



Impacto del COVID-19 en la movilidad en transporte público de ciudades intermedias: el caso de la ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz, Argentina

Impact of COVID-19 on public transport mobility in intermediate cities: the case of Santa Fe de la Vera Cruz City, Argentina

Bosisio, Andrea 

Universidad Nacional del Litoral (UNL).

Departamento de Cartografía y Agrimensura. Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Santa Fe. Argentina

acbosisio@yahoo.com.ar

Talavera García, Rubén 

Universidad Complutense de Madrid (UCM). Grupo tGIS Transporte Infraestructura y Territorio.

Departamento de Geografía. Facultad de Geografía e Historia. Madrid. España.

rtalaveragarcia@ucm.es

Recibido: 09/05/2025

Aceptado: 03/06/2025

RESUMEN

La pandemia de COVID-19 marcó un antes y un después en la movilidad urbana, pero los efectos han sido mucho más profundos en las ciudades intermedias donde el sistema de transporte público no estaba lo suficientemente consolidado para responder a una crisis de salud pública, como el caso de la ciudad de Santa Fe, y al que se le unió posteriormente un contexto de elevada inflación.

Mediante la utilización de datos provenientes de la tarjeta de transporte SUBE, se realizaron análisis en la red de autobuses que demostraron la fuerte reducción en el número de validaciones con tarifa plana durante la postpandemia, poniendo en peligro la sustentabilidad del servicio.

Este estudio contribuye al entendimiento general de este problema, proporcionando información detallada y planteando nuevas líneas de investigación tendientes a asistir al gobierno local con recomendaciones en la implementación de medidas que propicien una solución a la crisis del transporte público actual.

Palabras clave Autobuses; movilidad urbana; tarjeta inteligente de transporte; patrones de movilidad; planificación del transporte.

ABSTRACT

COVID-19 marked a before and after in urban mobility. Yet, the effects have been stronger in intermediate cities where the public transport system was not sufficiently consolidated to answer back to a public health crisis; such is the case in the city of Santa Fe, which was subsequently coupled with a high inflation context.

Different analyses were done using the transport smart card SUBE database, which showed a strong reduction in the number of validations with a standard fare during the post-pandemic, endangering the sustainability of the service.

The present study contributes to the general understanding of this problem, providing detailed information and new lines of investigation aimed at assisting the local government with recommendations regarding the implementation of



measures leading to finding a solution to the current crisis in public transport.

Keywords Buses; urban mobility; transport smart card; mobility patterns; transport planning.

1. Introducción

La pandemia de la COVID-19 ha marcado un antes y un después en multitud de cuestiones en nuestra sociedad, entre las que destaca el impacto en la forma en la que la población se mueve y utiliza los modos de transporte.

Estos cambios son la consecuencia de la forma de transmisión del virus, que obligó a que se implementaran medidas de distanciamiento, de restricción de la movilidad y de implantación de la obligatoriedad en el uso de mascarillas. Se propagó entre la población la idea de que el uso del transporte público suponía una actividad con elevado riesgo de contagio al no poderse mantener la distancia de seguridad en un espacio cerrado. En los sectores económicos en los que los trabajadores podían desempeñar sus tareas de forma remota, se implantó o fomentó el teletrabajo, de igual forma que se hizo en la enseñanza.

En aquellos sectores en los que no era posible el teletrabajo, los trabajadores optaron por los medios de transporte que les aseguraran un mayor distanciamiento social y mayor sensación de seguridad, como en el vehículo privado o en modos de transporte individuales como bicicletas o patinetes ([Google COVID-19 Community Mobility Report, 2024](#)). Además, en aquellos casos en los que la distancia a recorrer lo permitiese se optó por realizar esos desplazamientos a pie. En numerosas ciudades se favoreció esta demanda de movilidad personal con la implantación de medidas destinadas a dar más sección viaria a estos modos de transporte. Entre estas medidas, generalmente de carácter temporal, cabe hacer mención a la peatonalización de calles o la puesta en servicio de carriles bici, más conocidos en la terminología anglosajona como los '*pop-up bike lane*'. Este cúmulo de circunstancias originó una alteración en la demanda del transporte durante la pandemia y generó la necesidad de su reorganización.

En Argentina, a partir del 12 de marzo de 2020 se suspendieron las clases presenciales en todo el país y se habilitaron las licencias y el trabajo remoto para el sector público y privado, para mayores de 60 años y grupos de riesgo ([Decreto DNU 260/2020](#)), luego el 19 de marzo de 2020 se estableció el Aislamiento Social Preventivo Obligatorio [ASPO]. En el año 2021 se privilegió que las escuelas permanecieran abiertas todo lo posible, aunque la situación sanitaria obligó a aplicar nuevos cierres, alternando entre clases a distancia y presenciales, con lo cual el Consejo Federal de Educación aglutinó en un solo ciclo lectivo a los dos años de pandemia (2020-2021) ([Organización Panamericana de la Salud \[OPS\] y Fundación Gonzalo Rodríguez, 2022](#); [Cuadros et al., 2023](#)). La ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz no fue ajena a dichas disposiciones, pero su salida del confinamiento no fue menos traumática dado que los períodos de apertura de las actividades socioeconómicas fueron intermitentes, agravados por el contexto inflacionario en alza, que las políticas de restricciones potenciaron, registrando el índice de precios al consumidor un incremento acumulado del 94,8 % en los doce meses del año 2022, con una incidencia en el transporte público de 5,8 %, siendo la inflación más elevada registrada en el país desde el año 1991 y el segundo mayor registro en América Latina para dicho período ([Instituto Nacional de Estadística y Censos \[INDEC\], 2023](#)).

Las tarjetas inteligentes de transporte (*transport smart cards*) son un recurso valioso para el estudio de la movilidad y el sistema de transporte público (Gutiérrez Puebla et al., 2020, 2019; Guzman et al., 2021). Estas tarjetas proporcionan información exhaustiva sobre los viajes en el transporte público, generando un volumen de datos elevado en las ciudades cuya utilización es obligatoria. En la ciudad de Santa Fe se ha implementado desde el año 2015, el uso del *Sistema Único de Boleto Electrónico* [SUBE], lo cual ha permitido agilizar el pago del boleto y facilitar la atribución de beneficios sociales plasmados en descuentos de determinadas categorías (estudiantes, jubilados/pensionados, personal de trabajo doméstico, ex combatientes de Malvinas, beneficiarios de la asignación universal por hijo, entre otros) ([Valsagna et al., 2019](#)). Estos datos pueden ser muy útiles para los planificadores de tránsito, desde la operación diaria del sistema hasta la planificación estratégica a largo

plazo de la red (Pelletier et al., 2011; Munizaga y Palma, 2012; Osorio Arjona y García-Palomares, 2017).

Tras lo expuesto, el presente trabajo se propone evaluar cuestiones relacionadas al uso del transporte público y los cambios en los patrones espaciotemporales de la movilidad urbana, como consecuencia de la pandemia de COVID-19. Específicamente se pretende profundizar en la caracterización de dicho cambio de forma individual para cada una de las líneas que componen el servicio de autobuses en la ciudad, y desagregando la información para los diferentes perfiles de usuario, abordando la siguiente cuestión:

¿Cómo ha modificado la pandemia de la COVID-19 los patrones de movilidad en transporte público de los habitantes de la ciudad de Santa Fe?

Con el propósito de alcanzar este objetivo, se procede a detallar primeramente el estado actual de la investigación en el área, seguido por una exposición detallada del contexto de estudio, incluyendo las características de los datos utilizados y la metodología empleada. Posteriormente, se presentan los resultados derivados de la aplicación de dicha metodología, seguidos por un análisis exhaustivo en la sección de discusión. Finalmente, se concluye el artículo con reflexiones fundamentales y se sugieren posibles direcciones para futuras investigaciones.

2. Antecedentes

La pandemia de COVID-19 tuvo un profundo impacto en la movilidad en todo el mundo, con importantes interrupciones observadas en todos los modos de transporte. Sin embargo, el impacto fue particularmente prominente en los sistemas de transporte público. Los efectos negativos del COVID-19 provocados en el transporte público, han sido evaluados por gran número de trabajos que se focalizan en el análisis de la incidencia del impacto de la pandemia y sus restricciones en el flujo de la movilidad. Numerosos estudios analizan los efectos positivos sobre la contaminación atmosférica (Li y Lasenby, 2023) y la baja en los accidentes automovilísticos (Saladié et al., 2020; Feizizadeh et al., 2022), en tanto los análisis con datos más exhaustivos se relacionan con el uso diario del transporte público. En esa línea de investigación se han realizado estudios que desglosan el número total de usuarios con respecto al tipo de tarifas (Jenelius y Cebecauer, 2020), otros analizan la demanda y los patrones cambiantes de movilidad como consecuencia de las restricciones (Beck y Hensher, 2020; Yilmazkuday, 2020; Mogaji, 2020; AlKhereibi et al., 2021).

