

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>

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

^{1a}Andrea Bosisio , ^{2b}Antonio Moreno Jiménez  

¹Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas. Ruta Nacional n° 168, Santa Fe de la Vera Cruz, Santa Fe, Argentina.

²Dept. de Geografía, Facultad de Filosofía y Letras, Universidad Autónoma de Madrid. Campus de Cantoblanco, C. Francisco Tomás y Valiente, 1, 28049 Madrid.

^aacboisio@yahoo.com.ar, ^bantonio.moreno@uam.es

RESUMEN

Las infraestructuras de transporte y las políticas de movilidad, dependientes en gran medida del sector público, determinan el crecimiento urbano, las condiciones de vida de la población y el desempeño de las organizaciones, al facilitar (o entorpecer) la movilidad y el acceso a las oportunidades existentes en la ciudad. De ello podrían ocasionarse discriminaciones sociales, susceptibles de valorar desde la perspectiva de la justicia espacial, cuya evitación o corrección requeriría intervenciones públicas.

En este artículo, partiendo de la distribución espacial de las paradas de autobuses públicos dentro de la ciudad de Santa Fe (Argentina), y de la población (categorizada en dos niveles de vulnerabilidad - carencias), se pretende medir la magnitud y significación que tienen las desigualdades sociales en el acceso espacial al transporte público en el conjunto de la ciudad y desagregadamente en los ocho distritos administrativos que la componen.

A tal fin se estableció, como alcance óptimo de las paradas, 300 m (según distancias euclidianas), de acuerdo con criterios magistrales reconocidos, y considerando como modo de desplazamiento el peatonal. El análisis de las coincidencias / divergencias espaciales entre grado de proximidad y categoría de vulnerabilidad - carencias de la población se apoyó en varias técnicas estadísticas (índices de asociación como Phi ϕ , V de Cramer, coeficiente de contingencia de Pearson y Gamma γ), y para establecer la eventual injusticia espacial se usó la balanza-diagrama de la justicia espacial y un test inferencial basado en la χ^2 .

Los resultados evidenciaron la existencia de inequidad espacial vertical en el acceso a la red de autobuses en el conjunto de la ciudad y que las zonas norte, costera y parte del cordón límite oeste eran las más desfavorecidas y las que, a la vez, poseían un menor grado de accesibilidad a este servicio, debido fundamentalmente a lejanía del mismo.

Palabras clave: accesibilidad a paradas de autobús urbanos; población desfavorecida-vulnerable; inequidad espacial; coeficientes y test estadísticos; SIG

MEASUREMENT OF SPATIAL INEQUITY IN THE ACCESSIBILITY TO THE PUBLIC BUS NETWORK: THE CASE OF SANTA FE DE LA VERA CRUZ CITY, ARGENTINA

ABSTRACT

Transport facilities and mobility policies, largely dependent on the public sector, determine urban growth, living conditions of the population and performance of organizations, by facilitating (or hindering) mobility and access to opportunities in the city. This could cause social discrimination, which could be assessed from the perspective of the spatial justice, the avoidance or correction of which would imply public intervention.

In this paper, based on the spatial distribution of public bus stops in the city of Santa Fe (Argentina), and of the population (categorized into two levels of vulnerability - deprivation), it is intended to measure the magnitude and significance of social inequalities in spatial access to public transport within the city as a whole and disaggregated in its eight administrative districts.

To this end, 300 meters Euclidean distance was established as the optimal range of stops, in accordance with experts' criteria, and considering walking as travel mode. The spatial coincidences / divergences between degree of proximity and the category of vulnerability - deprivation of the population were analysed using various statistical techniques (association coefficients such as Phi ϕ , Cramer's V, Pearson's contingency coefficient, and Gamma γ), and to establish the possible spatial injustice, the scale-diagram of spatial justice and an inferential test based on the χ^2 were applied.

The results evidenced the existence of vertical spatial inequity in access to the bus network in the city as a whole and that the Northern, coastal and part of the Western border area were the most disadvantaged zones, and at the same time, had a lower degree of accessibility to this service, mainly due to its remoteness to bus stops.

Keywords: accessibility to urban bus stops; disadvantaged-vulnerable groups; spatial inequity; coefficients and statistical test; GIS

1. Introducción y antecedentes

Históricamente las infraestructuras de transporte y las políticas de movilidad son utilizadas como instrumentos de control territorial, organizando el espacio, determinando su potencial de desarrollo y condicionando, por tanto, la prosperidad económica de una sociedad (Aparicio, 2010). Dichos elementos dependen en gran medida de los poderes públicos, impactan directamente en el crecimiento urbano y son fundamentales para el funcionamiento metropolitano dentro de un contexto regional. Sus rasgos ponen las bases de las condiciones de vida de la población y del desempeño de las organizaciones al facilitar (o entorpecer) la movilidad y el acceso a las oportunidades existentes en la ciudad. De ahí que la eficiencia en los sistemas de transportes constituya una prioridad permanente e insoslayable.

Desde hace un tiempo, las desigualdades y desequilibrios espaciales en la disponibilidad, acceso y uso de los transportes urbanos han dado pie a preguntarse sobre las posibles injusticias que puedan haberse suscitado en el reparto espacial de dichos "bienes" y servicios, teniendo en cuenta que la población residente es también desigual en recursos y necesidades, tanto sociales como económicos (Moreno *et al.*, 2011). Las argumentaciones teóricas, vertidas desde hace ya décadas, sobre el derecho a la ciudad, como lugares deseablemente "justos, inclusivos, seguros y sostenibles, ... esenciales para una vida plena" (<https://www.right2city.org/es/>), y el hecho de que la provisión y regulación de los servicios de transporte dependa en gran medida del sector público, avalan la pertinencia del análisis geográfico desde la idea de justicia.

Considerar la espacialidad desde el punto de vista de la justicia supone plantearse cuestiones bien conocidas tales como "quién consigue qué y dónde" (e.g., Harvey, 1977; Smith, 1980) y las

desigualdades asociadas, cuyo dimensionamiento y valoración no resultan simples, pero sí muy necesarios para posibilitar, primero una toma de conciencia amplia y exacta de los problemas y, posteriormente, una acción atinada para su resolución.

A partir de la abundante bibliografía sobre justicia espacial (Moreno, 2006-07; 2007; Santana, 2012) cabe advertir que el concepto posee interpretaciones y matices diversos, lo que obliga al estudioso a explicitar, y en su caso justificar, la acepción adoptada, pues la labor ulterior de análisis y medición empírica se verá consecuentemente condicionada.

A este respecto puede señalarse aquí que, en un sentido extenso, la *justicia espacial* se enfoca en aspectos geográficos tales como la distribución en el territorio de recursos socialmente valorados y de las oportunidades para utilizarlos. Por lo tanto, puede considerarse tanto un resultado de patrones de distribución, que pueden ser en sí mismos justos o injustos, como un proceso que genera estos resultados. En el caso de los primeros, y a los fines de este trabajo, merece recordarse que una postura reconocida y aplicada en nuestras sociedades, propone que los individuos en similares circunstancias deben ser tratados de la misma manera, lo que implica asimilar justicia con igualdad (*e.g.*, en cargas, oportunidades, beneficios, etc.). Se la suele llamar también equidad horizontal (Truelove, 1993). Ante otras situaciones, sin embargo, los rasgos o circunstancias (*e.g.*, renta, sexo, educación, etnia, autonomía, vulnerabilidad, etc.) de las personas poseen un significado o relevancia tal que resulta justificado valorar y repartir las utilidades y desutilidades proporcionalmente a algún criterio adecuado (y por tanto no de forma homogénea, ni igualitaria). Se habla entonces de equidad vertical (Truelove, 1993) o proporcional (Smith, 1980). La importancia de tales distinciones es notable, no solo a la hora de concretar las políticas, dotacionales, por ejemplo, sino en el momento de acometer diagnósticos de situaciones; en ellos, definir el estado ideal “justo”, con referencia al cual medir y valorar el grado de discriminación, resulta fundamental para el analista.

En términos algo más concretos, Reynaud (1981, p. 118) adujo que la igualdad espacial debe reunir dos componentes: “A) igualdad de oportunidades, lo que supone que todas las clases socioespaciales tengan las mismas estructuras económicas y niveles idénticos de, por ejemplo, dotaciones educativas, sanitarias, comerciales o culturales; y B) una igualdad de acceso. Ello dependería de los recursos económicos personales, educación recibida y contexto cultural. En sentido geográfico podría referirse, por ejemplo, a los costes de desplazamiento (o distancia) de los usuarios a los equipamientos o a las amenidades del entorno”.

En esa misma línea, otros autores (Moreno *et al.* 2011; Bosque y Moreno, 2012) han planteado que la equidad o justicia espacial avista conseguir una provisión pública de servicios y recursos zonalmente de acuerdo a los requerimientos diferentes y a las necesidades propias de cada ámbito, por ejemplo estableciendo un nivel mínimo de necesidades a satisfacer para evitar las injusticias o postulando criterios de accesibilidad espacial, tales como que un servicio dado debe ser alcanzable dentro de un radio de determinada distancia y con un tiempo limitado de trayecto.

Puede ser relativamente fácil señalar ejemplos de discriminaciones espaciales de manera descriptiva, pero resulta mucho más difícil identificar y comprender los procesos subyacentes que ocasionan los patrones de inequidad (Lévy *et al.*, 2018), o dilucidar cuándo ciertas desigualdades espaciales (en magnitud, contenidos o características) deberían calificarse como injustas. Sobre este último punto recae precisamente el foco de este trabajo, en el que se aborda un problema de posible penalización social intraurbana en los servicios de transporte público.

Resulta pertinente traer a colación también que, según varios autores, el concepto de justicia espacial está estrechamente relacionado con el de cohesión territorial, el cual suele definirse como un principio para las actuaciones públicas, atento a estrechar las relaciones entre los miembros de una comunidad (cohesión social), y a propiciar el acceso equitativo a los diversos servicios y equipamientos por parte de todos los grupos sociodemográficos (*i.e.* con equidad espacial) (Fernández Tabales *et al.*, 2009). Por tanto, la *cohesión espacial* refiere a un alto grado de integración en la sociedad mediante sus ideas, valores, fundamentos y condiciones de vida. Por el contrario, la *disgregación o desintegración* establece la existencia de fuerzas centrífugas que ocasionan una autoorganización menguante de dichos valores. Este binomio cohesión – desintegración es característico de la dinámica urbana y por tanto debe

ser considerado en el análisis espacial de los desequilibrios intraurbanos (Moreno y Vinuesa, 2009, p. 236; Gutiérrez, 2017; Navarro *et al.*, 2018).

La cuestión de la justicia espacial ha sido objeto de atención de no pocos trabajos sobre equipamientos y servicios colectivos desde hace varias décadas y ha calado también en los estudios sobre transporte urbano y desde distintos ángulos (Chen, 2007; Pérez Pulido y Romo Aguilar, 2019; Mayorga y Ortiz, 2020). En ese contexto, el análisis de *accesibilidad espacial* ha constituido una vía privilegiada y de suma utilidad a la hora de evaluar la equidad territorial. La definición de aquella expresión no ha resultado fácil históricamente, dada la complejidad de incluir sus variados aspectos de forma sintética. No obstante, algunos autores destacan dos definiciones que brindan un amplio sentido operativo al término. Una de ellas, recogida por Linneker y Spence (1992), establece que la accesibilidad es un "intento de medir las oportunidades disponibles a la población y las empresas para alcanzar lugares donde puedan realizar actividades que les son importantes". La segunda, debida a Dalvi (1974, cit. en García Palomares, 2000, p. 4), señala que el concepto concierne a "la facilidad con que una actividad puede ser realizada desde una localización, usando un sistema particular de transportes".

