

Universidad Nacional de Córdoba
Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales
Maestría en Ciencias de la Ingeniería
Mención en Transporte



Metodología para evaluar aspectos sociales del
transporte público a través de indicadores de
accesibilidad: aplicación en la Ciudad de Córdoba.

Tesis de Maestría

Autora: Ingeniera Lucila Antonella Martinazzo
Director: Dr. Ing. Claudio Falavigna

Córdoba, Argentina
Noviembre 2022

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional de Córdoba, a la Secretaría de Ciencia y Tecnología, a la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales y al Instituto Superior de Ingeniería del Transporte por otorgarme las herramientas y los medios técnicos, académicos y económicos para iniciar mis estudios y seguirme perfeccionando. También al Ministerio de Agua, Ambiente y Servicios Públicos por la beca otorgada para el cursado de la maestría.

A mis compañeras y compañeros de la Cátedra de Transporte I, por los espacios de conversación que fueron, y son, una oportunidad para aprender y abrir la cabeza.

A Claudio Falavigna, por la guía precisa, la confianza y los debates siempre oportunos.

A mi familia: mamá, papá, Enzo y Bruno, por acompañarme desde siempre y para siempre, a veces lejos, pero al mismo tiempo muy cerca. A mi abuela Mercedes y a mi tío Orlando, mi familia ampliada, por el apoyo desinteresado e incondicional, viven en mi corazón.

A Hernán, por la paciencia, la compañía diaria y el amor en todas sus formas.

Metodología para evaluar aspectos sociales del transporte público a través de indicadores de accesibilidad: aplicación en la Ciudad de Córdoba.

Autora: Ingeniera Lucila Antonella Martinazzo.

RESUMEN

Con el surgimiento del concepto de desarrollo sustentable cambió el paradigma de la planificación del transporte y la movilidad. La verificación del cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible hizo que las evaluaciones económico-financieras más tradicionales no sean suficientes para analizar los impactos de forma integral. El presente trabajo busca completar las evaluaciones convencionales de proyectos de transporte con una metodología para evaluar aspectos sociales, que sirva para guiar la toma de decisiones basadas en evidencia con pautas de equidad y justicia social. Para ello se proponen criterios de evaluación e indicadores que tienen en cuenta los patrones de movilidad existentes, la cobertura del sistema de transporte y medidas de accesibilidad, para abarcar diversos factores sociales que puedan ser calculados con datos abiertos, a los fines de garantizar replicabilidad y posibilidad de actualización.

Los resultados muestran que en la Ciudad de Córdoba existen desigualdades espaciales en el acceso a oportunidades y cobertura de transporte público, que en muchos casos no se corresponden con las necesidades de movilidad identificadas a través de las encuestas domiciliarias. Se destaca que la cobertura de transporte público de media y alta calidad en toda la ciudad es del 63%, habiendo un 9% de la población sin acceso adecuado, y que la accesibilidad, medida a partir de la modelación de viajes a hospitales públicos en términos de tiempos de viaje y oportunidades acumuladas, disminuyó entre 2019 y 2021. A través de los criterios propuestos, se identificaron nueve zonas prioritarias para intervenciones de transporte por su alta movilidad, su vulnerabilidad social y la deficiente provisión de transporte público, que abarca alrededor del 13% de la población de Córdoba.

Palabras clave: accesibilidad, movilidad, evaluación social, transporte público.

Methodology to evaluate social aspects of public transport through accessibility indicators: application in the city of Córdoba.

Metodología para evaluar aspectos sociales del transporte público a través de indicadores de accesibilidad: aplicación en la Ciudad de Córdoba.

Ing. Lucila Antonella Martinazzo.

ABSTRACT

The concept of sustainable development changed the paradigm of transport and mobility planning based on the measurement of compliance with the Sustainable Development Goals, making economic-financial evaluations not sufficient to analyze the impacts in a comprehensive manner. The present study aims to complete the conventional evaluations of transportation projects with a methodology to evaluate social aspects, to serve as a guide to evidence-based decision-making that includes equity and social justice principles. To this end, assessment criteria and indicators are proposed, including different types of measures of existing mobility patterns, coverage of the transport system and accessibility measures. In order to address these various social factors, open data and open-source tools are used to guarantee replicability and scalability.

The results indicate that in Córdoba there are spatial inequalities in access to opportunities and coverage of public transport, which in many cases fail to address the mobility needs identified through household surveys. The main outcomes show that high and medium quality public transport coverage throughout the city is 63%, with 9% of the population without adequate access; and that accessibility, analyzed through modeling trips to public hospitals in terms of travel times and cumulative opportunities, decreased between 2019 and 2021. Nine priority areas for transport interventions were selected using the proposed criteria, due to their high mobility, social vulnerability and the poor public transport services provided in those areas which covers around 13% of the population of Córdoba.

Keywords: accessibility, mobility, social assessment, public transport.

PUBLICACIONES

El trabajo expuesto en los capítulos 4 y 5 fue presentado con anterioridad siendo publicado en las siguientes instancias:

- Martinazzo, L. (2020) *Metodología para la evaluación cuantitativa de la movilidad sustentable en su dimensión social: aplicación al caso de la ciudad de Córdoba*. Formato póster. Jornada de Becarias y Becarios SeCyT-UNC: Desafíos y perspectivas en la producción de conocimiento en contextos de crisis. Disponible en <https://www.unc.edu.ar/sites/default/files/Copia%20de%20P%C3%B3ster%20%20Jornadas%20de%20Becarias%20y%20Becarios%20de%20SeCyT-UNC%20-%20Martinazzo%20-%20Lucila%20Martinazzo.ppt>
- Martinazzo, L. & Falavigna C. (2020) *Accesibilidad a servicios de movilidad en la Ciudad de Córdoba*. 34° ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Disponible en http://www.anpet.org.br/anais34/documentos/2020/Planejamento%20Territorial%20do%20Transporte/Mobilidade%20e%20Acessibilidade/3_251_RT.pdf
- Martinazzo, L. (2021) *Encuesta Origen-Destino 2009 del Área Metropolitana Córdoba: análisis de resultados con perspectiva de género*. Libro de Resúmenes Congreso de Ciencia y Género, pp. 30-31. Disponible en <https://congresodecienciaygenero.cba.gov.ar/wp-content/uploads/2021/09/Libro-de-Resumenes-CCyG-Final-web-24092021.pdf>
- Martinazzo, L. & Falavigna C. (2021) *Análisis comparativo 2019-2021 de accesibilidad a hospitales por transporte público en la Ciudad de Córdoba*. 35° ANPET – Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes. Disponible en http://www.anpet.org.br/anais35/documentos/2021/Planejamento%20Territorial%20do%20Transporte/Transporte%20Uso%20do%20Solo%20e%20Polos%20Geradores%20de%20Viagens/4_374_AC.pdf
- Martinazzo, L., & Falavigna, C. (2022). Public transport accessibility to hospitals in the city of Córdoba: A comparative analysis in times of a pandemic (2019-2021). *Revista Produção e Desenvolvimento*, 8(1), e589. <https://doi.org/10.32358/rpd.2022.v8.589>

Las anteriores publicaciones, así también como el presente trabajo, forman 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.

TABLA DE CONTENIDOS

Resumen.....	i
Abstract	iii
Agradecimientos	i
Publicaciones	iv
Tabla de contenidos	v
Lista de figuras	vii
Lista de tablas.....	ix
CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.	1
1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.	2
1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO.	3
1.4. ESTRUCTURA DEL TRABAJO.....	3
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. INTRODUCCIÓN.....	5
2.2. CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS ENFOQUES DE PLANIFICACIÓN Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN EN TRANSPORTE Y MOVILIDAD.....	6
2.2.1. Planificación urbana y de transporte: teorías tradicionales y renovadas. .	6
2.2.2. Evaluación de proyectos de transporte y movilidad.	10
2.3. FORMAS DE RELEVAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS DE MOVILIDAD. .	21
2.4. MEDIDAS DEL IMPACTO SOCIAL DE PROYECTOS DE TRANSPORTE Y MOVILIDAD.	26
2.4.1. Indicadores orientados a cobertura de servicios.	27
2.4.2. Indicadores de accesibilidad.....	27
2.5. DISCUSIÓN.....	34
CAPÍTULO 3: MARCO CONTEXTUAL.....	36
3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA.	36
3.2. CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE Y MOVILIDAD DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	38
CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA PROPUESTA.....	42
4.1. INTRODUCCIÓN.....	42
4.2. FUENTES DE DATOS.....	43
4.2.1. Fuentes de datos de sistemas de transporte: Formato <i>GTFS</i>	45
4.3. INDICADORES PROPUESTOS.	51
4.3.1. Diagnóstico a través de indicadores de la demanda.	53
4.3.2. Análisis de disponibilidad de la red.	62

4.3.3.	Evaluación de accesibilidad a servicios y equipamientos.....	67
4.4.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS.....	72
4.4.1.	Criterio de evaluación a través de la demanda.....	73
4.4.2.	Criterio de evaluación a través de indicadores socioeconómicos.....	74
CAPÍTULO 5: RESULTADOS.....		76
5.1.	DIAGNÓSTICO A TRAVÉS DE INDICADORES DE LA DEMANDA.....	76
5.1.1.	Etapas de viajes.....	76
5.1.2.	Viajes.....	77
5.1.3.	Resultados por motivo de viaje.....	81
5.1.4.	Resultados por modos de transporte utilizados.....	87
5.2.	EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE LA RED DE TRANSPORTE A TRAVÉS DE METODOLOGÍA DE LA <i>EUROPEAN COMMISSION</i>	93
5.3.	EVALUACIÓN DE ACCESIBILIDAD A EQUIPAMIENTOS.....	99
5.3.1.	Resultados en función de los tiempos de viaje.....	99
5.3.2.	Resultados en función del indicador de oportunidades acumuladas....	110
5.4.	CRITERIOS DE EVALUACIÓN.....	112
5.4.1.	Criterio de evaluación a través de la demanda.....	112
5.4.2.	Criterio de evaluación a través de indicadores socioeconómicos.....	122
5.5.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	124
5.5.1.	Sobre los criterios de evaluación.....	124
5.5.2.	Sobre el diagnóstico a través de indicadores de demanda.....	126
5.5.3.	Sobre la evaluación de disponibilidad de la red.....	129
5.5.4.	Sobre los indicadores de accesibilidad.....	130
CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES.....		131
6.1.	CONCLUSIONES PRINCIPALES.....	131
6.2.	LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA.....	132
6.3.	RECOMENDACIONES Y PRÓXIMAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.....	133
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		135
ANEXOS.....		144

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Dimensiones de la sustentabilidad	11
Figura 2: Relaciones entre dimensiones, atributos e indicadores de la movilidad sustentable..	12
Figura 3: Comparativo Ciudad de Buenos Aires, Rosario y Córdoba según densidad, población y superficie.	36
Figura 4: Radios censales por %NBI en la Ciudad de Córdoba	37
Figura 5: Viajes internos y provenientes del área metropolitana	40
Figura 6: Evolución del parque automotor 2002-2021 (mayo) en base a datos de Gobierno Abierto – Municipalidad de Córdoba	40
Figura 7: Evolución del corte de boleto en el sistema de transporte en base a datos de Gobierno Abierto – Municipalidad de Córdoba	41
Figura 8: Esquema conceptual de la metodología propuesta.....	43
Figura 9: Diagrama modelo de los conjuntos de datos <i>GTFS</i>	47
Figura 10: Captura del archivo <i>feed_info.txt</i> del <i>feed GTFS</i> 2019 de Córdoba.....	47
Figura 11: Diagrama de relaciones del <i>feed GTFS</i> 2019	49
Figura 12: Captura del archivo <i>calendar.txt</i> del <i>feed GTFS</i> 2021 de Córdoba.....	49
Figura 13: Diagrama de relaciones del <i>feed GTFS</i> 2021	51
Figura 14: Localización del área de estudio de la EOD 2009	54
Figura 15: Zonas de transporte Ciudad de Córdoba EOD 2009.....	56
Figura 16: Relación entre identificadores de viaje, persona y hogar en la EOD 2009	58
Figura 17: Relaciones entre viajes, personas y hogares en la EOD 2009	59
Figura 18: <i>Shapefile</i> zonificación original EOD 2009 - Proyección WGS 84	60
Figura 19: Zonificación de la EOD 2009 a partir de radios Censo 2010	61
Figura 20: Obtención de frecuencias por parada utilizando <i>tidytransit</i> en <i>R</i>	66
Figura 21: Herramienta <i>Openrouteservice</i> en <i>QGIS</i> para obtención de isócronas	67
Figura 22: Radios censales por quintil NBI y hospitales públicos de la Ciudad de Córdoba	68
Figura 23: Parámetros para cálculo tiempo de viaje y accesibilidad 2019 en <i>R</i>	70
Figura 24: Salida de <i>R</i> de valores de tiempo de viaje 2019	70
Figura 25: Salida de <i>R</i> de valores de accesibilidad/oportunidades acumuladas 2019.....	71
Figura 26: Salida de <i>R</i> de valores de tiempos de viaje desagregados 2021	72
Figura 27: Adaptación del esquema conceptual de la metodología propuesta	73
Figura 28: Cantidad de etapas pertenecientes a viajes de 1, 2 y 3 etapas	76
Figura 29: Proporción de etapas entre mujeres y hombres para 1, 2 y 3 etapas totales	77
Figura 30: Proporción de etapas entre mujeres y hombres para viajes multietapa.....	77
Figura 31: Cantidad de viajes diarios totales en cada zona dentro del ejido municipal	78
Figura 32: Tasa de viajes diarios por persona en cada zona dentro del ejido municipal	78
Figura 33: Proporción de viajes diarios por persona entre mujeres y hombres	79
Figura 34: Cantidad de viajes diarios totales en cada zona por género	80
Figura 35: Escala de colores mapas Bi-variados.....	80
Figura 36: Mapa Bi-variado % hogares NBI y cantidad de viajes.....	81
Figura 37: Proporción de viajes diarios entre mujeres y hombres por motivos de viaje.....	82
Figura 38: Cantidad de viajes diarios entre mujeres y hombres por motivos de viaje.....	83
Figura 39: Mapa Bi-variado % hogares NBI y cantidad de viajes por motivo por género	84
Figura 40: Proporción de viajes diarios por nivel educativo por motivos de viaje	85
Figura 41: Proporción de viajes diarios por nivel de ingreso por motivos de viaje	86
Figura 42: Proporción de viajes diarios por grupo etario por motivos de viaje	86
Figura 43: Distribución modal de viajes de hombres y mujeres	87
Figura 44: Cantidad de viajes diarios entre mujeres y hombres por modos de viaje	88
Figura 45: Mapa Bi-variado % hogares NBI y cantidad de viajes por modo por género	89

Figura 46: Proporción de viajes diarios por nivel educativo por modos de viaje	90
Figura 47: Proporción de viajes diarios por nivel de ingreso por modos de viaje.....	91
Figura 48: Proporción de viajes diarios por grupo etario por modos de viaje.....	92
Figura 49: Tiempo de viaje percibido en minutos entre mujeres y hombres	93
Figura 50: Cantidad de cuadras caminadas en origen por género.....	93
Figura 51: Áreas por categorías de acceso en Córdoba según los radios censales 2010	94
Figura 52: Modificación línea 12 (Coniferal, 2022; en Twitter @coniferalok)	96
Figura 53: Áreas por categorías de acceso en Córdoba después de modificación Línea 12	98
Figura 54: Detalle áreas por categorías de acceso en Córdoba después de modificación Línea 12	98
Figura 55: Curvas de densidad de probabilidad de tiempos de viaje con máxima caminata 417m 2019-2021	101
Figura 56: Curvas de densidad de probabilidad de tiempos de viaje con máxima caminata 833m 2019-2021	102
Figura 57: Diagramas de caja tiempos de viaje por quintil %NBI por clase 2019-2021 de Q1 (mayor %NBI) a Q5 (menor %NBI)	104
Figura 58: Distribución espacial de tiempos de viaje 2019-2021, caminata máxima 417m	108
Figura 59: Distribución espacial de tiempos de viaje 2019-2021, caminata máxima 833m	109
Figura 60: Oportunidades acumuladas 2019-2021, caminata máxima 417m	111
Figura 61: Oportunidades acumuladas 2019-2021, caminata máxima 833m	111
Figura 62: Tasas de viajes por persona por zona respecto al promedio	113
Figura 63: Tasas de viajes por persona por zona en colectivo/trolebús respecto al promedio	113
Figura 64: División de zonas seleccionadas según tasas de viajes en colectivo/trolebús	114
Figura 65: Radios censales por categorías de acceso en zonas de tasa de viajes en transporte público mayor al promedio	115
Figura 66: Tiempos de viaje promedio a hospitales por radio censal en zonas de tasa de viajes en transporte público mayor al promedio.....	117
Figura 67: Radios censales por categorías de acceso en zonas de tasa de viajes en transporte público menor al promedio	118
Figura 68: Tiempos de viaje promedio a hospitales por radio censal en zonas de tasa de viajes en transporte público menor al promedio.....	120

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Cambios en los paradigmas de planificación de transporte	9
Tabla 2: Metas, objetivos e indicadores de sustentabilidad.....	12
Tabla 2 (continuación): Metas, objetivos e indicadores de sustentabilidad.....	13
Tabla 2 (continuación): Metas, objetivos e indicadores de sustentabilidad.....	14
Tabla 3: Revisión bibliográfica de metodologías para evaluación de movilidad sustentable	14
Tabla 3 (continuación): Revisión bibliográfica de metodologías para evaluación de movilidad sustentable	15
Tabla 3 (continuación): Revisión bibliográfica de metodologías para evaluación de movilidad sustentable	16
Tabla 3 (continuación): Revisión bibliográfica de metodologías para evaluación de movilidad sustentable	17
Tabla 3 (continuación): Revisión bibliográfica de metodologías para evaluación de movilidad sustentable	18
Tabla 4: Encuestas de movilidad en Latinoamérica.....	22
Tabla 4 (continuación): Encuestas de movilidad en Latinoamérica.....	23
Tabla 4 (continuación): Encuestas de movilidad en Latinoamérica.....	24
Tabla 5: Perspectivas sobre accesibilidad y componentes	29
Tabla 6: Estudios que relacionan accesibilidad geográfica y condiciones de salud.....	32
Tabla 6 (continuación): Estudios que relacionan accesibilidad geográfica y condiciones de salud.....	33
Tabla 6 (continuación): Estudios que relacionan accesibilidad geográfica y condiciones de salud.....	34
Tabla 7: Características del sistema de transporte público urbano de Córdoba 2019-2021.....	39
Tabla 8: Especificación de los archivos de un conjunto de datos <i>GTFS</i>	46
Tabla 9: Especificación de los archivos del conjunto de datos <i>GTFS</i> 2019.....	47
Tabla 9 (continuación): Especificación de los archivos del conjunto de datos <i>GTFS</i> 2019.....	48
Tabla 10: Especificación de los archivos del conjunto de datos <i>GTFS</i> 2021	50
Tabla 11: Indicadores de demanda para la metodología propuesta.....	57
Tabla 12: Categorías para indicadores por motivos y modos EOD 2009.....	57
Tabla 12 (continuación): Categorías para indicadores por motivos y modos EOD 2009.....	58
Tabla 13: Categorías de clasificación de acceso a servicios de movilidad	64
Tabla 14: Configuración de la base de datos de paradas	65
Tabla 15: Distribución de viajes diarios entre hombres y mujeres.....	79
Tabla 16: Cálculo indicador de acceso a servicios de movilidad	95
Tabla 17: Nuevas paradas Línea 12 para Barrio Los Fresnos	97
Tabla 18: Cálculo indicador de acceso a servicios de movilidad - modificación línea 12.....	99
Tabla 19: Estadísticos descriptivos de tiempos de viaje por quintil %NBI y totales 2019-2021, distancia máxima de caminata 417m.....	105
Tabla 20: Estadísticos descriptivos de tiempos de viaje por quintil %NBI y totales 2019-2021, distancia máxima de caminata 833m.....	106
Tabla 21: Categorías de acceso e indicador Accl en zonas de tasa de viajes en transporte público mayor al promedio	116
Tabla 22: Categorías de acceso e indicador Accl en zonas de tasa de viajes en transporte público menor al promedio	119
Tabla 23: Indicadores de evaluación zonas de tasa de viajes en transporte público mayor al promedio.....	121
Tabla 24: Indicadores de evaluación zonas de tasa de viajes en transporte público menor al promedio.....	122

Tabla 25: Indicadores de evaluación zonas de tasa de viajes en transporte público mayor al promedio y alto %NBI.....	123
Tabla 26: Indicadores de evaluación zonas de tasa de viajes en transporte público menor al promedio y alto %NBI.....	124

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.

Para introducir el presente trabajo, se presenta a continuación una caracterización del contexto y la problemática general que trata, se destaca la importancia del trabajo dentro de esta contextualización y sus principales objetivos, para finalizar con la presentación del esquema general del presente informe.

1.1. CARACTERIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA.

De acuerdo a los datos de Naciones Unidas, desde 2007 se observa un aumento en las tasas de urbanización y se estima que en 2030 la población urbana representará 60% de la población mundial. América Latina es una de las regiones con mayores tasas de urbanización; Argentina, particularmente, alcanzó el 92% de población urbana en 2021 (World Bank, 2022). En este contexto, la gestión de la movilidad de las personas y los bienes representa un desafío tanto en lo ambiental como en lo social: para 2030, se espera que el tráfico de pasajeros mundial superará los 80.000 millones de pasajeros-kilómetros y el volumen de carga crecerá en 70 % (Banco Mundial, 2017).

Las ciudades son promotoras del desarrollo económico, pero estos acelerados procesos de urbanización se producen en un contexto donde las capacidades institucionales y técnicas de los municipios y regiones no son suficientes para lograr un desarrollo planificado y sustentable, generando problemas ambientales y aumentando las desigualdades sociales. En estos entornos urbanos la movilidad de las personas es importante porque permite el acceso a las oportunidades de desarrollo personal y colectivo. Existen evidencias de que la falta de movilidad se relaciona con procesos de exclusión y aumento de las desigualdades socioeconómicas (Social Exclusion Unit, 2003), ya que para los sectores más pobres un acceso a sistemas de transporte poco confiables e inseguros desafía su capacidad para acceder a oportunidades (Scholl *et al.*, 2022). Además, este sector de la población es el que gasta mayor porcentaje de su ingreso en transporte y, al mismo tiempo, tienen disponible los sistemas de peor calidad, por lo que sus viajes se ven limitados a viajes obligatorios donde usualmente se ven expuestos a situaciones de inseguridad vial y ciudadana (Lucas *et al.*, 2016).

La ciudad de Córdoba no se encuentra exenta a esta problemática. Los datos de proyección de la Municipalidad de Córdoba (2022c) indican que la población a 2025 alcanzará casi un millón y medio de habitantes sólo en la Ciudad de Córdoba, estimando alrededor de 4 millones de habitantes para toda la provincia (Dirección General de Estadística y Censos, 2017). El transporte en la ciudad se caracteriza por una sobrevaloración del vehículo particular. Al año 2021, los automóviles y camionetas tenían una participación del 66,37% del parque automotor, mientras la cantidad de pasajeros transportados en el transporte público urbano se encuentra en baja desde 2016, con una profunda crisis en la demanda en los años 2020 y 2021 que no se ha recuperado aún a niveles pre-pandemia (Municipalidad de Córdoba, 2022a y 2022b). En este contexto de pandemia, las 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).

