

## ANÁLISIS COMPARATIVO 2019-2021 DE ACCESIBILIDAD A HOSPITALES POR TRANSPORTE PÚBLICO EN LA CIUDAD DE CÓRDOBA

**Lucila Martinazzo**

**Claudio Falavigna**

Departamento de Construcciones Civiles - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

### RESUMEN

Para contener la pandemia COVID-19 en muchas ciudades del mundo se aplicaron restricciones de circulación. En la Ciudad de Córdoba, estas restricciones afectaron la demanda de transporte público, llevando al municipio a modificar rutas y frecuencias para no comprometer la sostenibilidad del sistema. En este trabajo se desarrolla una evaluación comparativa antes y durante la pandemia de la accesibilidad potencial a hospitales públicos en Córdoba. Para ello, se utiliza el tiempo de viaje promedio en transporte público en función de lo programado por el municipio en formato *GTFS* para 2019 y 2021, caracterizando a la población en función de sus condiciones socioeconómicas. Se destaca como principal resultado que no solo aumentó el tiempo de viaje promedio alrededor del 20% en el período de análisis, sino que los quintiles de población más vulnerables de la ciudad sufrieron un aumento de hasta 8 puntos porcentuales más que los quintiles menos vulnerables.

### ABSTRACT

To reduce the risk of spread of COVID-19 many cities around the world implemented travel prohibitions and stay at home orders. In the city of Córdoba, these restrictions severely affected public transport demand and the city council had to introduce changes on the routes and frequencies to maintain the system sustainability. In this paper, a comparative evaluation of potential accessibility to public hospitals before and during the pandemic is developed. Average travel times by public transport is selected as indicator of accessibility, calculated by means of 2019 and 2021 *GTFS* feeds scheduled by the city council and socioeconomic indicators to characterize the inhabitants. The main results indicate that the average travel times increased up to 20% in the study period and that the gap between less vulnerable and more vulnerable population quantiles reaches almost 8 points.

### 1. INTRODUCCIÓN

Según datos de la Encuesta Permanente de Hogares, en el segundo semestre de 2020 el 35,9% de la población de los 31 aglomerados urbanos más importantes de la Argentina dependía de los servicios públicos para el acceso a la salud, lo que equivale a 10.249.000 personas. El 39,4% de los hogares utiliza el sistema público, y el 18,3% lo hace de forma exclusiva ya que todos los miembros tienen sólo cobertura pública de salud (INDEC, 2021).

En el actual contexto de pandemia causado por el SARS CoV-2 en muchos países se ha declarado una emergencia sanitaria y se han tomado medidas de aislamiento social con el objetivo de reducir la circulación del virus y limitar los contagios. Estas medidas de aislamiento tuvieron impacto en el desempeño económico de los países, y en particular en Argentina ha significado una caída en el Producto Bruto Interno (PBI) del 9,9% en 2020. En el caso argentino debe agregarse el contexto inflacionario alcanzando 36% anual en 2020, con un 42,9% de pobreza en el segundo semestre de 2020 y 10,5% de indigencia (Banco Mundial, 2021).

El aislamiento ha significado además una reducción en la movilidad de las personas y un problema para la sustentabilidad del sistema de transporte público. En Argentina se dispusieron medidas a nivel nacional para restringir el uso del transporte público, como la reducción de la ocupación de los vehículos y el uso exclusivo del sistema para personal esencial. En la Ciudad de Córdoba, este importante descenso de la demanda derivó en recortes en el servicio ya que se sustenta principalmente por los ingresos percibidos de los boletos y de subsidios estatales.

El objetivo de este trabajo es evaluar comparativamente la accesibilidad potencial a hospitales públicos entre 2019 y 2021, y analizar si las modificaciones introducidas en el sistema de transporte público como consecuencia de las restricciones de circulación en el contexto de pandemia tuvieron impacto en el acceso a la salud. Para ello, se destaca en la revisión bibliográfica la importancia de los estudios de tiempo de acceso a servicios de salud. Se propone una metodología basada en los tiempos de viaje en transporte público con los datos abiertos disponibles para hacer la evaluación comparativa en los apartados de resultados y conclusiones.

## 2. RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Tiempo de acceso a los servicios de salud

El acceso a los servicios de salud es un concepto que tiene múltiples componentes (Neutens, 2015; Penchansky y Thomas, 1981): i) la asequibilidad, es decir, el costo del servicio de salud; ii) la aceptabilidad, que se refiere al grado de aceptación y satisfacción con el servicio de salud; iii) disponibilidad de la especialidad necesaria; iv) accesibilidad geográfica, definida como la facilidad que tienen los potenciales pacientes de acceder a los distintos centros de salud relacionada con los tiempos y costos de viaje; v) la comodidad, relacionada a los tiempos de atención y calidad del servicio recibido. En este trabajo nos referiremos exclusivamente a la accesibilidad geográfica definida en términos de tiempos de viaje por transporte público para acceder a los servicios de salud.

La importancia del estudio de accesibilidad geográfica a los centros de salud se fundamenta en evidencias que muestran que una baja accesibilidad a éstos contribuye a una menor utilización de los servicios de salud, lo que se traduce en peores condiciones de salud (ver Tabla 1).