Asimismo, varios autores coinciden en destacar que los análisis de accesibilidad suelen usar dos aproximaciones: *la accesibilidad potencial*, relacionada con el componente físico involucrando la localización de los servicios y sus usuarios (oferta y demanda); y *la accesibilidad revelada* que considera el componente social, abarcando datos de la utilización de los servicios por parte de la población (Preston y Rajé, 2007; Páez *et al.*, 2012).

En el complejo entramado de relaciones existentes en el territorio, la justificación del análisis de accesibilidad se apoya en su importancia como vía para desentrañar y valorar la redistribución social de ciertos recursos, especialmente los públicos. Las funciones del territorio como soporte de la organización social son diversas y sus capacidades, reales y potenciales, resultan desiguales, todo lo cual afecta a las oportunidades de uso y transformación del territorio por sus ocupantes (Pitarch *et al.*, 2018; Gutiérrez y García-Palomares, 2020; Tao *et al.*, 2022).

Desde hace ya décadas se ha propuesto y experimentado una extensa variedad de indicadores de accesibilidad espacial focalizados sobre los transportes, bien de carácter general, bien segmentando según modos de transporte, grupos de población, actividades, etc. El foco de las mediciones ha recaído a veces en los destinos a alcanzar, otras en los lugares de partida (orígenes) o también en los puntos de acceso a los servicios de transporte mecanizado tales como paradas, estaciones, etc. (vid. Jones, 1981; García Palomares, 2000; Kwan *et al.*, 2003). Más tardíamente ha surgido el interés por las injusticias socioespaciales originadas por la oferta de transportes y que condicionan el ejercicio de un derecho tan fundamental para los humanos como es el de la movilidad. El número de trabajos publicados sobre ese tema está creciendo ostensiblemente, dada la sensibilidad social hacia las múltiples formas de discriminación constatables entre lugares y grupos sociales, y que pueden generarse incluso por decisiones públicas. Litman (2002) y Thomopoulos *et al.* (2009) han aportado guías para su análisis y compendios de estudios ya realizados. Por su relación con los contenidos concretos de esta investigación merecen mencionarse varios de ellos. Salvo y Sabatini (2005) recurrieron a los SIG para determinar áreas próximas (cobertura) a las paradas de autobús en Palermo (Italia), asumiendo un acceso peatonal a través de la red viaria peatonal. Corazza y Favaretto (2019) midieron la accesibilidad de cada una de las paradas de autobús en Roma, usando varios indicadores y evaluación multicriterio. Olawole (2012), a partir de datos de usuarios, analizó la accesibilidad al *Bus Rapid Transit* (BRT) en Lagos (Nigeria). Ese mismo modo de transporte fue el objeto estudiado en Cali (Colombia) por Delmelle y Casas (2012) para determinar la accesibilidad que aportaba a diferentes estratos socioeconómicos y actividades en la ciudad. Otros trabajos se han enfocado más explícitamente sobre las inequidades asociadas al transporte: Kaplan *et al.* (2014) usaron una medida de impedancia, la conectividad de tránsito en el Gran Copenhague y el índice de Gini para medir la equidad espacial según varios atributos (renta, nivel educativo, densidad de población, etc.); Delbosc y Currie (2011) aplicaron también dicho índice y la curva de Lorenz para evaluar la equidad de la oferta de tránsito respecto a varios grupos sociodemográficos (según edad, renta o tenencia de vehículo); y Kim y Jun (2012) cuantificaron la accesibilidad a las paradas de autobús y estaciones de metro en Daegu (Corea) para diversos grupos de población (por sexo, edad y pobreza). Javanmard *et al.* (2022), en un trabajo metodológico, han investigado el efecto del conocido problema de la unidad espacial modificable (PUEM), a la hora de

medir la equidad en el transporte, confirmando el conocido hallazgo de que los distintos grados de agregación espacial de los datos pueden conducir a resultados diferentes, por lo que aconsejaban análisis más robustos (en el sentido estadístico del término).

En línea con estos últimos trabajos, para aprehender numérica y cartográficamente la accesibilidad diferencial entre grupos de población a un servicio público esencial de transporte urbano, el autobús, se ha optado aquí por un indicador sencillo y muy extendido de cobertura espacial. Descartando la implementación de instrumentos más sofisticados como los modelos de interacción espacial (con análisis de redes) o los basados en datos GTFS (General Transit Feed Specification), inasequibles en nuestro caso por carecer aún de datos con calidad suficiente del viario, la oferta o la movilidad, se optó por una delimitación de las zonas de influencia próxima correspondientes al servicio de autobús público, mediante un alcance de distancia prefijado. La contabilización de la accesibilidad diferencial entre grupos de población, a partir de la distancia a las paradas de autobuses más próximas, será tomada aquí como base para determinar las desigualdades y, en su caso, la inequidad espacial. La desventaja de la simplicidad de esa medida, en parte puede quedar compensada por la facilidad de su implementación, especialmente en contextos geográficos con exiguos datos sobre sus transportes urbanos.

Tras lo expuesto con anterioridad procede explicitar el punto focal de este trabajo: partiendo de la hipótesis general de unas presuntas desigualdades socio-espaciales en el acceso al transporte público urbano, el objetivo estriba en dilucidar (medir) si los grupos de población más vulnerables y carenciados de la ciudad poseen una accesibilidad significativamente peor, igual o mejor que los grupos de población menos vulnerables y carenciados. Enunciado así, el problema recoge la visión de la equidad vertical, por cuanto asume que esas dos categorías de ciudadanos poseen rasgos sustantivamente diferentes en su capacidad para acceder al transporte público y que, por tanto, serían merecedoras de valoración comparada.

Específicamente, se pretende abordar varias cuestiones que resultan importantes para la ciudadanía y su movilidad potencial en el contexto de la ciudad de Santa Fe (Argentina):

- ¿Cuál es la distribución espacial de las paradas de autobuses públicos dentro de la ciudad? ¿Ofrecen una cobertura geográfica homogénea o desigual de ella? ¿Qué zonas poseen mejor/peor cobertura y, por tanto, acceso a ese servicio?
- ¿Qué magnitud o importancia tienen las desigualdades en el acceso espacial al transporte público entre la población más y menos desfavorecida-vulnerable? ¿Se puede hablar de injusticias espaciales al respecto (inequidad vertical)?
- ¿Qué instrumentos analíticos (estadísticos, gráficos y cartográficos) pueden resultar efectivos para un diagnóstico tal?
- Dentro de la ciudad ¿el grado de acceso al mencionado servicio es similar entre los distritos administrativos, en tanto que unidades de gestión pública, o por el contrario hay diferencias importantes?

Con las respuestas oportunas se espera fundamentar mejor las valoraciones de ese componente de la estructura y organización de la red de transporte urbano de la ciudad de Santa Fe y, eventualmente, suscitar y orientar intervenciones desde el gobierno local.

2. Materiales, datos y métodos

2.1. Fuentes de datos estadísticos y cartográficos

En lugar del conjunto del municipio, el ámbito estricto de estudio fue el “*área urbana poblada*” (AUP) de la ciudad de Santa Fe (Argentina), la cual excluye las áreas no residenciales y periféricas no urbanizadas, comprendiendo los lugares donde la densidad diaria de población es elevada (Figura 1). Se construyó para dicho espacio una base de datos en SIG (ArcGIS), con información procedente de diversas fuentes:

- Datos estadísticos poblacionales para los 399 radios censales (RC) urbanos de la Ciudad de Santa Fe, registrados en el Censo Nacional de Población y Vivienda 2010 (INDEC, 2013), que eran los más recientes disponibles en el momento de realizar el estudio. Se trata de las unidades estadístico-espaciales más pequeñas disponibles en dicho Censo, conteniendo habitualmente en torno a 300 viviendas.
- Capa vectorial de las paradas pertenecientes al servicio de autobuses públicos, realizada por la Municipalidad de la Ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz (MCSF), con datos relevados en 2015.
- Una ortofotografía aérea de la Ciudad de Santa Fe de septiembre de 2013, suministrada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) de Argentina, con resolución de 1,20 m.
- Capas vectoriales correspondientes a zonificación y límites municipales, elaborados y proporcionados por la MCSF.

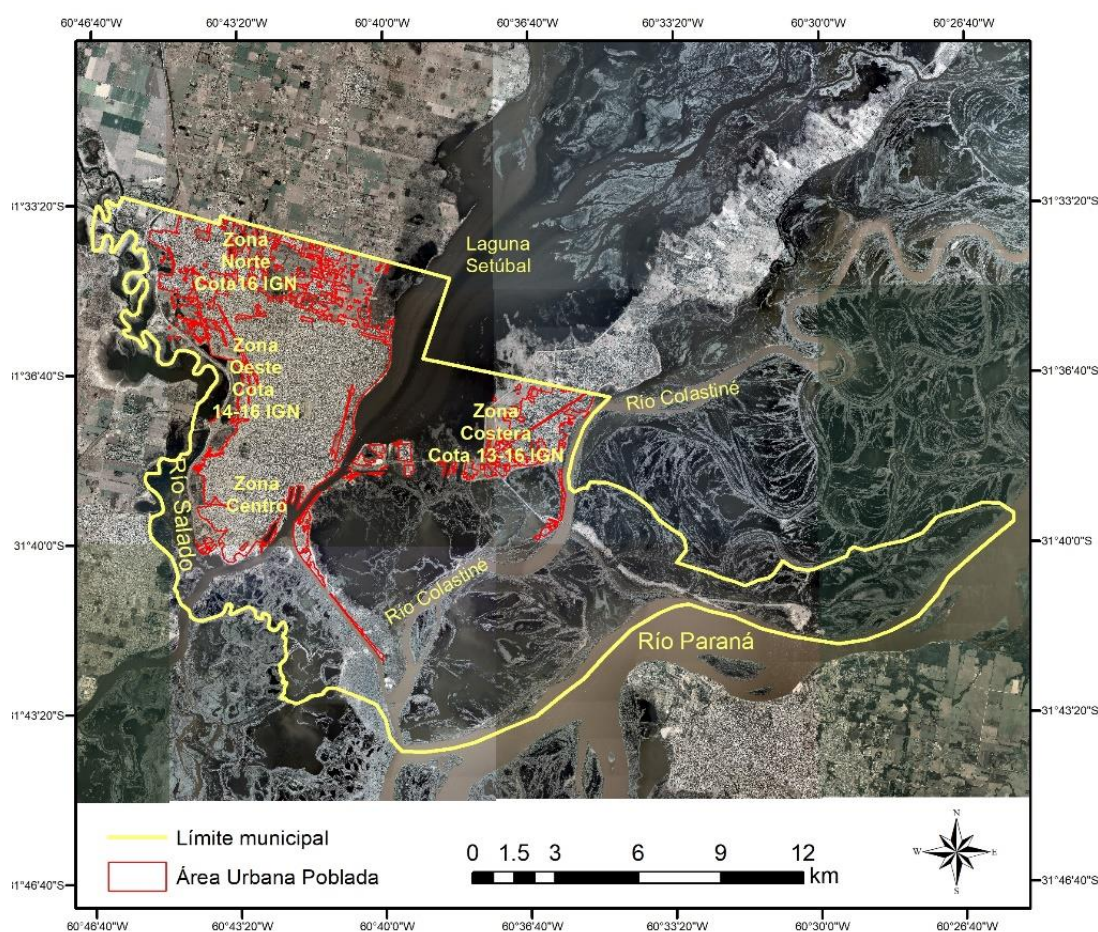


Figura 1. Límite municipal y Área Urbana Poblada de la ciudad de Santa Fe.