1.2. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO.

El presente trabajo, que se constituye como tesis de maestría, se enfoca en el relevamiento, diagnóstico y evaluación de la movilidad urbana. Su orientación es hacia la movilidad sostenible, específicamente en cuanto a la dimensión social del desarrollo sustentable, y la movilidad inclusiva, entendiendo por esta a aquella en la que todos los miembros de la sociedad tienen la capacidad de moverse en condiciones dignas por el territorio, de forma de llegar a las actividades elementales que necesitan realizar para desarrollarse (Portugal, 2017). Esta temática fue seleccionada considerando lo establecido por la Organización de las Naciones Unidas a través de la Agenda 2030 sobre el Desarrollo Sostenible, particularmente en el Objetivo 11 - Ciudades y comunidades sostenibles.

Así, el aporte de la tesis es establecer una metodología, en el sentido de representar un conjunto de métodos a seguir para evaluar la movilidad sustentable en su dimensión social, probado a través de un estudio de caso para la Ciudad de Córdoba pero que puede replicarse tanto en nuevos proyectos dentro de la ciudad como en otras ciudades dentro del contexto Latinoamericano (ver metodología del gr. μέθοδος métodos 'método' y -logía, según la definición de la Real Academia Española). Para ello, se aporta una selección de métodos para la obtención de indicadores y herramientas basados en datos abiertos, con especial interés en la identificación de indicadores respecto a la dimensión social y con objetivos ligados a las necesidades humanas, una mejora de la calidad de vida y la justicia social.

Esta dimensión social, tal como se describe en el apartado 2.2.2. del marco teórico, tiene en cuenta cuestiones de equidad y accesibilidad, aspectos que no son considerados de forma activa en la planificación de transporte. Esto es particularmente cierto para la Ciudad de Córdoba, donde a la fecha hay escasos antecedentes previos de indicadores de accesibilidad, algunos de los cuales se mencionan en el Capítulo 2.

Este trabajo busca un marco general para orientar la planificación de transporte y movilidad con criterios de equidad y justicia social, tomando como base de la metodología la identificación de necesidades de movilidad caracterizadas a través de los patrones de movilidad existentes, tomando de referencia los trabajos como el de Currie (2004) y Lucas *et al.* (2016), entre otros presentados en el apartado 2.2.2.2. La dimensión social es abarcada a través de indicadores de accesibilidad física al sistema de transporte, como la cobertura geográfica y la calidad de los servicios disponibles, y a oportunidades en el territorio, en función de la definición y los componentes de la accesibilidad presentados por Geurs & van Wee (2004).

Así, la propuesta metodológica se estructura en torno a tres dimensiones fundamentales de análisis: los patrones de movilidad, la disponibilidad de los servicios de transporte público y la accesibilidad. Esto no sólo resulta novedoso en cuanto a su contenido para

constituir procesos de evaluación, sino también en función de su replicabilidad y escalabilidad por el uso de formatos abiertos.

1.3. OBJETIVOS DEL TRABAJO.

Este trabajo tiene como objetivo general proveer una metodología para medir características de la dimensión social de la movilidad sustentable que permita completar la evaluación de proyectos de transporte público urbano en función de indicadores de accesibilidad.

Como objetivos específicos del presente trabajo se incluyen proveer criterios para identificar sectores prioritarios para orientar los proyectos del sistema de transporte público en función de las desventajas comparativas que presenten en aspectos sociales, caracterizar la disponibilidad de la red de transporte público a nivel urbano e identificar brechas en el acceso y cobertura de los sectores más vulnerables de la población. También se busca probar la propuesta metodológica a través de un estudio de caso que permita definir sus principales características y los métodos utilizados para describir los distintos ejes de análisis que conforman la dimensión social a evaluar.

Estos objetivos están atravesados por dos ejes fundamentales que regirán todos los resultados y análisis presentados: la equidad de género y la sustentabilidad. Además, en todo el trabajo se busca que la metodología sea replicable, escalable en distintos contextos y producida con datos y herramientas en formato abierto.

1.4. ESTRUCTURA DEL TRABAJO.

El desarrollo de este informe se estructura en cinco capítulos adicionales a la presente introducción, que buscan en un todo exponer la metodología propuesta, los procedimientos de cálculo incluyendo el detalle de los datos y la forma en que se manipularon y analizaron, junto con la base teórica que sustenta el enfoque general de este trabajo, particularmente con la selección de los indicadores.

En el Capítulo 2 se presentan los antecedentes y referencias bibliográficas que sirven de base para el trabajo de selección y análisis de indicadores. Se comienza desde la generalidad de distintos paradigmas de planificación de transporte y movilidad, con definiciones de desarrollo y movilidad sustentable. Posteriormente se revisan antecedentes de evaluación de la movilidad sustentable en general, para hacer foco finalmente en indicadores que permiten medir aspectos sociales como las necesidades de transporte, el análisis de las características de la demanda de viajes con perspectiva de género, la cobertura de los sistemas de transporte y diversas medidas de accesibilidad.

El Capítulo 3 contiene las características fundamentales de Córdoba como caso de estudio, en función de su demografía, geografía y servicios urbanos y de transporte. Sirve a los fines de presentar el contexto en el cual se aplica la propuesta metodológica, entendiendo las particularidades del área urbana.

En el Capítulo 4 se presenta la metodología que es la principal propuesta de este trabajo. Para ello se introduce su organización general, se detallan las bases de datos disponibles y los formatos utilizados, para finalmente presentar los indicadores propuestos, su forma de cálculo y procesamiento, y los criterios de evaluación que se proponen en función de esos indicadores.

Los resultados de la aplicación de la metodología en la Ciudad de Córdoba se presentan en el Capítulo 5, donde se detalla un análisis de cada indicador con piezas gráficas y mapas, que son utilizados posteriormente en los criterios de evaluación para la identificación de zonas prioritarias.

Para finalizar, en el Capítulo 6 se analiza de forma crítica la metodología y los resultados obtenidos para arribar a conclusiones generales y particulares, y para identificar futuras líneas de investigación, ya que la presente propuesta se encuentra en permanente revisión y actualización.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.

2.1. INTRODUCCIÓN.

Desde su primera definición formal en el Informe Brundtland *Our common future* (1987), donde se lo describe como el desarrollo que permite satisfacer las necesidades presentes sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades, el concepto de desarrollo sostenible se ha ampliado para abarcar todos los aspectos de la sociedad, siendo aplicado transversalmente hoy en día en la gestión y proyectos de ingeniería. El transporte y la movilidad no son ajenos a este paradigma, especialmente por la gran influencia que tiene el sector en los impactos negativos o externalidades relacionados directamente al cambio climático como las emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero, y otros efectos como el efecto barrera de las infraestructuras, el ruido, los accidentes de tránsito y la congestión.

Según el reporte del IPCC (2022), el sector transporte es responsable del 15% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GHG), siendo la cuarta fuente que más emite, y alrededor del 23% de las emisiones del sector energía de dióxido de carbono equivalente, en términos totales 8,9Gt de emisiones de dióxido de carbono equivalente en 2019. En el mismo reporte se expone que el sector transporte no sólo está relacionado a los impactos ambientales, sino también a otros impactos asociados a su rol social y su capacidad de accionar sobre diversos Objetivos del Desarrollo Sostenible (ver Naciones Unidas, 2015), en función de la planificación de transporte como actor importante para reducir la pobreza, para garantizar el acceso a salud y educación, el rol del transporte en el desarrollo humano y económico, el acceso universal al transporte público, el acceso/movilidad a oportunidades, la igualdad de género y la reducción de inequidades.

Así, los sistemas e infraestructuras de transporte generan un impacto dentro de las tres dimensiones del desarrollo sustentable, pero la dimensión social, especialmente en cuestiones de diversidad y diferencias sociales, muchas veces se ve relegada por la predominancia de las dimensiones ambiental y económica en la planificación del transporte (Levy, 2013). La falta de accesibilidad o la distribución desigual entre la población de las condiciones de acceso a servicios y equipamientos que proveen las ciudades puede resultar una externalidad negativa si no es considerada en los planes y proyectos de movilidad sostenible. Por otra parte, un diseño que tenga en cuenta consideraciones de accesibilidad e inclusión social puede potencialmente mejorar las condiciones de equidad distributiva para todos los sectores de la población, con especial énfasis en los sectores más relegados. El transporte tiene potencial para reducir la exclusión social en su función de garante del acceso a oportunidades, especialmente para los sectores más empobrecidos (Scholl *et al.*, 2022).

El enfoque de la accesibilidad y la justicia social, entendida como la equidad en la distribución de los bienes y los beneficios, el acceso y la asequibilidad en todos los tipos de servicios (Beyazit, 2011), como oposición o como una versión mejorada de los paradigmas tradicionales de planificación urbana y del transporte intenta incluir de forma

más directa los potenciales beneficios y costos de los proyectos urbanos de movilidad, no sólo en términos monetarios sino también evaluando las mejoras en la calidad de vida en general. Estos desarrollos son comentados en el siguiente apartado, junto con una revisión de las metodologías de evaluación de proyectos de transporte vigentes.

Los siguientes apartados 2.3. y 2.4. tratan dos temas fundamentales para sostener los distintos enfoques de planificación y para la aplicación de las metodologías de evaluación: la recolección y análisis de datos, y los indicadores para medir el impacto de las modificaciones introducidas. Para ello se realiza una revisión de la bibliografía más reciente de metodologías de relevamientos de datos con perspectiva de género, y otros antecedentes directamente enfocados a la planificación y medición de la accesibilidad y criterios de justicia social.

2.2. CONTEXTUALIZACIÓN DE LOS ENFOQUES DE PLANIFICACIÓN Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN EN TRANSPORTE Y MOVILIDAD.

A los fines dar un contexto teórico más amplio para ubicar la metodología que se desarrolla en el capítulo 4, se presenta a continuación una revisión bibliográfica de los enfoques tradicionales y actuales de planificación del transporte y la movilidad. Además, se introducen una serie de antecedentes en metodologías de evaluación de las distintas dimensiones del desarrollo sostenible para proyectos de transporte.

2.2.1. Planificación urbana y de transporte: teorías tradicionales y renovadas.

Las ciudades como las conocemos hoy en día deben gran parte de su desarrollo y conformación a la planificación del transporte, que funciona como estructurante de las relaciones entre las personas y las actividades. Banister (1999) identifica dos proposiciones básicas que definen la relación entre transporte y uso de suelo. La primera es que el transporte es considerado una demanda derivada sin valor propio, ya que las personas o bienes viajan por los beneficios o valor agregado que consiguen en el destino, y al tener cada viaje una utilidad negativa el objetivo principal es minimizar los costos de transporte. La segunda proposición es que existe una estrecha relación entre la distribución de las actividades en el territorio y la generación de viajes.

Las políticas de transporte en general buscan que las personas puedan moverse y acceder a diversos destinos de la forma más eficiente posible a través de medidas para aliviar la congestión de tránsito (Noland & Lem, 2002). Esto tiene raíz en las primeras sistematizaciones de los procesos de planificación de transporte a partir de la década de 1960, que perseguían establecer metas y objetivos para sintetizar los patrones de viaje vigentes en las ciudades, y pronosticar las demandas futuras a través de los cambios en las tendencias o en función de las distintas opciones de inversión posibles (Banister, 2004). Un esquema clásico de planificación en transporte es presentado por Thomson (1974) en ocho etapas: definición del problema; diagnóstico de la situación actual; proyección a futuro; limitantes financieros, políticos y ambientales en la selección de alternativas; opciones para lograr los objetivos de planificación; formulaciones de

alternativas; prueba de las alternativas a través de modelación y evaluación económica financiera.

Dentro de la anteúltima etapa donde se prueban y modelan las alternativas se encuentra lo que Banister (2004) llama el modelo de planificación de transporte o TPM por sus siglas en inglés, o también llamado modelo de cuatro etapas. Estos cuatro submodelos que conforman el TPM son:

- Generación de viajes, donde se obtiene el número de viajes asociado a una determinada zona y consiste en los viajes producidos y atraídos a cada zona.
- Distribución de viajes, que consiste en la asignación de los viajes entre cada par de zonas en el área de estudio.
- Asignación modal, que determina el número de viajes por cada modo de transporte entre cada par de zonas.
- Asignación a la red, que determina la distribución de los viajes en las rutas que componen la malla vial.

El TPM conforma un modelo agregado cuyas etapas son secuenciales, ya que el resultado de cada una de ellas conforma los datos de entrada de la siguiente, y considera como base la secuencia de decisión de viaje de los individuos: si viajar o no, a dónde viajar, qué modo usar y qué ruta tomar. El resultado final de su aplicación es usado para comparar entre diferentes alternativas.

En resumen, este modelo de planificación se basa en estimaciones de la demanda de viajes y su comportamiento a partir de las cuales se toman decisiones respecto a cuál o cuáles son las mejores alternativas de transporte, un paradigma que se conoce como *predict and provide* (predecir y proveer). El mismo consiste en que las demandas se proyectan, se igualan con las necesidades de la población y se satisfacen a través de la provisión de infraestructura, (Owens, 1995). Este paradigma está presente en la planificación de transporte en Córdoba, en el último estudio de demanda (Encuesta Origen/Destino 2009 , De Beláustegui, 2011) se estableció como objetivo específico identificar los patrones de movilidad en la ciudad para alimentar un modelo de cuatro etapas y para la ejecución de una obra en Plaza España, en el área central de la ciudad, donde se realizó una predicción de la demanda y se evaluaron alternativas (ver informe del estudio en [Página Gobierno Abierto - Municipalidad de Córdoba](#)).

El paradigma *predict and provide* definió al automóvil particular como principal modo de transporte, basándose en estimaciones de crecimiento de la cantidad de vehículos y el uso del mismo, priorizando inversiones en infraestructura vial que permitan contener las cantidades de vehículos estimadas y evitar la congestión de tránsito en detrimento de mejoras en otros modos de transporte, especialmente en el transporte público. Esto forma parte de lo que Martens (2017) denomina como reglas informales de la planificación de transporte. Por ejemplo, en el caso de Londres, y en toda Gran Bretaña en general, donde se planificó la construcción de grandes rutas y reducciones en los niveles servicios de transporte público justificadas en un pronóstico de aumento en el uso del automóvil particular y una disminución en la cantidad de usuarios en el transporte público; aunque estos pronósticos se cumplieron, los aumentos en la capacidad de las infraestructuras nunca alcanzaron al crecimiento en el tránsito (Goodwin, 1999). Esto se debe a que a medida que era más fácil y más rápido circular

en automóvil a diferentes destinos se generó un tránsito inducido adicional que no había sido tenido en cuenta en las estimaciones iniciales, haciendo que la infraestructura proyectada y construida termine siendo insuficiente para evitar la congestión en el largo plazo (Blainey & Preston, 2019).

Litman (2022) resume los impactos de este tipo de expansión de rutas a corto y largo plazo, que pueden ser acumulativos en el tiempo o producirse inmediatamente en función del contexto en que se desarrolla, en cuatro órdenes:

- Primer orden: reducción de las demoras de congestión e incremento de las velocidades de viaje.
- Segundo orden: cambios en tiempos, rutas, modos y destinos.
- Tercer orden: cambios en el uso del suelo, desarrollo más disperso y más centrado en el automóvil.
- Cuarto orden: aumento generalizado en la dependencia del automóvil, condiciones degradadas para caminata y viajes en bicicleta (debido a las vías más anchas y mayores flujos vehiculares), servicios reducidos de transporte público (debido a las disminuciones en la demanda) y estigma social asociado a modos alternativos.

La planificación tradicional además tiende a asumir que los nuevos modos de transporte que surgen vienen a reemplazar a los modos más antiguos, más lentos y, por lo tanto, de menor importancia; así, los avances tecnológicos en los automóviles le dan un lugar prioritario en el diseño del transporte frente al transporte público o los modos activos como caminata o bicicleta (Litman & Burwell, 2006).

A partir de las limitaciones e inconvenientes que presenta el modelo *predict and provide* se han planteado nuevos enfoques de planificación de transporte. Mientras que anteriormente se trataba de mejorar el desempeño de los sistemas de transporte en términos de velocidades, conveniencia y capacidad de pago de los modos motorizados lo que favorecía un diseño autocentrista, los nuevos paradigmas de planificación de transporte tienden a la multimodalidad y la comprensión integral de los impactos del transporte (Litman, 2013). Este enfoque es importante en función de que la sociedad en su conjunto recibe distintos beneficios como resultado de la planificación de transporte, pero que no impactan a todas las personas por igual, y no existe una definición clara de que constituye una distribución justa de los beneficios de las inversiones en transporte, ni medidas para poder evaluar el progreso en la distribución de estos beneficios (Martens *et al.*, 2012). En este sentido, la movilidad sustentable provee un paradigma alternativo que tiene en cuenta la complejidad de las ciudades y que empodera la relación entre transporte y uso del suelo (Banister, 2008), asumiendo que todos los modos pueden ser útiles para crear un sistema de transporte balanceado y que no necesariamente es el de mayor velocidad o mayor cantidad de viajes (Litman & Burwell, 2006). Este cambio tiene una raíz fundamental en los impactos medioambientales del transporte en diseños que favorecen al auto, especialmente en cuanto a emisiones, y en el reconocimiento de que las políticas de uso de suelo como el aumento de la densidad y la promoción de usos mixtos son también políticas de transporte (Owens, 1995).

En la comparación entre el paradigma tradicional de planificación de transporte y el paradigma de la sustentabilidad puede plantearse un cambio en el enfoque de la movilidad a la accesibilidad, pasando de un diseño orientado al automóvil donde las medidas de desempeño se basan en niveles de servicios y ahorros en éste modo, a una visión de todos los modos en conjunto donde la medición de los impactos es más integral y basada en el acceso a las actividades en el territorio, como lo que plantea Litman (2013) que se resume en la tabla 1. Además, el enfoque de la sustentabilidad en la movilidad no sólo le da importancia a las cuestiones físicas, sino que también a las sociales, accionando sobre la necesidad de disminuir el número y distancia de los viajes, y la promoción del cambio a modos más sustentables (Banister, 2008).

Tabla 1: Cambios en los paradigmas de planificación de transporte

	Paradigma tradicional	Nuevo paradigma
Definición de transporte	Movilidad, como viaje en términos físicos	Accesibilidad, como la habilidad general de las personas para alcanzar servicios y actividades
Modos considerados	Principalmente automóvil	Multimodal: caminata, bicicleta, transporte público, automóvil, telecomunicaciones y servicios de entrega
Objetivos de planificación	Reducción de la congestión, ahorros en los costos de rutas y vehículos, reducción de accidentes y emisiones por vehículo-kilómetro.	Reducción de la congestión; ahorros en costos de rutas y estacionamiento; asequibilidad; mejora en el acceso para personas desfavorecidas; reducción de accidentes, consumo de energía y emisiones; mejora en la salud pública; objetivos estratégicos en el uso del suelo y reducción de la expansión urbana.
Impactos considerados	Velocidades de viaje y demoras por congestión, costos y tarifas de operación de los vehículos, tasas de accidentes y emisiones.	Variedad de impactos económicos, sociales y ambientales, incluyendo impactos indirectos.
Indicadores de desempeño	Velocidad de los vehículos, nivel de servicio en rutas, tasas de accidentes y emisiones en función de la distancia.	Nivel de servicio multimodal; modelación de la accesibilidad en diversas facetas para calcular el tiempo, los costos monetarios, el confort, la seguridad y los impactos ambientales para acceder a servicios y actividades.
Opciones de mejora favorecidas	Expansión de la infraestructura de vías	Mejoras en las opciones de transporte (caminata, bicicleta, transporte público, etc.), administración de la demanda de transporte, reformas en precios y tarifas, desarrollo de uso del suelo accesible.
Alcance de la planificación	Limitado, la planificación del transporte se considera separada de otras cuestiones que tienen influencia en la planificación.	Planificación integrada y estratégica; las decisiones individuales en el corto plazo deben favorecer los objetivos estratégicos de planificación a largo plazo.

A partir de que la planificación de transporte para la sustentabilidad busca limitar los impactos medioambientales especialmente a través de la reducción de los viajes en auto, puede criticarse que aún su enfoque es autocentrista, tendiendo a sostener aquellos patrones de movilidad o líneas de deseo de viajes que originalmente se realizaban en este modo (Martens, 2017). Como una mejora a este enfoque surge lo que Martens (2017) denomina planificación de transporte para la accesibilidad, que coloca a las personas en el centro del diseño ya que considera como principal objetivo de la planificación el acceso a los destinos.

La medición de los patrones de accesibilidad en una determinada región puede contribuir a que las intervenciones de transporte y uso de suelo estén orientadas al territorio y a la accesibilidad geográfica a oportunidades (Boisjoly & El-Geneidy, 2017). Esto a través de medidas de accesibilidad que describan el acceso relativo a las actividades sociales y económicas de distintos sectores de la población, aunque estos impactos distribucionales no siempre son tenidos en cuenta en las evaluaciones ex ante de proyectos y políticas de transporte (Wee & Geurs, 2011).

2.2.2. Evaluación de proyectos de transporte y movilidad.

La movilidad sostenible puede definirse como la habilidad para satisfacer las necesidades de la sociedad de moverse libremente, ganar acceso, comunicarse, comerciar y establecer relaciones sin sacrificar otros valores esenciales humanos o ecológicos ahora o en el futuro (World Business Council for Sustainable Development, 2001). El *European Council of Ministers of Transport* (ECMT, 2004 *apud* Litman, 2008) selecciona una definición más amplia que indica que un sistema de transporte es sustentable cuando:

- permite que las necesidades básicas de acceso y desarrollo de los individuos, las empresas y la sociedad se cumplan de forma segura y consistente con la salud de los humanos y los ecosistemas, y promueve la equidad intra e intergeneracional;
- es asequible, opera de forma justa y eficiente, ofrece opciones de modos de transporte y sostiene una economía competitiva, así como también un desarrollo regional balanceado;
- limita las emisiones y los desperdicios dentro de las habilidades del planeta para absorberlos, usa recursos renovables a su tasa o por debajo de su tasa de generación, y usa recursos no renovables a su tasa o por debajo de la tasa de desarrollo de sustitutos renovables, mientras minimiza el impacto en el uso del suelo y la generación de ruido.

Esta definición permite identificar tres principales tópicos que engloban el concepto de sustentabilidad: la economía, el ambiente y el desarrollo social. Además, convencionalmente se considera a partir de la definición del Informe Brundtland que la sustentabilidad posee tres dimensiones: económica, social y ambiental. (World Bank, 2016 *apud* Portugal, 2017). Las dimensiones de la sustentabilidad no son excluyentes, sino que se solapan en función de que los impactos de la planificación y los proyectos no son aislados e interactúan entre sí, en distintas temáticas como las que se observan en la figura 1 (Litman & Burwell, 2006).