**Tabla 1:** Estudios que relacionan accesibilidad geográfica y condiciones de salud.

Autor, año.	Localización y objetivo	Resultados principales
Wan <i>et al.</i> , 2013	Estudia las disparidades en el acceso al diagnóstico temprano de pacientes de Cáncer Colorrectal en el estado de Texas, EEUU.	Aquellos pacientes localizados en áreas de baja accesibilidad muestran mayores tasas de diagnóstico tardío. También hay desigualdades étnicas y por nivel socioeconómico.
Dai, 2010	Estudia las desigualdades espaciales y raciales en el diagnóstico temprano de Cáncer de Mama en el área Metropolitana de Detroit, Michigan, EEUU.	Muestra que hay correlación entre la dificultad de acceder a centros de diagnóstico con equipamiento para hacer mamografías y la probabilidad de tener un diagnóstico tardío. También evidencia desigualdades étnicas.
Hiscock <i>et al.</i> , 2008	Estudio realizado a nivel nacional en Nueva Zelanda. Estimaron los tiempos de viaje a los centros de salud y a las farmacias utilizando la red vial y sin especificar el modo de transporte utilizado.	El trabajo evidencia que aquellas zonas con excesivo tiempo de viaje muestran menor cantidad de consultas a centros de salud y farmacias. Especialmente en zonas rurales.
Gage y Calixte, 2006	Estudia la accesibilidad geográfica a los servicios de salud maternales en Haití.	Los resultados evidencian que en aquellas zonas con baja infraestructura de transporte las mujeres gestantes realizan menos cantidad de consultas durante el embarazo.
Pereira <i>et al.</i> , 2021b	Estudia la accesibilidad a servicios de salud contra el COVID-19 de las 20 ciudades más grandes de Brasil.	Los resultados identifican grandes inequidades sociales y espaciales en el acceso a los servicios de salud durante la pandemia.

## 2.2 Antecedentes de cálculo de tiempo de acceso en transporte público

Las estimaciones de tiempo de viaje desde el origen hasta el destino, comúnmente denominados *tiempos de viaje puerta a puerta*, son realizadas usando herramientas de ruteo que se basan en capas geográficas de la red vial y del sistema de transporte. En el caso particular del transporte público, las estimaciones de tiempos de viaje puerta a puerta son un desafío porque las etapas que componen el viaje dependen de variables que caracterizan el servicio de transporte público, e incluyen segmentos de caminata entre el punto de partida (o llegada) hasta los abordajes (o descensos) en puntos de parada, posible necesidad de transbordos y servicios con programaciones de horarios y frecuencias variables en el día. Además, pueden existir múltiples itinerarios para vincular un origen con un destino. De esta forma, la accesibilidad por transporte público varía en función del momento en que se inicia el viaje y de las decisiones que tome el viajante, particularmente en servicios con baja frecuencia (Owen y Levinson, 2015).

Los estudios de accesibilidad de las redes de transporte público eran tradicionalmente basados en valores promedios de horarios picos, tales como velocidades y/o frecuencias promedio de acuerdo a la programación del servicio (Wu y Hine, 2003; Polzin *et al.*, 2002), o bien, en valores promedio de acuerdo a lo declarado por los usuarios en las encuestas origen-destino (Kawabata 2003, 2009; Kawabata y Shen 2006, 2007).

En los últimos años, han surgido nuevas fuentes de información detallada de la programación del servicio de transporte público, tal como es el caso de los formatos *General Transit Feed Specification* (GTFS) y nuevos algoritmos de ruteo. Esto permite mejorar las estimaciones de la accesibilidad por transporte público, incluyendo ahora aspectos como: i) las variaciones en el horario de partida, ii) distribución de los tiempos de viaje puerta a puerta y iii) selección de itinerarios alternativos (no solamente el camino más corto).

Las variaciones en el horario de partida son un aspecto importante porque la disponibilidad del servicio de transporte no es homogénea a lo largo de todo el día. Para resolver este problema algunos estudios definen una *ventana de tiempo* y computan los valores de accesibilidad promedio para viajes con distinto horario de inicio dentro de dicho rango de tiempo (Farber y Fu, 2017; Owen y Levinson, 2014). Otros estudios evalúan la accesibilidad a lo largo del día de forma continua (en inglés *continuous accessibility*) (Owen y Levinson, 2015). De esta forma, ya no hay un único valor de tiempo de viaje, sino un conjunto de valores, esto permite tener una distribución de los tiempos de viajes simulados en esa ventana de tiempo, lo que permite tomar un percentil más alto que la media.

La otra variable es la selección de itinerarios, pues al disponer de información detallada de la programación de cada línea los algoritmos de ruteo pueden seleccionar aquella línea que pasará primero y hacer las combinaciones que sean más eficientes para cada viaje según el horario de partida (Conway *et al.*, 2017, 2018; Delling *et al.*, 2015).

## 3. METODOLOGÍA

Para evaluar comparativamente la accesibilidad potencial a hospitales públicos entre 2019 y 2021 el indicador seleccionado es el tiempo de viaje promedio en transporte público, obtenido a través de la herramienta de ruteo *r5r* (ver Sección 3.3) (Pereira *et al.*, 2021a) en el programa *RStudio*. Para ello se utilizaron datos de transporte y movilidad de la página de datos abiertos de la Municipalidad de Córdoba y de las empresas de transporte urbano que prestan servicio en la ciudad para obtener los principales elementos del sistema para 2019 y 2021. A la población