Fuente. Elaboración propia en base a datos vectoriales suministrados por la MCSF y el IGN.

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 concedidos por la municipalidad y reglamentados por las ordenanzas 9833/1994, 10780/2001 y 11065/2004. El subsistema de autobuses públicos está formado por una red cuya cobertura alcanza al 85 % de la superficie de la ciudad, posee una extensión de 478,6 km e incluye 1779 paradas dentro del ámbito municipal, según la MCSF (2016). Su flota está compuesta por 240 unidades, repartidas en 16 líneas, las cuales se encuentran concesionadas a cuatro empresas diferentes. Del total de las unidades móviles disponibles en el año 2015, 201 corresponden a la flota activa en horario de máxima demanda, registrando 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, para garantizar el confort tanto en los períodos de temperaturas bajas, como en los meses estivales (MCSF, 2016).

En la presente 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 (Martínez *et al.*, 2016), particularmente por los grupos menos pudientes.

2.2. Metodología

Con el fin de responder a las cuestiones antes enunciadas se ha desarrollado una serie de análisis, utilizando un conjunto de técnicas en una secuencia metodológica que se sintetiza a continuación.

Para establecer la vulnerabilidad y privación de la población urbana de manera sintética se recurrió a los resultados de un estudio previo de Bosisio y Moreno (2020), en el cual se seleccionó un conjunto de indicadores provenientes del Censo Nacional de Población y Vivienda de Argentina, 2010, por RC, que pudiesen contribuir, por su significancia, a detectar posibles inequidades ambientales y territoriales, valorando cuantitativamente sus efectos, tanto reales como potenciales. Los indicadores seleccionados se agruparon en las siguientes facetas, que atañen a la vulnerabilidad y privaciones: edad, empleo, educación, calidad constructiva de viviendas, calidad de conexiones a servicios básicos, grado de ocupación de la vivienda, amenidades de la vivienda, brecha digital y necesidades básicas insatisfechas.

Para sintetizar y aunar las relaciones entre dichos indicadores se aplicó un Análisis de Componentes Principales (ACP), mediante el software estadístico NCSS, reteniendo los que presentaron un autovalor (*eigenvalue*) > 1, según el criterio de Kaiser (Bosque y Moreno, 1994). El resultado arrojó un único factor o componente (Figura 2), que capturaba más del 73 % de la varianza, claramente alusivo a esa dimensión latente de desfavorecimiento. El examen detenido de las puntuaciones factoriales aconsejó una dicotomización de las mismas mediante el cuartil 1 ($z = -0,701$), que permitió separar operativamente los RC en dos grupos o categorías: aquéllos con valores inferiores a ese valor (RC más vulnerables-carenciados) y los guarismos superiores (RC menos vulnerables-carenciados).

Por otro lado, para determinar la proximidad de los servicios de autobús urbano a la población, según su nivel de vulnerabilidad - carencias, se estableció, como alcance óptimo a las paradas de dicho servicio, 300 m, mediante la delimitación de la “zona próxima” definida por criterios y estándares magistrales reconocidos (vid. Brau *et al.*, 1980; Gutiérrez *et al.* 2011; Moreno y Fuenzalida, 2015) y que concuerdan *grosso modo* con la conducta de los usuarios (vid. Olawole *et al.*, 2012). Asumiendo un modo de desplazamiento peatonal para esos trayectos, el tiempo estimado para recorrer dicha distancia sería de unos 4,5 minutos, a una velocidad de 4 km por hora. La delimitación de la zona de influencia de cada parada se realizó utilizando distancias euclidianas (rectas), debido a deficiencias y errores insalvables observados en la red viaria digital facilitada por la Municipalidad de Santa Fe.

A continuación, se procedió, mediante geoprosesos (*buffer*, unión e intersección) con ArcGIS por RC, a computar la cuantía de la población dentro y fuera de las zonas próximas a las paradas, según la categoría de superior o inferior vulnerabilidad-carencias. A tal fin se adoptó un estimador habitual en estos casos: la proporción de superficie de cada RC incluida y excluida en dicha zona próxima. A partir de ahí se generaron tablas-resumen de doble entrada (2 x 2) con las cifras estimadas para el conjunto de la ciudad y por distritos.

Con el fin de dilucidar la posible relación espacial entre accesibilidad al autobús y vulnerabilidad-carencias se establecieron las siguientes hipótesis generales, que fueron contrastadas con los niveles de confianza utilizados habitualmente (e.g. $\alpha = 0,01$ o $\alpha = 0,05$) sobre la tabla-resumen precitada, para el total de la ciudad:

- H_0 = no hay diferencia significativa en la accesibilidad espacial a las paradas del servicio de autobuses públicos entre las zonas de población con más (o menos) vulnerabilidad y privación; es decir, la distribución espacial de los puntos de acceso al servicio de autobuses y de la

población no genera discriminación. Ello implicaría la independencia estadística entre la cercanía al transporte público urbano y la vulnerabilidad - carencias de los residentes.

- H_1 = hay desigualdad estadísticamente significativa en la accesibilidad espacial a las paradas del servicio de autobuses públicos entre las zonas de población con más (o menos) vulnerabilidad y privación. Ambos fenómenos exhibirían distribuciones espaciales no imputables al azar, sino a procesos urbanos definidos que generan discriminación.

Para comprobar tales hipótesis sobre inequidad espacial resulta apropiado el test de la χ^2 para dos muestras (vid. Siegel, 1976, 130-137; García Ferrando, 1982, 284-288; Williams, 1984, 200-202) y la balanza de la justicia espacial. Como es sabido, la mencionada prueba posee varias modalidades de aplicación, pero en todas ellas asume, como rasgo de especial interés, que existe una distribución teórica o de referencia, definida racionalmente o mediante algún tipo de consenso. Según la formulación del problema realizada antes, en nuestro caso tal distribución teórica podría ser aquella en la que los dos grupos de población (muestras) se reparten de manera proporcionalmente igual entre los dos ámbitos (cercano y lejano a las paradas); ello significaría una situación de independencia estadística, o dicho de otro modo y a los efectos aquí buscados, aceptable como justa. Merece apostillarse que la técnica permitiría adoptar otras distribuciones considerables fundadamente como justas o deseables. El test mide el grado en que la distribución real de los dos grupos, en cuanto a cobertura, difiere de la teórica, y permite valorar la significación estadística de tales diferencias, para los niveles de α mencionados antes.

La balanza de la justicia espacial es un instrumento derivado de tales cálculos, que muestra gráficamente en cuál de las categorías de cobertura de la red de autobuses (dentro o fuera del área próxima) está sobre- o subrepresentado cada grupo de población (en términos proporcionales), es decir, en qué medida se alejan de la distribución ideal “justa”. Una exposición más pormenorizada de ambas técnicas puede verse en Moreno (2010) y un ejemplo de aplicación en Bosisio y Moreno (2022a).

Complementariamente, y de cara una medición de las coincidencias / divergencias en accesibilidad espacial a las paradas entre las dos categorías de vulnerabilidad-carencias, se han aplicado, mediante el software estadístico NCSS, varias técnicas de asociación estadística. Entre el amplio abanico de ellas, se han seleccionado unas pocas que resultan bien conocidas, y especialmente idóneas para datos categorizados (dicotomizados) y tabulados como los aquí obtenidos (vid. García Ferrando, 1982, 218-224, 238-246, y Ruiz Maya et al., 1995, 405-436): el coeficiente C de Contingencia de Pearson (varía entre 0 y 0,707 en tablas 2 x 2), la Phi ϕ y la V de Cramer (varían entre 0 – nula asociación- y 1 - asociación perfecta-) para variables nominales; finalmente, la Gamma γ de Goodman y Kruskal, para variables ordinales, pues nuestros resultados poseen también la propiedad de orden en las dos variables cruzadas (más o menos vulnerabilidad-carencias y más o menos cobertura). Este último coeficiente oscila entre -1 y +1 (según la intensidad y signo – positivo o negativo - de la tendencia ordinal). Los valores resultantes de tales coeficientes permitirán apreciar, compacta y numéricamente, si existe asociación, y con qué intensidad, entre los grupos de población según vulnerabilidad-carencias y según la cercanía a la red de autobuses en la ciudad. Ello facilitaría ulteriores comparaciones temporales, útiles en los diagnósticos urbanos.

3. Descripción y análisis de resultados

3.1. El ámbito de estudio: distribución intraurbana de la población y de su vulnerabilidad-carencias

Por su relevancia para los análisis que se expondrán posteriormente resulta pertinente exponer algunas facetas del ámbito de estudio y particularmente de su población.

La ocupación del espacio urbano, de forma espontánea e incontrolada durante décadas, ha propiciado que la ciudad se consolidara conformando un modelo fuertemente centralizado, que tiende *grosso modo* a perder densidad, volumen edificatorio y presencia de servicios a medida que se aleja del núcleo central conformado por los distritos Centro y Este (Bosisio y Moreno, 2020, 2022b). La ciudad contaba con más de 400.000 habitantes (INDEC, 2010), siendo la densidad poblacional mayor en el distrito Suroeste, baja en el Noreste y muy baja en el distrito de la Costa. Los distritos restantes poseen densidades intermedias. Si se observa la distribución de las densidades poblacionales por radios censales

(Figura 2), se constatan valores más altos (algunos muy altos) al sur de la ciudad, y en ciertos lugares del distrito de la Costa (en su sector oeste) y del norte. Los radios con densidades más bajas se sitúan en el cordón límite oeste de la ciudad, algunas partes del centro, este, norte (donde se conforma una clara franja rururbana) y de la zona costera oriental.

La tendencia de crecimiento de la planta urbana en Santa Fe es hacia el cauce de los ríos que la circundan dentro de su llanura aluvial, en zonas inundables y anegadizas (Giacosa *et al.*, 2009); por ese motivo las condiciones urbanísticas son muy dispares entre los barrios de la ciudad, habiéndose originado una periferia (vid. Figura 2) con barrios carenciados – vulnerables y eventualmente densificados. Este fenómeno se concreta en una ocupación de terrenos en dichas áreas, bien por parte de familias de bajos recursos, atraídas por el bajo precio del suelo allí, bien porque corresponden a planes de viviendas sociales, generalmente impulsados por políticas públicas.