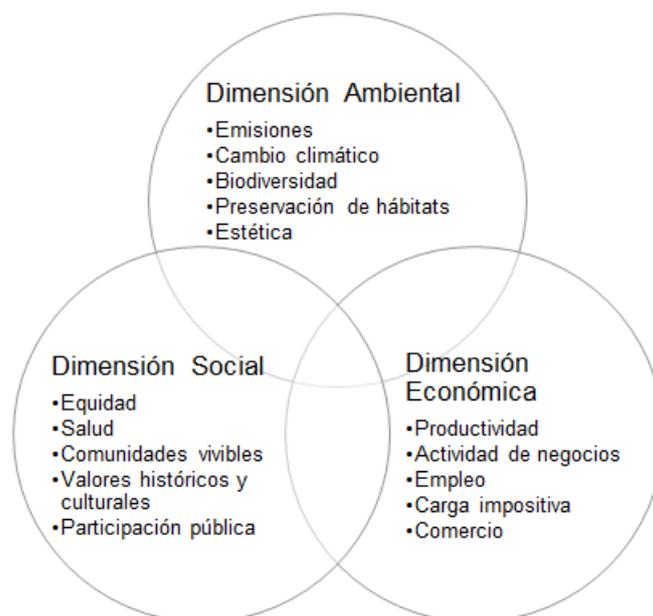


Figura 1: Dimensiones de la sustentabilidad

Mello y Portugal (2017) amplían las dimensiones de la sustentabilidad a través de cinco atributos que consideran que engloba lo que se espera de la movilidad sustentable:

- Productiva: que incluye un uso más racional de los recursos energéticos y las infraestructuras que sea más orientado a los modos de mayor capacidad que sean más efectivos para atender la demanda de viajes, dando prioridad a los modos colectivos y a los usuarios más vulnerables.
- Inclusiva: considerando las condiciones que permitan el acceso de todas las personas, especialmente de aquellas de mayor vulnerabilidad en cuanto a sus limitaciones físicas o limitaciones socioeconómicas.
- Segura: que garantice la salud de la población con la menor cantidad de riesgos, accidentes y muertes en los viajes y en el tránsito.
- Justa socialmente: que presente un nivel de servicio y tiempos de viajes aceptables para toda la población, y que permita el acceso a oportunidades que brinden calidad de vida y bienestar social.
- Verde: con viajes principalmente en modos ambientalmente sustentables, es decir, con menor nivel de emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero, ruido, entre otros.

Los autores también proponen una serie de indicadores, que se observan en la figura 2 (Mello & Portugal, 2017), para ejemplificar la naturaleza de las tres dimensiones y los cinco atributos de forma sencilla, pero que al mismo tiempo son lo suficientemente robustos para expresar los patrones de movilidad de las ciudades.

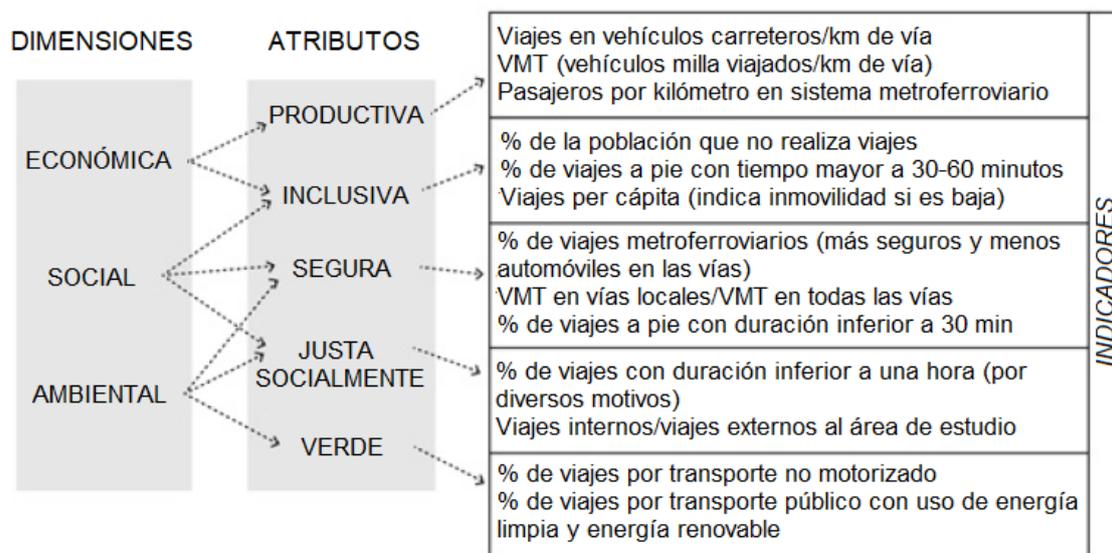


Figura 2: Relaciones entre dimensiones, atributos e indicadores de la movilidad sustentable

En la planificación tradicional de transporte (ver punto 2.2.1.), orientada principalmente al automóvil, los indicadores para su evaluación principalmente consisten en medidas para evaluar el desempeño de este modo, como el nivel de servicio o la velocidad promedio en carreteras, considerando que los autos son más importantes por ser el modo más moderno y por ende el más rápido (Litman & Burwell, 2006).

Para alinearse con los objetivos del desarrollo sustentable (ver figura 1), Litman (2018) propone una serie de indicadores de desempeño dentro de las tres dimensiones de la movilidad sostenible, que se observan en la tabla 2, que actúan como factores específicos que, en conjunto, permiten indicar el progreso en el cumplimiento de los objetivos. A las tres dimensiones de la sustentabilidad ya vistas le agrega un cuarto factor relacionado a la gobernanza y planificación, que es transversal a todo el desarrollo sostenible.

Tabla 2: Metas, objetivos e indicadores de sustentabilidad

Metas de sustentabilidad	Objetivos	Indicadores de desempeño
I. Económica		
Productividad económica	Eficiencia del sistema de transporte Integración del sistema de transporte Maximización de la accesibilidad	- PBI per cápita - Porción de los presupuestos destinados a transporte - Demoras de congestión per cápita
	Sistema de precios e incentivos eficientes	- Sistema de precios eficiente (rutas, estacionamiento, seguro, combustible, etc.) - Priorización eficiente de comodidades
Desarrollo económico	Desarrollo económico y de negocios	- Acceso a oportunidades de educación y empleo - Apoyo a industrias locales

Tabla 2 (continuación): Metas, objetivos e indicadores de sustentabilidad

Eficiencia energética	Minimizar los costos de la energía, particularmente las importaciones de petróleo	- Consumo de energía en el transporte per cápita - Uso de combustibles importados per cápita
Asequibilidad	Que todos los y las residentes puedan costear el acceso a servicios y actividades básicas o esenciales	- Disponibilidad y calidad de modos asequibles (caminata, bicicleta, vehículos compartidos y transporte público) - Porción de los hogares de bajo ingreso que gastan más del 20% de su presupuesto en transporte
Operaciones de transporte eficientes	Operaciones eficientes y administración de activos que maximice el costo eficiencia	- Resultados de auditorías de desempeño - Costos unitarios de servicios de entrega comparados con pares - Calidad de servicio
II. Social		
Equidad/justicia	Que el sistema de transporte acomode a todos los y las usuarios/as, incluyendo aquellos con discapacidades, ingresos bajos, y otras restricciones	- Diversidad del sistema de transporte - Porción de los destinos accesibles por las personas con discapacidades y personas con bajos ingresos
Medidas de seguridad, protección y salud	Minimizar el riesgo de choques y asaltos, y apoyar medidas para mejorar la aptitud física	- Tasas de víctimas de tránsito per cápita (lesionados y víctimas) - Tasas de asaltos (crímenes) a viajeros - Exposición humana a contaminantes dañinos - Porción de viajes caminando o en bicicleta
Desarrollo de la comunidad	Ayudar a crear comunidades inclusivas y atractivas	- Mixtura de usos de suelo - Caminabilidad y ciclabilidad - Calidad de los entornos en rutas y calles
Preservación de la herencia cultural	Respetar y proteger la herencia cultural. Apoyar actividades culturales.	- Preservación de los recursos culturales y las tradiciones - Capacidad de respuesta rápida a las comunidades tradicionales
III. Ambiental		
Estabilidad ambiental	Reducir emisiones de gases de efecto invernadero Mitigar los impactos del cambio climático	- Emisiones per cápita de gases (CO ₂ , CFCs, CH ₄ , etc.)
Prevenir la contaminación del aire	Reducir emisiones de contaminantes Reducir la exposición a contaminantes perjudiciales	- Emisiones per cápita de gases (PM, VOCs, NO _x , CO, etc.) - Estándares de calidad del aire
Minimizar el ruido	Minimizar la exposición al ruido del tránsito	- Niveles de ruido
Proteger la calidad del agua y las funciones hidrológicas	Minimizar la contaminación del agua Minimizar las superficies impermeabilizadas	- Consumo de combustible per cápita - Gestión de aceites usados, pérdidas y agua de lluvia - Superficie impermeabilizada per cápita
Protección del espacio abierto y la biodiversidad	Minimizar el uso de suelo de los equipamientos de transporte Promover el desarrollo compacto Preservar los hábitats de alta calidad	- Suelo dedicado a equipamientos de transporte per cápita - Apoyo al desarrollo y crecimiento inteligente - Políticas para proteger suelo rural de alta calidad y hábitats

Tabla 2 (continuación): Metas, objetivos e indicadores de sustentabilidad

IV. Buena gobernanza y planificación		
Planificación integrada, general e inclusiva	Proceso de planificación claramente definido	- Metas, objetivos e indicadores claramente definidos
	Análisis integrado y exhaustivo	- Información y documentos de planificación disponibles
	Fuerte compromiso con la ciudadanía	- Porción de la población involucrada en las decisiones de planificación
	Planificación de menor costo	- Rango de objetivos, impactos y opciones consideradas - Eficiente y equitativa distribución de los fondos

2.2.2.1. Técnicas de evaluación generales de la movilidad sostenible.

Existen antecedentes de diversas metodologías para evaluar el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible en los proyectos y la planificación del transporte y la movilidad. En la tabla 3 se resumen trabajos obtenidos a través de una búsqueda en *SCOPUS* y *Google Scholar*, en el cual se consideraron los resultados más relevantes para técnicas de evaluación de la movilidad sostenible desde 2010 que, tal como se expuso anteriormente, se presenten a través de conjuntos de indicadores relacionados a distintas dimensiones de la sustentabilidad, con excepción del trabajo de Mihyeon Jeon & Amekudzi (2005) por ser ampliamente citado en los trabajos referenciados.

Tabla 3: Revisión bibliográfica de metodologías para evaluación de movilidad sustentable

Autor, año	Objetivo	Indicadores utilizados	Principales resultados
Mihyeon Jeon & Amekudzi (2005).	Evaluar los enfoques de distintas iniciativas de transporte sustentable en Norteamérica, Europa y Oceanía para caracterizar la forma en que se mide la sustentabilidad en distintos planes y programas.	En las 16 iniciativas evaluadas se identificaron indicadores relacionados al transporte (v.g. volúmenes de viaje, partición modal), económicos (v.g. densidad, empleo), ambientales (v.g. emisiones, consumo de combustible) y socio/culturales (v.g. accesibilidad, beneficios por zona, cobertura).	No existe una definición estandarizada de transporte sustentable, pero si hay consenso de que debe incluir cuestiones de economía, ambiente y bienestar social, aunque no consideran el valor de la educación para traccionar hacia tendencias más sustentables.

Tabla 3 (continuación): Revisión bibliográfica de metodologías para evaluación de movilidad sustentable

Autor, año	Objetivo	Indicadores utilizados	Principales resultados
National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2011).	Proveer un entorno flexible a las agencias de transporte que quieran incorporar medidas de evaluación del desarrollo sostenible en sus proyectos a través de una guía metodológica.	Metas (en cuanto a seguridad, accesibilidad, eficiencia del sistema, seguridad, viabilidad económica, ecosistemas, entre otras), objetivos y medidas de desempeño, que deben verificarse en una lista de control.	Agencias como la California Department of Transportation, o la Chicago Metropolitan Agency for Planning (CMAP) aplicaron esta metodología a sus proyectos.
Hernández & Witter (2011).	Discutir los fundamentos y los componentes sobre los que debería diseñarse un sistema de información para el diagnóstico del estado de la movilidad en general sobre el que se base la toma de decisiones, a través de diversas disciplinas y técnicas.	Estudios cualitativos. Encuestas Origen-Destino: indicadores como partición modal, propósitos de viaje, etc. Encuestas de motilidad: p. ej. % que evalúa al transporte público como malo o muy malo. Análisis con Sistemas de Información Geográfica: p. ej., cobertura de los sistemas de transporte.	Los métodos de ingeniería y los enfoques cualitativos más usados para diagnosticar el transporte público y la movilidad no siempre son suficientes por sí mismos para captar los problemas y necesidades de las ciudades.
Haghshenas & Vaziri (2012).	Categorizar a distintas ciudades alrededor del mundo a través de un índice compuesto para calificar el transporte urbano sustentable.	Tres indicadores de cada dimensión de la sustentabilidad para el cálculo de un índice normalizado, obtenidos de la base de datos de la UITP y seleccionados según estudios previos; entre ellos emisiones, consumo de energía y de suelo, costos y tiempos de viaje, siniestralidad vial y medidas de cobertura del sistema de transporte.	Las ciudades de países desarrollados de Asia y Europa tienen los mejores índices generales por tener mejor transporte público y no motorizado. Las ciudades más densas tienen mejor índice general que las menos densas. Ciudades de Norteamérica y Oceanía, con mayor uso de vehículo privado, tienen peores índices ambientales, lo contrario sucede en ciudades de Latinoamérica, Asia y África.

Tabla 3 (continuación): Revisión bibliográfica de metodologías para evaluación de movilidad sustentable

Autor, año	Objetivo	Indicadores utilizados	Principales resultados
Santos & Ribeiro (2013).	Definir indicadores para el monitoreo de políticas públicas en la ciudad de Río de Janeiro que permitan asistir el proceso de decisión en el sector transporte.	Seleccionan 20 indicadores de la revisión de 14 estudios previos en las tres dimensiones de la sustentabilidad; por ejemplo, emisiones de CO ₂ per cápita para ambiental, costos de congestión per cápita para económica, y acceso a transporte público para social.	Algunos de los objetivos no pudieron monitorearse porque no había una política de acción clara. Debieron agregarse indicadores sociales y económicos para completar el conjunto de indicadores.
Institute for Sustainable Infrastructure (2015).	Servir de herramienta para la planificación y el diseño, promoviendo mejoras en el desempeño de la sustentabilidad, en todos los aspectos de las tres dimensiones, y la resiliencia de infraestructuras físicas desde su etapa de planificación y en todo el ciclo de vida de proyecto.	Consiste en 60 criterios de sustentabilidad que suman créditos estructurados en 5 categorías. Incluye temáticas como la mejora en la calidad de vida y la salud; mejora en la movilidad y accesibilidad; fomento de medios alternativos de transporte; preservación de recursos históricos, paisajísticos y culturales; preservación de hábitats y biodiversidad; colaboración; reducción de emisiones; adaptabilidad y gestión de riesgos; uso de energía y reciclaje, etc.	Es usado en más de 200 agencias públicas de distintos niveles en Estados Unidos y Canadá para proyectos de rutas, transporte público, equipamientos de energías renovables, entre otros. Además, en el sector privado se puede obtener una calificación Envision según los mismos parámetros.
Rodrigues da Silva <i>et al.</i> (2015).	Evaluar y comparar las condiciones de movilidad de cinco macrorregiones de Brasil a través del Índice de Movilidad Urbana Sustentable (I_SUM)	Estructura jerárquica con 9 dominios, 37 temas y 87 indicadores, entre ellos accesibilidad, fragmentación urbana, emisiones, ruido, consumo de combustible, equidad, participación ciudadana, política de movilidad urbana, densidad de la red, señalización, calidad de ciclovías y veredas, tiempo de viaje, accidentes, congestión, motorización, etc.	Las ciudades localizadas en los sectores de mayores ingresos tienen mejor índice, el tamaño de la ciudad y el dominio de transporte no motorizado son también importante en su desempeño. La disponibilidad y la calidad de los datos para el cálculo de los indicadores es variable en las distintas ciudades.

Tabla 3 (continuación): Revisión bibliográfica de metodologías para evaluación de movilidad sustentable

Autor, año	Objetivo	Indicadores utilizados	Principales resultados
Mello & Portugal (2017).	Identificar los indicadores de la movilidad sustentable a priorizar y alcanzar en un escenario de organización espacial, según escalas territoriales, y sus respectivos indicadores de accesibilidad, que puedan promover esta movilidad.	Atributos de la movilidad productiva (pasajeros/kilómetro), inclusiva (% de no viajes), segura (% de viajes en modos más seguros), justa socialmente (% de viajes de menos de una hora), verde (% de viajes en modos no motorizados). Accesibilidad macroscópica y mesoscópica (en función de tiempos de viaje y características de la oferta).	Presenta un enfoque alternativo, con una concepción de transporte integrado, usa mecanismos menos complejos y costosos, fomenta procesos de toma de decisiones más participativos y permite evaluar el grado de equidad de los servicios.
Naganathan & Chong (2017).	Utilizando las matrices SSTP (State Sustainable Transportation Performances), evaluar la sustentabilidad de las políticas y sistemas de transporte a nivel estatal en EEUU a través del análisis de indicadores de sustentabilidad.	Se utilizan 18 indicadores, como ser: presupuesto; población; vehículos privados registrados; autos per cápita; cantidad de pasajeros; uso de energía renovable; producción de biocombustible; consumo de gasolina y etanol; energía en relación al producto bruto interno; emisiones de carbono.	California tiene tasas de emisión y consumo de energía preocupantes. Wyoming y Alaska tienen baja densidad de población y poseen mayor margen de desarrollo. Valores como el número de pasajeros, de vehículos registrados y la densidad de población dan una idea del uso del transporte público.
Litman (2018).	Proveer una guía para el uso de indicadores que promuevan la planificación sostenible y viable del transporte.	Recomienda la utilización de un conjunto de indicadores que reflejen distintos niveles de análisis; incluyendo indicadores económicos, como tiempo de viaje y demoras de congestión, sociales, como calidad de la movilidad no motorizada y del transporte para grupos vulnerables, y ambientales, como ruido y emisiones.	Recomienda 32 indicadores importantes, útiles y especializados de las tres dimensiones. Además, indica que para realizar análisis de equidad se deben considerar especialmente los sectores más vulnerables de la población en función de sus capacidades, nivel de ingreso, grupos de edad, etc.

Tabla 3 (continuación): Revisión bibliográfica de metodologías para evaluación de movilidad sustentable

Autor, año	Objetivo	Indicadores utilizados	Principales resultados
ITDP (2019).	Proveer un conjunto de indicadores para desarrollar efectivamente políticas de transporte sustentable y medir su efectividad.	Indicadores de tres categorías: proximidad (personas, empleos, población de bajo ingreso con acceso a transporte público rápido y frecuente), acceso (accesibilidad a empleos por modos sustentables y accesibilidad de las personas a modos sustentables en 30 o 60 minutos), y características de la ciudad (densidad, participación del transporte sustentable).	Del análisis de 25 ciudades, los indicadores de accesibilidad a empleos y personas cercanas a transporte público frecuente predicen mejor particiones modales más sustentables; y la accesibilidad de los sectores vulnerables a empleos poco calificados es menor que la accesibilidad a empleos en general para toda la población.
Pereira <i>et al.</i> (2019).	Evaluar las desigualdades de acceso a oportunidades de las mayores ciudades brasileras en el año 2019, con estimaciones de acceso a empleos, servicios de salud y educación.	Tiempo mínimo de acceso a oportunidad más próxima y número total de oportunidades a las que se puede acceder en un intervalo de tiempo.	La población blanca y de altos ingresos tiene en promedio mayor acceso a oportunidades que la población negra y pobre en las ciudades estudiadas independientemente del medio de transporte.
European Commission (2022).	Proveer un sistema de indicadores prácticos y confiables para ayudar a las ciudades a evaluar la movilidad de forma estandarizada, para aplicar planes y proyectos de movilidad y medir su eficiencia.	Capacidad de pago de los sectores más pobres, accesibilidad de personas con movilidad reducida, emisiones de contaminantes, ruido, número de muertes en ruta, acceso a servicios de movilidad, emisiones, congestión, entre otros.	Desde 2017 un grupo piloto de 50 ciudades subieron voluntariamente un total de 473 indicadores que forman la línea de comparación inicial de la metodología.

2.2.2.2. Técnicas de evaluación orientadas aspectos sociales de la movilidad sostenible.

Tal como fue introducido en el punto 2.2.2. la sustentabilidad puede dividirse en tres dimensiones principales: económica, social y ambiental. Dentro de la dimensión social, como complemento de las técnicas expuestas en el apartado anterior, existe otro tipo de enfoque para la evaluación de proyectos de transporte orientado a identificar las diferencias entre la oferta y las necesidades de transporte. Estas técnicas pueden permitir detectar inequidades en la distribución de los impactos de la planificación de transporte, que inevitablemente van a variar entre las comunidades dentro de un área urbana (Martens *et al.*, 2012).

La accesibilidad, a la cuál Boer (1986) considera un fin más que un impacto del transporte, se distribuye de manera desigual tanto en el territorio como dentro de la sociedad en función de la distancia de las personas a las actividades y sus habilidades para poder superar esa distancia. En el mismo trabajo de Boer (1986) se trata como un problema social considerable este desigual acceso al transporte y, a través de él, a las actividades, y los grupos de personas desfavorecidos por estas diferencias se generan por discrepancias entre las oportunidades y las necesidades de transporte. Estas oportunidades de transporte se definen por una serie de factores, a saber:

- Factores financieros: referidos a la relación entre el nivel de ingresos y los costos.
- Factores físicos: capacidades físicas de las personas para usar vehículos.
- Factores mentales: facultades mentales de las personas para usar vehículos en determinadas condiciones de tránsito.
- Factores jurídicos: se refiere a los requisitos formales que debe cumplir una persona para usar un vehículo en particular.
- Factores sociales: según los roles de los individuos en el hogar que los posicionan para el uso o no de determinados vehículos, y su relación con el ambiente social para definir sus posibilidades de compartir transporte.
- Factores geográficos: distancia a los servicios de transporte público.
- Factores temporales: momento en el tiempo, duración y frecuencia en la que se puede utilizar cada modo de transporte y la velocidad que llega a alcanzar con esas características operativas.

En tanto, las necesidades de transporte son definidas por:

- Dimensión espacial de las actividades: se refiere a la ubicación de las actividades en cuanto a la distancia y patrón de distribución en el territorio.
- Dimensión temporal de las actividades: tiempo en que las actividades están disponibles y tiempo de espera para su aprovechamiento.
- Patrones de actividades de los individuos relacionados con el tipo de necesidad: pueden ser necesidades básicas, como alimentación, o complementarias, como actividades de ocio.
- Patrones de actividades de los individuos relacionados con el tiempo: duración y frecuencia de las actividades.
- Patrones de actividades de los individuos relacionados con el espacio: definidos por condiciones materiales como la existencia de los medios para realizar las

actividades, o por cuestiones sociales como actividades que se realizan en conjunto.

Las necesidades de transporte pueden ser evaluadas, según el mismo trabajo de Boer (1986), en función de los siguientes enfoques:

- normativo, comparando el patrón de actividades reales con un umbral mínimo de actividades a alcanzar;
- relativo, o lo que puede llamarse demanda latente, comparando el nivel de actividad de grupos favorecidos con bajo nivel de necesidad con otros grupos desfavorecidos que tienen menor acceso a oportunidades;
- de privación, determinando la forma en la que un patrón de actividades más pobre afecta el bienestar general de las personas en función de su estilo de vida en general y de sus decisiones de localización en particular;
- de adaptación, evaluando los patrones de actividades y los consecuentes impactos en el bienestar general de las personas en entornos cambiantes, considerando las capacidades de adaptación de las personas.