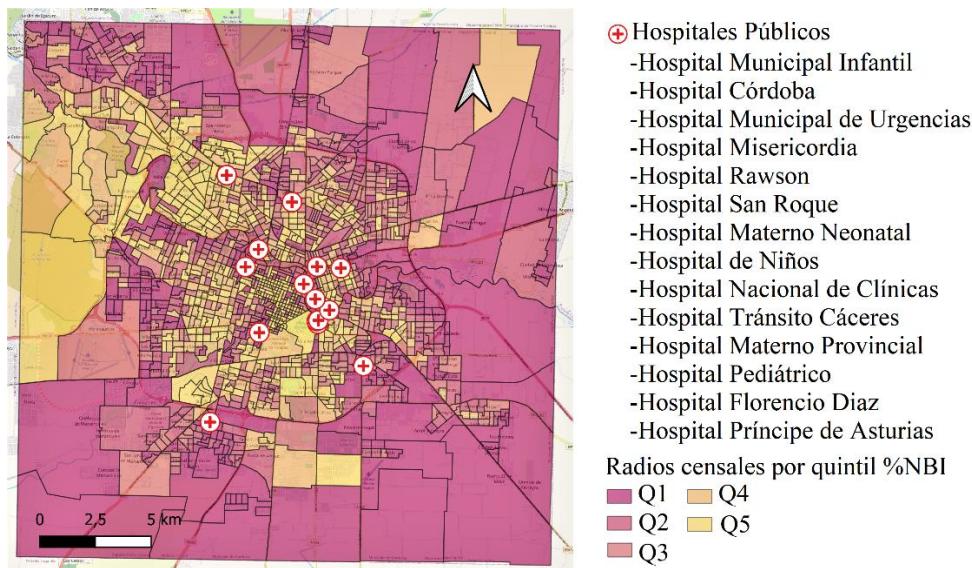
se la agrupó por su vulnerabilidad en función del porcentaje de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) por radio censal. Este dato y otros valores demográficos y socioeconómicos de la población se obtuvieron de la base del último censo del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INDEC) de la República Argentina.

### 3.1. Caracterización demográfica y socioeconómica del área de estudio

El Municipio de Córdoba, que conforma el Departamento Capital, tiene según el Censo 2010 una población de 1.329.604 habitantes, 52% mujeres y 48% hombres. Esta población, zonificada en 1503 radios censales dentro del ejido municipal, se ubica en un territorio de 573,2 km<sup>2</sup> en el centro de la provincia de Córdoba y se agrupa en 414.237 hogares (INDEC, 2015).

Del total de hogares del Departamento Capital, el 5,82% tiene al menos un indicador NBI (INDEC, 2015). Se consideran hogares con NBI aquellos en los cuales está presente al menos uno de los siguientes indicadores de privación: hogares que habitan viviendas con más de 3 personas por cuarto (hacinamiento crítico), hogares que habitan en una vivienda de tipo inconveniente (pieza de inquilinato, vivienda precaria u otro tipo), hogares que habitan en viviendas que no tienen retrete o tienen retrete sin descarga de agua, hogares que tienen algún niño en edad escolar que no asiste a la escuela, hogares que tienen 4 o más personas por miembro ocupado y en los cuales el jefe tiene bajo nivel de educación (sólo asistió dos años o menos al nivel primario) (INDEC, 2000). En el Departamento Capital la privación preponderante es respecto a las condiciones de hacinamiento con un 3,3% de incidencia, seguido por las condiciones sanitarias (1,2%) y el tipo de vivienda (1,1%) (Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia de Córdoba, 2021).

En cuanto a cobertura de salud, en el Censo 2010 se relevó que el 32,4% de la población del Departamento Capital depende exclusivamente del sistema de salud público, entre planes estatales de salud y aquellas personas sin ningún tipo de cobertura. Casi el 70% de las personas corresponde a la franja etaria entre 15 y 64 años (INDEC, 2015). En la ciudad conviven centros asistenciales municipales, provinciales y nacionales de distinto grado de especialización, que se articulan a nivel barrial con centros de atención primaria de la salud atendidos por el municipio.



**Figura 1:** Radios censales por quintil NBI y hospitales públicos de la Ciudad de Córdoba

En la figura 1 se grafican los 1503 radios censales en estudio categorizados en quintiles en función del porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (%NBI), siendo Q1 el que agrupa los hogares más vulnerables (mayor porcentaje de hogares con NBI) y Q5 corresponde al grupo de hogares menos vulnerables (menor porcentaje de hogares con NBI). Además, se ubican los 14 hospitales públicos analizados.

### 3.2. Caracterización del sistema de transporte y movilidad del área de estudio

El transporte público masivo en la Ciudad de Córdoba está compuesto por un sistema que integra ómnibus y trolebuses, estos últimos con una flota mixta entre eléctricos y con motores de combustión interna. Un resumen de los principales componentes del sistema para los períodos de estudio se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2:** Características del sistema de transporte público urbano de Córdoba 2019-2021

	2019	2021
Extensión total (km)	3.896	2.860
Cantidad de paradas	5.876	4.961
Frecuencia programada promedio (veh/h)	3,82	S/D
Corte de boleto diario promedio	447.693	218.358*
Kilómetros recorridos diarios promedio	154.344	106.901*
Cantidad de líneas	72	66
Troncales	59	55
Anulares	2	2
Barriales	7	2
Trolebus	3	6
Especial	1	1

\*Datos parciales a abril de 2021

### 3.3. Materiales y métodos

Para el sistema de transporte público se utilizó como base de datos el *GTFS* de la Ciudad de Córdoba fechado en 2019, descargado de la página web de datos abiertos de la Municipalidad de Córdoba en 2020, y el *GTFS* cargado actualmente en la misma página web para 2021.

Se consideraron como orígenes los centroides de los polígonos de radios censales dentro del ejido de la ciudad calculados mediante *QGIS* con el *shapefile* de radios del Censo 2010 del INDEC, siendo un total de 1503 orígenes.

Los destinos analizados fueron 4 centros de salud de alto riesgo con terapia intensiva especializada, 5 de alto riesgo con terapia intensiva y 5 de bajo riesgo con internación simple, excluyendo al Hospital Neuropsiquiátrico porque su tipo de atención diferente al del resto de los nosocomios. En total se analizaron 14 hospitales públicos de la Ciudad de Córdoba obtenidos de un archivo *kml* disponible en el repositorio de IDERA (Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina), de donde se obtuvo además la categorización.