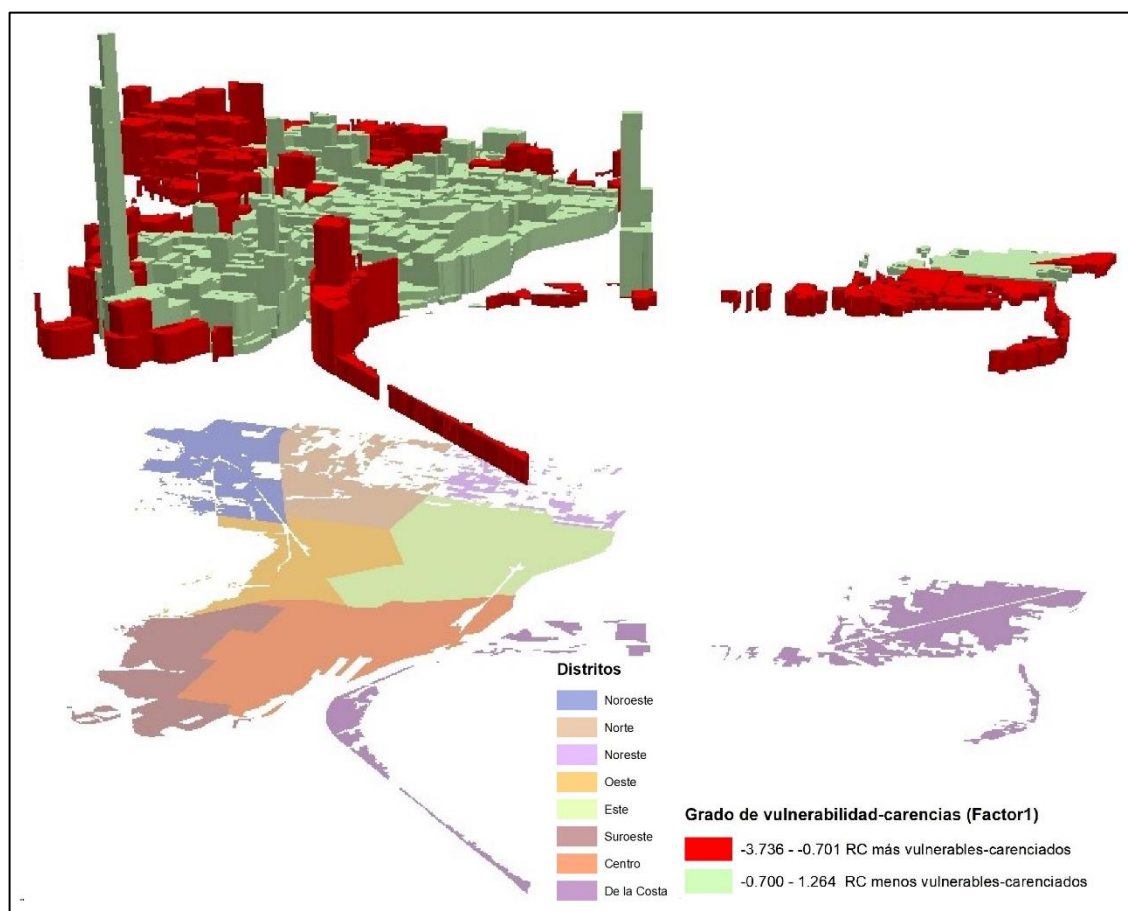


Figura 2. Mapa de radios censales extruidos por la densidad de población total y mostrando la distribución intraurbana de la vulnerabilidad-carencias (Factor 1) en Santa Fe.

Fuente. Elaboración propia en base a datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, INDEC.

La franja periférica de la ciudad se caracteriza por un reciente y rápido crecimiento demográfico, así como también por su fragmentación, desigualdad y marginalidad socio-espacial, 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. Se conforma allí de este modo un espacio urbano altamente proclive a peligros (Tucci, 2007) y a inequidades ambientales y espaciales.

En la distribución espacial de infraestructuras como las redes públicas de agua, cloacas, gas, pavimento, alumbrado, etc., estas zonas suelen estar desfavorecidas respecto de la zona céntrica y del distrito Este de la ciudad. Los asentamientos en la zona oeste ocupan el valle de inundación del río Salado durante los períodos prolongados de estiaje, de modo que los pobladores construyen sus

viviendas en zonas destinadas a reservorios que reciben el agua de lluvia, la cual se desagota por medio de bombas (Paoli, 2015).

3.2. Oferta y localización de las paradas de autobuses públicos

Resulta relevante mencionar que la zona norte, costera y parte del cordón límite oeste de la ciudad son los lugares más desfavorecidos en lo referente a calidad de las infraestructuras viales, prevaleciendo en ellos las calzadas constituidas por mejorado, ripio, tierra y arena, materiales poco idóneos para la circulación mecánica y, en particular, de los autobuses públicos, como revelaron Bosisio y Moreno (2021). En dicha zona se ha evidenciado aquí también un grado de accesibilidad menor a este servicio, debido fundamentalmente a la falta de prestación de este, lo que podría imputarse a la imposibilidad de transitar en unos viales de condición deficiente. Asimismo, en el área señalada se registra mayor cantidad de población perteneciente al grupo sociodemográfico que sufre una mayor vulnerabilidad y privaciones.

En contraposición a estos hallazgos, se observa que, en la zona central de la ciudad, cuya población posee menores vulnerabilidades y carencias, hay una mayor consolidación de la red de autobuses públicos y, por consiguiente, una mejor accesibilidad a ese servicio (Figura 3).

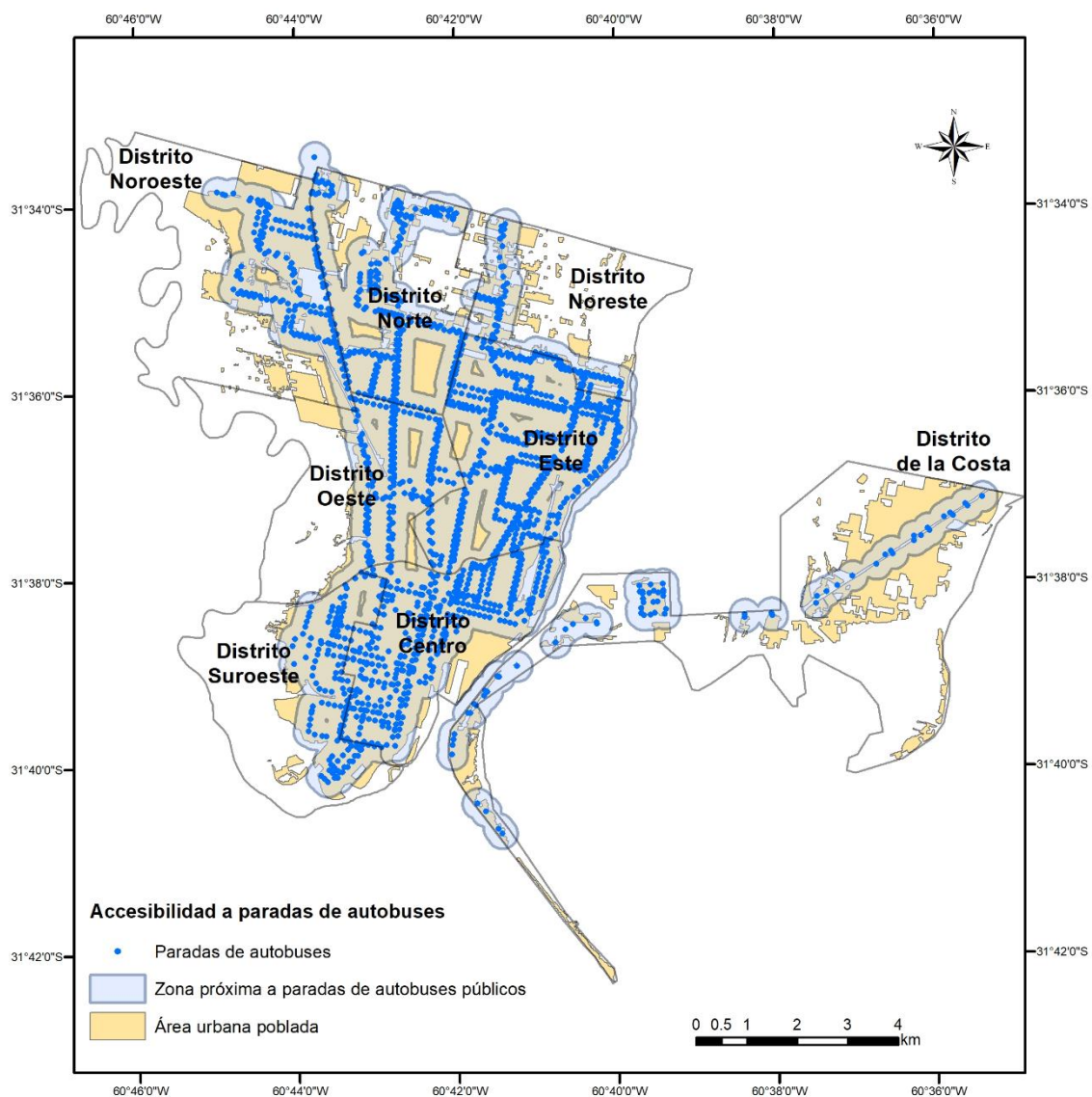


Figura 3. Mapa con el área próxima (<300 m) a paradas de autobuses públicos en Santa Fe.
Fuente. Elaboración propia en base a datos vectoriales de la MCSF.

Con el parámetro de proximidad establecido en 300 m, se observa visualmente que la presencia de las paradas es más escasa en los distritos ubicados en el sector norte de la ciudad, como así también en la zona costera, lo que implica una menor posibilidad de acceso a dicho servicio, el cual se extiende de manera uniforme en los sectores restantes (Figura 3). Su área de cobertura es, por tanto, mayormente coincidente con las zonas de valores destacados de densidad poblacional en los sectores este (excluido el distrito de la Costa), oeste y centro de la ciudad.

3.3. Las desigualdades socioespaciales en la proximidad de la población a las paradas de autobuses públicos según su grado de vulnerabilidad/carencias

3.3.1. En el conjunto de la ciudad

Mediante operaciones de geoprocésamiento se ha podido estimar que el servicio de autobuses públicos en la ciudad de Santa Fe alcanza al 85,88 % de la población total en un radio de 300 m, dejando fuera de esa zona de cobertura al 14,12 %, es decir, 55249 personas (Tabla 1). De ellas, 41608 (29,02 %) pertenecen al grupo demográfico que sufre mayor vulnerabilidad y privaciones, en tanto 13642 (5,50 %) se ubican en el conjunto complementario con menores carencias. Consecuentemente, la cantidad de personas del grupo más vulnerable que establece la diferencia entre una situación ideal (de equidad proporcional) y la actual es de 21360.

Este hecho es fácilmente observable mediante la balanza de la justicia espacial, en donde la población más vulnerable y carenciada se grafica en menor cantidad (déficit, *i.e.* bajo la línea cero, que marcaría la equidad) dentro de la zona próxima, contrariamente a lo observado en el conjunto complementario (Figura 4).

El cálculo de la χ^2 como prueba de independencia con un grado de libertad, realizado sobre los datos de la tabla 1, arrojó un valor destacado (41419,26) y una probabilidad de 0,00 % (Tabla 2). Ello permite rechazar H_0 (similitud en la distribución) para $\alpha = 0,01$ y concluir que los grupos sociodemográficos más vulnerables - carenciados están significativamente más presentes en las zonas alejadas de las paradas del servicio de autobuses públicos. Congruentemente el grupo de población más vulnerable-carenciada aparece subrepresentado dentro del área próxima en grado notable (-21360 personas).

Tabla 1. Valores absolutos y porcentuales de la población según su proximidad a las paradas de autobuses públicos y su grado de vulnerabilidad-carencias en Santa Fe.

