

EVALUACIÓN DE LA RELACIÓN OFERTA-DEMANDA EN EL SISTEMA DE TRANSPORTE PÚBLICO DE PARANÁ: ENFOQUE EN LA OPTIMIZACIÓN Y SOSTENIBILIDAD DE LA MOVILIDAD

Jaurena, Juan Francisco; Díaz Arias, Rafael; Elías, Walter; Lambarri, Joaquín

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos (FIUNER).
juan.jaurena@uner.edu.ar; rafael.diaz@uner.edu.ar; walter.elias@uner.edu.ar;
Joacolambarri2001@gmail.com

RESUMEN

En general las autoridades de transporte se rigen por objetivos comunes al momento de planificar y gestionar los sistemas de Transporte Público (TP) como promocionarlos a modo de política de disminución de vehículos particulares, mejorar la satisfacción del usuario y la calidad de los servicios sin que ello signifique transferir los costos en forma significativa a las tarifas, y hacer posible que el servicio esté disponible para grupos vulnerables. Desde aquí, se puede decir que el TP es un servicio público de alto impacto en la movilidad urbana y a su vez es costoso en su operación. El desarrollo de intervenciones que permitan equilibrar la oferta y mitigar aglomeraciones en Horas Pico es un objetivo primario en la gestión de dichos servicios.

Este trabajo, en el marco del PID UNER "Modelo de Tarificación Mixta para los Sistemas de Transporte Públicos Masivos – Caso de Estudio Ciudad de Paraná" trata un diagnóstico de la situación actual que permite entender la relación entre oferta y demanda del sistema de TP de Paraná, identificando los patrones de donde se generan fricciones entre la oferta y la demanda, y los momentos del día donde se observa subutilización de la oferta. Ya que la oferta diseña habitualmente para cubrir la mayor parte la demanda de las franjas horarias de mayor carga, la identificación de estos desequilibrios es el puntapié inicial que permite explicar una arista de cómo se generan sobrecostos en la explotación que se transfieren al costo tarifario.

Palabras Claves: Transporte Público, Relación Oferta-Demanda, Horas Pico

ABSTRACT

In general, transport authorities are guided by common objectives when planning and managing Public Transportation (PT) systems, such as promoting them as a policy to reduce private vehicles, improve user satisfaction and service quality without significantly transferring costs to fares, and making the service accessible to vulnerable groups. From this standpoint, it can be stated that PT is a high-impact public service in urban mobility and, at the same time, is costly in its operation. The development of interventions that aim to balance supply and alleviate peak-hour congestion is a primary goal in the management of such services.

This work, within the framework of the UNER PID "Mixed Fare Model for Mass Public Transportation Systems - Case Study: City of Paraná," conducts a diagnosis of the current situation that allows us to understand the relationship between supply and demand for the Paraná PT system. It identifies patterns where friction arises between supply and demand and moments of the day when supply is underutilized. Since supply is typically designed to cover the majority of demand during peak hours, identifying these imbalances is the starting point for explaining one aspect of how operational overruns are incurred and transferred to the fare cost.

Keywords: Public Transportation, Supply-Demand Relationship, Peak Hours

1. INTRODUCCIÓN

En general las “autoridades de transporte” se rigen por objetivos comunes a la hora de planificar y gestionar los sistemas de Transporte Público (TP) y entre ellos se encuentran: promocionar el TP como política de disminución de vehículos particulares con consecuente disminución de congestiones viales, contaminación ambiental, siniestralidad vial, mejorar la satisfacción del cliente o usuario y la calidad de los servicios sin que ello signifique transferir los costos de explotación en forma significativa a las tarifas, y hacer posible que el servicio esté disponible para grupos desfavorecidos o vulnerables [1]-[2]-[6]-[8]-[11]-[17].

La movilidad urbana se caracteriza por variaciones temporales y espaciales a gran escala en los patrones de viajes, lo que en ciertos momentos generan picos de demanda, comúnmente denominándose Hora Pico (HP) [4]. Los sistemas de TP no son inmunes a dichas fluctuaciones en la demanda, lo cual genera saturaciones y frustraciones que inducen pérdidas de tiempos en viajes e insatisfacción en los usuarios [5]-[10]-[13]-[16]. Esta situación habitual en los sistemas de TP generan efectos contrarios a los objetivos que plantean las autoridades sobre generar políticas de promoción de dichos sistemas de transporte masivo. Este efecto se debe al principalmente al dinamismo de la demanda de movilidad ya que hay pocas horas para realizar las diferentes actividades. Desde el punto de vista de la oferta, el hecho de que el TP sea un servicio tiene la importante consecuencia que no se pueden hacer reservas (stock) para ser utilizadas en periodos de mayor demanda. Así, si el servicio no se consume cuando se produce, sencillamente se pierde.