Para el cálculo de tiempos de viaje en transporte público se utilizó como herramienta de ruteo en *R* el paquete *r5r* (Pereira *et al.*, 2021a). El mismo tiene cuatro funciones fundamentales entre las cuales se encuentra la de calcular una matriz de tiempos de viajes entre un par o múltiples pares de orígenes y destinos. La herramienta realiza el cálculo a través del algoritmo de ruteo *RAPTOR* y computa todos los viajes óptimos de Pareto entre cada par origen-destino minimizando el tiempo de arribo y el número de trasbordos. Para ello utiliza los cronogramas establecidos en el *GTFS* o los modela con una salida por minuto en una ventana de tiempo definida por el usuario en el caso de que lo especificado sea una tabla de frecuencias. El resultado final es una matriz de tiempos de viaje en minutos correspondiente por defecto a la mediana de los tiempos de viajes de las iteraciones.

Como datos de base utiliza las ubicaciones de los puntos de orígenes (radios censales) y destinos (hospitales públicos), los datos de la red de transporte en formato *GTFS* y una base de la red vial de *OpenStreetMaps* en formato *pbf*, el cual fue obtenido para la presente aplicación de la herramienta web de *Protomaps*.

Se analizó una ventana de tiempo de dos horas, entre las 9 y las 11 de la mañana de un día miércoles de abril de 2019 y de 2021, en función de los datos disponibles en los calendarios de los *GTFS*. Se consideró una distancia máxima de caminata de 833 metros que equivale a una caminata de 10 minutos, y un tiempo máximo de viaje total de dos horas. Los tiempos de viajes obtenidos que se observan en la columna *travel\_time* de la figura 2 corresponden al percentil 85, lo que quiere decir que el 85% de los viajes entre cada par origen destino son más cortos que el resultado obtenido.

```
> head(TTM)
  i..N  Origen Destino travel_time
  1   1 140140101     1      59
  2   16 140140102    1      42
  3   31 140140103    1      50
  4   46 140140104    1      60
  5   61 140140105    1      42
  6   76 140140106    1      44
```

**Figura 2:** Salida de R de valores de tiempo de viaje

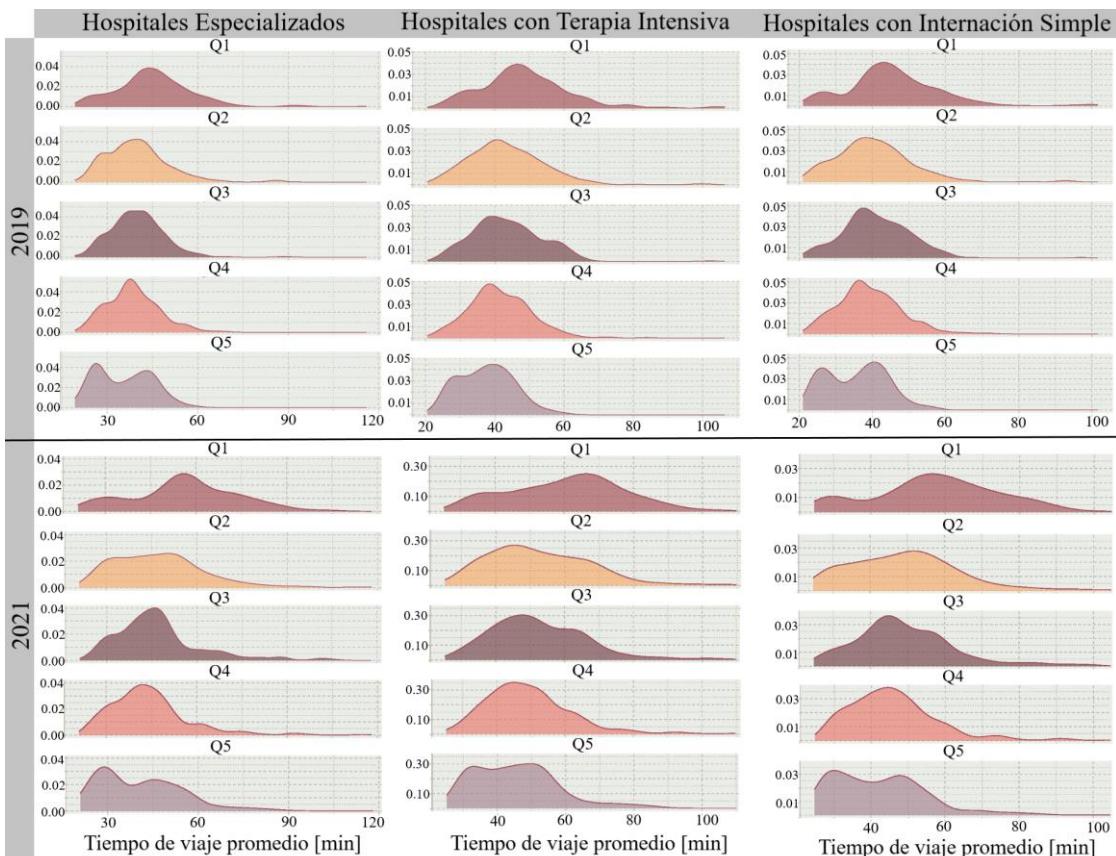
Los tiempos de viaje resultantes del paquete *r5r* se agruparon en un promedio por categoría por radio censal. En los 1503 radios censales en estudio se agregó el valor de hogares con al menos un indicador NBI obtenido de los valores del Censo 2010 y se calculó el porcentaje de hogares con al menos un indicador NBI (%NBI). Para la clasificación de la base en quintiles, y a los fines de seguir el ordenamiento convencional, se calculó también el porcentaje de hogares sin Necesidades Básicas Insatisfechas.

