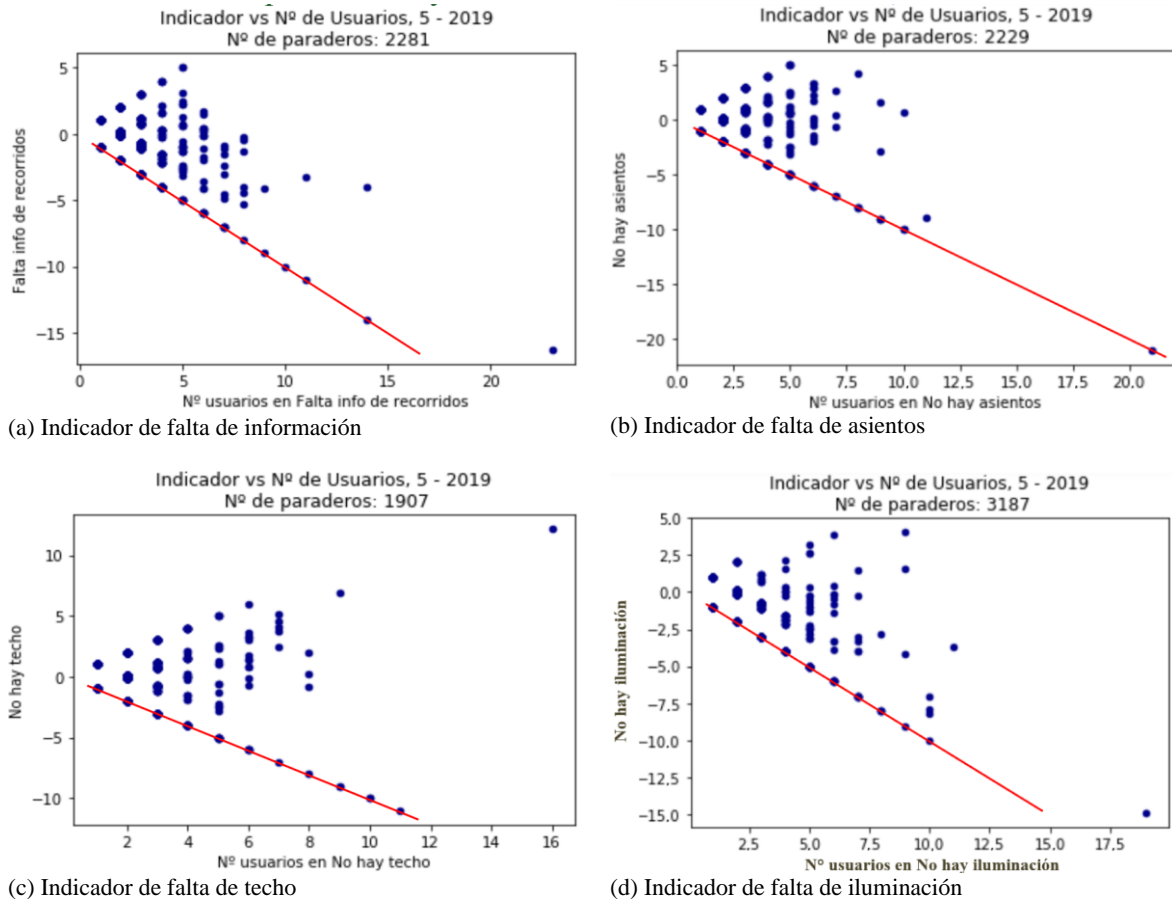




Figura 7 Distribución de indicadores en paraderos reportados de acuerdo con el número de usuarios (en línea roja sección donde el peso promedio de los reportes es igual a -1)

En la Tabla 2 se presentan dos ejemplos de inspección; estos muestran que cuando se reporta “falta información de recorridos”, en general se logra identificar la falta de la señal de parada, sobre todo en aquellos cuyo peso promedio es -1 (es decir que todos los usuarios confirmaron la existencia del problema). Este resultado evidencia que la información reportada por medio de aplicaciones móviles de transporte puede ser utilizada para identificar paraderos que requieran ser mejorados o mantenidos. Esto permite disminuir costos en temas monetarios y de tiempo en el proceso de identificación de paraderos con problemas, lo cual normalmente se realiza con inspecciones físicas. Un desafío que podemos identificar de este resultado es la necesidad de tener mayor claridad en el reporte de un problema, ya que este puede causar confusión entre los usuarios. Ejemplo de lo anterior ocurre con el reporte “falta de información de recorrido”, donde algunos usuarios podrían identificarlo con la necesidad de mostrar más detalle de los recorridos que pasan por el paradero y no necesariamente con la falta de una señal de parada.