Los métodos revisados para la evaluación de las necesidades de transporte utilizan indicadores socioeconómicos de la población, indicadores respecto a la calidad de los servicios de transporte público disponibles y la distribución de las distintas actividades en el territorio. Currie & Wallis (1992); Nutley (2003) *apud* Currie (2004) identifican un rango de enfoques cuantitativos para el análisis de las necesidades de transporte que incorporan valores de población en general y población objetivo, tamaño y distribución de los grupos sociales, disponibilidad de la oferta de transporte y medidas de impedancia en el acceso a oportunidades como puede ser la distancia, el costo o la accesibilidad. Por ejemplo, para el caso de áreas rurales de Australia, Currie (2004) calcula un puntaje de 0 a 100, utilizando una suma ponderada de indicadores estandarizados como personas adultas sin autos o accesibilidad, para identificar las necesidades de transporte y comparar la brecha en función de niveles altos o bajos entre estas necesidades y el costo generalizado de los viajes en un determinado tiempo y para distintos propósitos de viaje. En Latinoamérica, más específicamente en Colombia, Jaramillo *et al.* (2012) hacen una aplicación de Currie (2004) para Santiago de Cali utilizando como indicador de necesidades sociales de transporte el puntaje obtenido de la suma ponderada de factores personales (como posesión de vehículo particular, cantidad de adultos mayores, personas con discapacidad, infancias, situación socioeconómica, entre otros) y factores territoriales en función del nivel de accesibilidad a distintas actividades; y a este indicador lo comparan con el indicador de la provisión de transporte público, que considera el número de paradas, la capacidad y la frecuencia de los servicios.

Existen también otro tipo de técnicas de evaluación de las necesidades de movilidad basadas en tasas de viajes, como es el caso de los trabajos de los departamentos de transporte (DOT por las siglas en inglés de *Department of Transportation*) de distintas ciudades en Estados Unidos. En Iowa, el DOT (2009) utiliza tres modelos para estimar necesidades de transporte. Los dos primeros, el enfoque Arkansas y el modelo desarrollado por el Washington DOT, se utilizan para áreas rurales o semi-rurales que usualmente utilizan servicios tipo *paratransit* (transporte especial, servicios con rutas y/o

cronogramas flexibles que complementan al sistema de transporte público) o sistemas mixtos, y ambos utilizan como datos de base las tasas de viaje por grupos de personas (adultas mayores, personas con bajo ingreso y personas con discapacidad, entre otros). El tercer modelo, denominado *mobility-gap* o brecha de movilidad que evalúa la potencial diferencia entre viajes diarios, mensuales o anuales que hacen los hogares en función de su posesión de vehículo particular, utilizando como indicador objetivo la cantidad de viajes anuales hechos en por un hogar típico con dos autos o más. Otro caso de evaluación de necesidades de transporte en función de la demanda de viajes es el trabajo de la *Federal Transit Administration* (2013), que utiliza de base los resultados de encuestas domiciliarias y toma los viajes al trabajo de las personas de menores ingresos para analizar los flujos predominantes de viajes entre zonas e identificar desbalances entre los sectores con mayores flujos y los sectores con mayor oferta de transporte.

Similar a estos trabajos, pero bajo otro concepto asociado, están las medidas tradicionales de movilidad utilizadas para evaluar la pobreza de transporte (Lucas *et al.*, 2016). Estos estudios apuntan a medir los patrones de viaje de diferentes grupos sociales usando estratificaciones como género o edad, y utilizando indicadores como tasas de viajes por persona, distancia o tiempos de viaje (Moore *et al.*, 2013 *apud* Lucas *et al.*, 2016).

2.3. FORMAS DE RELEVAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS DE MOVILIDAD.

En el apartado 2.2.2.1. se presentó una revisión de distintas metodologías de evaluación de la movilidad sostenible compuestas por conjuntos de indicadores que reflejan diversos aspectos de la sustentabilidad (ver tabla 3). Entre ellos, un factor importante a considerar son las características de los patrones de movilidad, en función de medidas como volúmenes de viajes, partición modal y uso de los diferentes modos disponibles (por ejemplo, Mihyeon Jeon & Amekudzi, 2005; Santos & Ribeiro, 2013; Mello & Portugal, 2017; Litman, 2018).

Una fuente de información tradicional para caracterizar la demanda son las encuestas domiciliarias de viajes, también llamadas encuestas origen-destino (EOD). Hernández y Witter (2011) las definen como un elemento crucial para determinar patrones de viajes a nivel urbano, a pesar de que solamente reflejan una parte de la movilidad en las ciudades ya que contabilizan la demanda observada. Su mejor aprovechamiento puede darse cuando se combinan indicadores convencionales de las EOD como cantidad de viajes, modo, distribución horaria y por motivos, con las características socioeconómicas de la población (Hernández & Witter, 2011).

En la Ciudad de Córdoba existen antecedentes de encuestas de movilidad desde 1973, con el estudio denominado sistema integral de transporte colectivo masivo para la Ciudad de Córdoba y su área metropolitana, que se realizó para caracterizar las líneas de deseo de viajes. Este trabajo fue actualizado en 1994 por el Instituto de Estadísticas y Demografía de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba, con la realización de nuevas encuestas de viaje con la misma zonificación

anterior, que dividía la ciudad en 43 zonas de transporte, con pequeñas modificaciones para coincidir con los radios censales de 1991 y 1981. En el año 2000 se realizaron dos nuevas encuestas: una por parte del Instituto de Estudios sobre Realidad de América Latina en conjunto con el Instituto de Estadísticas y Demografía de la Universidad Nacional de Córdoba; y otra realizada por el Instituto Superior en Ingeniería del Transporte por encargo de la Municipalidad de Córdoba (Falavigna, 2009). La EOD más reciente de la Ciudad de Córdoba se realizó en el año 2009 (De Beláustegui, 2011).

En la tabla 4 se resumieron algunas de las encuestas de movilidad disponibles en América Latina. Su revisión busca servir de guía para caracterizar los patrones de viaje a través de diversos indicadores en conjunto con características demográficas, económicas y sociales.

Tabla 4: Encuestas de movilidad en Latinoamérica

Autor, año	Lugar de estudio	Principales indicadores	Zonificación	Nivel de desagregación
De Beláustegui (2011)	Ciudad de Córdoba y 15 localidades del área metropolitana: Villa Carlos Paz, Alta Gracia, Malagueño, Bower, La Calera-Dumesnil, Saldán, Villa Allende, Mendiolaza, Unquillo, Río Ceballos, Juárez Celman, Malvinas Argentinas, Mi Granja, Montecristo y Toledo.	<p>Características de las personas que viajan: cantidad de viajes; porcentaje de no viajes; tasa de viajes por persona y por persona que viaja; distribución por edades, por nivel de ingreso, por género, por localidad, por nivel educativo.</p> <p>Modos de transporte: distribución modal; porcentaje de personas en cada modo, motorizados y no motorizados, públicos y privados, masivo e individual; modos por localidad, género, edad, nivel educativo, actividad, nivel socioeconómico.</p> <p>Motivos de viaje: distribución, personales y ocupacionales, según tipo de servicio, por localidad, por género, por edad, por nivel educativo, por actividad, cadenas de viaje.</p> <p>Tiempos: horarios de inicio de los viajes, distancia y duración de los viajes, periodicidad.</p>	73 zonas de transporte en la Ciudad de Córdoba y 15 para el resto de las localidades. Las zonas son homogéneas en cuanto a cantidad de viviendas, características de su desarrollo urbano y condiciones socioeconómicas.	Etapas de viajes, viajes, personas, hogares. Valores por zona y separados en Ciudad de Córdoba, Área Metropolitana y Área Metropolitana sin Ciudad de Córdoba.
Mauttone & Hernández (2017)	Área metropolitana de Montevideo	<p>Hogares: tenencia media de vehículos por hogar por nivel socioeconómico y localidad.</p> <p>Personas: clasificación de personas según tipo de movilidad, nivel socioeconómico, departamento, sexo; cantidad media de viajes por persona según nivel socioeconómico, localización geográfica y sexo.</p> <p>Viajes: según modo principal y propósito, nivel socioeconómico, localización geográfica, sexo; clasificados por modo principal y nivel socioeconómico, localización geográfica y sexo; cantidad media de etapas por viaje y duración media según su modo principal agregado y localización geográfica; duración media de los viajes según su propósito.</p> <p>Distribución espacial de viajes: destinos, producciones y atracciones.</p>	Las localidades se agrupan en 18 conglomerados urbanos: Montevideo y 17 conglomerados fuera de Montevideo. Los conglomerados se agrupan en 12 estratos: cuatro en Montevideo y ocho fuera de Montevideo	Etapas de viajes, viajes, personas, hogares. Valores por departamento y separados Montevideo y resto del Área Metropolitana sin Montevideo.

Tabla 4 (continuación): Encuestas de movilidad en Latinoamérica

Autor, año	Lugar de estudio	Principales indicadores	Zonificación	Nivel de desagregación
Steer <i>et al.</i> (2019)	Ciudad de México y municipios conurbados: 16 alcaldías de la Ciudad de México, 59 municipios del estado de México y un municipio en el estado de Hidalgo	<p>Caracterización de los desplazamientos: cantidad de viajes entre semana y en sábado; origen y destino de los viajes por género.</p> <p>Propósito del viaje: distribución de viajes de mujeres y hombres según su propósito entre semana y sábado; promedio de viajes diarios entre semana por género.</p> <p>Modos: partición modal por género; partición modal de viajes de cuidado por género; partición modal de viajes de trabajo por género; partición modal de viajes según nivel socioeconómico por género</p> <p>Destinos de los viajes laborales y del cuidado de las mujeres y los hombres entre semana</p> <p>Perfil de las personas en viajes de cuidado de personas: nivel socioeconómico, edad, género</p> <p>Viajes internos: porcentaje de viajes del cuidado y laborales entre semana por género; distribución de viajes por propósito entre semana; porcentaje de viajes entre semana por género; porcentaje de viajes por motivo cuidado entre semana por género.</p> <p>Viajes de cuidado: porcentaje de viajes de mujeres entre semana y sábado.</p> <p>Viajes en vehículo privado: uso del vehículo privado en hogares con uno y dos vehículos en casa por nivel socioeconómico y por género.</p> <p>Inmovilidad: personas que contestaron no haber viajado por género; distribución por edad y por género.</p> <p>Encadenamiento: por propósito por género; por nivel socioeconómico por género.</p>	-	Vivienda, hogar, persona, viaje, tramo de viaje, en función de la EOD 2017. Valores para la Ciudad de México y el conjunto de los municipios conurbados, algunos valores para alcaldías de la Ciudad de México.
Unión Temporal Steer - CNC (2019)	Bogotá y los 18 municipios vecinos: Bojacá, Cajicá, Chía, Cota, El Rosal, Facatativá, Funza, Gachancipá, La Calera, Madrid, Mosquera, Sibate, Soacha, Sopó, Tabio, Tenjo, Tocancipá y Zipaquirá.	<p>Cantidad de viajes: por zona y municipio, en función de características de las personas.</p> <p>Tasa de viajes: por hogar y por persona, en función de su localización geográfica, estrato de vivienda, modo, ocupación, grupo etario, discapacidad y sexo.</p> <p>Partición modal: según localización geográfica, estrato de vivienda, modo, grupo etario, discapacidad y sexo.</p> <p>Propósitos de viajes: en el área y por modo.</p> <p>Etapas de los viajes: número de etapas, partición modal y principales combinaciones de modos.</p> <p>Distribución horaria de los viajes: por modo, por propósito y por localidad.</p> <p>Tiempo de los viajes: por modo, por localidad y por estrato. Tiempo de espera y estructura de los viajes.</p> <p>Distancia de caminata de los viajes en transporte público: por estrato de vivienda y por localidad, distancia promedio y estructura de viajes.</p> <p>Uso de aplicaciones tecnológicas en los viajes: para planear o guiar el viaje, por localidad.</p> <p>Gasto en transporte público por viaje en Bogotá</p> <p>Autocontención de los viajes en el área.</p> <p>Origen y destino de los viajes.</p>	137 UTAM (Unidades Territoriales de Análisis de la Movilidad)	Viajes, personas, hogar, vehículos, etapas. Valores por UTAM y por municipio.

Metodología para evaluar aspectos sociales del transporte público a través de indicadores de accesibilidad - aplicación en la Ciudad de Córdoba
 Ing. Lucila Martinazzo

Tabla 4 (continuación): Encuestas de movilidad en Latinoamérica

Autor, año	Lugar de estudio	Principales indicadores	Zonificación	Nivel de desagregación
ANTP (2020)	533 municipios de Brasil con una población superior a 60 mil habitantes en 2014	<p>Movilidad: viajes anuales por modo principal y por tamaño de municipio; distribución porcentual de viajes por modo y por tamaño de municipio; índice de movilidad por modo de transporte; desplazamientos totales por modo agregado y tamaño de municipio; índice de movilidad considerando desplazamientos en comparación con viajes por modo agregado.</p> <p>Distancias: distancias anuales recorridas por personas por modo de transporte y tamaño del municipio; distribución porcentual de las distancias recorridas por las personas por modo; distancias de viaje por usuario, por modo agregado y tamaño de municipio.</p> <p>Tiempo: consumo anual de tiempo por modo de transporte; distribución porcentual del consumo de tiempo por modo y tamaño de municipio; consumo de tiempo diario por habitante, por tamaño de municipio y modo agregado; tiempo promedio de viaje por modo agregado y tamaño de municipio.</p>	533 municipios de Brasil con una población superior a 60 mil habitantes en 2014	Viajes, personas y desplazamientos que componen un viaje. Valores a nivel país y por tamaño de municipio
Demoraes <i>et al.</i> (2020)	Área Metropolitana de Bogotá según base de datos Encuesta de Movilidad de 2019.	<p>Caracterización de los viajes: duración de los viajes según motivo; costo; número promedio y máximo de etapas por viaje; calificación de la experiencia de los usuarios; cantidad de agresión o delito en los viajes; uso de motocicletas y bicicletas.</p> <p>Acceso a un modo de transporte: tiempo de caminata hasta tomar el primer modo de transporte; tiempo de espera; número de modos de transporte disponibles para el primer viaje desde la casa.</p> <p>Equipamiento de los hogares en medios de desplazamiento: tasa de motorización, de equipamiento en motocicletas, de equipamiento en bicicletas.</p> <p>Frenos a la movilidad y medidas compensatorias: impedimento a la movilidad por falta de dinero; porcentaje de personas que viajan con subsidio.</p> <p>Polarización y flujos: salidas y llegadas con motivo trabajo, saldo.</p>	117 UTAM en el Distrito Capital y 20 en los municipios periféricos.	Viajes, personas y hogares. Valores por UTAM y por zona de residencia.
Moscoso <i>et al.</i> (2021)	Barranquilla, Bucaramanga y Pasto	<p>Aspectos cuantitativos: distribución porcentual de motivos de viaje en hombres y mujeres; perfil del horario de los viajes por motivo de cuidado o trabajo o estudio para jefas y jefes del hogar; porcentaje de viajes por modo según género; partición modal de viajes en según género y por estrato socioeconómico; motivo de viaje según rango etario; distribución horaria de viajes diarios; porcentaje de siniestros por sexo.</p> <p>Aspectos cualitativos: razones que impiden caminar; estado de los andenes; ciclo-infraestructura disponible; actitud de los conductores de vehículos motorizados; tenencia de bicicleta; habilidades suficientes para usar bicicleta; riesgo de ser atacadas; acoso sexual.</p> <p>Barreras: en los patrones de movilidad (movilidad del cuidado, factores socioculturales, edad, diversidad); de seguridad personal; de seguridad vial; de participación laboral.</p>	Datos relevados por municipio.	Viajes y personas. Los valores se obtuvieron por municipio en función de los datos disponibles.

En algunos antecedentes presentados se incorpora como dimensión de análisis fundamental la perspectiva de género, que es transversal a todas las medidas presentadas y a las formas de relevamiento (ver Steer *et al.*, 2019; Moscoso *et al.*, 2021). La inclusión consciente y deliberada de la perspectiva de género en los relevamientos pone en evidencia prácticas y experiencias diferenciales de las mujeres respecto a los hombres en los patrones de movilidad, en las percepciones sobre el espacio y las estrategias de uso del mismo; además de que en este tipo de estudios de movilidad es posible identificar cómo la diferencia de género se traduce en desigualdad espacial, violencia, dependencia e incluso inmovilidad (Jirón & Zunino Singh, 2017).

En general, los patrones de movilidad de las mujeres son más complejos y fragmentados, involucrando mayor cantidad de viajes relacionados con las tareas del hogar y el transporte de menores de edad, con mayor cantidad de viajes por los múltiples traslados adicionales para cumplir con tareas no remuneradas y, por lo tanto, un mayor número de paradas en comparación con los hombres (Galiani y Jaitman, 2016; Rozas y Salazar, 2015; Encuesta de Montevideo, 2016; BID, 2013 *apud* Jaimurzina *et al.*, 2017). Otras necesidades particulares que surgen de los patrones de movilidad de las mujeres es que en general viajan acompañando a otras personas, como menores de edad, adultos mayores o personas con movilidad reducida, viajes que tienen requerimientos diferentes en cuanto a facilidades de acceso y espacio disponible. Además, las mujeres son las mayores usuarias de transporte público y realizan mayor cantidad de viajes a pie y menor cantidad de viajes en auto que los hombres (Jaimurzina *et al.*, 2017); teniendo en cuenta también que en aquellos hogares donde hay automóvil tienden a usarlo los hombres de la familia y no las mujeres, además de que en general es menos probable que las mujeres tengan licencia de conducir (Levy, 2013).

La planificación de transporte no reconoce estas posiciones sociales diferenciales de las personas, pero tampoco es neutral, ya que se basa en supuestos que son sesgados como su entendimiento de la estructura de los hogares y la división de tareas. Reconocer la posición social de las personas usuarias en intersección con sus roles y relaciones sociales permite mejorar la calidad de las evaluaciones de transporte en cuestiones distribucionales, porque las decisiones de viaje también se basan en estas diferencias en el uso y apropiación del espacio público (Levy, 2013).

Un rol social que tradicionalmente es asignado a las mujeres está relacionado a tareas reproductivas y de cuidado del hogar y de otras personas. En Argentina, según la Encuesta Permanente de Hogares del cuarto trimestre de 2021 (INDEC, 2021 *apud* Shokida Natsumi *et al.*, 2021) del total de personas que realizan tareas domésticas en la totalidad de los hogares, un 70% son mujeres y un 30% son varones.

El concepto de movilidad del cuidado, acuñado por Inés Sánchez de Madariaga (2009, 2010), permite cuantificar, evaluar y hacer visible los viajes relacionados al cuidado, entendidos como aquellas tareas no remuneradas realizadas por personas adultas hacia menores de edad u otras personas dependientes, incluyendo las tareas relacionadas al cuidado del hogar. Se posiciona como un contrapuesto al análisis de patrones de viaje que usualmente se centra en actividades remuneradas, que incluye actividades como acompañar a otras personas, compras para la vida cotidiana,

mantenimiento del hogar, trámites organizativos y administrativos, tareas de cuidados a personas enfermas o personas mayores, y son determinados por patrones de viaje encadenados o multi-propósito. Muchas veces estos viajes se ocultan en otros motivos como actividades recreativas o viajes personales, otras veces no se cuentan por su corta distancia o duración. Así, la movilidad del cuidado queda subrepresentada, pero cuando se combinan estos motivos se constituyen como una significativa proporción de los viajes totales. Para considerarlos es necesario que las encuestas tengan preguntas específicas y detalladas para separar los viajes de cuidado, con una capacitación adecuada de las personas que realizan las encuestas para que sepan transmitir a que tipo de viajes remiten (Sánchez de Madariaga & Roberts, 2013).

Para evidenciar los patrones de movilidad diferenciales de las mujeres es necesario no solo la revisión de los cuestionarios, la forma y tipo de preguntas en las encuestas domiciliarias, sino también que los análisis de resultados sean hechos desde una perspectiva de género interseccional que visibilice las diferencias y las desigualdades de género. Para ello, deben incluirse análisis cruzados de tipo y motivos de viaje, modos de transporte, intermodalidad, tiempos de viaje, etc., con las características demográficas de las personas, para mostrar cómo el género, las responsabilidades de cuidados o el nivel socioeconómico condicionan los patrones de movilidad. Además, considerar las características particulares de la movilidad de las mujeres para que los análisis no se concentren sólo en viajes individuales, productivos, de tipo pendular (hogar-trabajo-hogar) y en modos motorizados, que son los que usualmente realizan los hombres (Ortiz Escalante *et al.*, 2021).

2.4. MEDIDAS DEL IMPACTO SOCIAL DE PROYECTOS DE TRANSPORTE Y MOVILIDAD.

La movilidad, definida como la facilidad de movimiento, y la accesibilidad, definida como la facilidad para alcanzar destinos, son conceptos que están relacionados, pero a la vez son muy diferentes: mientras que una mejora en la movilidad se observa como una disminución del costo generalizado (costo monetario más costo de tiempo) por unidad de distancia, una mejora en la accesibilidad es una reducción del costo generalizado por destino (Levine & Garb, 2002).

En el presente trabajo, como complemento de los indicadores de demanda presentados en el apartado 2.3., se utilizarán medidas de la cobertura territorial de los servicios de transporte en conjunto con indicadores de accesibilidad. El foco de la siguiente revisión de antecedentes se basa en identificar aquellos indicadores basados en el sistema de transporte público, los usos del suelo y los servicios y equipamientos urbanos para medir la disponibilidad de la red de transporte público y el acceso a destinos que les brinda a la población.

2.4.1. Indicadores orientados a cobertura de servicios.

Una medida fundamental del acceso a los sistemas de transporte público es la accesibilidad física a los servicios, típicamente reconocida a partir de vivir y trabajar a una distancia adecuada a los equipamientos de transporte (Murray & Wu, 2003). De la revisión de metodologías de evaluación de la movilidad sostenible del apartado 2.2.2.1. se reconoce como un indicador importante la cobertura de los sistemas de transporte público (ver Mihyeon Jeon & Amekudzi, 2005; Haghshenas & Vaziri, 2012; Santos & Ribeiro, 2013; European Commission, 2022). La caracterización de esta variable se realiza con medidas sencillas como la población servida en un determinado radio desde una parada de transporte público (Mihyeon Jeon & Amekudzi, 2005; Santos & Ribeiro, 2013), a medidas más complejas que incluyen la cantidad de pasajeros, la longitud total de la red y la densidad de la ciudad (Haghshenas & Vaziri, 2012).