A través de *RStudio* se unieron las tablas de tiempos de viaje por radio censal por categoría de hospital (Especializados, Terapia Intensiva, Internación Simple) con la tabla de valores de población por radio censal a través del código único de identificación de cada radio. Además, se obtuvieron quintiles ponderados por la cantidad de hogares en función del porcentaje de hogares sin NBI y del tiempo de viaje promedio. Así, en cada grupo se obtuvo el 20% de los hogares.

## 4. RESULTADOS

Con la aplicación de la metodología explicada en el apartado anterior se obtuvieron como resultado final los tiempos de viaje promedio por radio censal para cada categoría de hospital.

Se graficaron curvas de distribución de probabilidad de los tiempos de viaje estimados con *r5r* y agrupados por quintiles de población en función del %NBI (ver Figura 3), siendo Q1 el que agrupa los hogares más vulnerables (mayor porcentaje de hogares con NBI) y Q5 corresponde al grupo de hogares menos vulnerables (menor porcentaje de hogares con NBI).

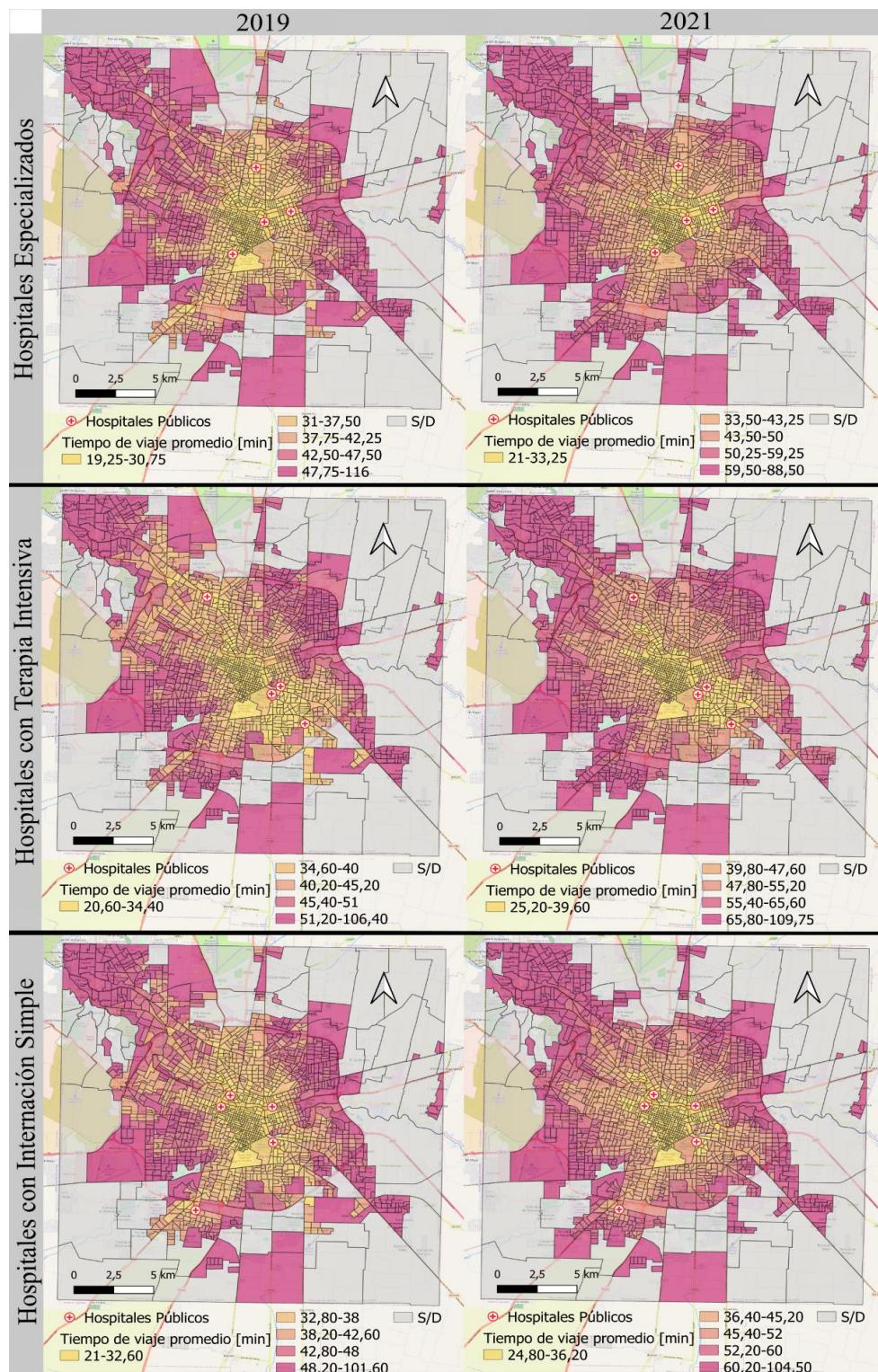


**Figura 3:** Curvas densidad de probabilidad de los tiempos de viaje promedio en quintiles

En la generalidad, las curvas de densidad de 2021 se encuentran desplazadas hacia la derecha respecto a las de 2019, y tienen mayor amplitud. Además, para ambos períodos se observa que los quintiles más altos (aquellas zonas con menor porcentaje de hogares con NBI) concentran su distribución en tiempos de viaje promedio más bajos. En el quintil 5 se repite para 2019 y 2021 que la distribución tiene dos picos, correspondiendo el de tiempo de viaje más alto probablemente a sectores periféricos de la ciudad que agrupan barrios cerrados de niveles altos de ingreso.