En el campo de la ingeniería de tránsito se han introducido estrategias de penalización a la demanda por el uso de la infraestructura vial mediante la aplicación de tarifas por congestión en los horarios pico y han logrado una disminución con éxito los volúmenes de vehículos, mejorando sustancialmente las demoras y congestiones. Donde, parte de los usuarios migraron hacia el transporte público, pero parte solo cambiaron sus patrones horarios de viajes [3]-[7]-[9].

Este trabajo, en el marco del PID UNER “Modelo de Tarificación Mixta para los Sistemas de Transporte Públicos Masivos – Caso de Estudio Ciudad de Paraná” trata un diagnóstico de la situación actual que permite entender la relación entre oferta y demanda del sistema de TP de Paraná, identificando los patrones de donde se generan fricciones entre la oferta y la demanda, y los momentos del día donde se observa subutilización de la oferta. Ya que la oferta diseña habitualmente para cubrir la mayor parte la demanda de las franjas horarias de mayor carga, la identificación de estos desequilibrios es el puntapié inicial que permite explicar una arista de cómo se generan sobrecostos en la explotación que se transfieren al costo tarifario pero también permite pensar nuevas estrategias para mitigarlos, no solo para la optimización de costos sino también para mejorar la experiencia de viaje de los usuarios al minimizar los momentos de aglomeraciones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Es importante resaltar que la fuente de información para llevar a cabo este estudio proviene del Sistema Único de Boleto Electrónico (SUBE), que se implementó en el Área Metropolitana de Paraná o Gran Paraná, Provincia de Entre Ríos, en el año 2017. Este sistema se destaca por generar datos de alta calidad, lo que abre la puerta al empleo del análisis de *big data* con el potencial de mejorar en reforma sustancial el formato de gestión, planificación y modelo de negocio del transporte público. Los macrodatos generados a partir de SUBE poseen una relevancia tanto teórica como práctica de gran alcance.

La información se transmite a la autoridad jurisdiccional, en este caso, la Municipalidad de la Ciudad de Paraná, a través de un sistema de transferencia de archivos seguro conocido como SFTP (Secure File Transfer Protocol). Los datos se encuentran en archivos con extensión CSV (valores separados por comas) que contienen detalles de transacciones individuales y resúmenes mensuales vencidos.

El proceso de Planeamiento del TP se basa en una serie de supuestos y principios, uno de los más importantes se basa en establecer que las características de los viajes son cuantificables, estables y predecibles. Este principio se adopta para enfocar el análisis en una semana de días laborables (de lunes a viernes) durante el mes de abril, el cual se caracteriza por ser un mes no sujeto a estacionalidades significativas y con una baja interferencia que pudiera afectar la normalidad de las actividades en la ciudad, como vacaciones, días feriados o huelgas en diversos sectores públicos, entre otros factores. Dentro de ese mes, se han seleccionado los datos correspondientes al período del 17 al 21 de abril, tal como se ilustra en la Figura 1.

Para el procesamiento de estos datos, se han empleado hojas de cálculo con el propósito de llevar a cabo un análisis estadístico descriptivo. El objetivo principal de este análisis es identificar los patrones típicos en el comportamiento de la oferta y la demanda de transporte público.



Figura 1 – Evolución de la demanda durante el mes de abril de 2023. Fuente Elaboración propia sobre la base de datos SUBE

3. CARACTERIZACIÓN DE LA RED DE TP DE LA CIUDAD DE PARANÁ

El Servicio de TP, regulado por la Ordenanza N.º 9546 / 2017 y el Decreto de la Provincia de Entre Ríos N.º 627/2020. Los servicios son brindados por las empresas agrupadas en Asociación del Transporte Urbano de Pasajeros (ATUP), Mariano Moreno S.R.L. (44% de la flota) y ERSa Urbano S.A. (56% de la flota). Las mismas, cubren la demanda del transporte urbano de pasajeros en el Área Metropolitana de Paraná [10].

La red actual se puede dividir en dos grandes grupos, las líneas que operan dentro del ejido urbano de Paraná: Con 12 líneas y 3 ramales, que conforman 409 km de red estática y las Líneas que operan en el Área Metropolitana de Paraná: Con 9 líneas y 3 ramales cubren las localidades aledañas de Colonia Avellaneda, Sauce Montrull, San Benito y Oro Verde. Todas ellas conforman 471 km de red estática. (ver Figura 2).

Para entender su concepción radio céntrica resulta esencial explicar que la atracción ejercida por el macrocentro de la ciudad de Paraná, que se origina en la significativa concentración de actividades especializadas que tienen un desarrollo escaso o limitado en otras áreas de la misma y área metropolitana. Estas actividades incluyen organismos gubernamentales, instituciones educativas y de atención médica, áreas comerciales y distritos bancarios, entre otros. Simultáneamente, se han manifestado focos lineales de atracción en ciertos puntos estratégicos de las principales avenidas, que en su mayoría tienen un carácter comercial y pueden ser catalogados como "de paso". Estos focos se han gestado en respuesta al aumento del tráfico vehicular en estas arterias.