En estas medidas de cobertura se busca identificar qué porcentaje de la población es servido por el sistema de transporte público, en función de un radio o área de servicio. Para el transporte público, suponiendo que las personas usuarias acceden caminando, es común la utilización de una definición simplificada con *buffers* de 400 metros para paradas de ómnibus y de 800 metros para estaciones de tren; una definición más completa incluiría consideraciones en función del tipo de servicio ofrecido, su frecuencia y su confiabilidad (El-Geneidy *et al.*, 2009). Para incluir estas características, Saghapour *et al.* (2016) utilizan un índice compuesto por la frecuencia, en función de la cantidad de servicios por semana, y la distancia de acceso a las paradas de transporte público. En otros trabajos como el de Mavoa *et al.* (2012), se presentan medidas de cobertura con *buffers* de 400 metros que tienen en cuenta, como complemento de los tiempos de viaje que es la medida que toman como fundamental de acceso a oportunidades, la frecuencia de transporte público en términos del promedio de servicios por hora en cada parada, separado entre horas pico y horas no pico.

Este es el caso también de la propuesta de la European Commission (2022), que tiene en cuenta, además de la red vial para el cálculo de las isócronas, la frecuencia en cantidad de servicios horarios y el tipo de servicio para obtener el indicador de acceso a servicios de movilidad. El fundamento de utilizar la distancia a través de la red vial, con sus posibles barreras, en lugar de la distancia euclidiana es que esta última suele sobreestimar el área servida (El-Geneidy *et al.*, 2009).

2.4.2. Indicadores de accesibilidad.

Tal como se definió al principio de este apartado, en el presente trabajo es de interés considerar medidas de accesibilidad para la evaluación de la dimensión social de proyectos de transporte. Hansen (1959) define a la accesibilidad como una medida de la distribución espacial de las actividades respecto a un punto de origen ajustada por la habilidad de las personas para superar la separación espacial. Además, la considera como el potencial de oportunidades para la interacción en función de la facilidad de alcanzarlas, lo que difiere de la concepción tradicional de la accesibilidad medida como la intensidad de las interacciones. Geurs & van Wee (2004) consideran a las medidas

de accesibilidad como indicadores del impacto del uso del suelo y los desarrollos y políticas de transporte en el funcionamiento de la sociedad en general; mientras que, haciendo foco en el pasajero, definen a la accesibilidad como la medida en la cual el uso del suelo y los sistemas de transporte permiten a los individuos o grupos de individuos alcanzar actividades o destinos a través de un medio de transporte o la combinación de medios de transporte.

De esta forma, la accesibilidad es determinada por la distribución espacial de los potenciales destinos, la facilidad para alcanzar cada destino, y la magnitud, calidad y carácter de las actividades que allí se encuentran; aunque el costo, la selección del destino y el modo de transporte elegido también tienen un impacto en el nivel de accesibilidad (Handy & Niemeier, 1997).

Boisjoly & El-Geneidy (2017), consideran que la accesibilidad está determinada por una combinación de factores: además de las variables exógenas ya mencionadas como el componente de uso de suelo y de la red de transporte que determinan los costos, tiempo y conveniencia de los viajes entre un origen y un destino, añaden que las características individuales como el ingreso, el nivel de educación, el género y la posesión de vehículo afectan las habilidades y las necesidades para acceder a destinos; además de las restricciones de tiempo no sólo impuestas por los horarios y programación de las actividades y el transporte disponible, sino también a nivel individual por los esquemas de horarios personales.

Existen diversos tipos de medidas de accesibilidad, de las cuales se desprenden múltiples clasificaciones, pero en general utilizan un factor de impedancia en función de la distancia, el tiempo o los costos junto con la distribución espacial de las actividades (Kwan, 2010). Páez, Scott & Morency (2012) identifican análisis de accesibilidad positivos, en referencia a aquellos que miden la accesibilidad real de las personas, y análisis normativos, que se desarrollan sobre los estándares de accesibilidad aceptables o esperados. Handy & Niemeier (1997) organizan los indicadores de accesibilidad en tres tipos: medidas de oportunidades acumuladas, medidas basadas en la gravedad y medidas basadas en la utilidad; mientras que Geurs & van Wee (2004) definen cuatro clases, que se observan en la tabla 5, en función de las perspectivas desde las cuales se analiza la accesibilidad y los componentes de la accesibilidad que se consideran.

Dentro de las medidas basadas en la infraestructura se encuentran los tiempos de viaje, la congestión y la velocidad de operación de la red vial; que, si bien son muy directas y fáciles de comunicar, cuentan con la restricción de que no consideran el factor uso de suelo con sus impactos en la accesibilidad y el impacto que el transporte puede tener en la distribución de las actividades (Geurs & van Wee, 2004).

Tabla 5: Perspectivas sobre accesibilidad y componentes

Medidas	Componente			
	Transporte	Uso de suelo	Temporal	Individual
Basadas en la infraestructura	Velocidad; horas-vehículo perdidas en congestión		Periodos de hora pico y de 24 hs	Estratificación basada en los viajes, v. g. hogar-trabajo, negocios
Basadas en las ubicaciones	Tiempos de viaje y/o costos entre las ubicaciones de las actividades	Cantidad y distribución espacial de la oferta y demanda de oportunidades	Los tiempos y costos de viaje pueden variar, por ej. Entre las horas del día, entre los días de la semana, por temporadas	Estratificación de la población, v. g. por ingreso, nivel educativo
Basadas en las personas	Tiempo de viaje entre las ubicaciones de las actividades	Cantidad y distribución espacial de la oferta de oportunidades	Restricciones temporales de las actividades y disponibilidad de tiempo para realizarlas	La accesibilidad es analizada a nivel individual
Basadas en la utilidad	Tiempo de viaje entre las ubicaciones de las actividades	Cantidad y distribución espacial de la oferta de oportunidades	Los tiempos y costos de viaje pueden variar, por ej. Entre las horas del día, entre los días de la semana, por temporadas	La utilidad se presenta a nivel individual o de grupos homogéneos de población

Las medidas basadas en las ubicaciones son ampliamente utilizadas en la bibliografía, las más sencillas denominadas medidas de distancia o conectividad, tanto de forma lineal cómo considerando la red vial, con indicadores como tiempos de viaje o velocidades promedio; y otras medidas de contorno o isocronas que se basan en el conteo del número de oportunidades alcanzadas en un determinado tiempo, en una determinada distancia o a un costo determinado (Geurs & van Wee, 2004). Otras medidas basadas en las locaciones se denominan de accesibilidad potencial, como el trabajo de Hansen (1959) que utiliza la fórmula $A_i = \sum_j O_j \cdot tt_{ij}^{-\beta}$; donde A_i es la accesibilidad en la zona i en términos de la cantidad de oportunidades disponibles; O_j son las oportunidades en la zona j y la función de impedancia está basada en el tiempo de viaje tt_{ij} . Otro ejemplo es el trabajo de Shen (1998), que mejora la definición anterior incluyendo la posible competencia por las oportunidades disponibles considerando la demanda, y que se formula como sigue:

$$A_i^G = \sum_v \left[\left(\frac{P_i^v}{P_i} \right) \cdot \left(\sum_j \frac{O_j \cdot f(C_{ij}^v)}{\sum_m \sum_k P_k^m \cdot f(C_{kj}^m)} \right) \right]$$

$$f(C_{ij}) = e^{(-0,1034tt_{ij})}$$

donde A_i^G es el puntaje general de accesibilidad en oportunidades por persona en la zona i , calculada como la accesibilidad en cada zona por el modo v pesado por P_i^v/P_i que es la proporción de personas viajando en el modo v . La accesibilidad es calculada

como la relación entre el potencial de oportunidades $\sum_j O_j \cdot f(C_{ij}^v)$ y la demanda potencial estratificada por modo $m \sum_j \sum_m \sum_k P_k^m \cdot f(C_{kj}^m)$. La función de impedancia se define como una función exponencial que depende del tiempo de viaje entre zonas tt_{ij} y un valor β igual a (-0,1034), que fue calibrado a través de una regresión del logaritmo natural de los factores de fricción de viajes al trabajo basados en el hogar en el Área Metropolitana de Boston como variable dependiente y los intervalos de tiempo de viaje como variable independiente. Un tercer tipo de indicador está basado en factores de balanceo (*balancing factors*), que siguen la siguiente forma (Wilson, 1971; Geurs & van Wee, 2004):

$$a_i = \sum_{j=1}^n \frac{1}{b_j} D_j e^{-\beta c_{ij}}$$

$$b_j = \sum_{i=1}^m \frac{1}{a_i} O_i e^{-\beta c_{ij}}$$

donde a_i y b_i , factores de balanceo, D_j y O_j flujos desde los orígenes y destinos, y una función de impedancia exponencial a través de un factor β y c_{ij} el costo de viaje. Este tipo de medidas en general son fáciles de calcular en función de la disponibilidad de datos y son factibles de incorporar en análisis socioeconómicos, pero es más difícil su interpretación y comunicación (Geurs & van Wee, 2004).

Para la Ciudad de Córdoba existen antecedentes de cálculo de indicadores de accesibilidad basados en las locaciones, tal es el caso de Molfino *et al.* (2007). En este trabajo, las autoras introducen un indicador de accesibilidad compuesto por un indicador de lejanía, representando el tiempo total consumido en el vehículo para realizar el desplazamiento desde la zona de origen hasta cada uno de los atractores definidos en el estudio, y un indicador de acceso, que considera el tiempo total consumido fuera del vehículo y necesario para completar el desplazamiento; y evalúan el indicador para tres zonas de la ciudad y tres centros de atracción y emisión de viajes, tanto en vehículo particular como en transporte público.

Por otro lado, los indicadores basados en las personas miden la accesibilidad a nivel individual, haciendo un seguimiento particularizado de los tiempos y modos de viaje a diferentes actividades, junto con las restricciones temporales y espaciales de las personas, como se muestra en el trabajo de Kwan (2010) que se realiza a través de diarios de viaje. En el mismo trabajo, se muestra que este tipo de medida logra ser más sensible a las diferencias en la accesibilidad entre las personas incluyendo aspectos como el género o la etnia. Una desventaja de estas medidas es que, al estar orientadas a la demanda, no tienen en cuenta la competencia o las restricciones de acceso a las oportunidades; además de que presentan dificultades operacionales por el nivel de detalle de los datos que requieren, lo que hace que muchas veces esté restringida su aplicación en pequeñas áreas donde sea factible realizar relevamientos específicos (Geurs & van Wee, 2004).

Por último, los indicadores basados en la teoría de la utilidad tienen en cuenta que las personas toman decisiones de elección de una opción respecto a otras en función de su capacidad para satisfacer sus necesidades y la utilidad (o no) que les genere. Este es el caso, por ejemplo, del modelo Logit Multinomial (logsum) o el modelo de entropía de doble restricción (*doubly constrained entropy model*) (Geurs & van Wee, 2004).

Los estudios de accesibilidad de las redes de transporte público eran tradicionalmente basados en valores promedio de tiempo de viaje de horarios picos, usando velocidades y/o frecuencias promedio de acuerdo a la programación del servicio (Wu & 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 & 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 las variaciones en el horario de partida, la distribución de los tiempos de viaje puerta a puerta y la selección de itinerarios alternativos (no solamente el camino más corto).

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 trasbordos 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 & Levinson, 2015).

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 & Fu, 2017; Owen & Levinson, 2014). Otros estudios evalúan la accesibilidad a lo largo del día de forma continua (en inglés *continuous accessibility*) (Owen & 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).

En varios de los trabajos presentados anteriormente el foco está puesto en la accesibilidad a empleos, pero también hay antecedentes sobre el acceso a otras oportunidades como es el caso de la salud. El acceso a los servicios de salud es un concepto que tiene múltiples componentes (Neutens, 2015; Penchansky & 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.

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. Con esta premisa, se buscaron trabajos a través de una búsqueda en SCOPUS y Google Scholar, considerando los resultados más relevantes desde 2010, con excepción del trabajo de Gage & Calixte (2006) y Hiscock *et al.* (2008) por ser ampliamente citado en los trabajos referenciados y resumidos en la tabla 6.

Tabla 6: Estudios que relacionan accesibilidad geográfica y condiciones de salud.

Autor, año	Localización y objetivo	Resultados principales
Gage & Calixte (2006)	Estudia la accesibilidad geográfica a los servicios de salud maternos 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.
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.
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.
Albrieu <i>et al.</i> (2011)	Análisis comparativo de las características de los viajes entre hospitales públicos y privados de la Ciudad de Córdoba, analizando un total de 7 locaciones a través de encuestas, censos y conteos vehiculares.	95% de los pacientes del hospital privado proviene de las zonas con mejor situación social y económica, mientras que los sectores más desprotegidos no utilizan el hospital privado. El 59 % de las personas que acuden al hospital público lo hacen en transporte público, y sólo el 24% utiliza su automóvil particular. Esta situación se revierte al analizar el hospital privado, con el mayor porcentaje de utilización de un medio corresponde al automóvil particular (61%), frente a tan solo un 29% del transporte público en general.

Tabla 6 (continuación): 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.
Shah <i>et al.</i> (2016)	Estima la accesibilidad especial a centros de atención primaria de la salud a través del método <i>Three-Step Floating Catchment Area</i> (3SFCA) en catorce ciudades de Canadá.	Los resultados muestran que aquellos barrios con poca accesibilidad tenían mayores desventajas en relación con las necesidades de atención de la salud. Por ejemplo, los resultados mostraron que para aquellos barrios con mala accesibilidad había un 50,5% de la población sin educación secundaria y también que el 48,7% de los hogares eran monoparentales.
Agbenyo <i>et al.</i> (2017)	Estudia la accesibilidad de los hogares a los servicios de salud comunitarios, los servicios de salud distritales y los hospitales en las zonas rurales de Ghana.	Se identificaron dos niveles: adecuado nivel de acceso a los servicios comunitarios por su amplia distribución y acceso a hospitales muy deficiente (4% de acceso adecuado). Los autores identifican las condiciones deficientes en las rutas como un factor importante.
Ghorbanzadeh <i>et al.</i> (2020)	Los autores estiman el tiempo de viaje de flujo libre basado en medidas de accesibilidad a las instalaciones de salud mental para diferentes grupos de edad en el estado de Florida (EE. UU.).	Los resultados mostraron que los condados con menor accesibilidad a los centros de salud mental se encuentran en su mayoría en áreas rurales y principalmente agrupados en el noroeste de Florida.
Wang <i>et al.</i> (2020)	Para determinar la accesibilidad a los hospitales en taxi en Beijing, los autores propusieron una medida de "accesibilidad hospitalaria observada" (OHA) para compararla con la accesibilidad hospitalaria potencial, calculando una <i>two-step floating catchment area</i> (2SFCA) para cada método. Las medidas de OHA se calcularon a partir de la base de datos GPS de viajes en taxi.	En promedio, la accesibilidad potencial fue mayor que la accesibilidad observada y casi alcanzó las metas gubernamentales. Sin embargo, el coeficiente de variación mostró que la distribución fue desigual en el espacio en ambos casos y el OHA mostró mayores diferencias espaciales. Para la accesibilidad potencial, las áreas con los niveles más altos de accesibilidad se ubicaron principalmente en el cuarto anillo vial donde prevaleció una baja impedancia temporal y espacial, mientras que la distribución de OHA tuvo una estructura policéntrica.
Chen <i>et al.</i> (2021)	Estudia la accesibilidad a los servicios de salud para los pasajeros de ómnibus de mayor edad en Nanjing, China, utilizando la <i>Gaussian two-step floating catchment area</i> (2SFCA) y los métodos 2SFCA ajustados.	Las estaciones con los niveles de accesibilidad más bajos están distribuidas principalmente en las zonas periféricas de la ciudad, en las zonas centrales con estaciones de autobuses y centros de salud más desarrollados se obtuvo accesibilidad media, y las estaciones con puntajes altos de accesibilidad se encontraron principalmente en las zonas periféricas donde la relación proveedores-población era alta.

Tabla 6 (continuación): Estudios que relacionan accesibilidad geográfica y condiciones de salud.

Autor, año	Localización y objetivo	Resultados principales
Kim <i>et al.</i> (2021)	Los autores examinaron las variaciones temporales en la accesibilidad espacial de los pacientes con COVID-19 a las instalaciones médicas en el estado de Florida a través del método <i>three-step floating catchment area</i> , estadísticas espaciales y regresión logística.	Los principales hallazgos indican que el norte de Florida, las áreas rurales y los códigos postales con más poblaciones latinas o hispanas tenían más probabilidades de tener un acceso más bajo que otras regiones durante la pandemia de COVID-19.
Li <i>et al.</i> (2021)	Este trabajo evalúa la equidad de oportunidades acumuladas entre adultos mayores en centros para personas mayores en Filadelfia, Pensilvania. Usan datos de <i>GTFS</i> e información del distrito del censo.	Los autores señalan algunas desigualdades: la accesibilidad en los barrios suburbanos es generalmente menor que en los centros de las ciudades; la accesibilidad a los centros para personas mayores es generalmente menor a la mitad del día que durante las horas pico de tránsito; la medida de la equidad es sensible a las definiciones de las particiones y particiones de subgrupos.
Pereira <i>et al.</i> (2021a)	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.

2.5. DISCUSIÓN.

Los antecedentes revisados en el presente capítulo buscan constituir un repaso de los principales enfoques desde los cuáles se realiza la planificación de transporte y las principales medidas que se utilizan como indicadores de desempeño. Tal como se expuso en el punto 2.2., actualmente las metodologías de evaluación están orientadas con un objetivo general que es la sustentabilidad, no sólo en aspectos ambientales y valorando aspectos económicos, sino que también toma relevancia la cuestión social como tercera dimensión fundamental de análisis.

En función de la revisión de distintas técnicas de evaluación, se observó que los conjuntos de indicadores son ampliamente utilizados, especialmente aquellos que consideran las tres dimensiones de la movilidad sustentable presentados en la figura 1. Es de destacar que las medidas utilizadas en cada caso se corresponden no sólo con los objetivos de cada metodología en particular, sino también con la cantidad y calidad de los datos disponibles para el cálculo de cada indicador.

Esto toma particular importancia en la diversidad de indicadores de accesibilidad revisados en el punto 2.4.2., donde cada medida se relaciona a diversos factores condicionantes de la accesibilidad. La disponibilidad de información respecto a la red de transporte, la distribución de las actividades en el territorio y las restricciones y necesidades temporales y personales limitan los indicadores a utilizar.

En cuanto a la evaluación de aspectos sociales, se detallaron los enfoques respecto a las necesidades de transporte y la pobreza del transporte, que buscan sacar el foco del desempeño de la oferta como se mide tradicionalmente, y orientar la planificación y evaluación hacia las necesidades de las personas. En este sentido, las formas de relevamiento y análisis de datos de movilidad cobran particular importancia, ya que los sesgos en la toma de datos pueden condicionar los análisis posteriores, dejando relegadas las necesidades de movilidad de distintos grupos de individuos. Para ello, se señalaron en el apartado 2.3. las principales características de los patrones de movilidad de las mujeres, que suelen ser invisibilizados en las encuestas de movilidad y en los análisis de datos posteriores. Esto se traduce en una planificación de la movilidad urbana que no resuelve sus principales problemáticas y necesidades por estar orientada a un sujeto neutro que coincide más con las características de los viajes masculinos, por tareas remuneradas o de los viajes individuales motorizados.

CAPÍTULO 3: MARCO CONTEXTUAL.

En el presente capítulo se presentará la Ciudad de Córdoba como caso de estudio para la metodología propuesta por este trabajo. Para ello, en el siguiente apartado se presentarán las características generales de la ciudad en cuanto a su ubicación, territorio, características geográficas y socioeconómicas; mientras que en un apartado posterior se hará énfasis en el sistema de transporte público que se evaluará con la metodología en cuestión.

3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA CIUDAD DE CÓRDOBA.

La ciudad de Córdoba, capital de la provincia homónima, se encuentra en la región central de Argentina, con una población estimada a 2022 de 1.467.867 (INDEC, 2015b) distribuida en una superficie de 573,2 km² (Dirección General de Estadística y Censos, 2022), siendo la segunda ciudad más poblada del país y la de mayor extensión (ver figura 3, CEPIM, 2014). Según el Censo 2010 la población se divide en 52% mujeres y 48% hombres. Esta población, zonificada en 1503 radios censales dentro del ejido municipal, se agrupa en 414.237 hogares (INDEC, 2015a).

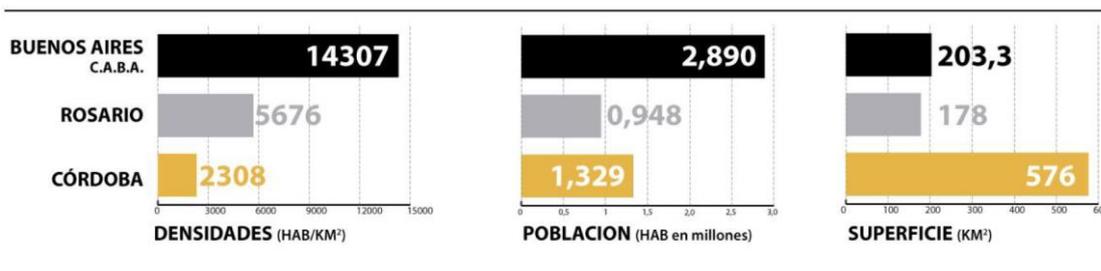


Figura 3: Comparativo Ciudad de Buenos Aires, Rosario y Córdoba según densidad, población y superficie.

Del total de hogares del Departamento Capital, el 5,82% tiene al menos un indicador NBI (INDEC, 2015a). 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, 2022). Al estar compuesto por múltiples parámetros, este indicador es una medida de la vulnerabilidad de la población por su pobreza en función de un conjunto de privaciones y no sólo en cuanto a ingresos.

En la figura 4 se graficó utilizando QGIS los 1503 radios censales en estudio dentro del ejido municipal que coincide con el Departamento Capital, categorizados en función del porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (%NBI), siendo los colores morados más oscuros los que agrupan los hogares más vulnerables (mayor porcentaje de hogares con NBI) mientras que las tonalidades amarillas corresponden al grupo de hogares menos vulnerables (menor porcentaje de hogares con NBI).