Ámbito de zona próxima	Población						Desviación (*) del grupo más vulnerable-carenciada respecto a equidad (independencia estadística teórica ¹)
	Más vulnerable-carenciada	%	Menos vulnerable-carenciada	%	Total	%	
Dentro	101753	70,98	234188	94,50	335941	85,88	-21360
Fuera	41608	29,02	13642	5,50	55249	14,12	21360
Total	143360	100	247830	100	391190	100	

(*) + = Exceso - = Déficit

Fuente. Elaboración propia sobre métricas de capas vectoriales del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, INDEC.

¹ Se asume, de acuerdo con la teoría de la probabilidad de sucesos, que la condición de la independencia teórica en los valores de las celdas de la tabla resultaría del producto de las respectivas probabilidades marginales (por fila y columna).

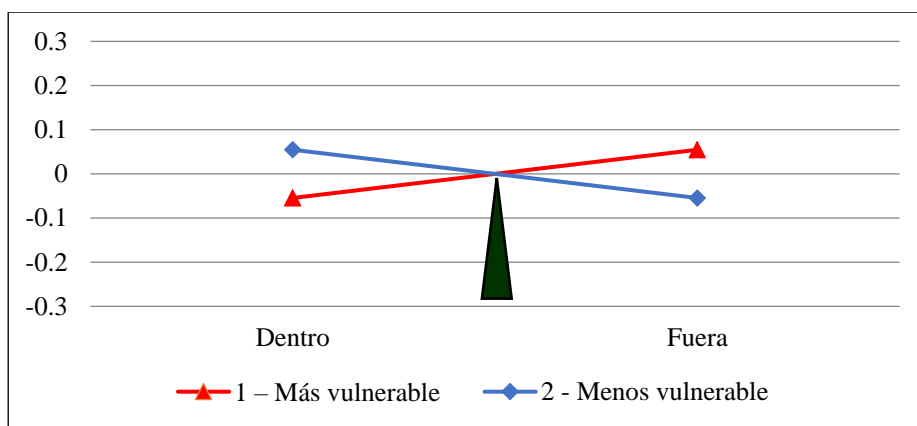


Figura 4. Balanza de la justicia espacial obtenida para los dos grupos de población, respecto al acceso a las paradas de autobuses públicos de Santa Fe.

Notas: eje Y escalado en proporciones. Los desequilibrios de las líneas azul y roja evidencian la discriminación proporcional (positiva o negativa) del grupo respectivo. Su eventual coincidencia con la línea horizontal (cero) denotarían una equidad proporcional.

Fuente. Elaboración propia sobre métricas de capas vectoriales del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, INDEC.

Los otros coeficientes de asociación aplicados a la tabla 1 no han arrojado valores elevados (Tabla 2), aunque ello no quiere decir en modo alguno insignificantes, excepto en el caso del coeficiente Gamma γ , el cual llega a un nivel considerable (-0,75). Tales resultados y los datos de la tabla 1 denotan la tendencia de la población más vulnerable a residir fuera de la zona próxima a las paradas, en tanto que los menos vulnerables están comparativamente más incluidos en ella. Esta situación se pone de manifiesto en la distribución espacial de dichos grupos sociodemográficos (Figura 5), pudiendo apreciarse nítidamente la presencia de población más vulnerable sin cobertura del servicio en el cordón límite oeste de la ciudad, así como también en el sector norte y en la región costera. Estos resultados, por tanto, evidencian una *injusticia socioespacial* (vertical) en el acceso a la red de autobuses públicos en la ciudad de Santa Fe.

Tabla 2. Coeficientes de asociación y correlación estadística de la población total según el ámbito de la zona próxima de paradas de autobuses públicos y su grado de vulnerabilidad en Santa Fe.

Estadístico	Valor
χ^2 (con un grado de libertad y probabilidad de 0,00 %)	41419,26
Phi ϕ	0,3254
V de Cramer (*)	0,3254
Coeficiente de Contingencia de Pearson	0,3094
Gamma γ	-0,7506

Fuente. Elaboración propia sobre métricas de capas vectoriales de la MCSF y del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, INDEC. (*) Al haberse aplicado a tablas de 2 x 2, el valor de V y ϕ coincide.

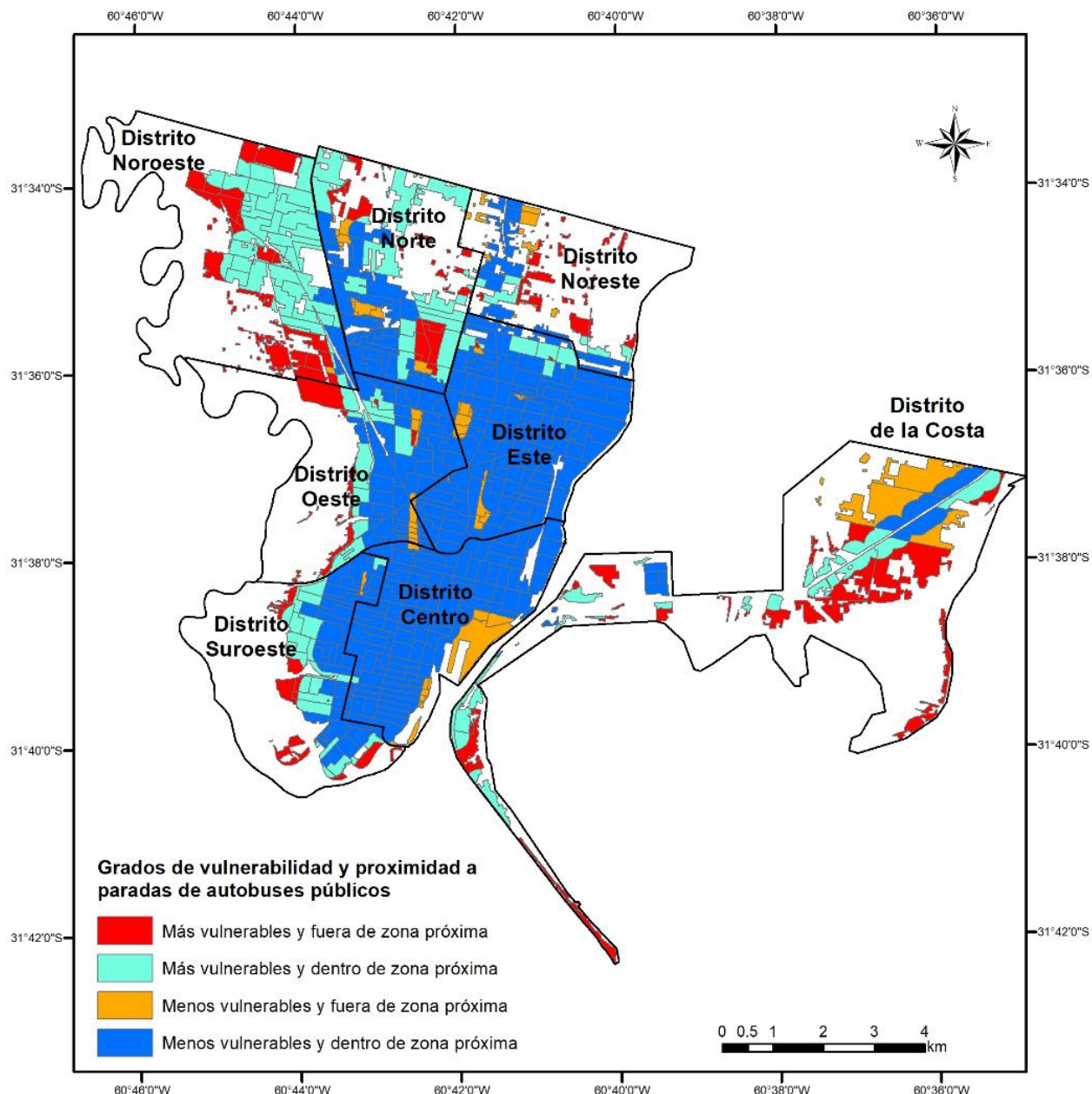


Figura 5. Mapa de los radios censales según grados de vulnerabilidad - carencias de la población y de proximidad (300 m) a paradas de autobuses públicos en Santa Fe.

Fuente. Elaboración propia sobre métricas de capas vectoriales de la MCSF y del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, INDEC.

3.3.2. Análisis por distritos administrativos

Con la finalidad de disponer de una visión por grandes unidades de gestión municipal de las zonas más discriminadas en cuanto a inaccesibilidad al sistema de autobuses públicos, se realizó otro análisis estadístico desagregado por distritos administrativos, que facilitase una valoración por las autoridades y la ciudadanía. Los que registraron un elevado número de población en condiciones de mayor vulnerabilidad y privaciones son el distrito Noroeste con 52896 personas, el distrito Norte (26072), el Suroeste (22043) y el distrito de la Costa (18598). De los distritos mencionados, los porcentajes de población más vulnerable-carenciada que reside fuera de la zona próxima establecida para el servicio de

autobuses públicos son del 33,70 % para el distrito de la Costa, 30,56 % en el Noroeste, 16,20 % en el Noreste, 11,56 % en el Suroeste y 9,75 % en el Norte (Tabla 3 y Figura 6).

Tabla 3. Población absoluta y relativa según vulnerabilidad-carencias y proximidad a paradas de autobuses públicos (distancia de 300 m) por distritos administrativos en Santa Fe.