En referencia a países Latinoamericanos los estudios realizados se restringen principalmente a las metrópolis capitales de los principales países de la región, que cuentan con alto número de habitantes, evaluando la situación de modo general (Gutiérrez y Blanco, 2021; Cuadros et al., 2023); o bien analizando con técnicas estadísticas la respuesta a las restricciones acaecidas en pandemia (Andara et al., 2021; Vallejo Borda et al., 2022; Nesmachnow y Tchernykh, 2023).

La gran mayoría de la literatura mencionada analizó el impacto de la crisis del COVID-19 en la movilidad dentro de las grandes ciudades, registrándose un número limitado de estudios que informan con una descripción detallada y análisis integrado sobre los cambios en la movilidad en ciudades medias (Rodríguez González et al., 2021; Mogaji et al., 2022). En esta línea, la presente investigación contribuye a ampliar el conocimiento sobre el impacto de un evento disruptivo como la pandemia, proporcionando una mejor comprensión de sus consecuencias en los patrones de movilidad urbana.

3. Materiales y Métodos

3.1. Área de Estudio

El *área urbana poblada (AUP)* de la ciudad de Santa Fe (Figura 1), se ubica dentro de la llanura aluvial de los ríos que la circundan, en zonas inundables y anegadizas, siendo su crecimiento hacia el cauce de estos. La ciudad se encuentra dividida administrativamente en 8 distritos, contando con un consolidado modelo fuertemente centralizado; cuya corona central pierde densidad, volumen edificatorio y presencia de



servicios a medida que se aleja del núcleo central. Consecuentemente, la franja periurbana se caracteriza por un reciente y rápido crecimiento demográfico, así como también por su fragmentación, desigualdad y marginalidad socioespacial, que se observan fundamentalmente en el sector oeste, norte y también en la zona costera, y a las que no es ajena una débil planificación y una regulación poco efectiva de su crecimiento (Bosisio y Moreno Jiménez, 2022). Plasmándose de este modo un espacio urbano altamente proclive a falencias en la red vial y en el sistema de transporte público. Asimismo, la accesibilidad a la red de autobuses posee una distribución e infraestructura insuficiente para satisfacer la demanda creciente de toda la población en la ciudad (Bosisio y Moreno Jiménez, 2023).

El servicio de transporte público de pasajeros (TPP) de la ciudad de Santa Fe se compone de dos subsistemas: el servicio de autobuses públicos y el servicio de taxis; ambos son concesionados por la municipalidad y reglamentados por las ordenanzas 9833/1994, 10.780/2001 y 11.065/2004. En el presente trabajo de investigación se analizará únicamente el subsistema de autobuses públicos dado su menor costo para el usuario y, como consecuencia de ello, por ser el medio de transporte más utilizado por los ciudadanos, particularmente por los grupos menos pudientes.

El subsistema de autobuses públicos está formado por una red cuya cobertura alcanza al 85,3 % de la superficie de la ciudad, posee una extensión de 497,13 km e incluye más de 1779 paradas dentro del ámbito municipal (Valsagna et al., 2019). Su flota está compuesta por 251 unidades, repartidas en 16 líneas, las cuales se encuentran concesionadas a tres empresas diferentes. Los recorridos de todas las líneas se caracterizan por su confluencia en el centro de la ciudad donde se ubican los principales centros generadores de tráfico (comercios, instituciones públicas de gestión, salud y educación), discurriendo mediante carriles exclusivos en las principales avenidas troncales, facilitando el traslado de pasajeros desde la periferia (Figura 1). La flota activa registra una antigüedad de cinco años (siendo seis años la máxima antigüedad permitida para la circulación). Cabe destacar que la flota de autobuses públicos no está acondicionada debidamente desde el punto de vista técnico, tanto para los períodos de temperaturas bajas, como para los meses estivales (Valsagna et al., 2019).

3.2. Datos

Para el análisis del impacto de la pandemia de COVID-19 se han utilizado los datos de validaciones de la tarjeta de transporte SUBE para la totalidad de los meses de octubre y noviembre de 2019 para el periodo de prepandemia, y la totalidad de los meses de marzo y abril de 2022 y de 2023 para el análisis del periodo postpandemia. Estos datos fueron proporcionados por el Ministerio de Transporte de la República de Argentina [MTRA] en formato CSV. Estos ficheros CSV contienen los datos de validación de la tarjeta de transporte SUBE que son operadas por el Ministerio de Transporte de la República Argentina. No obstante, desde el año 2022 ha delegado dicha operación a la empresa *Nación Servicios S. A.* La validación de la tarjeta únicamente se registra cuando el usuario ingresa al colectivo, con la particularidad que no es una tarjeta exclusivamente nominal, permitiendo que varios usuarios accedan con una misma tarjeta.

Respecto a la información recogida en los ficheros, en el momento de la validación se registra la siguiente información:

- Identificador: número único que identifica la validación
- Fecha y tramo horario
- Longitud y latitud: posicionamiento espacial
- Jurisdicción municipal
- Empresa operadora: Empresa que presta el servicio
- Línea
- Interno: vehículo
- Tipo de tarifa: tarifa plana, descuento local y descuento federal

Detallando los valores de tarifa registrados, los usuarios de la tarjeta SUBE disponen de tres tarifas diferentes en la ciudad de Santa Fe: la tarifa ordinaria o plana, una tarifa con descuento local de carácter municipal que alcanza a empleados municipales y estudiantes de todos los niveles educativos, y una tercera tarifa con 55% de descuento del Atributo Social Federal. Este beneficio lo concede el Gobierno Nacional a ciudadanos de bajos recursos y jubilados/pensionados, que poseen algún plan de asistencia social otorgado por la Administración Nacional de la Seguridad Social [ANSES]. Para acceder al descuento en la tarifa, se le otorga un PIN al beneficiario del plan social, mediante el cual se registrará en su cuenta SUBE el descuento. Un sistema similar es utilizado por el gobierno local para implementar dentro del municipio el descuento correspondiente al denominado *Boleto Educativo*, el cual se circunscribe únicamente de lunes a viernes y durante la vigencia del ciclo lectivo, efectivizándose el beneficio en la cuenta SUBE cuando la institución educativa confirma la pertenencia del estudiante.

Respecto a las coordenadas geográficas, corresponde a las marcas GPS realizadas cada 4 minutos, con la particularidad que para los años 2022 y 2023 se entregan con un grado de precisión de 200 metros, no ocurre esto con los datos del año 2019 (prepandemia) que poseen mayor precisión espacial.

El volumen de validaciones registradas en los periodos analizados es elevado, con aproximadamente 7 millones de registros en el periodo prepandemia y cerca de 5 millones de registros en cada uno de los años estudiados de la postpandemia.

Por otra parte, se han utilizado los trazados de recorridos y paradas del servicio de autobuses públicos elaborados en 2018 por Municipalidad de la Ciudad de Santa Fe [MCSF]. Si bien estos datos son de 2018, los trazados y paradas se han mantenido sin modificaciones durante el período bajo estudio.

3.3. Técnicas de Análisis

En primer lugar, se ha llevado a cabo un preprocesamiento de los datos mediante el lenguaje de programación Python y las librerías pandas y geopandas (Jordahl et al., 2020).

A partir de la información procesada, se analiza inicialmente y de forma agregada los patrones temporales, analizando uso del colectivo a lo largo de la semana y a lo largo de un día, mediante el uso de librerías como matplotlib para la visualización de la información gráfica. Posteriormente, se analizan dichos patrones de forma desagregada para las 16 distintas líneas existentes, así como para los distintos tipos de las tarifas con el fin de visualizar a los usuarios de acuerdo a su perfil socioeconómico.

De forma complementaria a los análisis de patrones temporales, se analizan los patrones espaciales mediante el software ArcGIS Pro. Para ello, ha sido necesario realizar un ajuste en la precisión de localización de los datos SUBE, ya que en el año 2019 los datos presentan mayor precisión que en el resto de los años analizados. Así, se realizó un ajuste en la resolución espacial de esos años, utilizando los geoprocесamientos implícitos en el módulo de análisis de redes. Una vez realizado el ajuste los registros de validaciones se agruparon en teselas hexagonales de 200 metros de tal manera que permita una mejor comparativa entre las fechas analizadas.