En otro contexto, los mencionados núcleos de concentración se han vinculado con la expansión de los territorios circundantes, es decir, han surgido en consonancia con el crecimiento de la población en esas áreas. Como resultado de esta expansión demográfica, han emergido zonas comerciales que satisfacen las necesidades cotidianas de la población local. La distinción fundamental entre el macrocentro, los corredores viales y los puntos de concentración radica en que, en los dos últimos casos, su desarrollo está impulsado por una demanda espontánea derivada de la expansión urbana, mientras que el macrocentro alberga actividades únicas o especializadas que requieren que la población se desplace específicamente hasta allí. (ver Figura 3).

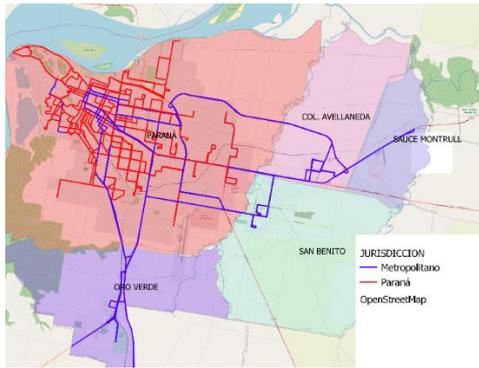


Figura 2 – Red de TPP por jurisdicción
 Fuente: Elaboración propia

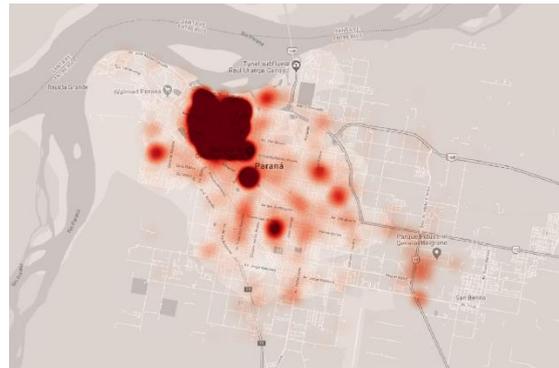


Figura 3 – Mapa de Calor de actividades atractoras de movilidad. Fuente: Elaboración propia

2.1 Cobertura y accesibilidad

El indicador de cobertura muestra el área que se encuentra cubierta o servida por el sistema de transporte público en relación con el área total del ejido urbano. Se define como "área servida" al área que se encuentra a una distancia de 400 metros a cada lado de una línea de transporte público. La lectura del mismo es sencilla ya que a medida que el indicador se acerca al 100, la cobertura de transporte público es mayor. La fórmula del indicador es: $\text{área servida por transporte urbano} / \text{área total}$. Realizando el cálculo de cobertura para el ejido urbano de Paraná, arroja un **55%** de superficie cubierta por la red de TPP, cubriendo la gran mayoría de la superficie urbanizada de la ciudad.

Respecto de la accesibilidad, se analizó la relación entre la población que se encuentra residiendo a una distancia "accesible" al transporte urbano y la población total del área de estudio. El análisis de accesibilidad utiliza esta mancha de cobertura y la superpone al mapa de densidad poblacional de cada vecinal en habitantes por hectárea. De la misma puede observarse que la totalidad de las vecinales de mayor densidad poblacional cuentan con cobertura de TPP dentro de una distancia razonable de caminata de 400 m.