Tabla 2 Inspección con indicador crítico para problema “falta de información de recorridos”

	<p>Paradero: PA273 Ubicación: Avenida Brasil / Esq. Alameda Usuarios reportando: 10 Indicador: -10 Peso promedio del reporte: -1 Comentarios: Paradero sin ningún elemento físico que permita identificar su existencia, no hay señal de parada.</p>
	<p>Paradero: PC618 Ubicación: Parada 1 / (M) Francisco Bilbao Usuarios reportando: 23 Indicador: -16.29 Peso promedio del reporte: -0.71 Comentarios: Paradero con refugio, señal de parada en mal estado (rayados y caídas), no hay información detallada de recorridos.</p>

3.3 Resultados sobre evaluación de la calidad de servicio

Durante el periodo marzo-mayo de 2019, los usuarios de TranSapp realizaron 16.458 evaluaciones sobre la calidad de su experiencia de viaje en distintos recorridos de buses del sistema de transporte, que son responsabilidad de diferentes operadores de buses.

En la Tabla 3 es posible observar el número de recorridos evaluados, el número de evaluaciones obtenidas y el número de usuarios que efectuaron estas evaluaciones, para cada operador del sistema. Además, es posible observar el tamaño muestral del “Estudio de Satisfacción de Empresas Operadoras” (ESEO) efectuado por la DTPM en noviembre de 2017.

Tabla 3 Tamaño muestral de evaluación de calidad de servicio de empresas operadoras

Operador	ESEO 2017		TranSapp marzo-mayo 2019		
	N° recorridos	Tamaño muestral	N° recorridos	Tamaño muestral	N° usuarios
Alsacia	7	750	5	319	128
Su Bus	9	746	40	2055	780
Buses Vule	15	735	74	3888	1480
Express	10	728	45	3290	1204
Metbus	8	739	42	4000	1485
Red Bus Urbano	14	754	49	1710	673
STP Santiago	7	748	30	1196	393
Total	70	5200	285	16458	6143

Las figuras 8 y 9 muestran la evaluación promedio de las empresas operadoras a través del estudio ESEO y TranSapp. Se aprecia un alza en las calificaciones de las empresas operadoras con datos

obtenidos por medio de TranSapp, que en gran parte se debe a una baja en las calificaciones con rango de nota entre 1-3. Lo anterior es esperado, ya que como se reporta en la literatura, los usuarios que acceden a información en tiempo real sobre su experiencia de viaje aumentan su satisfacción respecto al servicio ofrecido.