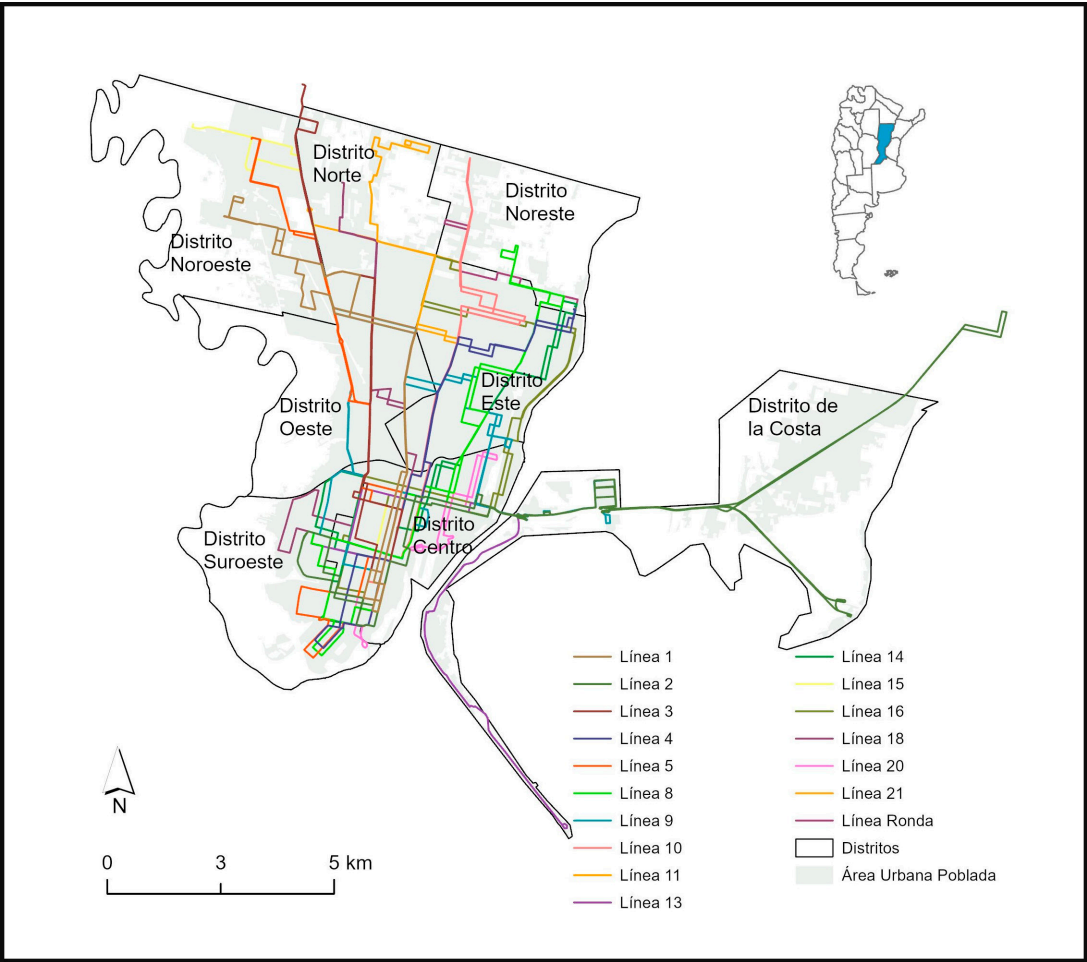


Figura 1. Recorridos de las 16 líneas de autobuses públicos en el Área Urbana Poblada de la ciudad de Santa Fe.
Fuente: Elaboración propia en base a datos vectoriales suministrados por la MCSF.

4. Resultados

4.1. Análisis de las validaciones totales

Como primer resultado quedó evidenciado que el uso de los autobuses públicos ha sufrido un fuerte impacto en el período postpandemia, reduciéndose en aproximadamente dos millones el número de viajes en el período estudiado correspondiente al año 2022 (29,5 %), respecto al período de normalidad en el año 2019. Este impacto sigue presente en el año 2023, en el cual, si bien aumentan las validaciones, el sistema aún no se recupera a sus valores normales, observándose más de un millón de registros menos (17,4 %), que en el año 2019 (Tabla 1).

Tabla 1. Cantidad de validaciones totales de la tarjeta SUBE en los períodos analizados pre y postpandemia en Santa Fe

	Prepandemia	Postpandemia	
	Oct-Nov 2019	Mar-Abr 2022	Mar-Abr 2023
Día de semana	5739829	4055997	4666592
Fin de semana	811652	562072	747545
Totales	6551481	4618069	5414137

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.

Los resultados obtenidos permiten observar que el mayor número de validaciones en los tres años

bajo estudio se registra en el Distrito Centro y en el sector noroeste de la ciudad, ambos con una elevada densidad poblacional, y, particularmente, en el Distrito de la Costa se observa un elevado registro de validaciones únicamente en la zona donde está emplazada la Ciudad Universitaria (Figura 2). En los distritos Este, Suroeste y Oeste, las validaciones poseen valores menores, especialmente en el período postpandemia, dónde se recuperan medianamente en el año 2023, aunque no alcancen los mismos registros que en el año 2019.

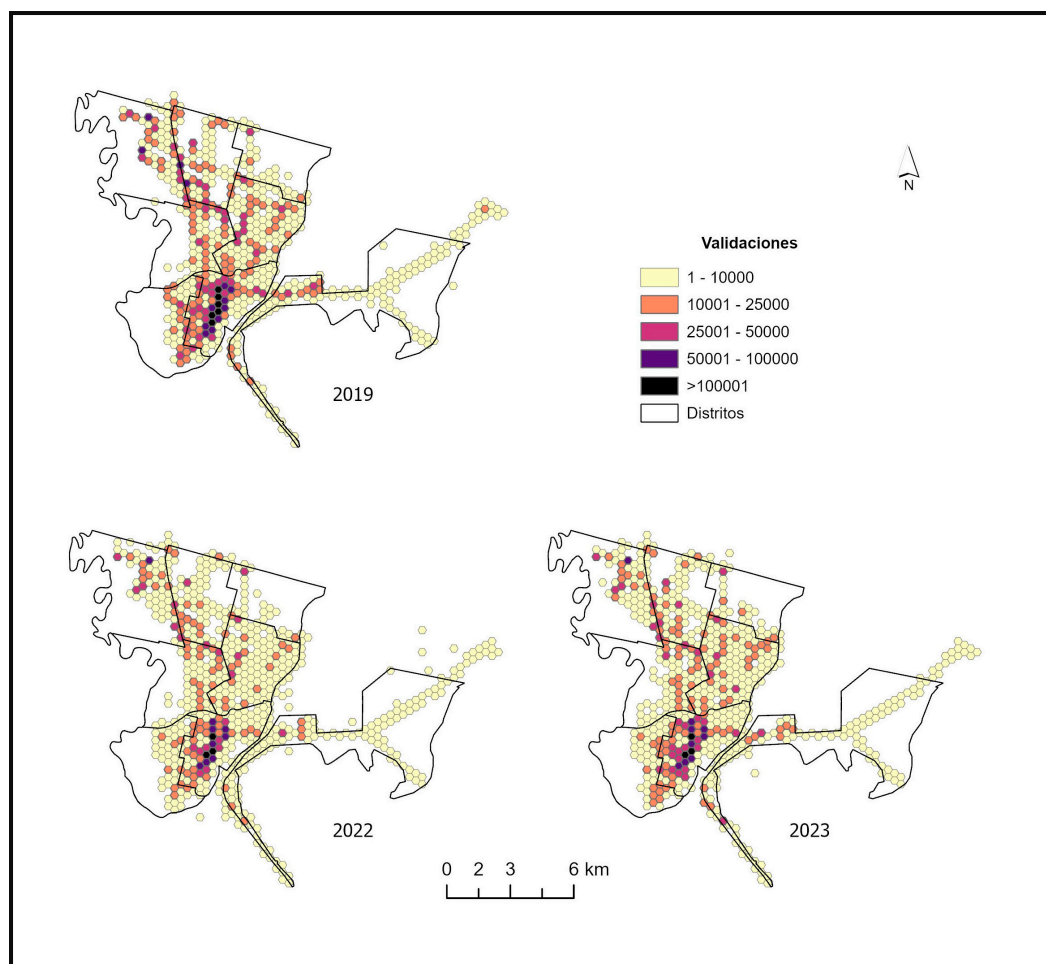


Figura 2. Distribución de las validaciones totales de la tarjeta SUBE por período de estudio en la ciudad de Santa Fe.

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.

Durante el periodo prepandemia el patrón de viajes a lo largo de la semana se incrementa hasta el jueves, para posteriormente descender hasta niveles ínfimos los domingos. Este patrón tras la pandemia cambió específicamente en que el uso del servicio se incrementa hasta el miércoles en el año 2022, registrándose para el jueves un fuerte decrecimiento, extendiéndose esta situación hasta el comienzo de la siguiente semana. En los registros del año 2023 el incremento en el uso del servicio se observa hasta el jueves, recuperando un patrón similar a lo observado en el año 2019, aunque con menor número de validaciones (Figura 3a).