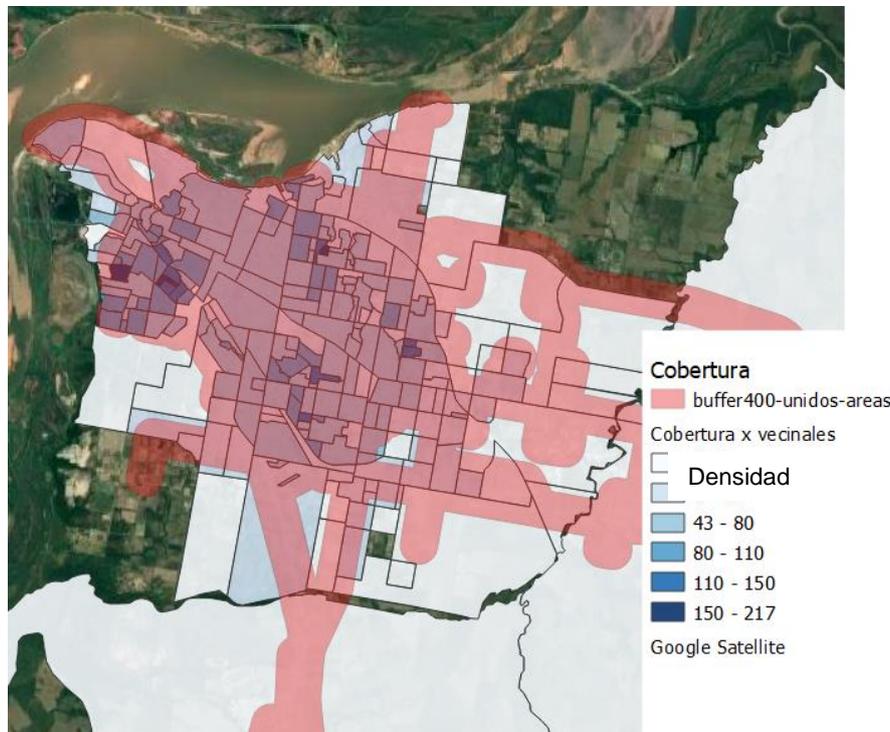


Figura 4 – mapa de cobertura y accesibilidad al sistema de TPP sobre densidad de vecinales.
 Fuente: Elaboración Propia

3. DISPONIBILIDAD DE LA OFERTA

En la semana, seleccionada como caso de estudio, del 17 al 21 de abril de 2022, se llevó a cabo un seguimiento detallado de la disponibilidad de buses en la ciudad de Paraná durante las horas del día. Estos datos son esenciales para comprender la capacidad del sistema de transporte público y su capacidad para satisfacer la demanda de los usuarios. A continuación, se presenta un análisis de estos datos:

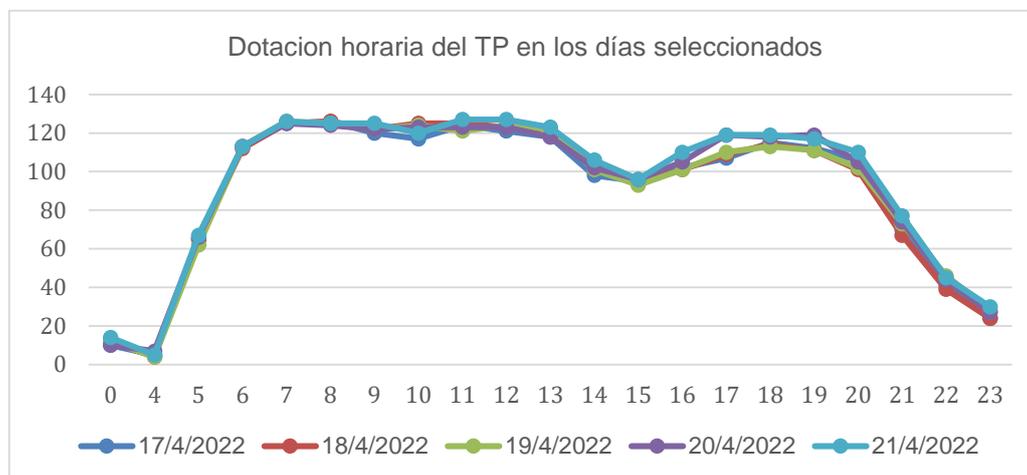


Figura 5 - Dotación horaria del TP entre el 17 y 21 de abril de 2023.
Fuente: Elaboración propia S/ base de datos SUBE

Para realizar el análisis se tomó los siguientes aspectos básicos:

- **Variación Horaria:** Los datos muestran una variación en la disponibilidad de buses a lo largo del día. Las horas tempranas de la mañana, como las 4:00 y las 5:00, tienden a tener una menor disponibilidad de buses, mientras que las horas pico, como las 7:00 y las 8:00, tienen una mayor disponibilidad que se mantiene hasta las 13:00 h donde decae hasta un 25% a las 15 h para volver a aumentar la dotación para los horarios pico de la tarde ubicándose en un 7% menor a la dotación matutina.

- **Consistencia Diaria:** A lo largo de la semana, la disponibilidad de buses en cada hora es consistente. Esto indica una planificación de servicios estable durante estos días.

- **Hora Pico:** Las horas de mayor demanda, que corresponden a las horas pico en el uso del transporte público, están atendidas con la mayor dotación de buses en funcionamiento. Esto es particularmente evidente entre las 7:00 y las 13:00.

- **Variación Semanal:** Aunque hay consistencia diaria, se observa una pequeña variación en la disponibilidad de buses entre los días hábiles, especialmente en las horas de la tarde.

- **Disponibilidad Nocturna:** La disponibilidad de buses disminuye gradualmente en las horas de la noche, alcanzando su punto más bajo entre las 0:00 y las 4:00 donde no se observa prestación del servicio.

4. PATRONES DE MOVILIDAD DE LA DEMANDA

4.1 Análisis sobre tarjetas activas en días hábiles

Como se observó en la Figura 1, las características de los viajes son consistentes con el principio de cuantificables, estables y predecibles, es por ello que se decide tomar la semana del 17 al 21 de abril de 2023 para realizar una caracterización del sistema. Es importante aclarar que se han omitido los días de fin de semana ya que no es de interés a los fines del estudio de investigación al que pertenece esta publicación.