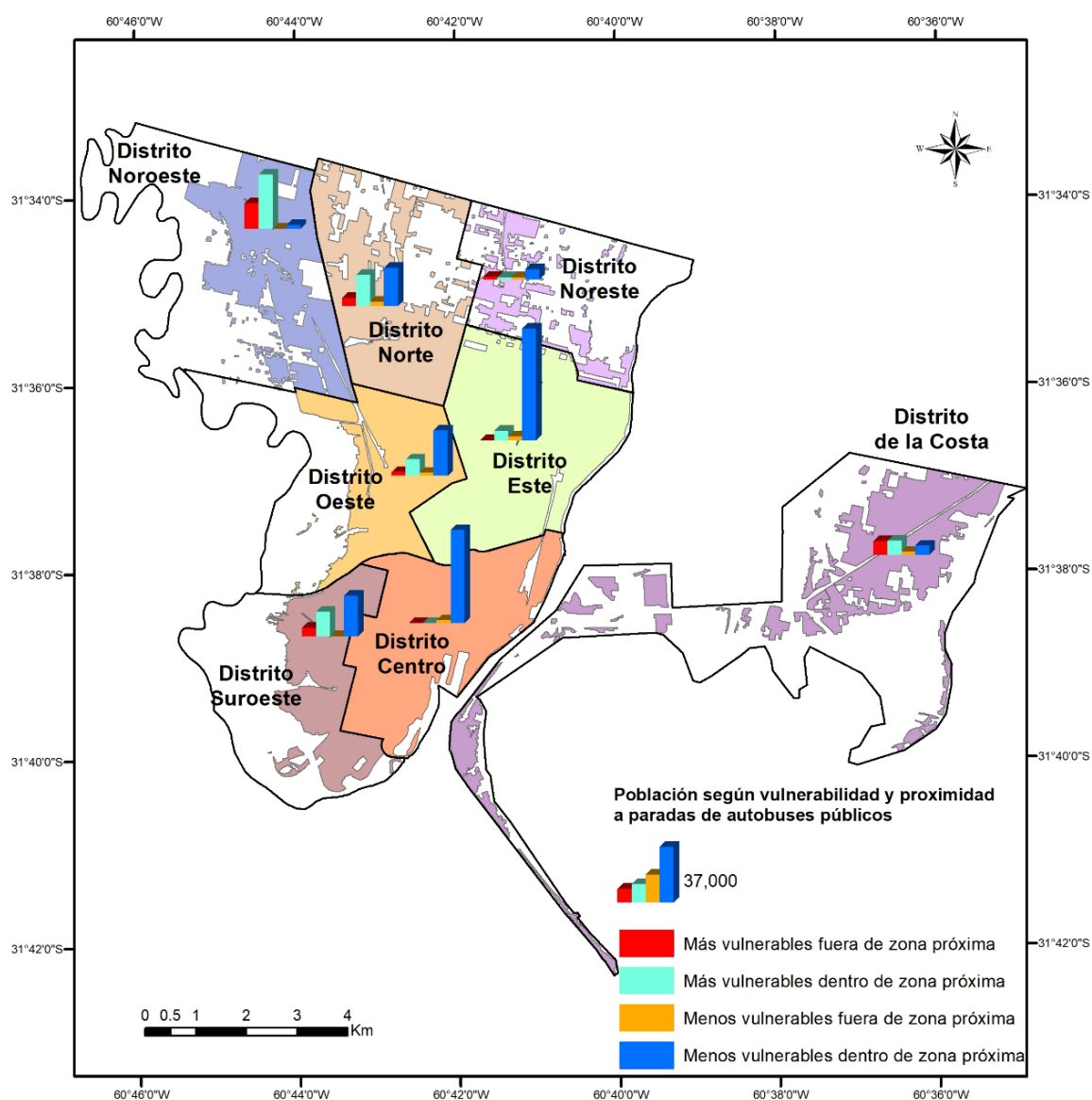
Distritos	Más vul. Fuera	% Más vul. Fuera	Más vul. Dentro	% Más vul. Dentro	Menos vul. Fuera	% Menos vul. Fuera	Menos vul. Dentro	% Menos vul. Dentro	Población total	%
Noroeste	16930	30,56	35966	64,93	89	0,16	2407	4,35	55392	100
Norte	5310	9,75	20762	38,12	2973	5,46	25413	46,67	54458	100
Noreste	1984	16,20	1714	14,00	1631	13,32	6915	56,48	12244	100
Oeste	2474	5,41	10942	23,93	2055	4,49	30256	66,17	45727	100
Este	175	0,21	6461	7,73	2613	3,13	74291	88,93	83541	100
Suroeste	5665	11,56	16378	33,42	104	0,21	26855	54,80	49003	100
Centro	0	0,00	0	0,00	2028	3,17	61881	96,83	63909	100
De la Costa	9070	33,70	9528	35,40	2149	7,98	6169	22,92	26916	100

Fuente. Elaboración propia sobre métricas de capas vectoriales del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010, INDEC.

Notas: porcentajes horizontales. Los colores de la primera fila concuerdan con los de la figura 5.

En tanto para el conjunto complementario, es decir la población menos vulnerable que permanece fuera de la zona próxima del servicio, se observan porcentajes destacables, pero mucho más bajos, en los distritos Noreste (13,32 %) y de la Costa (7,98 %). Otros distritos presentan porcentajes menores, aunque la cantidad de personas en los mismos es elevada: así en el distrito periférico Norte el porcentaje del grupo menos vulnerable fuera del área de influencia alcanza un valor menor (5,46 %), pero que se traduce en 2973 personas excluidas. Situaciones similares se registran en distritos intermedios o centrales como el Oeste (2055), Este (2613) y Centro (2028).

Del análisis expuesto se puede concluir que el acceso al servicio de autobuses público en Santa Fe ocasiona discriminaciones intraurbanas, penalizando fundamentalmente a los ámbitos periféricos de la zona norte, zona costera y el límite oeste, tal como muestra la Figura 5. Tales hallazgos apuntan a una falla significativa en la cohesión intraurbana, al afectar especialmente a personas residentes en lugares marginales y que sufren, tanto vulnerabilidades, como carencias sociales notables.



4. Discusión y valoración de hallazgos

Los resultados obtenidos están en amplia consonancia con lo señalado por diversos autores, cuyas investigaciones tuvieron como foco principal de análisis la equidad en el sistema de transporte público (Litman, 2002; Jaramillo *et al.*, 2012; Gutiérrez *et al.*, 2015; Calvo-Poyo *et al.*, 2019). Por un lado, ellos establecieron que las nuevas geotecnologías resultan muy valiosas para evaluar situaciones y plantear mejoras hacia una superior cohesión territorial, incorporando objetivos de equidad en la planificación del transporte, cuyo proceso debe reflejar las preocupaciones y prioridades de cada comunidad (Rodríguez *et al.*, 2013). Ello queda bien corroborado en el presente estudio. Por otro lado, dichos autores concuerdan en sugerir que el análisis de equidad referente a la movilidad debe adoptar un abordaje multidisciplinario, integrando consideraciones de igualdad proporcional en la planificación y financiación del transporte, en la planificación del uso del suelo, diseño de carreteras e instalaciones y

provisión de servicios de transporte de manera igualitaria para todos los grupos sociodemográficos, a los fines de avanzar hacia ciudades más justas.

Abundantes estudios ejecutados con técnicas geoespaciales han puesto el foco en la construcción, mapeo y análisis de indicadores cuantitativos, de sofisticación variable, para medir el acceso al transporte público por parte de la población destinataria, utilizando fuentes de datos variadas, según disponibilidad (Osorio y García, 2017). Algunos enfoques recientes han desarrollado indicadores con el fin de examinar las diferencias en la accesibilidad percibida por diferentes segmentos de la población y los factores que la afectan, según escalas geográficas y temporales (Lattman *et al.*, 2018). En determinados contextos de escasa información, como el caso aquí tratado, el recurso al concepto de cobertura o proximidad a los puntos de acceso a los transportes resulta una opción casi inevitable para poder abordar evaluaciones de dicha accesibilidad. Al respecto, numerosos autores advierten que, si bien la práctica más tradicional para el análisis del área de influencia del servicio era calcular distancias euclidianas alrededor de las paradas o estaciones, fundamentalmente debido a su simplicidad, este método conlleva una sobreestimación del número de personas incluidas en dicha área, recomendando utilizar para tal fin un método que mida las distancias mediante la red de calles, dada su mayor exactitud (Moreno y Prieto, 2003; Gutiérrez y García, 2008; Talavera y Valenzuela, 2012; García *et al.* 2018). En la presente investigación se debió realizar un análisis con el método *buffer* (distancias rectas), debido a la carencia incluso de un callejero digital de la ciudad analizada, apto para el análisis de redes. Pese a esa importante limitación, que se espera subsanar en futuras investigaciones en curso, ello no imposibilitó el avistamiento de medidas de inequidad espacial, como las aquí ensayadas, por cuanto resultarían también compatibles con indicadores de accesibilidad espacial más refinados y avanzan, en paralelo, en la averiguación de las injusticias en el transporte, insuficientemente desarrollada aún.

Mayoritariamente las investigaciones coinciden también en destacar la conveniencia de adoptar divisiones espacialmente detalladas, tales como las unidades censales (Saghapour *et al.* 2016), de forma tal de cuantificar con mayor exactitud en qué medida se provee de acceso de la población al servicio. Ello lleva a evocar el conocido problema de la unidad espacial modificable (PUEM) (vid. Openshaw y Taylor, 1981) y su impacto sobre la inestabilidad de los resultados analíticos, debido a la agregación espacial (a menudo distorsionante) que suele venir impuesta por los productores de datos, de población, por ejemplo. Como recuerda el reciente trabajo de Javanmard *et al.* (2022), sobre el efecto del PUEM en la medición de la equidad en el transporte, sigue patentizándose que los diferentes grados y formas de agregación / desagregación espacial de los datos conducen a resultados dispares y, por tanto, conclusiones parciales. Teniendo en mente tales antecedentes, en la presente indagación se ha abordado el análisis de la inequidad espacial, partiendo de los datos más detallados disponibles, elaborando resultados para varios niveles relevantes de agregación espacial: por un lado, para el conjunto de la ciudad de Santa Fe y por distritos administrativos municipales, por su potencial utilidad para informar clara y sintéticamente a los gestores urbanos y a la ciudadanía. Por otro lado, y de forma cartográfica, mostrando las situaciones desiguales por RC, lo que aporta una mayor penetración, de interés para los técnicos. Y todo ello, tras una delimitación del AUP que depuró mejor el espacio relevante del municipio, excluyendo ciertas zonas periféricas donde la ocupación urbana es dispersa y, a veces, escasa. Esto último aporta una superior exactitud espacial en los resultados en cuanto al ámbito de estudio, pero evidentemente debe advertirse que las estimaciones obtenidas aquí, en cuanto a cobertura espacial y poblacional de la red de autobuses, son muy dependientes de la geometría de los RC y del área próxima (*buffers*). Ello obviamente condiciona los resultados, los cuales serían aceptables en la medida en que esos procedimientos de estimación lo parezcan. Cabe esperar que la incipiente disponibilidad de datos de población a nivel de edificio, vivienda o incluso individuales, aporte también mejoras sustanciales en la exactitud y robustez de los análisis.

Los instrumentos usados por los estudiosos para medir el grado de inequidad en la accesibilidad al transporte resultan algo variados, por ejemplo, el coeficiente de Gini y la curva de Lorenz (Delbosc y Currie, 2011; Kaplan *et al.*, 2014) o el test U de Mann-Whitney (Kim y Jun, 2012); ellos permiten una aprehensión global del grado de acceso (*i.e.* desigualdad) en el ámbito de estudio, si bien el último posibilita además establecer si ésta es estadísticamente significativa entre grupos de población, lo cual supone un importante valor añadido. En esta investigación, junto a otros coeficientes estadísticos, se ha adoptado el test de la χ^2 el cual, junto a las anteriores propiedades, asume una distribución de referencia, aceptable como justa, y permite obtener, como subproductos, la balanza de la justicia espacial y una

cuantificación de las personas sobre- o infra-discriminadas en cada uno de los grupos socio-espaciales (Moreno, 2010).

Al cotejar los hallazgos empíricos obtenidos en este trabajo con los de otras investigaciones (*e.g.*, Gutiérrez *et al.* 2022) se constatan similitudes notorias, puesto que en Santa Fe aflora un patrón espacial que indica puntos críticos de inaccesibilidad, en los cuales convergen un viario con calzada de mala calidad, con una elevada presencia de grupos más vulnerables y carenciados (Bosisio y Moreno, 2019, 2021, 2022b, 2023), lo que implicaría una inequidad vertical. Ello también fue comprobado en trabajos como el de Kim y Jun (2012) para la población bajo el umbral de pobreza en Daegu (Corea) o el de Delmelle y Casas (2012) para las zonas de altas y bajas rentas en Cali (Colombia). Sin embargo, no se evidenció en Melbourne (Delbosc y Currie, 2011), donde la oferta de transporte era superior en las áreas de bajas rentas, o en Copenhague (Kaplan, 2014), donde las zonas de altas y bajas rentas mostraban similares niveles de acceso al transporte. Asimismo, se ha corroborado en nuestro caso, la existencia, señalada por otros estudiosos (Sanchez y Wolf, 2007; Thomopoulos *et al.* 2009; Welch y Mishra, 2013), de una situación crítica en las zonas periféricas, las cuales deberían ser consideradas prioritarias en la implementación de mejoras en el acceso al transporte público.