El patrón temporal a lo largo de un día para los tres años analizados, consolida la existencia de tres horas pico, la primera a las 7 de la mañana, una segunda más marcada a las 12 y una tercera entre las 17 y 18 horas, todas coincidentes con horarios de entrada o salida tanto de actividades laborales como escolares o educativas (Figura 3b). Las distribuciones de las validaciones totales en el primer horario pico, ponen de manifiesto los traslados desde los barrios populares del noroeste de la ciudad hacia la zona centro al sur, lugar en el cual se emplazan la mayoría de las instituciones públicas, educativas y comercios; asimismo se observan gran cantidad de validaciones entre los Distritos Noroeste, Norte, Oeste, Este y en la zona sur del Distrito de la Costa, lo cual sugiere el movimiento de población en edad escolar hacia zonas en las cuales el número



de escuelas primarias y secundarias es elevado. En tanto, a las 12 del mediodía las validaciones se registran mayoritariamente en el centro de la ciudad, situación muy similar a la que ocurre en el horario pico vespertino.

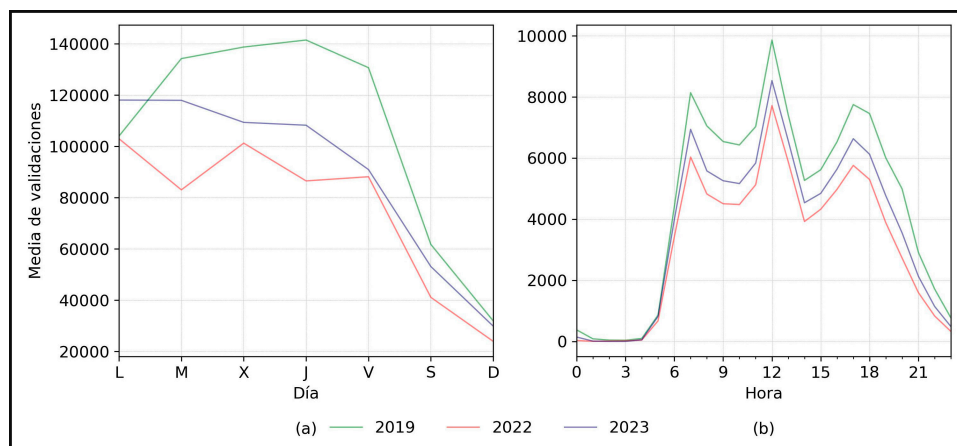


Figura 3. Patrones temporales de validaciones de la tarjeta SUBE: a) por día de la semana, b) por cada hora del día en la ciudad de Santa Fe.

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.

El decrecimiento de las validaciones en el año 2022 respecto del año 2019 es perfectamente visible en todos los distritos administrativos (Tabla 2), evidenciando que con el retorno a la presencialidad el sistema de transporte aún no es utilizado por la población con el mismo grado de asiduidad del período de la postpandemia (Figura 4). Asimismo, se observa en el año 2023 que, si bien el número de validaciones crece respecto del año 2022 en todo el sistema, es particularmente notable en el Distrito Centro y en el sector noreste de la ciudad, en contraposición se observa, en este mismo período, un bajo incremento de las validaciones de los Distritos Norte y Noroeste y, en el sector correspondiente a la Ciudad Universitaria en el Distrito de la Costa, lo cual resalta la falta de recuperación del sistema a los valores registrados en el año 2019. Entre los factores que explican este fenómeno cabe mencionar la preferencia de los usuarios de las zonas mencionadas, por la utilización de bicicletas o bien medios de transporte alternativos (Uber, taxis, etc.), debido fundamentalmente a la baja frecuencia de paso de los autobuses, lo que resta calidad al servicio, y al incremento inflacionario que impacta en las tarifas.

Tabla 2. Diferencias porcentuales en la cantidad de validaciones totales de la tarjeta SUBE en los períodos analizados por distritos administrativos en Santa Fe.

Distritos	Diferencias Porcentuales %		
	2019 - 2022	2022 - 2023	2019 - 2023
Noroeste	-18.12	12.35	-8.00
Norte	-25.09	14.44	-14.27
Noreste	-29.66	23.76	-12.95
Oeste	-28.08	14.08	-17.95
Este	-31.91	22.51	-16.58
Suroeste	-31.75	17.60	-19.73
Centro	-33.54	17.90	-21.65
Costa	-21.78	15.86	-9.37
Totales	-29.51	17.24	-17.36

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.



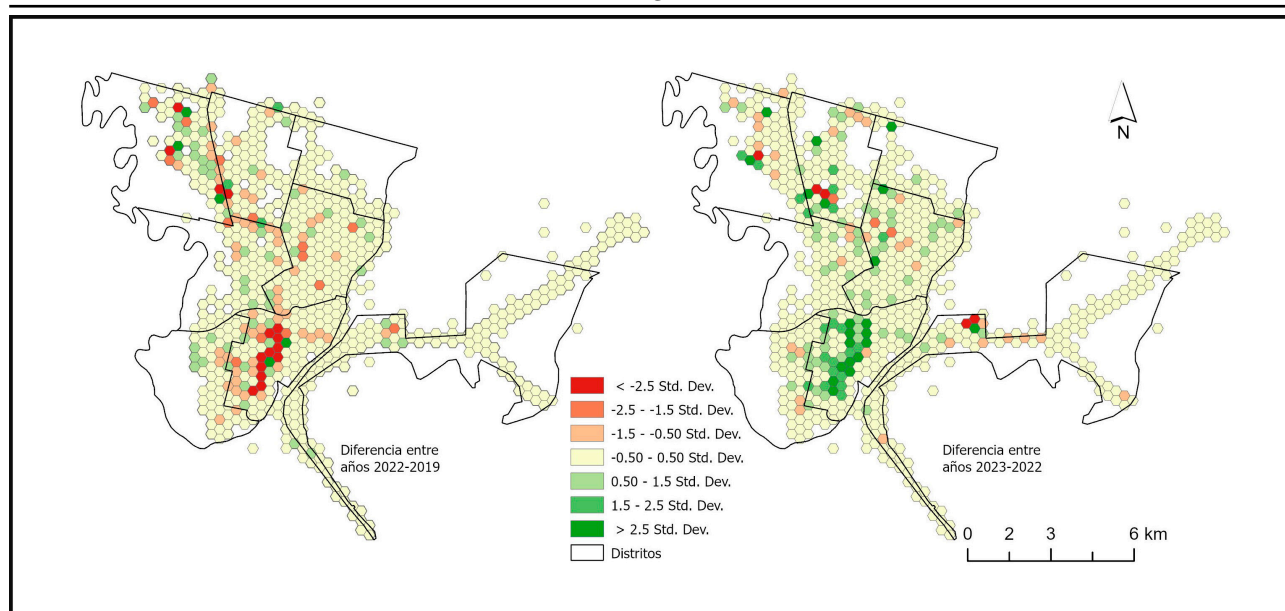


Figura 4. Diferencia de las validaciones totales de la tarjeta SUBE entre los diferentes períodos de estudio, en la ciudad de Santa Fe.

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.

Tanto el patrón de uso por día de la semana, como los tres horarios pico registrados en general para todo el servicio de autobuses públicos, se mantienen y observan desagregadamente en las 16 líneas que lo componen en los tres períodos de estudio (Figuras 5 y 6).

Las líneas que más validaciones totales concentran en prepandemia son la línea 5 y la línea 2, seguidas por la 1, 15 y 18. Mientras que, para el período postpandemia, las mayores validaciones se agrupan en las líneas 5 y 18, en los dos años bajo estudio. Asimismo, en el año 2022 se registran valores elevados en las líneas 1 y 15, y en el año 2023 estos valores se observan para las líneas 1, 8 y 16.

El recorrido de la mayoría de las líneas en Santa Fe tiene un trazado que atraviesa la ciudad en sentido norte – sur, tal es el caso de la línea 5 cuyo trayecto parte del centro de la ciudad y recorre el cordón límite oeste en su totalidad, lugar en el cual se emplazan los barrios más populares con elevada densidad de población. La línea 18 discurre por el eje central de la ciudad uniendo el centro con la zona norte altamente poblada, en tanto la línea 1 comunica con el Distrito Noroeste. Así mismo, la línea 15, superpone su trayecto con las líneas 1 y 5, ampliando así la llegada a barrios populares del noroeste (Figura 1).

La línea 2 tiene un trazado que une el centro de la ciudad con la zona costera al este, pasando por la Ciudad Universitaria.

Los recorridos de las líneas 8 y 16 unen el centro con los Distritos Este y Noreste de la ciudad, en ambas áreas se ubican barrios de clase media y alta, así como también la Avenida Costanera la cual constituye un importante paseo y lugar recreativo de fin de semana tanto para actividades turísticas como de esparcimiento.