El primer paso es determinar la cantidad de tarjetas activas en el sistema por día, como se observa en la Figura 6. De allí se desprende que, Aunque la tendencia general es a la baja, es importante notar que hubo fluctuaciones diarias en la cantidad de tarjetas activas. Por ejemplo, el 19 de abril muestra un ligero aumento en comparación con el 18 de abril y el día viernes es el de menor demanda de la semana. Esta variación se puede notar en el resto del mes como se observó en la Figura 1, por lo tanto, es una cualidad frecuente en los patrones de comportamiento de la demanda.



Figura 6 - Tarjetas activas por día
 Fuente: Elaboración propia S/ base de datos SUBE

Al ejecutar las operaciones básicas de estadística descriptiva, se puede observar que los datos de la cantidad de tarjetas SUBE activas durante la semana del 17 al 21 de abril de 2023 muestran un comportamiento interesante:

- El promedio diario de tarjetas activas es de aproximadamente 82.084 tarjetas, lo que sugiere una demanda constante durante esta semana.
- La mediana, que representa el valor central, es de 83.533 tarjetas, lo que indica que la mayoría de los días tuvieron una cantidad cercana a este valor.
- El rango, que es la diferencia entre el día con la menor cantidad de tarjetas activas (79.321) y el día con la mayor cantidad (83.533), es de 4,212 tarjetas, lo que muestra una variación moderada en la demanda durante esta semana.
- La desviación estándar de aproximadamente 2.026,5 tarjetas indica que los datos tienen una dispersión moderada alrededor del promedio.

Focalizando específicamente en el desarrollo horario de uso de las tarjetas en el TP se observa un patrón bien definido con 3 picos y dos valles diarios, el primero se da entre las 6:00 y las 7:00 de la mañana, el segundo y más importante a las 12:00 y el tercero más bajo y suavizado entre las 17:00 y las 18:00 h (ver Figura 7). En general los patrones son estables y varían poco significativamente en los días estudiados como se estableció en el párrafo anterior.

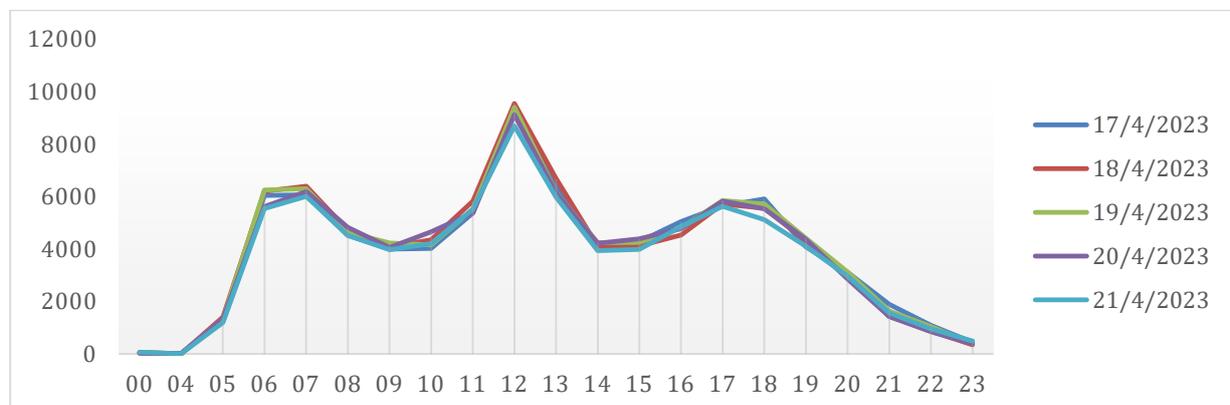


Figura 7 – evolución horaria de activación de tarjetas SUBE
 Fuente: Elaboración propia S/ base de datos SUBE

4.2 Patrones de usos

Para establecer los patrones de usos, primeramente, se identificaron los principales bloques de horas pico: 6:00, 7:00, 12:00, 17:00 y 18:00 h o sea 5 horas diarias de 21 horas totales de prestación del servicio. Mediante el procesamiento de consumos individuales por tarjeta fue posible identificar el nivel de consumo particular para cada una y establecer patrones en función a ello. De dicha forma se llega a elaborar el siguiente histograma (Figura 8)