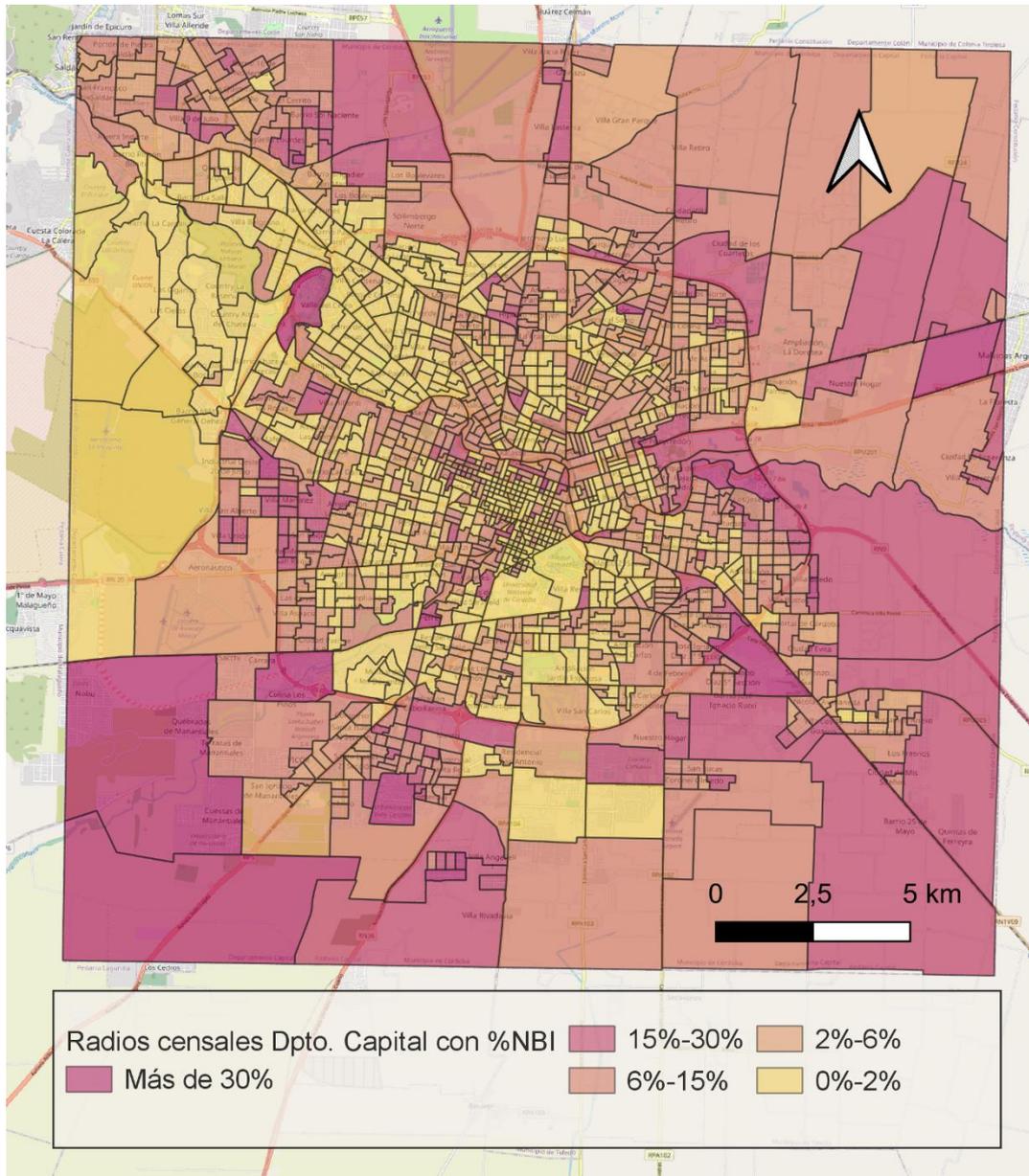


Figura 4: Radios censales por %NBI en la Ciudad de Córdoba

Según los indicadores de mercado de trabajo de la Encuesta Permanente de Hogares del primer trimestre de 2022 (INDEC, 2022b), en el Gran Córdoba la desocupación alcanza al 9,7% de la población, mientras que la tasa de empleo se encuentra en un 43% (calculada como la proporción de personas ocupadas con relación a la población total).

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, 2015a). 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.

El Departamento Capital cuenta además con el 99% de su población alfabetizada (población de 10 años y más que sabe leer y escribir) y con el 56,5% de la población mayor de 18 años con nivel secundario completo, según datos de 2010 (Dirección General de Estadística y Censos, 2022). De acuerdo al relevamiento del Gobierno de la Provincia de 2019 hay 1123 unidades educativas y 327.050 estudiantes matriculados entre los niveles inicial, primario y secundario (Dirección General de Estadística y Censos, 2022). Esta cobertura educativa es brindada tanto por el gobierno provincial como por el gobierno municipal, además de por instituciones privadas.

Territorialmente, la Ciudad de Córdoba cuenta con barreras urbanas naturales, como el Río Suquía en el sentido noroeste-este, el arroyo La Cañada que lo interseca desde el sur en la zona del centro de la ciudad, y otros cursos de agua menores como el Arroyo el Infiernillo y canales de riego como el Maestro Sur y Maestro Norte. La Avenida de Circunvalación, actualmente con 3 carriles de circulación, constituye otra barrera física por su diseño de autopista urbana, al igual que los tendidos de vías del ferrocarril de cargas y pasajeros. Otro hito particular en la constitución territorial de la ciudad son el Parque Sarmiento y la Ciudad Universitaria, en la zona centro-sur, el Estadio Mario Alberto Kempes, el Parque del Kempes y el Parque del Chateau en zona noroeste, y la Reserva Natural Urbana San Martín en la misma área.

La Ciudad de Córdoba funciona como un polo de empleo y educación, en un entorno de actividades principalmente urbanas de residencia, comercio y espacios institucionales/administrativos, además de usos industriales en sectores más puntuales y algunos usos rurales en sectores periféricos remanentes después de la expansión del área urbana. Las instituciones educativas de nivel superior que alberga la ciudad, particularmente la Universidad Nacional de Córdoba con más de 400 años de historia, hacen que haya un permanente flujo de jóvenes desde ciudades del interior provincial y de otras provincias de Argentina, además de estudiantes de otros países.

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 últimos dos años se presenta en la tabla 7 (en base a datos publicados en la página de Gobierno Abierto, Municipalidad de Córdoba, 2022b).

En 2019, tres empresas eran titulares de la concesión de las 69 líneas de autobuses: Autobuses Córdoba (5/69), Coniferal (21/69) y ERSA (43/69). El servicio de trolebuses lo prestaba la empresa municipal Tamse, y constaba de tres líneas alimentadas íntegramente de energía eléctrica, con el soporte de algunos vehículos con motores diésel. Durante 2020 y 2021, con el mismo contrato de concesión vigente, algunas líneas de buses dejaron de operar y cambió la distribución entre las empresas concesionarias debido a la disminución de la demanda a causa de la pandemia, siendo la nueva configuración Autobuses Córdoba (5/60), Coniferal (21/60) y ERSA (34/60). El servicio de trolebuses de Tamse duplicó el número de líneas, pero el suministro eléctrico de las nuevas líneas cambió a un esquema mixto con una parte importante de la flota utilizando motores diésel.

Tabla 7: 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	216.550
Kilómetros recorridos diarios promedio	154.344	104.340
Cantidad de líneas	72	66
Troncales	59	55
Anulares	2	2
Barriales	7	2
Trolebús	3	6
Especial	1	1

Por las características territoriales y funcionales de la ciudad expuestas en el apartado anterior, Córdoba tienen permanentes movimientos con las ciudades vecinas en su área metropolitana, pero la mayoría de los movimientos son al interior del casco urbano, tal como se observa en la figura 5 (CEPIM, 2014).

Estos movimientos tienen una fuerte impronta motorizada, considerando que la cantidad de autos, camionetas y motocicletas tiene un crecimiento sostenido, mientras que desde 2016 se registra una caída en el corte de boleto en el sistema de transporte público, hecho que se consolidó durante 2020 y 2021 con las etapas de Aislamiento Social Preventivo Obligatorio por la pandemia SARS CoV-2, ya que la demanda aún no recupera el nivel de 2019 (ver figura 6 y figura 7).

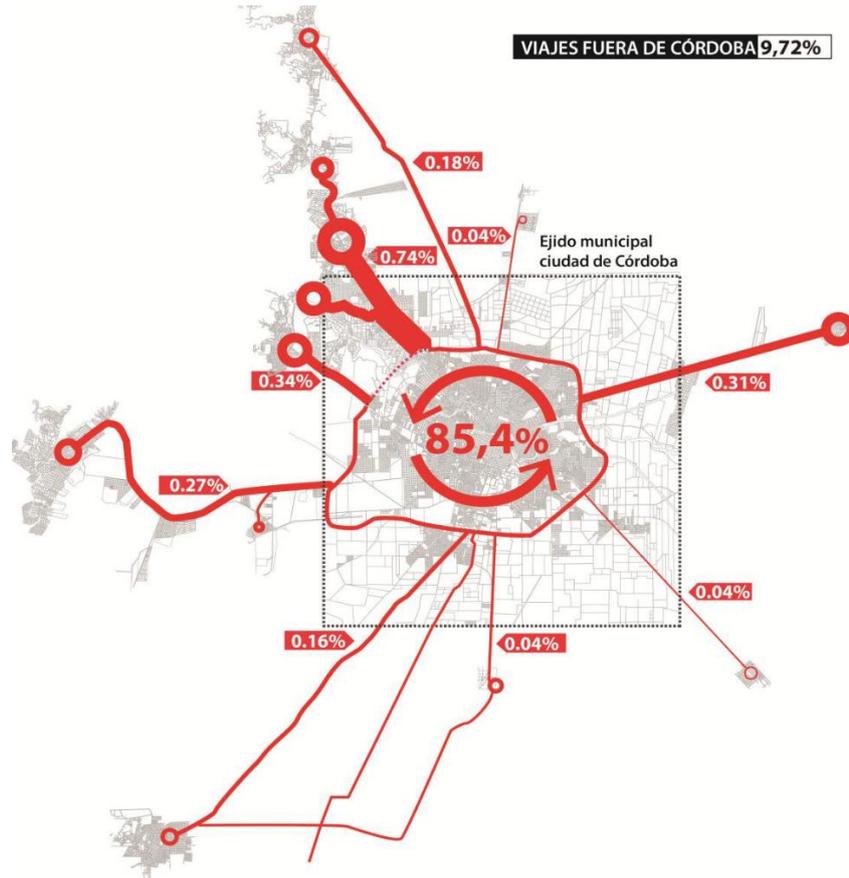


Figura 5: Viajes internos y provenientes del área metropolitana

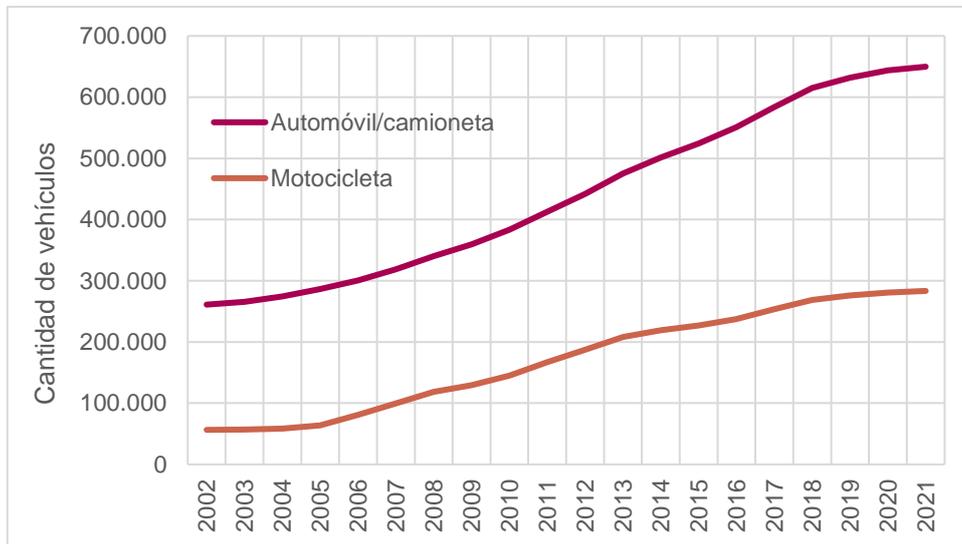


Figura 6: Evolución del parque automotor 2002-2021 (mayo) en base a datos de Gobierno Abierto – Municipalidad de Córdoba

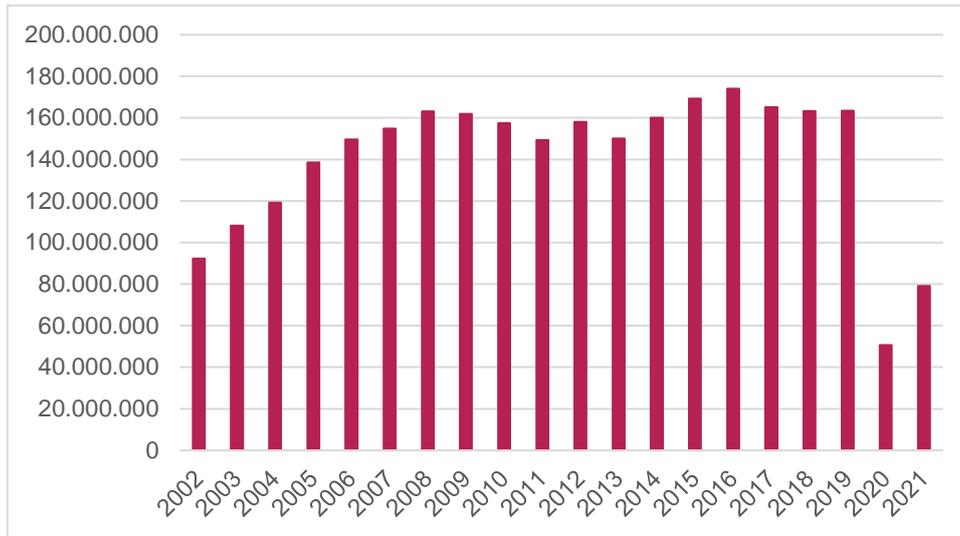


Figura 7: Evolución del corte de boleto en el sistema de transporte en base a datos de Gobierno Abierto – Municipalidad de Córdoba

En la ciudad también existe infraestructura ciclista, con una red de bicisendas y ciclovías espacialmente concentrada en el área central. Esta red tiene proyectos vigentes desde el gobierno municipal para su ampliación y consolidación, ya que actualmente tiene problemas de conectividad entre tramos y falta de mantenimiento.

CAPÍTULO 4: METODOLOGÍA PROPUESTA.

En este capítulo se presenta el detalle de la metodología propuesta. En primera instancia se introduce la misma detallando su objetivo general, las partes que la componen y el esquema general de aplicación. En el siguiente apartado se detallan las fuentes de datos utilizadas y los formatos disponibles. En el anteúltimo punto del capítulo se presentan los indicadores propuestos y se tratan las tres partes fundamentales en las que se divide la metodología: análisis de la demanda, análisis de disponibilidad de la red de transporte público y análisis de accesibilidad. Para finalizar, se presentan posibles criterios de evaluación de la movilidad sustentable en su dimensión social que se alimentan de los indicadores propuestos.

4.1. INTRODUCCIÓN.

La presente metodología pretende otorgar información sobre la dimensión social de la movilidad sustentable para propiciar decisiones de planificación basadas en evidencia con criterios de equidad. En este sentido, y a través de los antecedentes presentados en el capítulo 2, se consideraron distintos enfoques de planificación y metodologías de evaluación de la sustentabilidad en proyectos de transporte (punto 2.2.), formas de levantamiento y análisis de datos (punto 2.3.), así también como indicadores de cobertura de la red de transporte y accesibilidad (punto 2.4.).

Los indicadores propuestos en el apartado 4.3., aplicados a través de datos abiertos presentados a continuación en este capítulo y analizados como un conjunto, persiguen el objetivo de poder verificar el cumplimiento de los objetivos de la Agenda 2030 y las metas de sustentabilidad específicas de cada ciudad. Más específicamente, se busca poder orientar las decisiones de planificación urbana y de transporte con un criterio de accesibilidad, equidad y demás aspectos que conforman la porción social de la movilidad sustentable. Para ello se introducen tres dimensiones fundamentales de análisis: el comportamiento de la demanda, la cobertura del transporte público y la accesibilidad.

En la figura 8 se muestra un esquema conceptual de la propuesta metodológica en torno a las tres dimensiones presentadas. Esta propuesta no se constituye como un conjunto de pasos secuenciales sino como un marco que debe analizarse de forma integrada: cada una de las tres etapas se alimenta de fuentes de datos abiertos y constituye una de las capas de análisis que permiten describir de forma completa y transversal la situación actual y planificar en consecuencia. El análisis conjunto de los resultados de la presente metodología sirve para identificar desigualdades territoriales y demográficas, y permitir que los nuevos proyectos de transporte o las modificaciones en el sistema actual representen las necesidades de la población y al mismo tiempo promuevan la equidad en el acceso a los servicios e infraestructura urbana. La utilización de fuentes de datos abiertos busca que la metodología sea replicable, escalable y disponible con todos los procesos y códigos de cálculo detallados.

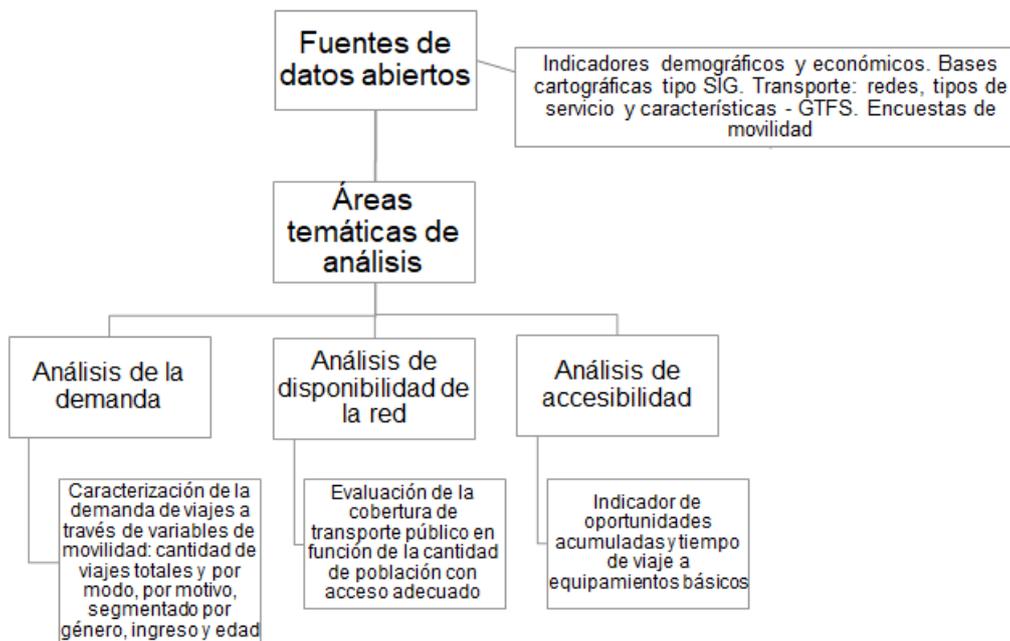


Figura 8: Esquema conceptual de la metodología propuesta

Los criterios de evaluación de la dimensión social de la movilidad sustentable que se presentan en el último punto de este capítulo son formulados a través de los indicadores propuestos en el punto 4.3. calculados en función de las fuentes de datos descritas en el siguiente apartado. A partir de ellos se adapta el esquema conceptual de la metodología de la figura 8, pero no representan la única secuencia de pasos que permite evaluar proyectos de transporte en función de las tres dimensiones de análisis presentadas.

4.2. FUENTES DE DATOS.

Para el presente trabajo se utilizaron preferentemente bases de datos abiertas disponibilizadas por diversos organismos públicos de gobierno en distintos niveles. Para esta decisión se consideró que la metodología propuesta busca ser disponible y replicable, por lo que la mejor opción para hacerlo es a través del uso de la información accesible en formato abierto. Las principales fuentes de consulta para el desarrollo de este trabajo fueron:

- Municipalidad de Córdoba: portal de Gobierno Abierto (<https://gobiernoabierto.cordoba.gob.ar/>)
- Gobierno de la Provincia de Córdoba: Dirección General de Estadística y Censos (<https://estadistica.cba.gov.ar/>)
- Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba (IDECOR) (<https://www.idecor.gob.ar/>)
- Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA): catálogo de metadatos de IDERA (<http://servicios.idera.gob.ar/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home>)

- Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina (INDEC): base de datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010 en REDATAM (<https://redatam.indec.gob.ar/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=MAIN&BASE=CPV2010B&MAIN=WebServerMain.inl&ga=2.227386525.1408855980.1657124525-1346309847.1657124525>) y otros valores de la página principal del organismo (<https://www.indec.gob.ar/>)
- Ministerio de Transporte de la República Argentina: encuestas de Origen / Destino EOD (<https://www.argentina.gob.ar/transporte/dgppse/publicaciones/encuestas>).

Los formatos de los datos obtenidos de las fuentes mencionadas anteriormente son diversos. Se utilizaron datos en formato tabular como *.csv* (*comma-separated values* o valores separados por comas) o *.xlsx* (formato de hojas de cálculo). Estos pudieron ser transformados en capas georeferenciadas en los casos que incluyeran variables de latitud y longitud. Además, se utilizaron otros datos georreferenciados como geoservicios en formato Servicio de Mapas en Web (WMS) o Servicio de Vectores en Web (WFS), o capas tipo *shapefile*. Un *shapefile* es un formato utilizado para almacenar la ubicación geométrica y la información de atributos de las entidades geográficas, que pueden ser representadas por puntos, líneas o polígonos (*Environmental Systems Research Institute, 2016*).

Los indicadores demográficos y socioeconómicos de la población se obtuvieron de la base del último censo del INDEC y de los análisis específicos para la Ciudad y la Provincia de Córdoba de la Dirección General de Estadística y Censos del Gobierno de la Provincia de Córdoba, ambos en formato tabular. Además, en el portal Gobierno Abierto de la Municipalidad de Córdoba se pudo acceder a un *shapefile* de los Radios Censales de la Provincia de Córdoba para el Censo 2010, elaborado por el INDEC en base a información provista por las Direcciones Provinciales de Estadística. La cartografía presentada en el archivo de Radios Censales, según su nota aclaratoria, representa la ubicación de las unidades geográficas empleadas en el censo, acompañadas con su código, nombre e información estadística asociada en cinco variables básicas de las tres unidades de relevamiento del censo (población, hogares y viviendas), a saber: población total por sexo, total de hogares, total de viviendas particulares y total de viviendas particulares habitadas (INDEC, 2015a).

Para completar la información geográfica del *shapefile* se utilizó como indicador socioeconómico integral la cantidad de hogares con necesidades básicas insatisfechas (Hogares NBI), que se obtuvo de la base de datos del Censo 2010 (INDEC, 2015a), y el porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (% Hogares NBI o %NBI), que se calculó a partir de los datos del mismo censo como la relación entre la cantidad de hogares con necesidades básicas insatisfechas y la cantidad total de hogares por radio censal. Según la definición del INDEC (2000), los hogares NBI son hogares 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).

Los datos de transporte y movilidad se obtuvieron 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. En los archivos publicados en la categoría Movilidad del portal Gobierno Abierto se encuentran datos de frecuencia programada del transporte urbano de pasajeros por empresa para los años 2016, 2017 y 2018, el *GTFS* de la Ciudad de Córdoba descargado en 2019 para ese mismo año y dos versiones para 2021 (marzo y diciembre), y los recorridos de transporte urbano de pasajeros para los años 2016 y 2020 en formato *kmz*, que es un formato de almacenamiento de datos geográficos para abrir en programas como *Google Maps* o *Google Earth*. El formato *GTFS* es ampliamente utilizado actualmente para resumir la información de la configuración y programación en tiempo real o planificada de los sistemas de transporte, por lo que se ampliará el concepto en el siguiente apartado.

Para completar los datos de demanda de movilidad se utilizaron las bases de datos en formato *.sav* de la “Encuesta Origen/Destino 2009 en el Área Metropolitana de Córdoba” (EOD Córdoba). Esta base es de acceso abierto, publicada por el Ministerio de Transporte de la Nación, y es la información primaria más reciente disponible en cuanto a relevamientos de viajes.