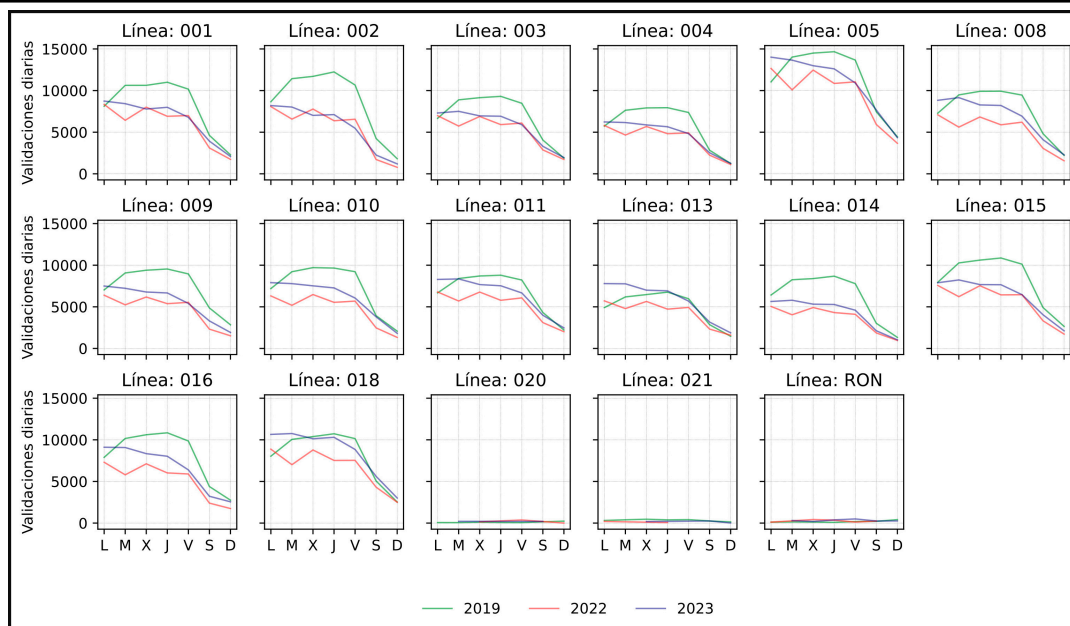


Figura 5. Patrones temporales de validaciones de la tarjeta SUBE por día de la semana para cada una de las 16 líneas de autobuses para los tres años bajo estudio, en la ciudad de Santa Fe.

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.

Hay tres líneas que registran un número exiguo de validaciones: la línea denominada RONDA, que realmente es una extensión de la línea 10, y fue implementada para mejorar la comunicación dentro del Distrito Noreste. Las otras dos líneas con menor número de validaciones fueron propuestas temporalmente, de modo tal que el recorrido de la línea 21 fue diseñado ante la ausencia en el norte de la ciudad de conectividad en sentido este-oeste, por lo cual esta línea une los Distritos Noroeste, Norte y Noreste. En tanto la línea 20 fue considerada para ampliar el servicio en el centro-sur de la ciudad. Ante la poca demanda registrada para ambos recorridos, se retiraron del servicio a comienzos del año 2024; debido entre otros factores, al inicio de la implementación del servicio de bicicletas públicas municipales en 2023.

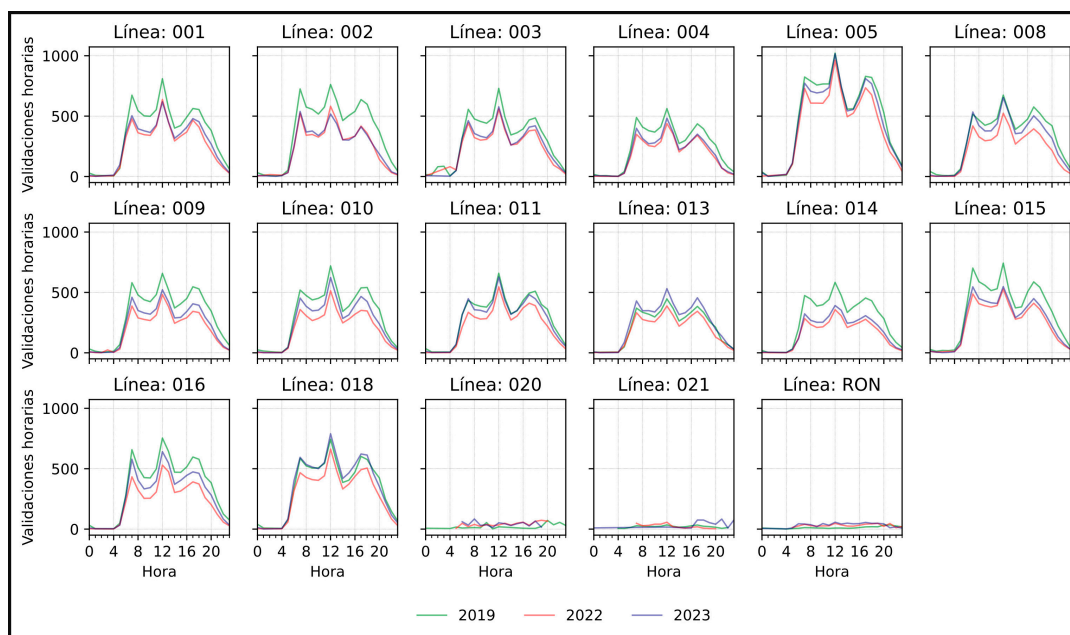


Figura 6. Patrones temporales de validaciones de la tarjeta SUBE por hora para cada una de las 16 líneas de autobuses para los tres años bajo estudio, en la ciudad de Santa Fe.

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.



4.2. Análisis de las validaciones desagregadas por tipo de tarifa

El análisis de los resultados obtenidos por tipo de tarifa, demuestran que el usuario con tarifa ordinaria o plana es el predominante en la prepandemia correspondiéndole un 47,36 % del número total de validaciones, observándose sus registros especialmente en los días de semana y los tres horarios pico del día, con predominio del pico de mediodía. Seguidamente se ubican con mayor número de validaciones los usuarios de tarifa con el descuento perteneciente al Atributo Social Federal (42,4 %), cuyas validaciones superan en las horas centrales de la mañana a las validaciones de tarifa ordinaria, así como también durante los fines de semana. Los registros con menor número de usuarios se observan para el tipo de tarifa con descuentos municipales locales (10,23 %), que comprenden a la población estudiantil en todos los niveles educativos, motivo por el cual estas validaciones son exiguas durante el fin de semana (Figura 7).

En ambos años del período postpandemia, el mayor número de validaciones se registra para usuarios con la tarifa que posee el 55% de descuento correspondiente al Atributo Social Federal, siendo en 2022 el 42,7 % de las validaciones y en 2023 el 41,6 %, conservando el mismo patrón de los tres horarios pico. En el año 2022 la tarifa ordinaria o plana es el segundo tipo de tarifa con más validaciones (36 %), situación que varía en el año 2023, observándose la caída de los registros con esta tarifa (31,2 %) específicamente en los días de la semana hasta el jueves, siendo superada en estos días por la tarifa que incluye los descuentos locales para estudiantes. Así mismo esta tarifa local es la que mayores registros ostenta en horas cercanas al mediodía durante 2023, esto se puede explicar debido a que en dicho horario se produce el egreso y el ingreso a establecimientos educativos de niveles primarios y secundarios en la ciudad (Figura 7).

Consecuentemente, en la prepandemia, las validaciones por tipo de tarifa registradas para cada una de las 16 líneas de autobuses son proporcionales entre la tarifa plana y la tarifa con el descuento del Atributo Social Federal, en tanto que en el año 2022 de la postpandemia comienzan a predominar las tarifas con ambos tipos de descuentos sobre la tarifa plana, siendo esta diferencia acentuada en el año 2023 (Figura 8).

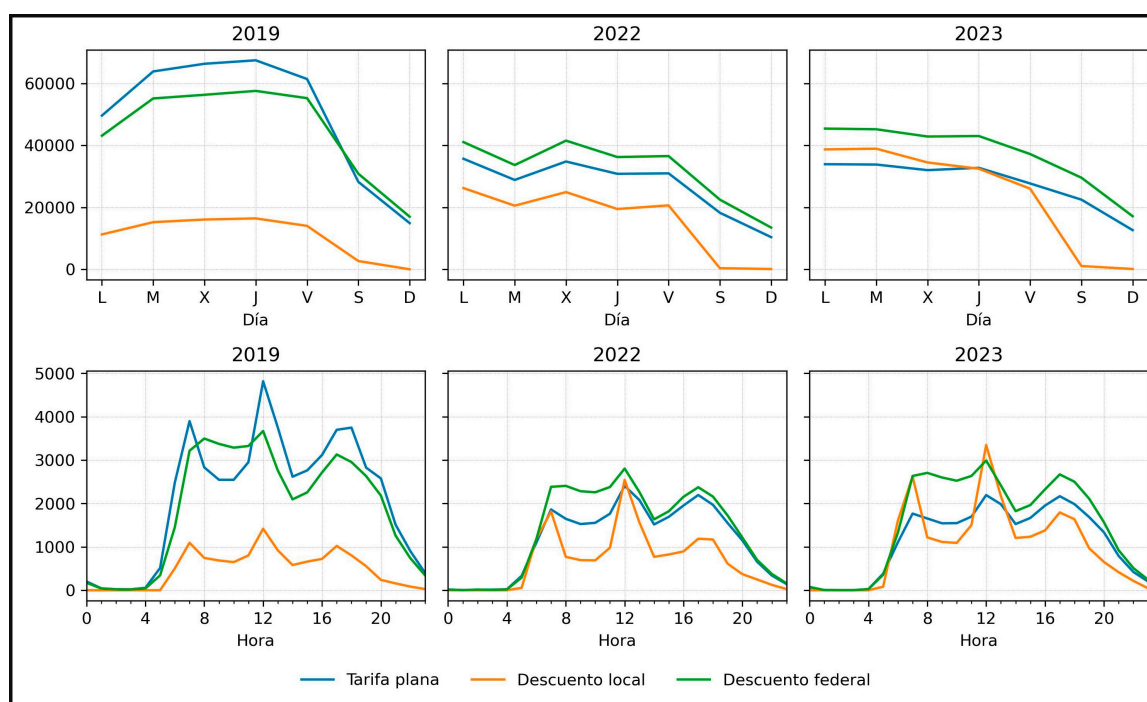


Figura 7. Patrones temporales de validaciones de la tarjeta SUBE por tipo de tarifa para cada hora y día de la semana: a) año 2019, b) año 2022, c) año 2023, en la ciudad de Santa Fe.