5. Conclusiones

Como es ampliamente compartido, en el ámbito metropolitano o urbano los elementos inherentes a la movilidad humana deben focalizarse en la mejora de la calidad de vida y en la compatibilidad de las infraestructuras y los flujos de transporte. Ello implica articular una red de transporte que alcance un alto grado, no solo de eficiencia, sino de equidad espacial para sus habitantes (Reynaud, 1981; Soja, 2009). En ese sentido, la accesibilidad por parte de la población al sistema de transporte, medida mediante indicadores *ad hoc*, resulta decisiva si se pretende dotar un servicio adecuado a escala municipal, considerando que los diferentes modelos urbanos generan pautas de movilidad dispares (Cardozo *et al.*, 2010; Calvo-Poyo *et al.*, 2019).

Metodológicamente hablando, en este trabajo se ha corroborado que los sistemas de información geográfica constituyen una tecnología sumamente útil para implementar ágilmente la medición, representación y caracterización espacial de los servicios destinados a la movilidad, facilitando su monitoreo y evaluación periódica (Bosque y Moreno, 2012; Gutiérrez *et al.*, 2015). Ciertamente, el estudio de accesibilidad realizado aquí se sustentó en técnicas muy sencillas, debido, entre otras razones, a deficiencias insalvables en los datos de la red viaria. Ello constituye un frente importante para mejorar el rigor metodológico. Adicionalmente, los indicadores alusivos a vulnerabilidad y carencias de la población serían susceptibles de refinamientos, incorporando determinantes más específicos que condicionen la movilidad espacial humana. Finalmente procede subrayar que las diferentes técnicas estadísticas, gráficas y cartográficas empleadas aquí han ofrecido una forma eficaz, no solo de dilucidar la existencia de injusticia espacial (respecto a un criterio de referencia o situación aceptable como equitativa), sino también de mostrar la magnitud y localización de las discriminaciones socioespaciales. Resulta oportuno, por tanto, afirmar que aportan bases mejores para valorar y comunicar las complejas y elusivas inequidades territoriales en materia de transporte público intraurbano.

Los resultados empíricos alcanzados para la ciudad de Santa Fe han sido suficientes y esclarecedores al momento de objetivar la interrelación espacial en el acceso de la población al servicio de autobuses públicos, considerando su pertenencia a dos grupos sociodemográficos con vulnerabilidades y carencias diferenciadas. Ellos permiten hablar de una significativa inequidad espacial.

De esta manera, y considerando que el desarrollo del sistema de transporte público fundamentalmente posibilita el afianzamiento de una sociedad con bases correctas para la movilidad metropolitana, los análisis realizados y los resultados logrados hacen posible orientar acciones tendientes a ampliar los servicios de transporte urbano, con el fin de dar solución a los problemas de inaccesibilidad y de movilidad reducida que soporta gran parte de la periferia santafesina. Esto daría la posibilidad real a ciudadanos con ubicaciones marginales y más desfavorecidos, de ampliar su campo

de actividad habitual y, con ello, facilitar su acceso a las diferentes oportunidades y equipamientos, sean comerciales, sanitarios, educativos, recreacionales, etc., redundando en una mejora notable de su calidad de vida.

Como se ha constatado en otros trabajos recientes sobre accesibilidad a equipamientos varios en la ciudad de Santa Fe (Bosisio y Moreno, 2021, 2022a), ésta sufre una indeseable dualidad zonal entre el centro y la periferia, revelándose como desfavorecida esta última. Futuras mejoras en la accesibilidad a los autobuses, atentas al diagnóstico aquí realizado, contribuirían decisivamente a conformar un espacio con mayor equidad y cohesión territorial, fomentando significativamente la integración social de las áreas marginales. Sin duda, ello converge con las aspiraciones enunciadas por la conocida doctrina sobre el derecho a la ciudad.

6. Agradecimientos

A la Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas – Universidad Nacional del Litoral, Argentina, por el apoyo recibido para la realización de la presente investigación. A la Municipalidad de la Ciudad de Santa Fe, al Instituto Provincial de Estadísticas y Censos (IPEC-INDEC) y al Instituto Geográfico Nacional, por brindar los datos utilizados en este estudio.

Referencias bibliográficas

Aparicio, A. (2010). Transformaciones territoriales y transporte. En Galiana, L. y Vinuesa, J. (Coords.): *Teoría y práctica para una ordenación racional del territorio*. Editorial Síntesis, Madrid, 181-199.

Bosisio, A., Moreno Jiménez, A. (2019). Medición de la injusticia ambiental sobre poblaciones vulnerables y carenciadas por anegamientos pluviales: Un análisis en Santa Fe de la Vera Cruz (Argentina) basado en SIG. *Estudios Geográficos*, 80 (287), e020. <https://doi.org/10.3989/estgeogr.201937.017>

Bosisio, A., Moreno Jiménez, A. (2020). Análisis espacial de indicadores de vulnerabilidad y privaciones sociales basado en SIG: el caso de Santa Fe de la Vera Cruz (Argentina). *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GeoSIG)*, 12 (17) Sección I: 1-19. <https://revistageoisig.wixsite.com/geosig/geosig-17-2020>

Bosisio, A., Moreno Jiménez, A. (2021). Calidad del viario urbano y vulnerabilidad social: Un análisis con SIG desde la justicia espacial para el caso de la ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz, Argentina. En: Linares, S., et al. (Eds.): *Libro de Resúmenes del V Congreso Nacional de Tecnologías de Información Geográfica y III Congreso Internacional de Tecnologías de Información Geográfica: Modelización y TIG aplicados a procesos espaciales urbanos y regionales*. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, 222-227. https://ddb14c24-f630-4ad3-9cc5-fa2b99d8ac4e.filesusr.com/ugd/ca0ce1_62480c992e204ad5a62325f6b410e17a.pdf

Bosisio, A., Moreno Jiménez, A. (2022a). Análisis de la equidad espacial en la accesibilidad intraurbana a los equipamientos de salud y educación en Santa Fe de la Vera Cruz, Argentina. *Geográfica Digital*, 19 (37): 3-27. <https://doi.org/10.30972/geo.19375833>

Bosisio, A., Moreno Jiménez, A. (2022b). Spatially disaggregated assessment of environmental inequalities among vulnerable groups due to urban rainstorm flooding. *Applied Spatial Analysis*. <https://doi.org/10.1007/s12061-022-09459-x>

Bosisio, A., Moreno Jiménez, A. (2023). Indicadores de impacto urbano-ambiental en los anegamientos del 2010 y 2015 en Santa Fe, Argentina: diagnóstico multinivel basado en SIG. En: Di Leo, N. y Rosalen, D. (Eds.): *Las geotecnologías en el desarrollo sostenible*. Asociación de Universidades Grupo Montevideo, Rosario, Argentina. ISBN 978-9915-9495-2-9. http://grupomontevideo.org/publicaciones/wp-content/uploads/2023/05/Libro-GeotecODS_2023_AUGM-ND-GyCA.pdf

Bosque Sendra, J., Moreno Jiménez, A. (1994). *Prácticas de análisis exploratorio y multivariante de datos*. Barcelona, España, Oikos-tau. 214 pp.

Bosque Sendra, J., Moreno Jiménez, A. (Eds.). (2012). *Sistemas de información geográfica y localización óptima de instalaciones y equipamientos*. Madrid, Ra-Ma, 2ª ed. revisada y aumentada.

Brau, L., Herce, M., Tarragó, M. (1980). *Manual municipal de urbanismo*. Barcelona, CEUMT, vol. 2.

Calvo-Poyo, F., Moya-Gómez, B., García Palomares, J., Gutiérrez Puebla, J. (2019). Efectos sobre la accesibilidad de la red de autovías planeada en el Plan de Infraestructuras para la Sostenibilidad del Transporte en Andalucía (España). *Cuadernos Geográficos* 58(1), 229-252. DOI: <http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v58i1.6732>

Cardozo, O., Gutiérrez Puebla, J., García Palomares, J. (2010). Influencia de la morfología urbana en la demanda de transporte público: análisis mediante SIG y modelos de regresión múltiple. *GeoFocus*, 10: 82-102. <https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/193/48>

Corazza, M.V., Favaretto, N. (2019). A methodology to evaluate accessibility to bus stops as a contribution to improve sustainability in urban mobility, *Sustainability*, 11: 803. doi:10.3390/su11030803

Chen, D. (2007). Linking transportation equity and environmental justice with smart growth. En Bullard, R. (Ed.): *Growing smarter: achieving livable communities, environmental justice, and regional equity*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, United States.

Delbosc, A., Currie, G. (2011). Using Lorenz curves to assess public transport equity, *Journal of Transport Geography*, 19 (6): 1252-1259. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.02.008>

Delmelle, E. C., Casas, I. (2012). Evaluating the spatial equity of bus rapid transit-based accessibility patterns in a developing country: The case of Cali, Colombia, *Transport Policy*, 20, 36-46. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.12.001>

Fernández Tabales, A., Pedregal Mateos, B., Rodríguez Mateos, J., Pita Lopez, M., Zoido Naranjo, F. (2009). El concepto de cohesión territorial. Escalas de aplicación, sistemas de medición y políticas derivadas. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 50: 157-172.

García Palomares, J. (2000). La medida de la accesibilidad. *Revista Estudios de Construcción, Transportes y Comunicaciones*, 88: 95-110.

García Palomares, J. C., Sousa Ribeiro, J., Gutiérrez, J., Sá Marques, T. (2018). Analysing proximity to public transport: the role of street network design. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 76: 102-130 <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/2565>

Giacosa, R., Lozeco, C., Pedraza, R., Schreider, M. (2009). Causas naturales y antrópicas de la inundación. En: Herzer, H., Arrillaga, H. (Coord.). *La construcción social del riesgo y el desastre en el aglomerado Santa Fe*. 2009. 1ª edición, Santa Fe, Universidad Nacional del Litoral. 248 p.