Como complemento se utilizó como base cartográfica la información provista por *OpenStreetMap*. Esta es una herramienta colaborativa y de datos abiertos que contiene diversa información georreferenciada, como trazados de red vial con velocidades asociadas, principales accidentes geográficos, ubicaciones de puntos de interés y redes de transporte público, entre otras.

4.2.1. Fuentes de datos de sistemas de transporte: Formato *GTFS*.

Un *Feed GTFS* (*General Transit Feed Specification*) se compone de un conjunto de archivos de texto delimitado por comas recopilados en un solo archivo comprimido ZIP. Cada archivo modela un aspecto específico de la información de transporte público: paradas, rutas, viajes y otros datos relacionados con los horarios (*Google Developers*, 2022a). En cada archivo hay una serie de registros (filas) que describen una entidad única como puede ser una parada, una ruta, o una empresa de transporte, a través de una serie de campos (columnas) que tienen especificados valores (celda).

Los archivos del conjunto de datos se presentan en la tabla 8 (*Google Developers*, 2022b). Aquellos archivos opcionales pueden ser omitidos del conjunto de datos, los obligatorios deben incluirse en el conjunto de datos y aquellos con obligatoriedad condicional es obligatorio incluirlos en determinadas condiciones, las cuales se explican en la descripción del archivo.

Tabla 8: Especificación de los archivos de un conjunto de datos *GTFS*

Nombre del archivo	Obligatoriedad	Definiciones
<i>agency.txt</i>	Obligatorio	Define las empresas de transporte público que tienen un servicio representado en este conjunto de datos.
<i>stops.txt</i>	Obligatorio	Define las paradas en las que los vehículos recogen o dejan pasajeros. También indica las estaciones y las entradas de las estaciones.
<i>routes.txt</i>	Obligatorio	Rutas de transporte público. Una ruta es un grupo de viajes que se muestra a los pasajeros como un solo servicio.
<i>trips.txt</i>	Obligatorio	Viajes para cada ruta. Un viaje es una secuencia de dos o más paradas que ocurre durante un período específico.
<i>stop_times.txt</i>	Obligatorio	Proporciona las horas en las que un vehículo llega a una parada y sale de ella en cada viaje.
<i>calendar.txt</i>	Condicionalmen te obligatorio	Indica las fechas de servicio especificadas mediante un horario semanal, con fechas de inicio y finalización. Este archivo es obligatorio a menos que todas las fechas de servicio se definan en el archivo <i>calendar_dates.txt</i> .
<i>calendar_dates.txt</i>	Condicionalmen te obligatorio	Detalla las excepciones de los servicios definidos en el archivo <i>calendar.txt</i> . Si se omite <i>calendar.txt</i> , el archivo <i>calendar_dates.txt</i> es obligatorio y debe contener todas las fechas de servicio.
<i>fare_attributes.txt</i>	Opcional	Define la información sobre las tarifas correspondientes a las rutas de una empresa de transporte público.
<i>fare_rules.txt</i>	Opcional	Define las reglas para aplicar la información sobre tarifas de los itinerarios.
<i>shapes.txt</i>	Opcional	Define las reglas para asignar las rutas de viaje de los vehículos, también conocido como alineamientos de rutas.
<i>frequencies.txt</i>	Opcional	Indica el tiempo entre viajes para los servicios basados en intervalos o una representación comprimida de un servicio con horarios fijos.
<i>transfers.txt</i>	Opcional	Reglas para establecer conexiones en los puntos de transbordo entre rutas.
<i>pathways.txt</i>	Opcional	Define los recorridos que conectan ubicaciones dentro de las estaciones.
<i>levels.txt</i>	Opcional	Describe los niveles dentro de las estaciones.
<i>feed_info.txt</i>	Condicionalmen te obligatorio	Incluye metadatos sobre el conjunto, incluida la información sobre el publicador, la versión y validez.
<i>translations.txt</i>	Opcional	Contiene información traducida sobre una empresa de transporte público.
<i>attributions.txt</i>	Opcional	Especifica las atribuciones que se aplican al conjunto.

Los conjuntos de datos *GTFIS* funcionan como bases de datos relacionales, con campos que sirven como claves primarias y claves ajenas para ser nexos entre los distintos archivos que componen el *feed*. Estas relaciones y las correspondientes claves se observan en la figura 9 (Kaufmann, 2014).

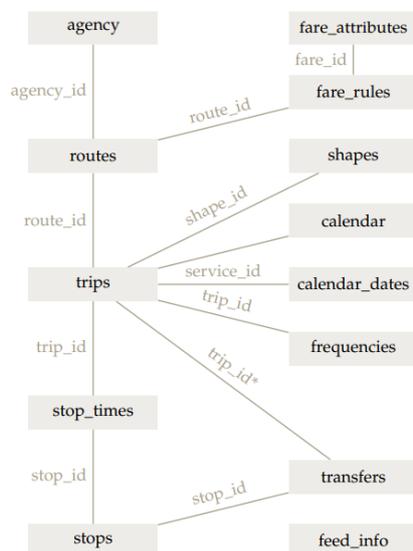


Figura 9: Diagrama modelo de los conjuntos de datos *GTFIS*

Para la ciudad de Córdoba se cuenta con tres archivos *GTFIS* disponibilizados por la Municipalidad de Córdoba a través del sitio web de Gobierno Abierto. El primer *GTFIS* utilizado en el presente trabajo corresponde a 2019, vigente a partir del 20/05/2019 tal como se muestra en la figura 10 que corresponde al archivo *feed_info.txt*.

feed_publisher_name	feed_publisher_url	feed_lang	feed_start_date	feed_end_date	feed_version	feed_contact_email	feed_contact_url
Municipalida de Córdoba, Argentina	https://www.cordoba.gob.ar/	es	20190520	20200520	v0.1.0	gobiernoabierto.cba@gmail.com	https://gobiernoabierto.cordoba.gob.ar/

Figura 10: Captura del archivo *feed_info.txt* del *feed GTFIS* 2019 de Córdoba

Este conjunto de datos en formato *GTFIS* cuenta con 9 de los archivos presentados en la tabla 8, que son los que se muestran en la tabla 9.

Tabla 9: Especificación de los archivos del conjunto de datos *GTFIS* 2019

Archivo	Campos
agency.txt	agency_id, agency_name, agency_url, agency_timezone, agency_lang, agency_phone, agency_fare_url, agency_email
calendar.txt	service_id, monday, tuesday, wednesday, thursday, friday, saturday, sunday, start_date, end_date
feed_info.txt	feed_publisher_name, feed_publisher_url, feed_lang, feed_start_date, feed_end_date, feed_version, feed_contact_email, feed_contact_url
frequencies.txt	trip_id, start_time, end_time, headway_secs, exact_times

Tabla 9 (continuación): Especificación de los archivos del conjunto de datos *GTFS* 2019

routes.txt	route_id, agency_id, route_short_name, route_long_name, route_desc, route_type, route_url, route_color, route_text_color
shapes.txt	shape_id, shape_pt_lat, shape_pt_lon, shape_pt_sequence, shape_dist_traveled
stop_times.txt	trip_id, arrival_time, departure_time, stop_id, stop_sequence, stop_headsign, pickup_type, drop_off_type, shape_dist_traveled, timepoint
stops.txt	stop_id, stop_code, stop_name, stop_desc, stop_lat, stop_lon, zone_id, stop_url, location_type, parent_station, stop_timezone, wheelchair_boarding
trips.txt	route_id, service_id, trip_id, trip_headsign, trip_short_name, direction_id, block_id, shape_id, wheelchair_accessible, bikes_allowed

Todos los archivos contienen valores en los campos obligatorios establecidos en la referencia de *Google Transit*, que es el desarrollador de este tipo de conjunto de datos, y cuyas especificaciones se encuentran en el anexo del presente trabajo (*Google Developers*, 2022b). En el archivo *routes.txt* se observó como particularidad que las líneas de trolebuses están consignadas como autobuses (*route_type* = 3), a pesar de tener una opción particular en la especificación (*route_type* = 11). Además, los viajes en el archivo *trips.txt* no tienen dirección en ida o vuelta consignada para diferenciarlos, aunque el campo es opcional (*direction_id* = *NULL*), no tiene información de accesibilidad para el viaje (*wheelchair_accessible* = 0) y no permiten el acceso con bicicleta (*bikes_allowed* = 2). También se destaca que la programación de horarios es aproximada por los valores consignados en los archivos *stop_times.txt* (*timepoint* = 0) y *frecuencias.txt* (*exact_times* = 0). La existencia de una tabla de frecuencias de estas características implica que la programación de los servicios se da a través de las frecuencias que se mantienen a lo largo del día en función de los tipos de servicios establecidos en el calendario (*service_id*), con los horarios (aproximados) de salida de las paradas, lo que se denomina usualmente un servicio *frequency-based* o basado en frecuencias.

Tal como se mencionó anteriormente, los conjuntos de datos *GTFS* funcionan como bases de datos relacionales, con claves primarias y claves ajenas. Estas relaciones entre los archivos que conforman el *feed* de 2019 se observan en la figura 11, que fue realizada estableciendo los archivos, las claves primarias y ajenas en el paquete *dm* de *R* (Schieferdecker *et al.*, 2022). Es de destacar que en el archivo *trips.txt* el campo *shape_id* funciona como una clave ajena a través del archivo *shapes.txt*, aunque en este archivo este campo no podría considerarse una clave primaria porque no existe un valor único para cada registro. Además, en un color destacado se observa el archivo *feed_info*, que no tiene relación directa con los demás, sino que agrega información sobre el conjunto de datos en sí mismo.

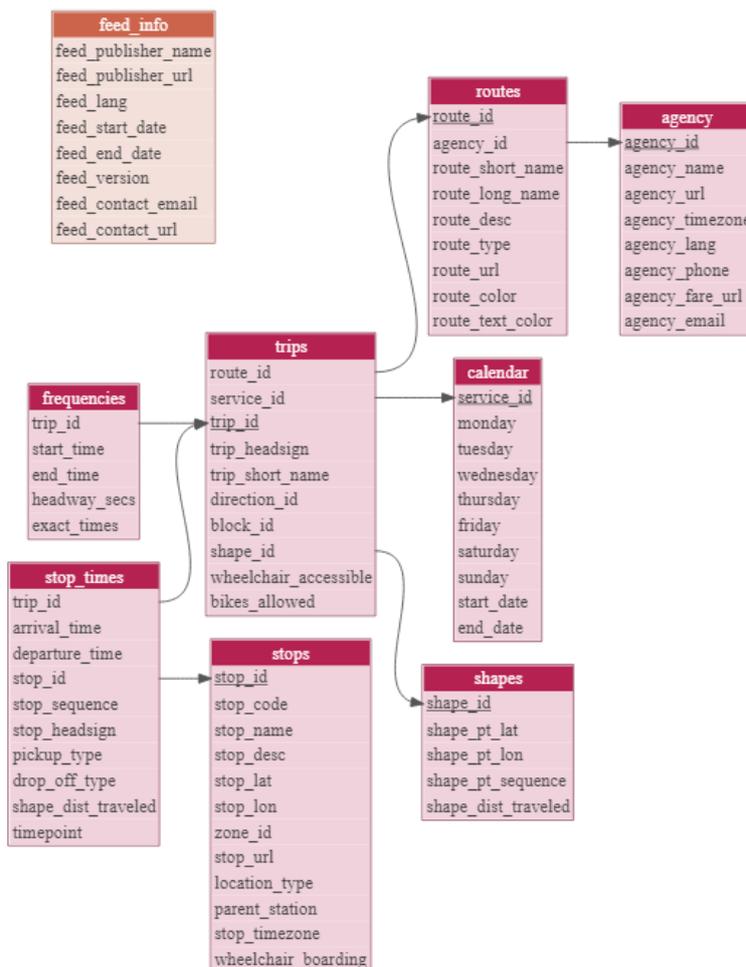


Figura 11: Diagrama de relaciones del *feed GTFS 2019*

El segundo *GTFS* utilizado en el presente trabajo corresponde a 2021, vigente a partir del 25/03/2021 tal como se muestra en la figura 12 que corresponde al archivo *calendar.txt*, donde se establece el día de comienzo del servicio para el intervalo de servicio.

service_id	monday	tuesday	wednesday	thursday	friday	saturday	sunday	start_date	end_date
1	1	1	1	1	1	0	0	20210325	20220325
2	0	0	0	0	0	1	0	20210325	20220325
3	0	0	0	0	0	0	1	20210325	20220325

Figura 12: Captura del archivo *calendar.txt* del *feed GTFS 2021* de Córdoba

Este conjunto de datos en formato *GTFS* cuenta con 10 de los archivos presentados en la tabla 8, que son los que se muestran en la tabla 10. Todos los archivos contienen valores en los campos obligatorios establecidos en la referencia de *Google Transit*, al igual que el *GTFS* de 2019. Como principales diferencias entre ambos conjuntos de datos se destaca que para 2021 se especifican las tarifas a través de los archivos *fare_attributes.txt* y *fare_rules.txt*, y que no tiene incluida una tabla de frecuencias.

Tabla 10: Especificación de los archivos del conjunto de datos *GTFS 2021*

Archivo	Campos
agency.txt	agency_id, agency_name, agency_url, agency_timezone, agency_lang, agency_phone, agency_fare_url, agency_email
calendar.txt	service_id, monday, tuesday, wednesday, thursday, friday, saturday, sunday, start_date, end_date
calendar_dates.txt	service_id, date, exception_type
fare_attributes.txt	fare_id, price, currency_type, payment_method, transfers, agency_id, transfer_duration
fare_rules.txt	fare_id, route_id
routes.txt	route_id, agency_id, route_short_name, route_long_name, route_type, route_color
shapes.txt	shape_id, shape_pt_lat, shape_pt_lon, shape_pt_sequence
stop_times.txt	trip_id, arrival_time, departure_time, stop_id, stop_sequence
stops.txt	stop_id, stop_name, stop_lat, stop_lon
trips.txt	route_id, service_id, trip_id, trip_headsign, trip_short_name, direction_id, shape_id

En cuanto al esquema tarifario, que en la ciudad de Córdoba es de tarifa plana con servicios especiales (anulares, servicio al aeropuerto y barriales), los archivos *fare_attributes.txt* y *fare_rules.txt* se incluyen los tipos de tarifa, el precio, el modo de pago (en el vehículo) y se indica que la tarifa está asociada a la ruta. Las características del sistema de transporte de Córdoba se consignan correctamente con tarifas diferenciadas para los servicios especiales, con excepción de los trasbordos ya que en el *feed GTFS* se establece que no se permiten trasbordos con esta tarifa (*transfers* = 0).

En cuanto a la programación de los servicios, a diferencia del *GTFS 2019* que contaba con una tabla de frecuencias, el *feed* para 2021 el servicio está programado en función de la hora de llegada a una parada específica para un viaje en particular de una ruta, lo que se denomina un conjunto de datos *schedule-based* o basado en calendarios. La debilidad es que no está indicado el campo *timepoint* para indicar si el vehículo de transporte público respeta estrictamente las horas de llegada y salida especificadas o si los horarios son aproximados.

Se observó, también, que en el archivo *routes.txt* las líneas de trolebuses están consignadas según la referencia de *Google Developers (2022b)* como un “sistema ferroviario a nivel de la calle dentro de un área metropolitana” (*route_type* = 0), a pesar de tener una opción particular en la especificación que lo define como “autobuses eléctricos que obtienen energía de cables aéreos mediante polos” (*route_type* = 11). Además, a diferencia del conjunto de datos de 2019, los viajes en el archivo *trips.txt*

tienen dirección en ida o vuelta consignada para diferenciarlos (*direction_id* = 0 en un sentido, *direction_id* = 1 en el sentido contrario).

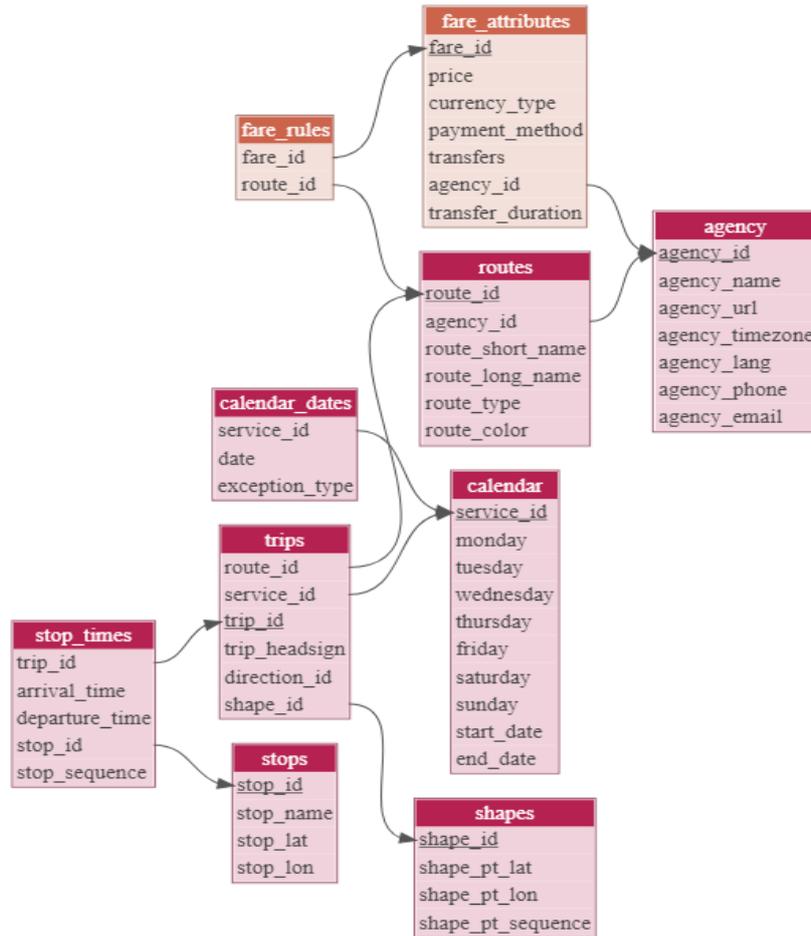


Figura 13: Diagrama de relaciones del *feed GTFS 2021*

El diagrama relacional del *feed* de 2021 se observa en la figura 13, que fue realizada estableciendo los archivos, las claves primarias y ajenas en el paquete dm de R (Schieferdecker *et al.*, 2022). Al igual que para el caso de 2019, se destaca que en el archivo *trips.txt* el campo *shape_id* funciona como una clave ajena a través del archivo *shapes.txt*, aunque en este archivo este campo no podría considerarse una clave primaria porque no existe un valor único para cada registro. Se indican en un color diferenciado los archivos que introducen información adicional respecto a 2019 que son los correspondientes a las tarifas.

4.3. INDICADORES PROPUESTOS.

La selección de indicadores se basó en los antecedentes del capítulo 2 y en las bases de datos disponibles expuestas en el apartado anterior. La revisión bibliográfica del punto 2.2. permitió identificar diversos antecedentes de evaluación de sustentabilidad de proyectos de transporte cuya característica común es que el proceso se da a través de conjuntos de indicadores, ya que una sola medida no es suficiente para realizar un

diagnóstico completo e integral. De acuerdo con esto, la metodología propuesta se basa en tres etapas de análisis, cada una con indicadores que permitan cuantificar sus características principales con los datos abiertos disponibles. El desarrollo de cada etapa no es un proceso secuencial, sino que pretende que sean tareas llevadas adelante en paralelo para lograr un análisis conjunto.

Se dividieron las secciones del estudio en tres grupos principales: el primero compuesto por aquellos indicadores obtenidos en función de la información de la EOD Córdoba 2009, en el segundo grupo aquellos valores que representan la accesibilidad de las personas a la red de transporte público urbano, y por último los relacionados a la accesibilidad a servicios y equipamientos que brinda la oferta del sistema de transporte en función de la programación de la Municipalidad de Córdoba.

Para la primera etapa, que se corresponde con la caracterización de la demanda de viajes, se revisaron antecedentes de encuestas de movilidad en Latinoamérica (punto 2.3.) y se utilizó para el caso de estudio la última Encuesta Origen/Destino en el Área Metropolitana de Córdoba (EOD 2009 Córdoba), disponibilizada por el Ministerio de Transporte de la Nación (punto 4.2.). Si bien el estudio tiene más de diez años por lo que puede cuestionarse su representatividad respecto a las características actuales de la movilidad, la importancia de incluir estos valores radica en que es la información primaria más reciente y es posible de actualizarse en un futuro para volver a aplicar la presente metodología, lo que permitiría además realizar análisis comparativos. A la fecha del presente trabajo, la Municipalidad de Córdoba está en proceso de realizar un nuevo diagnóstico a través de información primaria de movilidad (ver <https://rrii.cordoba.gob.ar/la-ciudad-de-cordoba-inicia-el-desarrollo-de-su-plan-de-movilidad-urbana-sostenible-con-un-apoyo-de-la-union-europea/>), por lo que se pretende que los indicadores presentados en el próximo apartado puedan ser recalculados al estar disponible la nueva información.

La segunda etapa de la metodología propuesta, que se desarrolla en el punto 4.3.2., corresponde al análisis del alcance de la cobertura de transporte público y la calidad de los servicios disponibles. Se hace énfasis en el transporte público ya que representa mejor las características de una movilidad sustentable y está de acuerdo a los objetivos del desarrollo sostenible (ver <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/cities/#tab-8dd6cb9078e4c78159c>). Como medida de evaluación en esta etapa se seleccionó el indicador de acceso a servicios de movilidad (*Access to mobility services indicator*, European Commission, 2022), que valora el porcentaje de la población que tiene acceso apropiado a sistemas de transporte público, incluyendo ómnibus, tranvías, trenes y subterráneos. Este indicador surge de la revisión de antecedentes del punto 2.2.2., y forma parte del conjunto de 18 indicadores que la Comisión Europea propuso para identificar las fortalezas y debilidades de los sistemas de movilidad en las ciudades de la Unión Europea. Su inclusión dentro de la metodología propuesta responde a que se considera que representa una mejora a los indicadores tradicionales de cobertura que miden un radio o superficie cubierta al permitir incluir características de la población y de la calidad del servicio prestado. Además, puede calcularse para el caso de estudio con los datos abiertos disponibles en formato *GTFS* del sistema de transporte de la

Ciudad de Córdoba y otros datos adicionales de frecuencia de los servicios obtenidos de la página de Gobierno Abierto de la Municipalidad de Córdoba (ver punto 4.2.1.).

La última dimensión analizada es el acceso a oportunidades. Para medirlo se tomaron dos indicadores en función de la revisión bibliográfica del punto 2.4.2.: el tiempo de viaje promedio y el indicador de oportunidades acumuladas. Esto responde principalmente a la falta de datos para obtener indicadores de accesibilidad considerados más robustos, como aquellos que incorporan la competencia entre la demanda y la oferta de oportunidades, por ejemplo, la accesibilidad potencial propuesta por Shen (1998) o medidas como la *Two-Step Flow Catchment Area* utilizada en los antecedentes de acceso a servicios de salud revisados en el capítulo 2. Las bases de datos utilizadas para el cálculo son el *GTFS* de la Ciudad de Córdoba, datos demográficos y cartográficos del INDEC y *OpenStreetMap*, junto con el paquete *r5r* (Pereira *et al.*, 2021b) para el cálculo de ambos indicadores.

En los siguientes apartados se describe cada una de las etapas presentadas anteriormente, junto con el detalle de las bases de datos utilizadas y el proceso específico de cálculo.