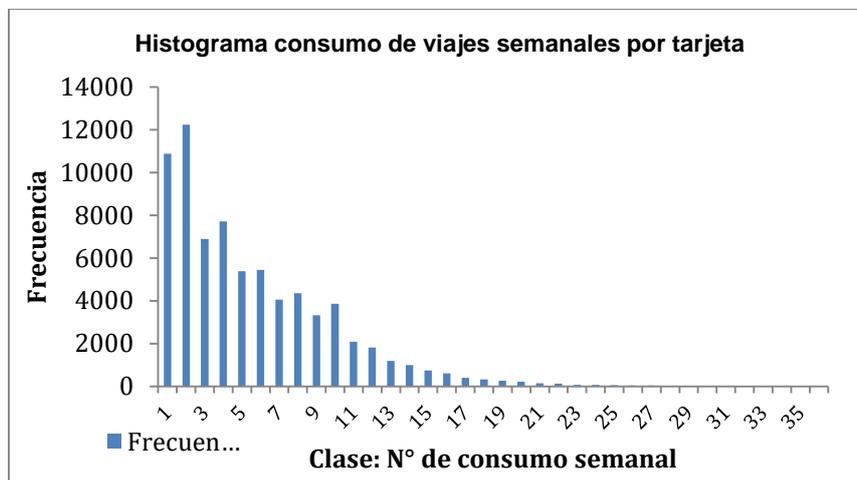


Figura 8 – Histograma de consumo semanal por tarjeta.

Fuente: Elaboración Propia

Y se obtuvieron los siguientes resultados de estadística descriptiva de la Tabla 1:

Tabla 1 – cálculos estadísticos del procesamiento del consumo semanal

Fuente: Elaboración propia

Media	5,59
Mediana	4
Moda	2
Desviación estándar	4,43
Varianza de la muestra	19,67
Curtosis	3,58
Coefficiente de asimetría	1,50
Rango	50
Mínimo	1
Máximo	51

Se realizó el análisis a través de los siguientes estadísticos:

- **Promedio:** La media de la cantidad de viajes es aproximadamente 5,6. Esto indica que, en promedio, se realizaron alrededor de 5,6 viajes por día durante los días hábiles seleccionados.

- **Mediana (Valor Central):** La mediana es 4. Esto indica que la mitad tuvo menos de 4 viajes y la otra mitad tuvo más de 4 semanales.

- **Moda (Valor más Frecuente):** La moda es 2, lo que significa que 2 es el número más frecuente de viajes semanales en la muestra.

- **Desviación Estándar:** La desviación estándar es aproximadamente 4,43. Esto muestra la dispersión de los datos alrededor de la media. Una desviación estándar alta indica que los datos están dispersos en un rango amplio.

- **Varianza de la Muestra:** La varianza de la muestra es 19,67. Es una medida de la dispersión de los datos. Una varianza alta indica que los datos están dispersos en un rango amplio en relación con la media.

- **Curtosis:** La curtosis es 3,58, lo que sugiere una distribución leptocúrtica. Esto indica que los datos tienen una concentración relativamente alta alrededor de la media y colas pesadas, lo que significa que hay valores extremos más frecuentes.

- **Coefficiente de Asimetría:** El coeficiente de asimetría es positivo (1,50), lo que sugiere una asimetría positiva en la distribución de datos. Esto significa que la cola derecha de la distribución es más larga que la cola izquierda, y los valores extremadamente bajos de consumo son más frecuentes que los valores extremadamente altos de consumo de TP.

- **Rango:** El rango es la diferencia entre el valor máximo (51) y el valor mínimo (1), lo que significa que la variabilidad de la cantidad de viajes es de 50.

Los datos sugieren que hay una variabilidad significativa en la cantidad de viajes por día durante las jornadas hábiles seleccionadas, con una tendencia hacia valores bajos de consumos. La distribución es asimétrica hacia la derecha, lo que significa que los valores extremadamente bajos de consumo son más comunes que los valores extremadamente altos.

Patrones de usos en horas pico

Uno de los aspectos clave en la investigación sobre los patrones de uso se centra en determinar cuántas tarjetas se emplean durante las horas pico. Como se puede observar en la Figura 7, se identificaron cinco franjas horarias en las que se producen picos: a las 6:00, 7:00, 12:00, 17:00 y 18:00 h. Estas franjas representan un total de 21 horas de servicio, lo que equivale al 24% del día en el que se experimenta una mayor tensión entre la oferta y la demanda del servicio de transporte público.

Para encontrar la relación deseada entre las tarjetas en uso y las horas pico, se analizaron los cinco grupos de viajes seleccionados. Se realizó un recuento por tarjeta para determinar cuántas estaban asociadas con las franjas horarias pico. Las tarjetas que no tenían ninguna relación con ninguno de estos horarios se registraron como 0, mientras que las que estaban vinculadas a los cinco horarios pico del día se registraron como 5. Esto se hizo independientemente de la frecuencia con la que se utilizara el transporte público durante esos cinco días seleccionados. Los resultados de este análisis se presentan en la Tabla 2 y se ilustran en el histograma de la Figura 9.