Gutiérrez, A. (2017, Coord.). *Manual sobre metodologías de estudio aplicables a la planificación y gestión del transporte y la movilidad: recomendaciones sobre el uso de herramientas cuali-cuantitativas de base territorial*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Eudeba, 1ª ed., 160p. ISBN 978-950-23-2819-5. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/145419/CONICET_Digital_Nro.6c7f73d1-e502-4abb-b2d1-fc94d74752fd_V.pdf?sequence=8&isAllowed=y

Gutiérrez, A., Pereyra, L., Peláez, E., Scholl, L., Tassara, D. (2022). *Movilidad y accesibilidad en asentamientos informales de Buenos Aires: El caso de los barrios de Costa Esperanza, Costa del Lago y 8 de mayo*. Banco Interamericano de Desarrollo, División de Transporte, IDB-TN-2440. <http://dx.doi.org/10.18235/0004138>

Gutiérrez, J., García-Palomares, J. C. (2008). Distance-measure impacts on the calculation of transport service areas using GIS. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(3): 480-503. <https://doi.org/10.1068/b33043>

- Gutiérrez, J., García-Palomares, J.C. (2020). Transport and accessibility. *International Encyclopedia of Human Geography*, (Second edition), Elsevier, 407-414. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102295-5.10321-X>
- Gutiérrez, J., García Palomares, J.C., Cardozo, O. (2011). *Accesibilidad peatonal a los servicios: umbrales de distancia, funciones de distance-decay y modelos directos de estimación de la demanda*. XIII CONFIBSIG, Toluca, México, 25 p. (cortesía de los autores).
- Gutiérrez, J., Naranjo, J., Jaraíz, F., Ruíz, E. (2015). Estimación de la cohesión social en los municipios españoles tras la implantación de la Alta Velocidad ferroviaria. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 69: 113-138. <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/1892/1808>
- Harvey, D. (1977). *Urbanismo y desigualdad social*. Madrid, Siglo XXI.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). (2013). *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010: Censo del Bicentenario. Base de datos REDATAM: Definiciones de la base de datos. Serie Base de datos censo 2010*. Buenos Aires, Argentina.
- Jaramillo, C., Lizárraga, C., Grindlay, A. (2012). Spatial disparity in transport social needs and public transport provision in Santiago de Cali (Colombia). *Journal of Transport Geography*, 24: 340–357. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.04.014>
- Javanmard, R., Lee, J., Kim, J., Liu, L., Diab, E. (2022). The impacts of the modifiable areal unit problem (MAUP) on social equity analysis of public transit reliability, *Journal of Transport Geography*, 106, <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103500>
- Jones, S. R. (1981). *Accessibility measures: a literature review*. Vol. 967 TRRL Laboratory Report, 38 p.
- Kaplan, S., Popoks, D., Prato, C.G., Ceder, A. (2014). Using connectivity for measuring equity in transit provision, *Journal of Transport Geography*, 37: 82–92. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.04.016>
- Kim, A. Y., Jun, B. W. (2012). Environmental equity analysis of the accessibility to public transportation services in Daegu City, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 15 (1): 76-86. <https://koreascience.kr/article/JAKO201212656357804.page>
- Kwan, M., Murray, A.T., O'Kelly, M.E., Tiefelsdorf, M. (2003). Recent advances in accessibility research: representation, methodology and applications, *Journal of Geographical Systems*, 5: 129-138. <https://doi.org/10.1007/s101090300107>
- Lattman, K., Olsson, L., Friman, M. (2018). A new approach to accessibility – Examining perceived accessibility in contrast to objectively measured accessibility in daily travel. *Research in Transportation Economics*, 69: 501-511. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.06.002>
- Lévy, J., Fauchille, J., Póvoas, A. (2018). *Théorie de la justice spatiale. Géographies du juste et de l'injuste*. Odile Jacob, Paris.
- Linneker, B. J., Spence, N. A. (1992). Accessibility measures compared in an analysis of the impact of the M25 London Orbital Motorway on Britain. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 24(8): 1137–1154. <https://doi.org/10.1068/a241137>
- Litman, T. (2002). Evaluating transportation equity. *World Transport Policy and Practice*, 8 (2): 50-65. https://nacto.org/wp-content/uploads/2015/07/2014_Litman_Evaluating-Transportation-Equity.pdf
- Martínez, S., Régoli, S., Romano, J. (2016). Importancia del transporte público en el acceso a la salud: el caso de la maternidad del Hospital Iturraspe en la ciudad de Santa Fe. *Cuaderno Urbano. Espacio, Cultura, Sociedad*, 21 (21): 57-76. <https://www.redalyc.org/pdf/3692/369249450003.pdf>
- Mayorga Henao, J. M., Ortiz Veliz, J. (2020). Segregación e inequidad en el acceso a servicios de educación, cultura y recreación en Bogotá, Colombia. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 29 (1): 171-189. doi: 10.15446/rcdg.v29n1.73395.

Moreno Jiménez, A., Fuenzalida Díaz, M. (2015). Servicios y equipamientos para la población: Análisis aplicados a la planificación y la gestión territorial, en Garrocho, C., Buzai, G. (eds.): *Geografía Aplicada en Iberoamérica: avances, retos y perspectivas*. El Colegio Mexiquense, Zinacantepec, México, 395-430.

Moreno Jiménez, A., Prieto, M.E. (2003). Evaluación de los procedimientos para delimitar áreas de servicio de líneas de transporte urbano con sistemas de información geográfica. *Investigaciones Regionales – Journal of Regional Research*, 2: 85-102. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=28900204>

Moreno Jiménez, A., Vinuesa Angulo, J. (2009). Desequilibrios y reequilibrios intrametropolitanos: principios de evaluación y metodología de análisis. *Ciudad y Territorio – Estudios Territoriales*, LXI: 233-262. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/75924/46335>

Moreno Jiménez, A. (2006-07). En torno a los conceptos de equidad, justicia e igualdad espacial. *Huellas, Revista de la Universidad Nacional de la Pampa*, 11, 133-142. <https://repo.unlpam.edu.ar/bitstream/handle/unlpam/2666/n11a09moreno.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moreno Jiménez, A. (2007). Justicia y eficiencia espacial como principios para la planificación: aplicación en la provisión de servicios colectivos con SIG. In Buzai, G. D. (Ed.): *Memorias. XI Conferencia Iberoamericana de Sistemas de Información Geográfica*. Luján, Argentina, Dpto. de Ciencias Sociales, Universidad Nacional de Luján, 197-230. http://www.redisig.org/sites/default/files/memorias/confibsig2007/CONFIBSIG_2007.rar

Moreno Jiménez, A. (2010). Justicia ambiental. Del concepto a la aplicación en análisis de políticas y planificación territoriales. *Scripta Nova*, vol. XIV, 316. 1 de marzo de 2010: 33 p. <http://www.ub.es/geocrit/sn/sn-316.html>

Moreno Jiménez, A., Vinuesa Angulo, J., Cañada Torrecilla, R. (2011). Los desequilibrios y reequilibrios intraurbanos en Madrid: diagnóstico 2011. *Barómetro de Economía de la ciudad de Madrid*, 30, octubre: 133-168. <http://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCObservEconomico/BarometroEconomia/2011/Ficheros/Octubre/B30equilibrio.pdf>

Municipalidad de la Ciudad de Santa Fe. (2016). *Santa Fe: Cómo vamos 2015*. Santa Fe, Argentina. [consultado 18-07-2023]. Disponible en: <https://www.bcsf.com.ar/ces/publicaciones-anuales-santa-fe-como-vamos.php>

Navarro, I., Galilea, P., Hidalgo, R., Hurtubia, R. (2018). Transporte y su integración con el entorno urbano: ¿Cómo incorporamos los beneficios de elementos urbanos en la evaluación de proyectos de transporte? *EURE (Santiago)*, 44(132): 135-153. <http://dx.doi.org/10.4067/s0250-71612018000200135>

Olawole, M. O. (2012). *Accessibility to Lagos Bus Rapid Transit (BRT Lite) bus stops: an empirical study*. Conference CODATU XV, The role of urban mobility in (re)shaping cities, 22 to 25 October 2012, Addis Ababa (Ethiopia). <http://www.codatu.org/wp-content/uploads/M.O.-Olawole-ARTICLE-Codatu-XV-2012-EN.pdf>

Osorio Arjona, J., García Palomares, J. C. (2017). Nuevas fuentes y retos para el estudio de la movilidad urbana. *Cuadernos Geográficos*, 56(3): 247-267. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/cuadgeo/article/view/5352>

Páez, A., Scott, D. M., Morency, C. (2012). Measuring accessibility: positive and normative implementations of various accessibility indicators. *Journal of Transport Geography*, 25: 141-153. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.03.016>

Paoli, C., Dondeynaz, C., Carmona-Moreno, C. (2015). *Gestión integrada de crecidas: guía y caso de estudio*. European Commission, Joint Research Centre. Luxembourg, Publications Office of the European Union. Doi:10.2788/997460

- Pérez Pulido, L. A., Romo Aguilar, M. L. (2019). Modelo analítico de justicia socioterritorial: implicaciones de la expansión urbana en el desarrollo social. *Economía, Sociedad y Territorio*. XIX (61): 479-506. DOI: <http://dx.doi.org/10.22136/est20191365>
- Pitarch, M.D., Salom, J., Fajardo, F. (2018). Detección de barrios vulnerables a partir de la accesibilidad a los servicios públicos de proximidad. El caso de la Ciudad de Valencia. *Anales de Geografía Universidad Complutense*, 38(1): 61-85. <http://dx.doi.org/10.5209/AGUC.60469>
- Preston, J., Rajé, F. (2007). Accessibility, mobility and transport-related social exclusion. *Journal of Transport Geography*, 15:151-160. Doi:10.1016/j.jtrangeo.2006.05.002
- Reynaud, A. (1981). *Société, espace et justice*, Presses Universitaires de France, París.
- Rodrigue, J. P., Comtois, C., Slack, B. (2013). *The geography of transport systems*, (Third edition). New York, USA, Routledge.
- Ruiz-Maya, L., Martín Pliego, F.J., Montero, J.M., Uriz Tome, P. (1995). *Análisis estadístico de encuestas: datos cualitativos*. Madrid, AC.
- Saghapour, T., Moridpour, S., Thompson, R. (2016). Public transport accessibility in metropolitan areas: A new approach incorporating population density. *Journal of Transport Geography*, 54: 273-285. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.019>
- Salvo, G., Sabatini, S. (2005). A GIS approach to evaluate bus stop accessibility, *Proceedings Advanced OR and AI methods in transportations*, iasi.cnr.it. <http://www.iasi.cnr.it/ewgt/16conference/ID108.pdf>
- Sanchez, T., Wolf, J. (2007). Environmental justice and transportation equity: A review of MPOs. En Bullard, R. (Ed.): *Growing smarter: achieving livable communities, environmental justice, and regional equity*. Cambridge, Massachusetts, USA, The MIT Press.
- Santana Rivas, D. (2012). Explorando algunas trayectorias recientes de la justicia en la geografía humana contemporánea: de la justicia territorial a las justicias espaciales, *Cuadernos de Geografía, Revista Colombiana de Geografía*, 21 (2): 75-84.
- Soja, E. (2009). The city and spatial justice. *Justice Spatiale-Spatial Justice*, 1, september. <http://www.jssj.org/article/la-ville-et-la-justice-spatiale/>
- Talavera García, R., Valenzuela Montes, L. M. (2012). La accesibilidad peatonal en la integración espacial de las paradas de transporte público. *Bitácora Urbano Territorial*, 21(2). <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/28532>
- Tao, S., He, S., Ettema, D., Luo, S. (2022). The role of transit accessibility in influencing the activity space and non-work activity participation of different income groups. *Journal of Transport and Land Use*, 15(1): 375–398. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2022.2075>
- Thomopoulos, N., Grant, S., Tight, M. R. (2009). Incorporating equity considerations in transport infrastructure evaluation: Current practice and a proposed methodology. *Evaluation and Program Planning*, 32: 351-359. doi:10.1016/j.evalprogplan.2009.06.013
- Truelove, M. (1993). Measurement of spatial equity. *Environment and Planning C*, 11: 19-34.
- Tucci, C. (2007). *Gestión de inundaciones urbanas*. IPH/UFRGS – ABRH – OMM. Porto Alegre, Brasil. Instituto Superior de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.ina.gov.ar/pdf/Libro-Inundaciones-Urbanas-en-Argentina.pdf>
- Welch, T., Mishra, S. (2013). A measure of equity for public transit connectivity. *Journal of Transport Geography*, Elsevier, 33(C): 29-41. <https://ideas.repec.org/a/eee/jotrge/v33y2013icp29-41.html>
- Williams, R. B. G. (1984). *Introduction to statistics for geographers and Earth scientists*. Londres, Macmillan.