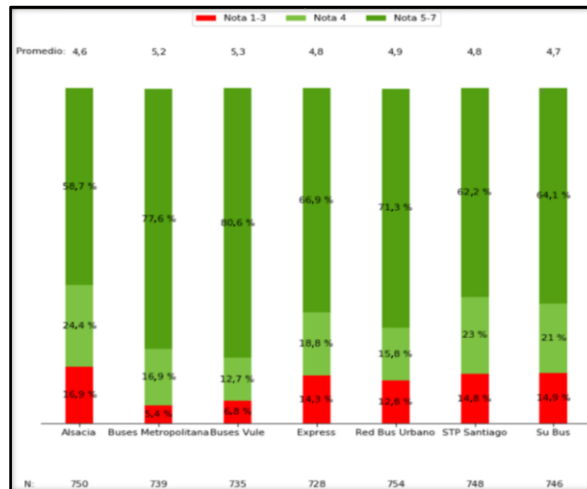


Figura 8 Evaluación de empresas operadoras estudio

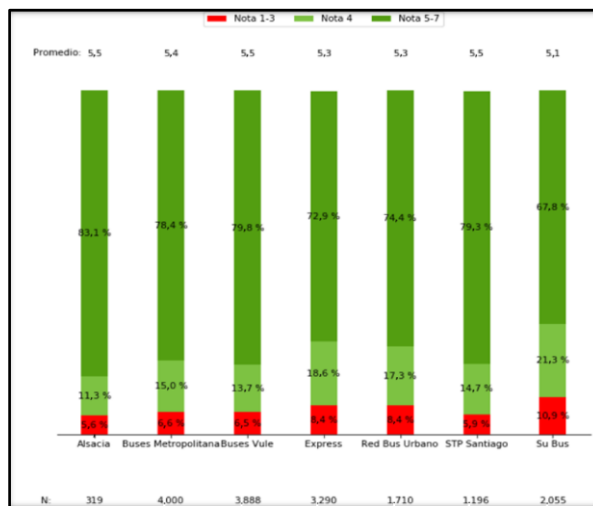


Figura 9 Evaluación de empresas operadoras TranSapp

Para generar una evaluación general del sistema, se necesita generar técnicas de muestreo que permitan que todo el sistema esté bien representado, pues los usuarios de TranSapp no están distribuidos homogéneamente entre los operadores, y existe mayor número de evaluaciones en algunos operadores producto de campañas publicitarias.

4. CONCLUSIONES

El uso de datos de la aplicación móvil TranSapp permitió obtener resultados sobre el tiempo de espera, estado físico de paraderos y evaluación de la calidad de servicios de empresas operadoras en base a reportes generados a nivel mensual. Esta información es de gran importancia tanto para

reguladores como operadores de buses, puesto que les permite evaluar aristas que son de gran importancia en la calidad de servicio de un sistema de transporte público.

Usualmente, la información referente a calidad de servicio es obtenida a través de encuestas tradicionales de movilidad o reclamos enviados por medio de páginas oficiales de las autoridades de transporte. Se hace notar que las encuestas sobre movilidad y percepción de pasajeros implican un alto costo monetario y en tiempo, generando muestras acotadas de usuarios e información no continua en el tiempo. Ejemplo de esto es la encuesta de satisfacción de pasajeros del transporte público que se realiza tres veces al año en Santiago. Este estudio muestra que las tecnologías emergentes en los sistemas de transporte, como las aplicaciones móviles para pasajeros, permiten no solo obtener información real del comportamiento de pasajeros sino que también es información continua en el tiempo y de bajo costo. Es importante destacar que un trabajo futuro que se desprende del presente estudio es comparar de manera estadística los resultados de los indicadores de calidad de servicio obtenidos mediante encuestas tradicionales de movilidad con los resultados obtenidos a partir de datos provenientes de aplicaciones móviles de transporte.

Asimismo, debido a la continuidad de información generada por este tipo de herramientas, la elaboración de reportes en forma periódica (o incluso en tiempo real) es factible, permitiendo tanto a operadores como reguladores tomar decisiones respecto al estado actual de la red de transporte y mantener un registro histórico de los indicadores de calidad de servicio. En este contexto, se recomienda identificar un grupo de usuarios representativos de la aplicación móvil con el objetivo de evaluar cambios a través del tiempo y el efecto de políticas públicas implementadas en el sector de transporte.

Por otro lado, aunque este trabajo intenta desarrollar una metodología para obtener estimaciones cuantitativas del tiempo de espera y la calidad de servicio, también es importante considerar la percepción que los pasajeros tienen de estos atributos. En este contexto, se recomienda que futuras investigaciones evalúen si el uso de aplicaciones móviles de transporte puede influir en la percepción de los pasajeros sobre los atributos del transporte público. Algunas preguntas interesantes que responder son: ¿Puede la información en tiempo real a través de aplicaciones móviles reducir la percepción del tiempo de espera? ¿Puede la información en tiempo real a través de aplicaciones móviles mejorar la percepción de la seguridad de los pasajeros?