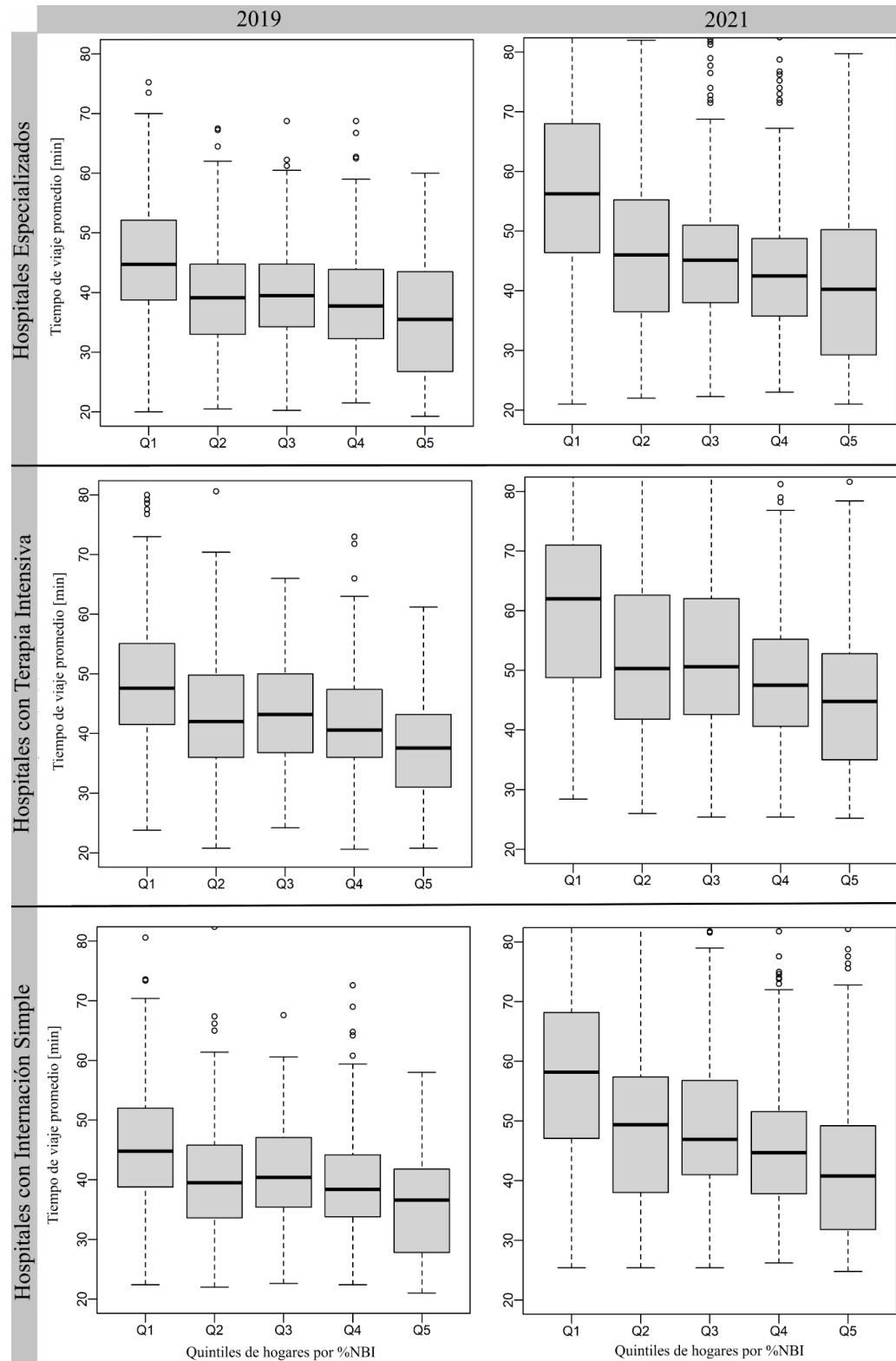
Para la categoría de Hospitales Especializados se obtuvieron valores para 1449 radios censales, los 54 radios sin datos corresponden a orígenes desde los cuales el tiempo de viaje supera el límite impuesto de dos horas, o la parada más próxima se encuentra a más de 10 minutos de caminata. En las categorías Hospitales con Terapia Intensiva y Hospitales con Internación Simple hay 55 radios censales sin valor de tiempo de viaje por motivos análogos. Se verificó la coincidencia de los radios censales sin datos en las tres categorías, y las distribuciones espaciales de los tiempos de viaje se graficaron en *QGIS* obteniendo la figura 4, donde también se encuentran las ubicaciones de los hospitales incluidos en cada categoría.

En la figura 4 también se observa que para el año 2019 hay más sectores con menores tiempos de viaje, en tonalidades amarillas, y que los tiempos de viaje promedio son mayores para 2021. Además, los radios censales sin valor de tiempo de viaje corresponden a las zonas más periféricas de la ciudad, siendo también zonas de mayor superficie, por lo que posiblemente el centroide no sea tan representativo de la distancia máxima para acceder al transporte público.



**Figura 4:** Distribución espacial de tiempos de viaje promedio en minutos

Las mismas tendencias observadas en las distribuciones de los tiempos de viaje se reflejan en los diagramas de caja de la figura 5. Para 2021 tanto las medianas como la dispersión de los valores son mayores que en 2019 en las tres categorías. Además, hay una marcada diferencia entre las medianas de Q1 y Q5 para los dos años de análisis.



**Figura 5:** Diagramas de caja de valores de tiempo de viaje promedio en quintiles

En la tabla 3 se resumen los valores de medias, medianas y desviaciones estándar para las tres categorías de hospitales y el total por categoría, que indican que en todas las categorías hay un aumento en los tiempos promedio de viaje entre 2019 y 2021, y ronda entre el 14 y el 25%, siendo mayor el aumento para los quintiles más bajos que para los más altos.