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.



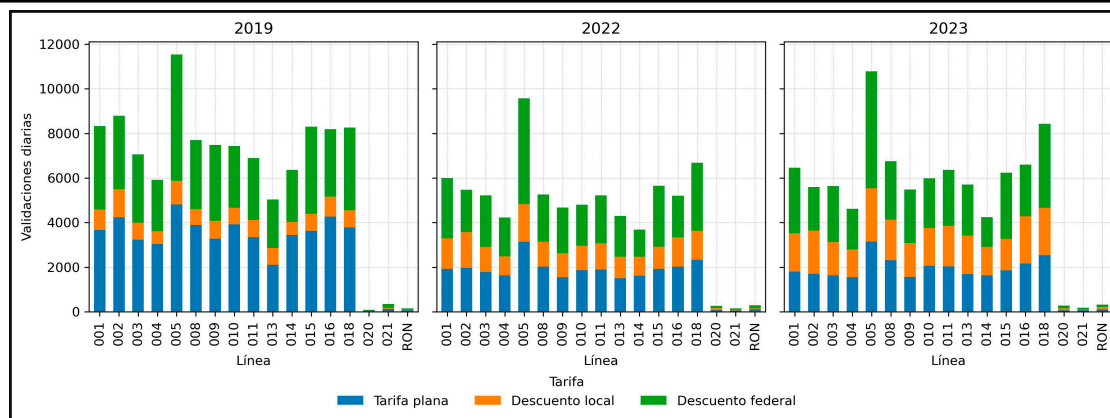


Figura 8. Validaciones de la tarjeta SUBE por tipo de tarifa para cada una de las 16 líneas de autobuses: a) año 2019, b) año 2022, c) año 2023, en la ciudad de Santa Fe.

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.

Observando la evolución del número de validaciones por tarifa para cada una de las líneas más numerosas en la prepandemia, se advierte que en la línea 2 en los años 2019 y 2022 la tarifa plana es la que más registros posee, ocurriendo lo contrario en el 2023, cuando la tarifa con descuento local pasa a ser predominante.

En la línea 5 que fue la más numerosa en validaciones tanto en la prepandemia como en la postpandemia, se observa en todos los años bajo estudio, que la tarifa con más validaciones es la que posee el descuento federal, seguida de la tarifa plana y por último la tarifa con descuento local, la cual incrementa el número de validaciones en el año 2023. Esto es particularmente destacable dado que el trayecto de la línea 5 une el centro de la ciudad con el sector noroeste, donde se emplazan barrios populares con elevada densidad poblacional, siendo sus habitantes mayoritariamente beneficiarios de los descuentos en las tarifas. Esta situación es muy similar a la registrada en la línea 18 cuyo recorrido une el centro con el norte de la ciudad (Figura 9).

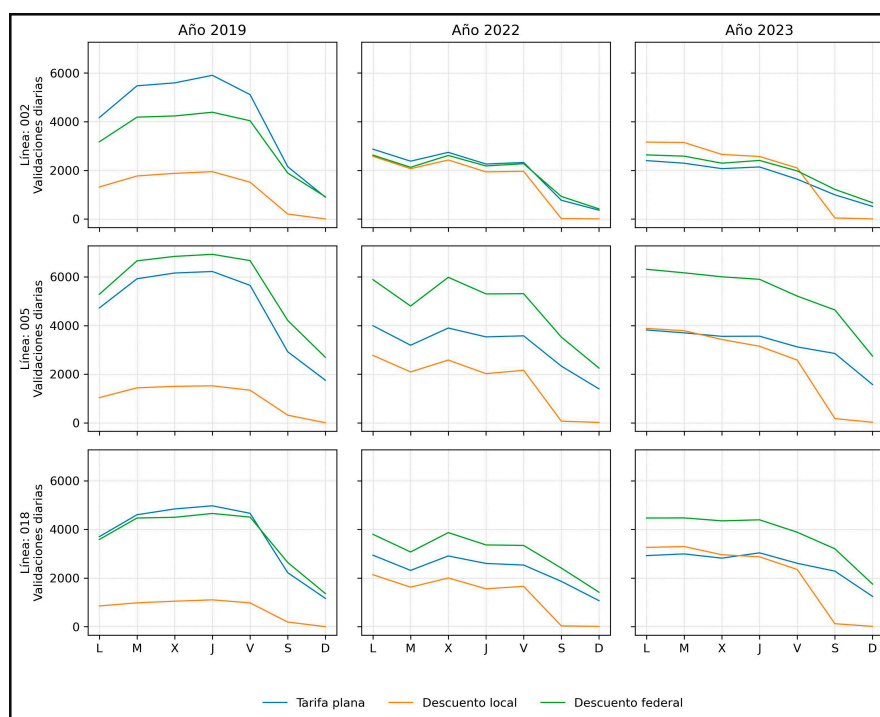


Figura 9. Patrones temporales de validaciones de la tarjeta SUBE por tipo de tarifa para las tres líneas más utilizadas, en la ciudad de Santa Fe.

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.



La distribución espacial de las validaciones por tipo de tarifa registrada para cada uno de los tres años estudiados presenta una evolución diferenciada. La tarifa plana cuyas validaciones más numerosas se registraban en la prepandemia con una distribución homogénea y predominante en toda la ciudad, se encuentran en la postpandemia restringidas al Distrito Centro y al sector noroeste. La situación inversa se registra en las validaciones con el descuento local correspondiente al boleto educativo, los registros con este tipo de tarifa han aumentado su distribución en el año 2022 respecto del 2019, continuando su crecimiento en el año 2023, lo cual obedece a la política de los gobiernos locales (tanto provincial como municipal), de mantener esta ayuda con el fin de garantizar la asistencia de todos los estudiantes, especialmente de los menos pudientes, a los centros educativos (Figura 10).

En tanto las validaciones asignadas a la tarifa del Atributo Social Federal, mantienen su patrón de distribución espacial en los tres años bajo estudio resultando abundantes en la zona centro y también, con una gran acumulación en los sectores noroeste y oeste de la ciudad, en los cuales se emplazan los barrios populares altamente densificados cuya población es beneficiada con este descuento a causa de sus bajos salarios, debiéndose trasladar obligadamente hacia el centro de la ciudad para realizar su jornada laboral o bien para cursar sus estudios