En este estudio se propusieron indicadores de calidad de servicio referentes a tiempo de espera, infraestructura de paraderos y nivel de satisfacción de los pasajeros. No obstante, se pueden proponer nuevos indicadores que se adapten a las necesidades de evaluación requeridas por operadores y reguladores del sistema de transporte público. Finalmente, es importante notar que la masividad de los usuarios que utilizan la aplicación es fundamental para capturar indicadores de calidad de servicio que sean representativos del sistema de transporte. Formas de llevar a cabo lo anterior, incluye generar mecanismos que incentiven a los usuarios a generar reportes y evaluaciones (Arriagada *et al.*, 2023), incluir la elaboración de encuestas de satisfacción dentro de la aplicación, o hacer cambios que impliquen almacenar más posiciones GPS de los usuarios. No obstante, estos cambios deben resguardar la funcionalidad que ofrece la aplicación a sus usuarios para que estos se mantengan activos, produciéndose un compromiso entre las necesidades de evaluación y la usabilidad prestada.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro agradecimiento al equipo de Transapp por su colaboración en la recopilación de datos utilizados en este estudio. Además, extendemos nuestro agradecimiento al Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería por su apoyo financiero. Este proyecto fue parcialmente financiado a través de una subvención otorgada por el Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería de ANID PIA AFB230002.

REFERENCIAS

- Akhla, A.A.N., Thong, C.L., Shibghatullah, A.S., Chit, S.M., Cherukuri, A.K., Chaw, L.Y. y Lee, C.Y. (2023). Impact of real-time information for travellers: a systematic review. *Journal of Information & Knowledge Management* **22**, <https://doi.org/10.1142/S0219649222500654>
- Anderson, M.K., Nielsen, O.A. y Prato, C.G. (2017). Multimodal route choice models of public transport passengers in the Greater Copenhagen Area. *EURO Journal on Transportation and Logistics* **6**, 221-245.
- Arriagada, J., Mena, C., Munizaga, M. & Schwartz, D. (2023). The effect of economic incentives and cooperation messages on user participation in crowdsourced public transport technologies. *Transportation* **50**, 1585-1612.
- Dziekan, K. y Kottenhoff, K. (2007). Dynamic at-stop real-time information displays for public transport: effects on customers. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **41**, 489-501.
- DPTM (2017) Estudio de Satisfacción de Empresas Operadoras. Directorio de Transporte Público Metropolitano, Santiago <http://www.dtpm.cl/index.php/omnis-iste-natus-error>
- Farkas, K., Nagy, A.Z., Tomás, T. y Szabó, R. (2014). Participatory sensing based real-time public transport information service. *2014 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication Workshops (PERCOM WORKSHOPS)*. Budapest, Hungría.
- Ferris, B., Watkins, K. y Borning, A. (2010). OneBusAway: results from providing real-time arrival information for public transit. *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 10-15 abril 2010, Atlanta, GA, EE.UU.
- Fitzpatrick, K., Brewer, M.A. y Turner, S. (2006). Another look at pedestrian walking speed. *Transportation Research Record* **1982**, 21-29.
- Macedo, E., Teixeira, J., Sampaio, C., Silva, N., Coelho, M.C., Glinos, M. y Bandeira, J.M. (2021). Real-time information systems for public transport: user perspective. *Transportation Research Procedia* **52**, 732-739.
- Paulsen, M., Rasmussen, T.K. y Nielsen, O.A. (2021). Impacts of real-time information levels in public transport: a large-scale case study using an adaptive passenger path choice model. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **148**, 155-182.
- Raveau, S., Muñoz, J.C. y De Grange, L. (2011). A topological route choice model for metro. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **45**, 138-147.

Singhal, M. y Shukla, A. (2012). Implementation of location based services in android using GPS and web services. *International Journal of Computer Science Issues* **9**, 237-242.

Watkins, K.E., Ferris, B., Borning, A., Rutherford, G.S. y Layton, D. (2011). Where is my bus? Impact of mobile real-time information on the perceived and actual wait time of transit riders. *Transportation Research Part A: Policy and Practice* **45**, 839-848.