**Tabla 3:** Estadísticos descriptivos tiempos de viaje a hospitales por quintil 2019-2021

		2019			2021		
		Media	Mediana	DE	Media	Mediana	DE
Hospitales especializados	Q1	45,50	44,80	13,40	56,20	56,20	17,20
	Q2	39,70	39,10	10,30	47,50	46,00	15,50
	Q3	39,80	39,50	8,74	46,90	45,10	14,50
	Q4	38,50	37,80	8,57	44,10	42,50	13,20
	Q5	35,50	35,50	9,24	40,80	40,20	13,70
	Total	39,62	39,25	10,62	46,80	45,25	15,64
Hospitales con Terapia Intensiva	Q1	48,80	47,60	13,20	60,60	62,00	16,40
	Q2	43,40	42,00	11,20	52,50	50,30	14,80
	Q3	43,60	43,20	10,10	52,60	50,60	14,10
	Q4	41,50	40,60	9,10	49,20	47,50	12,60
	Q5	37,50	37,60	8,03	45,40	44,80	12,40
	Total	42,77	41,80	11,00	51,75	49,80	14,87
Hospitales con Internación Simple	Q1	45,70	44,80	12,80	57,50	58,20	16,60
	Q2	40,30	39,50	10,50	49,20	49,40	14,60
	Q3	41,10	40,40	9,20	49,20	46,90	13,50
	Q4	39,20	38,40	8,51	45,90	44,70	12,30
	Q5	35,60	36,60	8,31	42,10	40,80	12,40
	Total	40,21	39,60	10,43	48,48	47,00	14,74

## 5. CONCLUSIONES

A los fines de organizar los puntos destacados de este trabajo se proponen dos secciones, la primera donde se concluye sobre los resultados obtenidos y la segunda donde se concluye sobre el procedimiento metodológico.

### 5.1 Conclusiones sobre los resultados obtenidos en la situación actual.

Deben entenderse los resultados de este trabajo dentro de un entorno complejo. Por un lado, Argentina tiene un importante contexto inflacionario que impacta no sólo en las modificaciones tarifarias, sino también en las capacidades de compra de la población. A esto deben sumarse las

modificaciones en nuestra sociedad y nuestro modo de vida, especialmente en lo referido a la movilidad de las personas, debido a las restricciones impuestas para contener el avance del SARS CoV-2. Todas estas circunstancias han puesto en juego la sustentabilidad del sistema de transporte. Así, las autoridades municipales han optado por realizar modificaciones en el sistema buscando reducir la cantidad de kilómetros recorridos manteniendo lo más alto posible el índice pasajero kilómetro. Esto ha significado reducciones en las frecuencias e itinerarios.

En este contexto, el presente trabajo cuantifica el impacto en la accesibilidad potencial a la salud pública a través del sistema de transporte público en la Ciudad de Córdoba comparando la configuración del sistema en 2019 (previo a la pandemia) con la ofrecida en 2021. En los resultados se observa no solo que hubo un incremento del 18,1%, 21% y 20,6% en los tiempos de viaje promedio entre 2019 y 2021 para hospitales especializados, con terapia intensiva, y con internación simple respectivamente, sino que además los sectores con mayor cantidad de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas tuvieron un mayor perjuicio en su accesibilidad potencial. La brecha entre Q1 y Q5 ronda los 8 puntos porcentuales para hospitales especializados y hospitales con internación simple, y los tres puntos para hospitales con terapia intensiva, por lo que la existe una marcada inequidad entre los distintos sectores de la población.

Aunque los resultados obtenidos no son determinantes sí son importantes para, considerados en conjunto con otros indicadores de accesibilidad, orientar las decisiones de planificación urbana. Con este trabajo se pretende visibilizar las diferencias de impacto de las medidas tomadas por el municipio para impulsar modificaciones en el sistema de transporte público que beneficien en mayor medida a los hogares más vulnerables.

## 5.2 Conclusiones respecto a la metodología utilizada.

Con la metodología propuesta y a través del uso de los datos abiertos publicados por el municipio se obtiene una herramienta replicable y de fácil comprensión. El uso de *GTFS* junto con herramientas de ruteo como *r5r* para el cálculo de tiempos de viaje con salidas programadas de transporte público constituye una oportunidad para modelar distintos y cambiantes escenarios.

Los parámetros de distancia máxima de caminata y máximo tiempo de viaje total considerados pretenden reflejar los estándares de calidad que debería tener el servicio de transporte público en la Ciudad de Córdoba. Un limitante en la selección de estos parámetros es que para el caso de estudio dejan afuera radios censales de la periferia donde se encuentran poblaciones más vulnerables. Resta la evaluación particular de estos sectores que se encuentran fuera de los valores propuestos y la representatividad real de los centroides en casos donde los polígonos tienen áreas comparativamente mayores al resto de los radios censales.

A partir de las conclusiones obtenidas se buscará en futuros trabajos establecer qué otros indicadores pueden ser útiles para caracterizar la movilidad y la accesibilidad en la Ciudad de Córdoba, e identificar diferencias significativas entre distintos sectores por sus características espaciales o socioeconómicas.