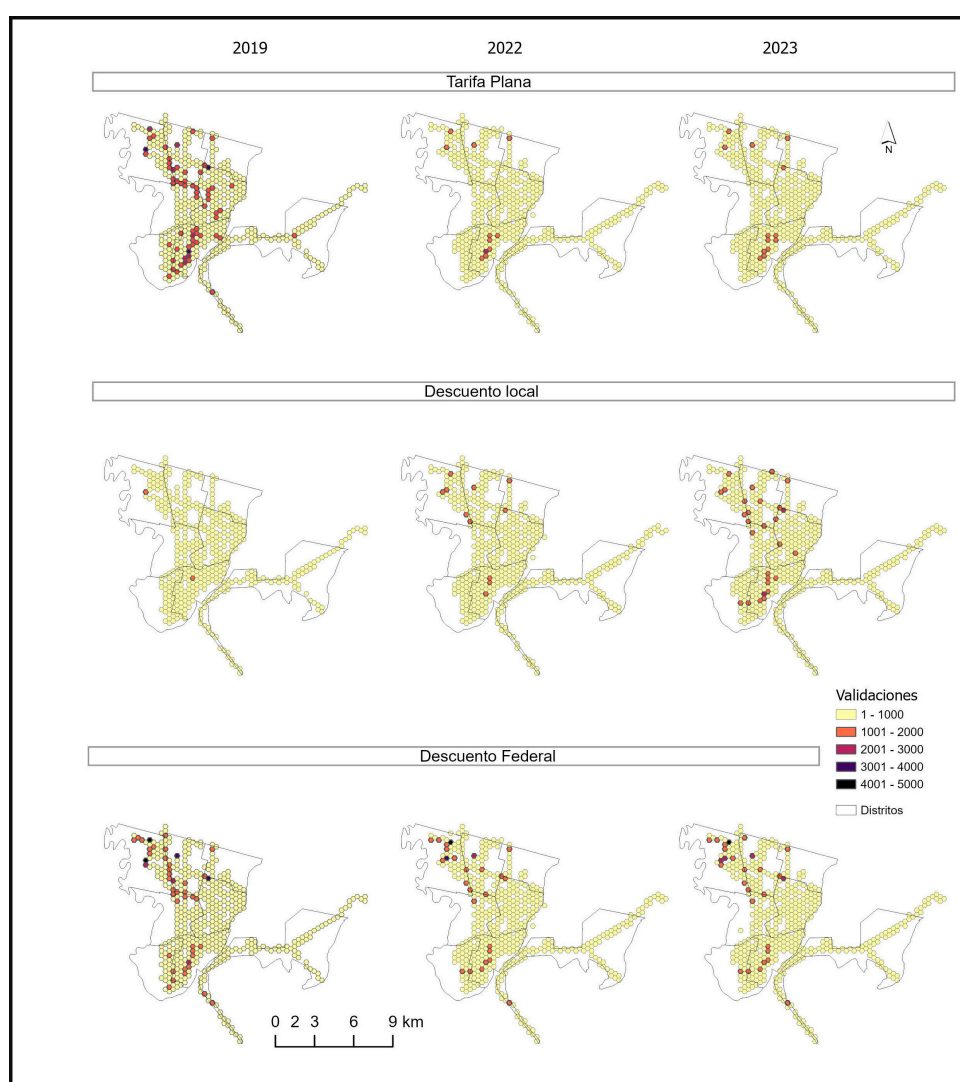


Figura 10. Distribución de las validaciones de la tarjeta SUBE en horario pico (7 a.m.) según tipo de tarifa y período de estudio, en la ciudad de Santa Fe.

Fuente: Elaboración propia en base a datos suministrados por el MTRA.

5. Discusión

Los resultados obtenidos muestran que la movilidad urbana se vio muy afectada por la pandemia de COVID-19, como resultado del distanciamiento social, la demanda de viajes decayó debido al aumento del trabajo desde casa, e-learning y un número reducido de actividades y eventos públicos. Esto ocasionó menos tráfico de automóviles y menos pasajeros en el transporte público. Los resultados obtenidos para la ciudad de Santa Fe están en amplia consonancia con lo señalado por diversos autores, que demuestran una significativa reducción en el volumen de usuarios del sistema ([Aloi et al., 2020](#); [Marco Dols y García Crespo, 2024](#)).

Más allá de la caída en el uso del transporte público, cabe destacar que además dicho descenso ha ido acompañado de una modificación del patrón de uso a lo largo de la semana. Resultado que contrasta con otros estudios en los que el patrón se ha mantenido constante ([Cuadros et al., 2023](#)). Lo cual concuerda con numerosas investigaciones ([Andara et al., 2021](#)), que han tenido como meta clarificar la gran incógnita a la que se enfrentan muchas ciudades que es cómo evolucionará la demanda de transporte público durante las siguientes etapas del proceso (el período de recuperación), señalando que los patrones de uso del transporte público han cambiado como consecuencia de variaciones de los hábitos de movilidad adquiridos por los usuarios, como por ejemplo la utilización del vehículo personal o el trabajo remoto, una vez que las restricciones sanitarias desaparecieron ([Wilbur et al., 2023](#)).

Más allá de la visión general, es reseñable las variaciones en el uso de los autobuses según el tipo de usuario, donde se puede apreciar una drástica reducción en el número de validaciones con tarifa plana y el aumento de usuarios con tarifa subvencionada. Este descenso en la tarifa plana puede explicarse mediante diferentes factores, entre los cuales cabe mencionar que una parte minoritaria de la población opta por diferentes medios de transporte (automóvil privado, taxis o bicicletas) debido fundamentalmente a la baja eficiencia en la frecuencia de los autobuses, lo cual deriva en la saturación y hacinamiento del pasaje dentro de cada unidad, incomodando el trayecto de viaje. Pero mayoritariamente la población destinataria del servicio, tras la pandemia, ha sufrido una pérdida en su nivel adquisitivo relacionado a la caída de los índices de crecimiento económico imperante, y al alza sostenida a partir del año 2022 del IPC interanual (índice de precios al consumidor) en el rubro de transporte hasta el 197,2 % a finales de 2023 para la región pampeana en la cual se incluye la ciudad de Santa Fe ([Instituto Nacional de Estadística y Censos \[INDEC\], 2024](#)). Esta situación derivó en un aumento de la inflación, siendo una de las más elevadas dentro de América Latina en los períodos mencionados.

6. Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran como el efecto negativo de la COVID-19 en el uso del transporte público en la ciudad de Santa Fe se ha mantenido en el tiempo, y ha puesto de manifiesto problemas preexistentes en la prestación del servicio, dado que hay zonas de la ciudad con baja o nula accesibilidad a la parada de autobús. Hecho que resulta decisivo si se pretende ofrecer un servicio adecuado y equitativo a escala municipal.

Procede subrayar que, a diferencia de la mayoría de los estudios realizados para cuantificar la variación de la movilidad postpandemia en América Latina que focalizaron sus investigaciones en las metrópolis y ciudades grandes, las cuales recuperaron su funcionalidad habitual luego de la pandemia, en el presente artículo se ha caracterizado el patrón en una ciudad mediana, arrojando valores que demuestran un verdadero riesgo en la disminución de la sostenibilidad del uso del servicio de transporte público en la ciudad de Santa Fe, objeto de este estudio.

Por otra parte, es preciso tener en cuenta la dificultad de acceso a la información, hecho que ha dado lugar a que los datos facilitados tengan una precisión espacial baja. Este hecho da lugar a que haya una sobrestimación de las validaciones en algunas zonas de la ciudad.

Como investigaciones futuras resultaría interesante hacer un seguimiento de los efectos en el uso del transporte público que están teniendo las políticas públicas implementadas en la actualidad, no solo a nivel intraurbano, sino también a nivel interurbano.

En este sentido, en enero de 2024 el Gobierno Nacional, decide eliminar el Fondo Compensador del Transporte. Este cambio afectó al esquema de costos para los diferentes tipos de tarifas en todas las ciudades intermedias, lo que motivó en el caso de la ciudad de Santa Fe, la implementación de varios aumentos escalonados entre los meses de febrero y junio de 2024 (decreto N°00050/2024). Lo cual se tradujo en un incremento en el costo de estas en más del 327% a los valores de referencia existentes en enero de 2024. En este nuevo escenario, sería interesante analizar el cambio en los patrones espaciotemporales en el uso del transporte público, ya que los datos apuntan a un descenso en las validaciones con tarifa plana durante 2024 respecto del año 2023, lo que puede derivar en un déficit operativo. Además, las validaciones con tarifa local que corresponden al *boleto educativo* aumentaron de manera sostenida debido a la intervención del gobierno municipal, siendo este tipo de boleto el que mayor volumen de validaciones aporta al sistema de transporte actualmente.

Estos resultados son de interés para los gestores del transporte, ya que en primer lugar se evidencia qué líneas no son eficientes por su bajo número de validaciones y qué líneas tienen una alta demanda y en qué momentos del día, permitiendo ajustar la oferta de transporte público a la demanda.

Agradecimientos

A la FICH-UNL por todo el apoyo brindado a esta investigación. A la Municipalidad de la ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz, al Ministerio de Transporte de la República Argentina y a la empresa *Nación Servicios S. A.*, por proveer los datos incluidos en estos análisis.

Esta publicación es parte del proyecto de I+D+i NEWGEOMOB (PID2020-116656RB-I00) financiado por el MCIN/AEI/10.13039/501100011033. Además, RTG agradece a la Asociación Iberoamericana de Postgrado por la ayuda para la movilidad para su estancia en Argentina.