Tabla 2 – N° de HP asociadas a las tarjetas. Fuente: Elaboración Propia

N° de HP usados	Frecuencia	%
0	27697	37,7%
1	17753	24,2%
2	13895	18,9%
3	9809	13,4%
4	3634	4,9%
5	640	0,9%

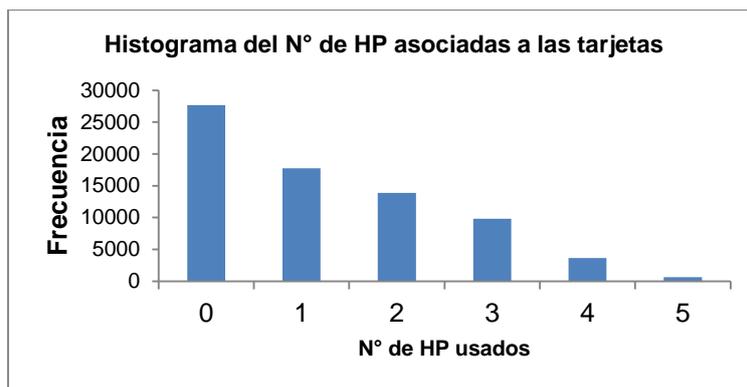


Figura 9 – Histograma del N° de HP asociadas a las tarjetas
Fuente: Elaboración Propia

El análisis de los resultados presentados en la Tabla 2, muestra el número de horas pico (HP) asociadas a las tarjetas:

- **0 HP:** El grupo más grande de tarjetas (37,7%) no está asociado a ninguna de las horas pico seleccionadas. Esto indica que un número significativo de tarjetas no se utiliza en los momentos de mayor demanda del servicio de transporte público. Puede haber diversas razones para esto, como usuarios que viajan en horarios no pico o que utilizan el servicio de manera esporádica.
- **1 HP:** Alrededor del 24,2% de las tarjetas están asociadas a una sola Hora Pico. Esto sugiere que un cuarto de las tarjetas se utiliza principalmente durante un período específico del día, posiblemente debido a los horarios laborales o patrones de desplazamiento regulares.
- **2 HP:** El 18,9% de las tarjetas están relacionadas con dos horas pico. Esto indica que una proporción significativa de usuarios utiliza el transporte público durante dos momentos de alta demanda. Esto podría deberse a que tienen que realizar desplazamientos que abarcan múltiples franjas horarias o que combinan sus viajes de alguna manera.
- **3 HP:** Un 13,4% de las tarjetas están asociadas con tres horas pico diferentes. Esto podría indicar que algunos usuarios tienen necesidades de viaje más complejas que requieren movimientos a diferentes horas del día y semana.
- **4 HP:** Un grupo más pequeño, el 4,9%, utiliza el servicio durante cuatro horas pico distintas. Esto sugiere que ciertos usuarios realizan múltiples viajes durante el día y semana, abarcando una amplia gama de franjas horarias de alta demanda.
- **5 HP:** El porcentaje más bajo (0,9%) corresponde a tarjetas que están asociadas con las cinco horas pico seleccionadas. Esto significa que un pequeño número de usuarios utilizan el transporte público de manera consistente en todos los momentos de alta demanda.

Los resultados muestran que la mayoría de las tarjetas no están vinculadas a todas las horas pico, lo que refleja la diversidad en los patrones de uso del transporte público. Además, que una gran porción de tarjetas no está asociada a ninguna hora pico (37,7%) pero una porción significativa está asociada hasta 3 bloques de horas pico diarias (56,5%) y una pequeña porción (5,8%) está vinculado a 4 o 5 horas pico en la semana.

3. CONCLUSIONES.

El presente trabajo en el contexto del Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID) de la Universidad Nacional de Entre Ríos (UNER), titulado "Modelo de Tarificación Mixta para los Sistemas de Transporte Públicos Masivos - Caso de Estudio Ciudad de Paraná," proporciona un diagnóstico fundamental de la situación actual del sistema de Transporte Público (TP) en Paraná. Los análisis realizados a través del estudio de transacciones registradas por el sistema SUBE proporcionan una visión completa de su funcionamiento y de los patrones de uso de los usuarios. Aquí se resumen los hallazgos más importantes:

1. **Distribución Horaria de Tarjetas Activas:** Se ha observado que la cantidad de tarjetas activas varía significativamente a lo largo del día. Sin embargo, se identificaron las horas pico donde particularmente la de medio día es significativamente la más alta del día, lo que sugiere la

necesidad de una planificación estratégica para gestionar eficazmente el flujo de pasajeros en estas horas.