## Agradecimientos

Esta investigación forma parte de las actividades realizadas en el marco de una beca de maestría otorgada a la Ing. Lucila Martinazzo por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba. Además, el trabajo realizado forma parte del Proyecto Consolidar 2018-2021 “Movilidad Urbana Inclusiva” (33620180100043CB).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banco Mundial (2021) *Argentina: panorama general.* <https://www.bancomundial.org/es/country/argentina/overview>
- Conway, M. W., Byrd, A., y Eggermond, M. van. (2018). Accounting for uncertainty and variation in accessibility metrics for public transport sketch planning. *Journal of Transport and Land Use*, 11(1), Article 1. <https://doi.org/10.5198/jtlu.2018.1074>
- Conway, M. W., Byrd, A., y Van Ver Linden, M. (2017). Evidence-Based Transit and Land Use Sketch Planning Using Interactive Accessibility Methods on Combined Schedule and Headway-Based Networks. *Transportation Research Record*, 2653(1), 45-53. <https://doi.org/10.3141/2653-06>
- Dai, D. (2010). Black residential segregation, disparities in spatial access to health care facilities, and late-stage breast cancer diagnosis in metropolitan Detroit. *Health & Place*, 16(5), 1038-1052. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2010.06.012>
- Delling, D., Pajor, T., y Werneck, R. F. (2015). Round-Based Public Transit Routing. *Transportation Science*, 49(3), 591-604. <https://doi.org/10.1287/trsc.2014.0534>
- Dirección General de Estadística y Censos de la Provincia de Córdoba (2021) *Conocé Córdoba.* <https://estadistica.cba.gov.ar/conoce-cordoba/>
- Farber, S., y Fu, L. (2017). Dynamic public transit accessibility using travel time cubes: Comparing the effects of infrastructure (dis)investments over time. *Computers, Environment and Urban Systems*, 62, 30-40. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2016.10.005>
- Gage, A. J., y Calixte, M. (2006). Effects of the physical accessibility of maternal health services on their use in rural Haiti. *Population Studies*, 60(3), 271-288. <https://doi.org/10.1080/00324720600895934>
- Hiscock, R., Pearce, J., Blakely, T., y Witten, K. (2008). Is Neighborhood Access to Health Care Provision Associated with Individual-Level Utilization and Satisfaction? *Health Services Research*, 43(6), 2183-2200. <https://doi.org/10.1111/j.1475-6773.2008.00877.x>
- INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos (2015) *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas.* [https://redatam.indec.gob.ar/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010\\_B&MAIN=WebServerMain.inl&\\_ga=2.75108754.1833268215.1602010042-1881977071.1602010042](https://redatam.indec.gob.ar/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010_B&MAIN=WebServerMain.inl&_ga=2.75108754.1833268215.1602010042-1881977071.1602010042)
- INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos (2021) *Condiciones de vida. Vol. 5, nº 6. Indicadores de condiciones de vida de los hogares en 31 aglomerados urbanos. Segundo semestre de 2020.* Buenos Aires.
- INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos (2000) *Situación y Evolución Social, n. 4.* Buenos Aires.
- Kawabata, M. (2003). Job Access and Employment among Low-Skilled Autoless Workers in US Metropolitan Areas. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 35(9), 1651-1668. <https://doi.org/10.1068/a35209>
- Kawabata, M. (2009). Spatiotemporal Dimensions of Modal Accessibility Disparity in Boston and San Francisco. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 41(1), 183-198. <https://doi.org/10.1068/a4068>
- Kawabata, M., y Shen, Q. (2006). Job Accessibility as an Indicator of Auto-Oriented Urban Structure: A Comparison of Boston and Los Angeles with Tokyo. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33(1), 115-130. <https://doi.org/10.1068/b31144>
- Kawabata, M., y Shen, Q. (2007). Commuting Inequality between Cars and Public Transit: The Case of the San Francisco Bay Area, 1990-2000. *Urban Studies*, 44(9), 1759-1780. <https://doi.org/10.1080/00420980701426616>
- Neutens, T. (2015). Accessibility, equity and health care: Review and research directions for transport geographers. *Journal of Transport Geography*, 43, 14-27. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2014.12.006>
- Owen, A., y Levinson, D. (2014). *Access Across America: Transit 2014* [Report]. Center for Transportation Studies, University of Minnesota. <http://conservancy.umn.edu/handle/11299/168102>
- Owen, A., y Levinson, D. M. (2015). Modeling the commute mode share of transit using continuous accessibility to jobs. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 74, 110-122. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2015.02.002>
- Penchansky, R., y Thomas, J. W. (1981). The Concept of Access: Definition and Relationship to Consumer Satisfaction. *Medical Care*, 19(2), 127-140.
- Pereira, R. H. M., Saraiva, M., Herszenhut, D., Braga, C. K. V., y Conway, M. W. (2021a). r5r: Rapid Realistic Routing on Multimodal Transport Networks with R5 in R. *Findings*, 21262. <https://doi.org/10.32866/001c.21262>
- Pereira, R. H. M., Vieira Braga, C. K., Mendes Servo, L., Serra, B., Amaral, P., Gouveia, N., Antonio Paez, A. (2021b) Geographic access to COVID-19 healthcare in Brazil using a balanced float catchment area approach. *Social Science & Medicine*, Volume 273. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.113773>
- Polzin, S. E., Pendyala, R. M., y Navari, S. (2002). Development of Time-of-Day-Based Transit Accessibility Analysis Tool. *Transportation Research Record*, 1799(1), 35-41. <https://doi.org/10.3141/1799-05>

Wan, N., Zhan, F. B., Zou, B. y Wilson, J. G. (2013). Spatial Access to Health Care Services and Disparities in Colorectal Cancer Stage at Diagnosis in Texas. *The Professional Geographer*, 65(3), 527-541. <https://doi.org/10.1080/00330124.2012.700502>

Wu, B. M., y Hine, J. P. (2003). A PTAL approach to measuring changes in bus service accessibility. *Transport Policy*, 10(4), 307-320. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(03\)00053-2](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(03)00053-2)