Referencias bibliográficas

- AlKhereibi, A., AlSuwaidi, M., Al-Mohammed, R., Pokharel, S. & Ayari, M. (2021). An integrated urban-transport smart growth model around metro stations: A case of Qatar. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 10(100392). <https://doi.org/10.1016/j.trip.2021.100392>
- Aloi, A., Alonso, B., Benavente, J., Cordera, R., Echániz, E., González, F., Ladisa, C., Lezama-Romanelli, R., López-Parra, Á., Mazzei, V., Perrucci, L., Prieto-Quintana, D., Rodríguez, A. & Sañudo, R. (2020). Effects of the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain). *Sustainability*, 12(9), 3870. <https://doi.org/10.3390/su12093870>
- Andara, R., Ortego-Osa, J., Gómez-Cacedo, M. I., Ramírez-Pisco, R., Navas-Gracia, L. M., Vásquez, C. L. y Gaitán-Angulo, M. (2021). Behavior of Traffic Congestion and Public Transport in Eight Large Cities in Latin America during the COVID-19 Pandemic. *Applied Sciences*, 11(10), 4703. <https://doi.org/10.3390/app11104703>
- Beck, M. y Hensher, D. (2020). Insights into the impact of COVID-19 on household travel and activities in Australia – The early days under restrictions. *Transport Policy*, 96, 76-93. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.001>
- Bosisio, A. y Moreno Jiménez, A. (2022). Spatially disaggregated assessment of environmental inequalities among vulnerable groups due to urban rainstorm flooding. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 15(4), 1263-1285. <https://doi.org/10.1007/s12061-022-09459-x>
- Bosisio, A. y Moreno Jiménez, A. (2023). Medición de la inequidad espacial en la accesibilidad a la red



de autobuses públicos: el caso de la ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz, Argentina. *GeoFocus, Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica (Artículos)*, 32, 43-64. <http://dx.doi.org/10.21138/GF.825>.

Cuadros, G., López, A., Vateva, V. y Arancibia, D. (2023). *Impacto del COVID-19 en las preferencias por modos de transporte en ciudades seleccionadas de América Latina* (Documentos de Proyectos LC/TS.2023/19). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/items/5e89fed0-34d9-4774-9ce3-e7128b4c92f5>

Decreto DNU 260 de 2020 [Poder Ejecutivo Nacional]. Por medio del cual se amplía la emergencia pública en materia sanitaria establecida por ley N°27.541, en virtud de la pandemia declarada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en relación con el coronavirus COVID-19, por el plazo de un (1) año a partir de la entrada en vigencia del presente decreto. Disposiciones. Facultades de la autoridad sanitaria. Aislamiento Obligatorio. Acciones preventivas. Suspensión temporaria de vuelos. 12 de marzo de 2020.

Feizizadeh, B., Omarzadeh, D., Sharifi, A., Rahmani, A., Lakes, T. & Blaschke, T. (2022). A GIS-Based Spatiotemporal Modelling of Urban Traffic Accidents in Tabriz City during the COVID-19 Pandemic. *Sustainability*, 14(12), 7468. <https://doi.org/10.3390/su14127468>

Google COVID-19 Community Mobility Report. (30 de abril de 2024). *COVID-19 Community Mobility Reports Santa Fe*. https://www.gstatic.com/covid19/mobility/2022-10-15_AR_Santa_Fe_Province_Mobility_Report_es-419.pdf

Gutiérrez Puebla, J., Benítez, C., García Palomares, J. C., Romanillos Arroyo, G., Rubinstein da Silva, E., Leaño, J. M., Ribeiro, K., Scholl, L., Moya Gómez, B. & Condeço Melhorado, A. (2020). *Cómo aplicar Big Data en la planificación del transporte: El uso de datos de GPS en el análisis de la movilidad urbana* (Nota Técnica). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0002487>

Gutiérrez, A. y Blanco, J. (2021). Transporte, movilidad y territorio: perspectivas a partir de la pandemia COVID-19. *Revista Transporte Y Territorio*, (25), 1-9. <https://doi.org/10.34096/rtti.25.10954>

Gutiérrez Puebla, J., Benítez, C., Leaño, J., García-Palomares, J., Condeço- Melhorado, A., Mojica, C., Scholl, L., Adler, V. y Vera, F. (2019). *Cómo aplicar Big Data en la planificación del transporte urbano: El uso de datos de telefonía móvil en el análisis de la movilidad* (Nota Técnica). Banco Interamericano de Desarrollo. <http://dx.doi.org/10.18235/0002009>

Guzman, L., Beltran, C., Bonilla, J. y Gomez Cardona, S. (2021). BRT fare elasticities from smartcard data: Spatial and time-of-the-day differences. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 150, 335-348. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.06.018>

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC]. (2023). *Índice de precios al consumidor* (Informe técnico, Vol. 7, n° 1, ISSN 2545-6725). Ministerio de Economía. https://www.indec.gob.ar/uploads/informesderensa/ipc_01_23891D383E4F.pdf

Instituto Nacional de Estadística y Censos [INDEC]. (2024). *Índice de precios al consumidor* (Informe técnico, Vol. 8, n° 130, ISSN 2545-6636). Ministerio de Economía. https://biblioteca.indec.gob.ar/bases/minde/ipc_06_24.pdf

Jenelius, E. y Cebecauer, M. (2020). Impacts of COVID-19 on public transport ridership in Sweden: Analysis of ticket validations, sales and passenger counts. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8, 100242. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100242>

Jordahl, K., Van den Bossche, J., Fleischmann, M., Wasserman, J., McBride, J., Gerard, J., Tratner, J., Perry, M., Garcia Badaracco, A., Farmer, C., Hjelle, G. A., Snow, A. D., Cochran, M., Gillies, S., Culbertson, L., Bartos, M., Eubank, N., maxalbert, Aleksey Bilogur, A., Leblanc, F. (2020, July 15). *geopandas/geopandas:v0.8.1* (Version 0.8.1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3946761>

- Li, D. y Lasenby, J. (2023). Investigating impacts of COVID-19 on urban mobility and emissions. *Cities*, 135, 104246. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104246>
- Marco Dols, P. y García Crespo, H. (2024). Impacto del COVID-19 en el transporte público urbano de las ciudades medias españolas. *Cuadernos Geográficos*, 63(1), 5–22. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v63i1.25345>
- Mogaji, E. (2020). Impact of COVID-19 on transportation in Lagos, Nigeria. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 6, 100154. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100154>
- Mogaji, E., Adekunle, I., Aririguzoh, S. y Oginni, A. (2022). Dealing with impact of COVID-19 on transportation in a developing country: Insights and policy recommendations. *Transport Policy*, 116, 304-314. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.12.002>
- Munizaga, M. A. y Palma, C. (2012). Estimation of a disaggregate multimodal public transport Origin–Destination matrix from passive smartcard data from Santiago, Chile. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 24, 9-18. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2012.01.007>
- Nesmachnow, S. y Tchernykh, A. (2023). The Impact of the COVID-19 Pandemic on the Public Transportation System of Montevideo, Uruguay: A Urban Data Analysis Approach. *Urban Science*, 7(4), 113. <https://doi.org/10.3390/urbansci7040113>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS] y Fundación Gonzalo Rodríguez. (2022). *COVID-19 y movilidad sostenible en América Latina: los casos de Argentina, Chile y Uruguay* (Reporte técnico). <https://iris.paho.org/handle/10665.2/56012>
- Osorio Arjona, J. y García-Palomares, J. C. (2017). Nuevas fuentes y retos para el estudio de la movilidad urbana. *Cuadernos Geográficos*, 56(3), 247-267. <https://www.redalyc.org/pdf/171/17154972012.pdf>
- Pelletier, M., Trépanier, M. y Morency, C. (2011). Smart card data use in public transit: A literature review. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 19(4), 557-568. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2010.12.003>
- Rodríguez González, A. B., Wilby, M. R., Vinagre Díaz, J. J. y Fernández Pozo, R. (2021). Characterization of COVID-19's Impact on Mobility and Short-Term Prediction of Public Transport Demand in a Mid-Size City in Spain. *Sensors*, 21(19), 6574. <https://doi.org/10.3390/s21196574>
- Saladié, O., Bustamante, E. y Gutiérrez, A. (2020). COVID-19 lockdown and reduction of traffic accidents in Tarragona province, Spain. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8, 100218. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100218>
- Vallejo Borda, J., Giesen, R., Basnak, P., Reyes, J., Mella-Lira, B., Beck, M., Hensher, D. y Ortúzar, J. (2022). Characterising public transport shifting to active and private modes in South American capitals during the COVID-19 pandemic. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 164, 186-205. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2022.08.010>
- Valsagna, A., Boncompagni, L. y D'Jorge, L. (Eds.). (2019). *Santa Fe cómo vamos 2018. Publicación anual del Gobierno de la Ciudad de Santa Fe y la Bolsa de Comercio*, 7(8). <https://santafeciudad.gov.ar/wp-content/uploads/2020/07/Santa-Fe-C%C3%B3mo-Vamos-2018.pdf>
- Wilbur, M., Ayman, A., Sivagnanam, A., Ouyang, A., Poon, V., Kabir, R., Vadali, A., Pugliese, P., Freudberg, D., Laszka, A. & Dubey, A. (2023). Impact of COVID-19 on Public Transit Accessibility and Ridership. *Transportation Research Record*, 2677(4), 531-546. <https://doi.org/10.1177/03611981231160531>
- Yilmazkuday, H. (2020). COVID-19 spread and inter-county travel: Daily evidence from the U.S. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8, 100244. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100244>