2. **Comportamiento de Usuarios en Horas Pico:** El análisis de las tarjetas activas en relación con las horas pico revela que un porcentaje considerable de tarjetas no está asociado con estas horas de mayor demanda. Esto indica que muchos usuarios optan por viajar en horarios menos congestionados, lo que podría ser considerado para aliviar la presión en las horas pico y mejorar la eficiencia del sistema. No obstante, más de 50% de las tarjetas están siendo usadas en más de un bloque de Hora Pico y hasta 3 horas pico durante una semana lo que demuestra que es notoria la necesidad de incorporar políticas de planificación de movilidad tendientes a bajar dicho volumen.
3. **Análisis de Usos de Tarjetas SUBE:** Los datos sobre los usos de las tarjetas SUBE durante diferentes horas del día muestran patrones de demanda fluctuantes, aunque son muy estables y consistentes durante los días hábiles. Las horas pico, nuevamente, muestran la mayor cantidad de usos, y la variabilidad en el número de usos a lo largo del día sugiere la importancia de la gestión de la capacidad y la asignación de recursos.
4. **Estadísticas Descriptivas:** Se calcularon medidas estadísticas descriptivas, como promedio, mediana, mínimo, máximo y desviación estándar, para comprender mejor la distribución de los datos. Esto proporciona información valiosa para la planificación del transporte público y la toma de decisiones.

El estudio ha identificado patrones de uso y momentos del día en los que se producen fricciones entre la oferta y la demanda, así como momentos en los que la oferta se subutiliza. Estos desequilibrios pueden identificarse como un factor que contribuye a los sobrecostos en la operación del sistema, lo que a su vez puede impactar en el costo tarifario.

En consecuencia, este trabajo proporciona una base sólida para futuras propuestas de intervenciones y estrategias de gestión que busquen mejorar la eficiencia y la calidad del servicio de transporte público en Paraná. La comprensión de los patrones de demanda y la identificación de áreas de mejora son pasos cruciales hacia la optimización de la oferta de transporte público y la satisfacción de las necesidades de la comunidad, alineadas con los objetivos comunes de las autoridades de transporte.

4. REFERENCIAS.

- [1] Albalate, D., & Fageda, X. (2019). Congestion, Road Safety, and the Effectiveness of Public Policies in Urban Areas. *Sustainability*, 11(18), 5092.
- [2] Bigas, J. M., Zamorano, C., & Sastre, J. (2007). Transporte público y espacio urbano: un manual para el diseño. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos (Www.Ciccp.Es), 1–10.
- [3] Börjesson, M., & Eliasson, J. (2014). Experiences from the Swedish Value of Time study. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 59, 144–158.
- [4] Broaddus, A., Litman, T. A., & Menon, G. (2009). *Transportation Demand Management: Training Document*. Transportation in the New Millenium, April 1–118.
- [5] Cantwell, M., Caulfield, B., & O'Mahony, M. (2009). Examining the Factors that Impact Public Transport Commuting Satisfaction. *Journal of Public Transportation*, 12(2), 1–21.
- [6] Cheng, Y. H., Chang, Y. H., & Lu, I. J. (2015). Urban transportation energy and carbon dioxide emission reduction strategies. *Applied Energy*, 157, 953–973.
- [7] De Palma, A., & Lindsey, R. (2011). Traffic congestion pricing methodologies and technologies. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(6), 1377–1399.
- [8] Delgado Jalón, M. L., Sánchez de Lara, M. A., & Gómez Ortega, A. (2014). Financiación del servicio público de transporte urbano: Un estudio empírico en las empresas españolas. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de La Empresa*, 20(3), 151–162.
- [9] Eliasson, J., Hultkrantz, L., Nerhagen, L., & Rosqvist, L. S. (2009). The Stockholm congestion - charging trial 2006: Overview of effects. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 43(3), 240–250.
- [10] Jaurena, J.F.; Díaz Arias, R.D.; Franco, F.; Hurani, R.A.; Lischet, S.M. (2021). Indicadores de gestión del transporte público en base a datos SUBE. *Revista Argentina de Ingeniería (RADI)*. 18, 90–98.

- [11] Li, Z., & Hensher, D. A. (2011). Crowding and public transport: A review of willingness to pay evidence and its relevance in project appraisal. *Transport Policy*, 18(6), 880–887.
- [12] Liu, Y., Wang, S., & Xie, B. (2019). Evaluating the effects of public transport fare policy change together with built and non-built environment features on ridership: The case in Southeast Queensland, Australia. *Transport Policy*, 76(September 2018), 78–89.
- [13] Miller, C., & Savage, I. (2017). Does the demand response to transit fare increases vary by income? *Transport Policy*, 55, 79-86.
- [14] Paramita, P., Zheng, Z., Haque, M. M., Washington, S., & Hyland, P. (2018). User satisfaction with train fares: A comparative analysis in five Australian cities. *PLOS ONE*, 13(6), e0199449.
- [15] Peer, S., Knockaert, J., & Verhoef, E. T. (2016). Train commuters' scheduling preferences: Evidence from a large-scale peak avoidance experiment. *Transportation Research Part B: Methodological*, 83, 314–333.
- [16] Pyddoke, R., & Swärdh, J.-E. (2017). The influence of demand incentives in public transport contracts on patronage and costs in medium sized Swedish cities. 29.
- [17] Romero-Torres, J. (2010). Factors of service quality of the public transport service: A case study in Toluca City, Mexico. 10(32), 49–80.