4.3.1. Diagnóstico a través de indicadores de la demanda.

En la presente metodología se propone que una de las dimensiones de análisis consista en la evaluación del comportamiento de la demanda de viajes en la ciudad en estudio, realizada a través de los datos de relevamientos previos disponibles, análisis de bases de datos del sistema de transporte o nuevos relevamientos que completen esta información secundaria. Este conocimiento ordenado y sistematizado puede permitir a los gobiernos locales tomar decisiones basadas en evidencia, haciendo foco en las principales necesidades de movilidad de la población.

Para la ciudad de Córdoba, y tal como se detalló en el apartado 4.1., se utilizó la base de datos de la Encuesta Origen/Destino 2009 en el Área Metropolitana de Córdoba (De Beláustegui, 2011) por ser el relevamiento más reciente sobre movilidad en la ciudad, además de que sus objetivos, expresados en el informe final del relevamiento, se alinean con el propósito de este trabajo.

Desde el año 2006, el Proyecto de Transporte Urbano para Áreas Metropolitanas de Argentina (PTUMA) financiado por el Banco Mundial, permitió la realización de encuestas de movilidad para caracterizar a la población y sus patrones de viaje. Este trabajo comenzó por el Área Metropolitana de Buenos Aires, y también incluyó a las ciudades de Córdoba, Mendoza, Posadas, Rosario y San Miguel de Tucumán.

Los principales objetivos de este relevamiento fueron (De Beláustegui, 2011):

- Identificar el patrón de movilidad del Área Metropolitana de Córdoba y disponer de un modelo de cuatro etapas.
- Determinar la cantidad de viajes diarios que realiza la población del Área Metropolitana de Córdoba.

- Conocer y evaluar los motivos por los cuales se realizan estos viajes, los modos de transporte empleados, el origen y el destino de los traslados, los horarios de mayor demanda y la duración de los viajes.
- Relacionar las características de los viajes con la conformación sociodemográfica de la población.

El área de estudio se conformaba por la Ciudad de Córdoba y 15 localidades del área metropolitana: Villa Carlos Paz, Alta Gracia, Malagueño, Bower, La Calera-Dumesnil, Saldán, Villa Allende, Mendiolaza, Unquillo, Río Ceballos, Juárez Celman, Malvinas Argentinas, Mi Granja, Montecristo y Toledo (figura 14, De Beláustegui, 2011).

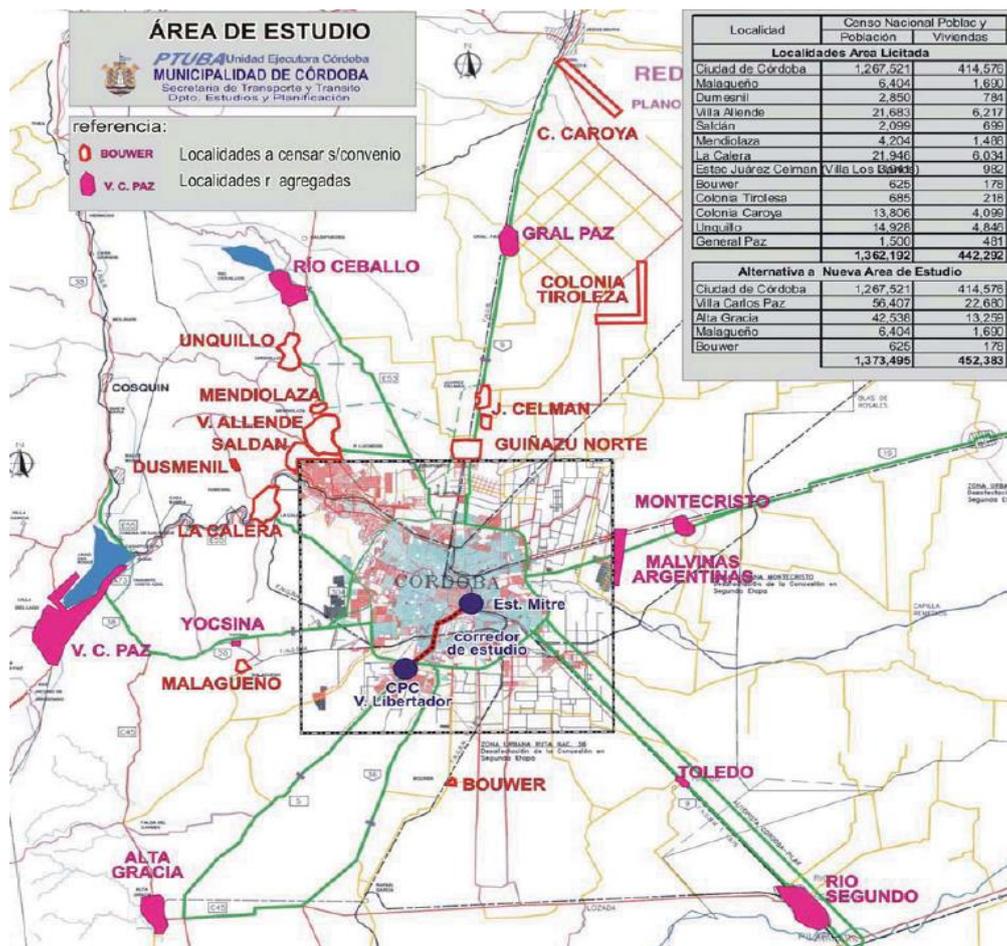


Figura 14: Localización del área de estudio de la EOD 2009

En el Área Metropolitana de Córdoba se encuestaron 2800 viviendas entre los meses de noviembre de 2008, junio y julio de 2009. Esta muestra probabilística representa el 6 por mil de la cantidad de hogares obtenida a partir de los datos del Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001. En la Ciudad de Córdoba se realizaron 1936 encuestas, lo que representó el 0,47% de los hogares. Para el relevamiento se dividió todo el sector de estudio en zonas en función de la cantidad de viviendas estimadas, para que cada una tenga aproximadamente igual número de viviendas. Además, para que sean homogéneas en cuanto al proceso de desarrollo urbano, sus condiciones socioeconómicas y demás características de las localidades, la definición de las zonas

se realizó en campo. Se consideraron también accidentes geográficos e infraestructura que pudiera representar una barrera para los desplazamientos, como ríos, vías de ferrocarril y grandes superficies comerciales o industriales (De Beláustegui, 2011).

El formulario de la encuesta constaba de tres partes. La primera consistía en un cuestionario sobre las características del hogar, los integrantes del mismo y sus principales datos socioeconómicos, características de la vivienda y de posesión de vehículos (bicicletas, motocicletas, automóviles). En el segundo cuestionario se indagaba específicamente sobre los viajes diarios realizados por cada integrante incluyendo orígenes y destinos de los viajes, modos, motivos, tiempos de espera y cuadras caminadas respecto al uso del transporte público, costos y frecuencia del viaje. La última parte del cuestionario incluía preguntas respecto a la valoración del servicio de transporte público que se realizaron a integrantes del hogar de 15 años o más.

A partir de las encuestas realizadas, y una vez depurada la base de datos con procesos de consistencia y validación, el equipo de trabajo realizó la georreferenciación y la expansión de la información muestral. El resultado final es una base de datos con cinco tipos de registros diferentes:

- Etapas: cada una de las entradas corresponde a una etapa del viaje, identificada como cada cambio de modo o de línea de transporte público. Se registran valores de número de etapas, zona de origen/destino, tiempo de viaje percibido, modo y razones de elección, línea de transporte público en caso que corresponda, motivo, tiempo de espera, cuadras caminadas en origen/destino, costo y forma de pago, además de los códigos de identificación de viaje y de hogar.
- Viajes: los registros de esta base corresponden a un viaje completo, definido como un conjunto de desplazamientos realizados por un motivo en particular entre un punto de partida (origen) a un punto de llegada (destino) a una distancia de 4 cuadras o más. Se registran valores de número de etapas, zona de origen/destino, tiempo de viaje percibido, modo, motivo, periodicidad, además de los códigos de identificación de viaje, de persona y de hogar.
- Personas: en cada registro se agrupan las principales características de cada individuo encuestado como edad, sexo, relación con jefe/a de hogar, capacidad diferente, nivel educativo, cobertura de salud, tenencia de licencia de conducir, razones de no viaje (si corresponde), modo que utiliza al menos en una etapa del viaje, si utiliza habitualmente el transporte público, además de la indicar la zona a la que pertenece el hogar y los códigos de identificación de persona y de hogar.
- Hogares: cada registro tiene una identificación de hogar única donde se consigan datos como fecha de la encuesta, zona, manzana, ciudad, barrio, cantidad de personas en el hogar, cantidad de menores de 4 años, tipología y condición de tenencia de la vivienda, número de cocheras, tenencia de vehículos y características (automóviles, motocicletas, bicicletas), sostén del hogar, características de la escolaridad de los menores de edad y gastos e ingresos mensuales del hogar.

- Opinión: cada registro corresponde a una persona mayor de 15 años que respondió la encuesta de valoración del servicio de transporte público, identificada a través de la identificación del hogar.

Como complemento de la base de datos con los registros de la encuesta, y a partir del trabajo de georreferenciación, se volcó en un *shapefile* las zonas de transporte. Dentro del ejido municipal de la Ciudad de Córdoba se delimitaron 73 zonas, que se observan en la figura 15 (De Beláustegui, 2011).

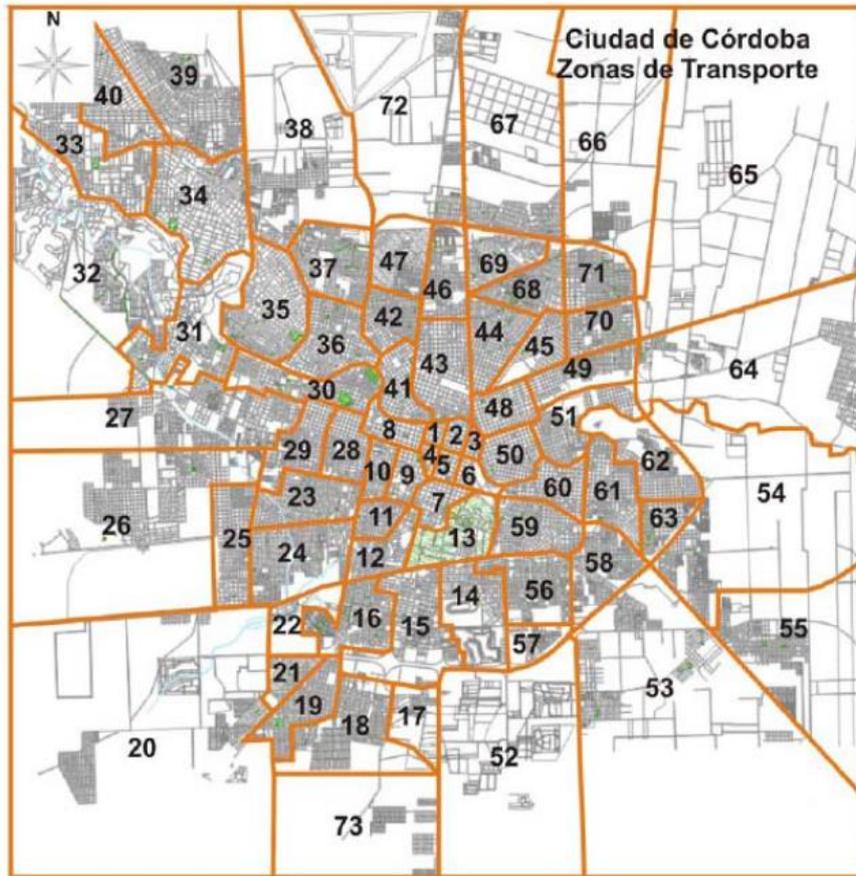


Figura 15: Zonas de transporte Ciudad de Córdoba EOD 2009

En función de las bases de datos de la EOD 2009 expuestas anteriormente, y el relevamiento en cuanto a encuestas de movilidad desarrolladas en el apartado 2.3. del marco teórico, se seleccionaron los indicadores que se observan en la tabla 11 para reflejar las características de la demanda.

Tabla 11: Indicadores de demanda para la metodología propuesta

Dimensión	Indicador	Forma de cálculo
Etapas	Cantidad de etapas por viaje: totales, por género.	Frecuencia a partir de la base de datos de etapas.
	Número promedio de etapas por viaje.	Frecuencia a partir de la base de datos de etapas.
	Número máximo de etapas por viaje.	Frecuencia a partir de la base de datos de etapas.
	Modos por etapa.	Frecuencia a partir de la base de datos de etapas.
	Cantidad de cuerdas caminadas en origen y en destino: por género.	Frecuencia ponderada a partir de la base de datos de etapas.
	Encadenamientos.	Cantidad de etapas por categoría de la base de datos de etapas.
Viajes	Cantidad de viajes: totales, por género, por nivel socioeconómico, tasas por persona.	Frecuencia a partir de la base de datos de viajes. Distribución territorial por zonas de transporte.
	Motivos de viajes: por género, por nivel educativo, por nivel de ingreso, por grupo etario.	Frecuencia a partir de la base de datos de viajes. Distribución territorial por zonas de transporte.
	Modos de viajes: por género, por nivel educativo, por nivel de ingreso, por grupo etario.	Frecuencia a partir de la base de datos de viajes. Distribución territorial por zonas de transporte.
	Tiempo de viaje percibido.	Frecuencia ponderada a partir de la base de datos de viajes.

En el presente trabajo se consideraron las categorías de la tabla 12. En el caso de los modos se utilizó la misma clasificación propuesta por De Beláustegui (2011) mientras que en el caso de los motivos de viaje se realizó una nueva categorización para incluir aquellos viajes realizados por tareas de cuidado, tal como fue expuesto en el punto 2.3.

Tabla 12: Categorías para indicadores por motivos y modos EOD 2009

Categorías originales EOD 2009 - Motivos	Nuevas categorías - Motivos
Hogar	Hogar
Trabajo (lugar de), Asunto laboral	Trabajo
Estudio (lugar de), Estudio (otros lugares)	Estudio
Compras, Dejar/recoger hijo de la escuela, Dejar/recoger a alguien, Acompañar a alguien	Movilidad del cuidado
Recreación, Deportes, Gastronomía	Esparcimiento
Social (amigos/flia), Asociativas (culto, cooperativas)	Social
Salud	Salud
Trámite personal, Otro motivo	Otros

Tabla 12 (continuación): Categorías para indicadores por motivos y modos EOD 2009

Categorías para ingreso en las encuestas EOD 2009 - Modos	Categorías agrupadas EOD 2009 - Modos
Ns/Nc, Otro	NsNc - Otro
Ómnibus urbano, Ómnibus diferencial, Ómnibus interurbano, Trolebús	Colectivo/Trolebús
Auto conductor, Auto acompañante	Auto
Taxi, Remises oficiales, Remises no autorizados	Taxi/Remis
Bicicleta	Bicicleta
Moto/ciclomotor conductor, Moto/ciclomotor acompañante	Moto/Ciclomotor
A pie	A pie
Ómnibus diferencial/taxi, Ómnibus interurbano/remis oficial, Ómnibus interurbano/taxi, Ómnibus interurbano/trole, Ómnibus urbano/Ómnibus interurbano, Omnibus urbano/remis no autorizado, Ómnibus urbano/remis oficial, Ómnibus urbano/taxi, Omnibus urbano/transporte especial, Omnibus urbano/trole, Omnibus urbano/omnibus diferencial, Ómnibus urbano/trole/taxi	Multimodal
Transporte escolar, Transporte contratado (charter), Transporte especial	Charter/Transp.Especial

Las bases de datos disponibles expuestas anteriormente se relacionan a través de los identificadores de hogares, personas y viajes. Dentro del número identificador del viaje (ID viaje) se pueden reconocer los valores que corresponden al identificador de hogar (ID hogar) y de persona (ID persona). Esto se observa en la figura 16, donde se ha tomado una entrada de la base de datos a modo de ejemplo.

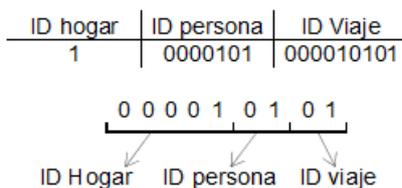


Figura 16: Relación entre identificadores de viaje, persona y hogar en la EOD 2009

Con este tipo de identificador conformado entre los distintos registros de la encuesta, las relaciones entre hogares, personas y viajes se establecen como se observa en la figura 17. Las etapas no forman parte de este sistema de relaciones porque en la base correspondiente a este registro la identificación se da a través del ID hogar y el ID viaje. Para la identificación de las etapas se consignan como variables para cada entrada la cantidad total de etapas por viaje y el número de etapa a la que corresponde a cada

entrada. En las restantes bases de datos se encuentran todos los indicadores según el nivel correspondiente.

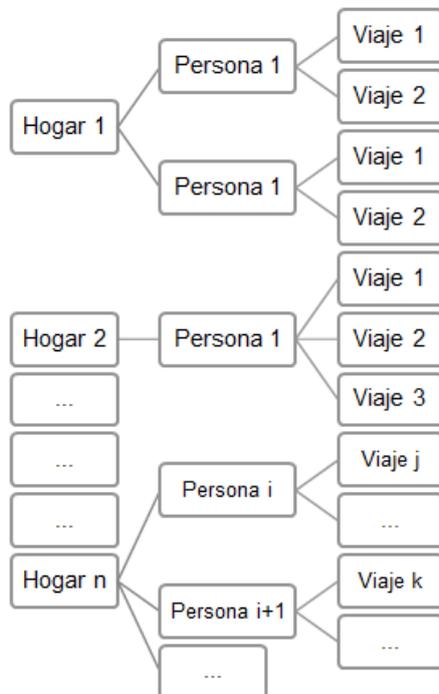


Figura 17: Relaciones entre viajes, personas y hogares en la EOD 2009

De lo anterior surge que para trabajar la base de datos de etapas en las mismas condiciones que el resto de las bases fue necesario crear el ID persona a partir de la cadena que da la identificación del viaje, considerando que los primeros siete dígitos corresponden a la persona.

A continuación, se unieron tanto la base de etapas como la de viajes con la base de personas y hogares a los fines de incluir en cada entrada las características personales y socioeconómicas de los individuos para lograr la segmentación de los resultados y los correspondientes análisis en categorías. De la base de datos de personas se agregaron las variables de edad, sexo, capacidad diferente, nivel educativo (en curso o finalizado), cobertura de salud y tenencia de licencia de conducir. De la base de datos de hogares se agregaron las variables localidad, barrio, cantidad de personas, tipo de vivienda, cantidad de coches, cantidad de bicicletas, gasto en transporte, ingresos mensuales, hacinamiento y tamaño del hogar. Además, se homogeneizaron las categorías de las variables medios y motivos, en función de lo especificado en la tabla 12.

Para el cálculo de los indicadores presentados en la tabla 11 se utilizó el programa SPSS para trabajar los archivos en formato .sav de la EOD 2009. Con las herramientas disponibles en el programa se obtuvieron las cantidades de viajes y etapas para cada categoría, a través de la frecuencia de aparición de cada valor multiplicado por el factor de expansión para llevarlo de una medida muestral a una medida representativa de toda la población en estudio. Estos factores forman parte de las bases de datos originales.

Comenzando por la base de datos de Etapas, se segmentó la misma por género en Masculino y Femenino según la variable "Sexo". Se obtuvieron valores de cantidad de etapas, etapas totales, cantidad de etapas promedio, etapas por modo y por motivo. El mismo procedimiento se realizó para la base de datos de Viajes. A partir de la base de datos de Etapas se obtuvieron valores de tiempo de espera, cuadras caminadas en origen y en destino, mientras que de la base de datos de Viajes se obtuvieron valores de tiempo percibido de viaje.

Para analizar los indicadores desde una perspectiva geográfica y territorial, se obtuvieron de las bases anteriormente presentadas los valores de interés por zona en función de la zonificación del estudio presentada en la figura 15. Para el cálculo del tiempo de viaje percibido promedio por zona se promediaron los valores de la variable "Tiempo de viaje percibido (minutos)" por el número de viajes por zona, considerando valores de como máximo 2 horas dentro del ejido municipal.

La base de datos de la EOD disponible cuenta además con un *shapefile* correspondiente a la zonificación dentro del ejido de la ciudad de Córdoba. El mismo no cuenta con un sistema de referencia de coordenadas definido (*CRS* por sus siglas en inglés), por lo que su usabilidad es limitada en los programas para manejo de datos espaciales utilizados en este trabajo. En la figura 18 puede observarse que, al proyectar la capa de las zonas de transporte de la EOD 2009 en el sistema de coordenadas geográficas WGS 84 en *QGIS*, los polígonos se deforman y no logran coincidir ni en ubicación ni en orientación con el ejido municipal ni con otros límites que se pueden identificar claramente con accidentes geográficos, como el Río Suquía o la Av. Circunvalación. Este defecto no pudo ser corregido cambiando la escala u orientación de la capa, ya que las deformaciones que presentaban los polígonos no permitían hacer coincidir todos los puntos geográficos a la vez en el terreno. Al aplicar como coordenadas de referencias el sistema proyectado Posgar 94 - Argentina faja 3, que corresponde a la Ciudad de Córdoba, no se logran obtener coincidencias geográficas con la capa en cuestión.

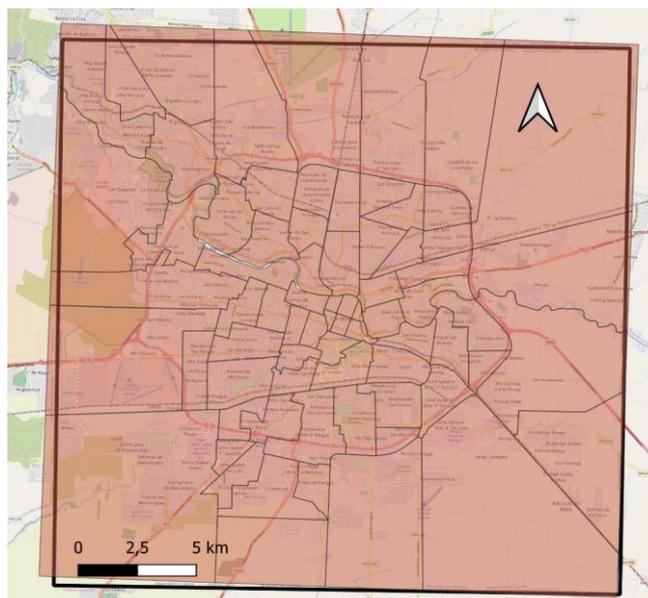


Figura 18: *Shapefile* zonificación original EOD 2009 - Proyección WGS 84

Por lo expuesto anteriormente, se replicó la zonificación en base a este *shapefile* y a la figura 15 obtenida del informe de la EOD 2009, a través de la unión de los polígonos del *shapefile* de radios censales del punto 4.1. A través de este proceso, que se realizó en forma manual en *QGIS* seleccionando y uniendo los radios censales por zona, se logró no solo reconstituir la capa de polígonos correspondientes a las zonas de la EOD 2009, sino también asociar las zonas a los radios censales coincidentes en la misma área. En la figura 19 se observa la zonificación reconstruida, cuya imagen se obtuvo con el paquete *tmap* (Tennekes, 2018).

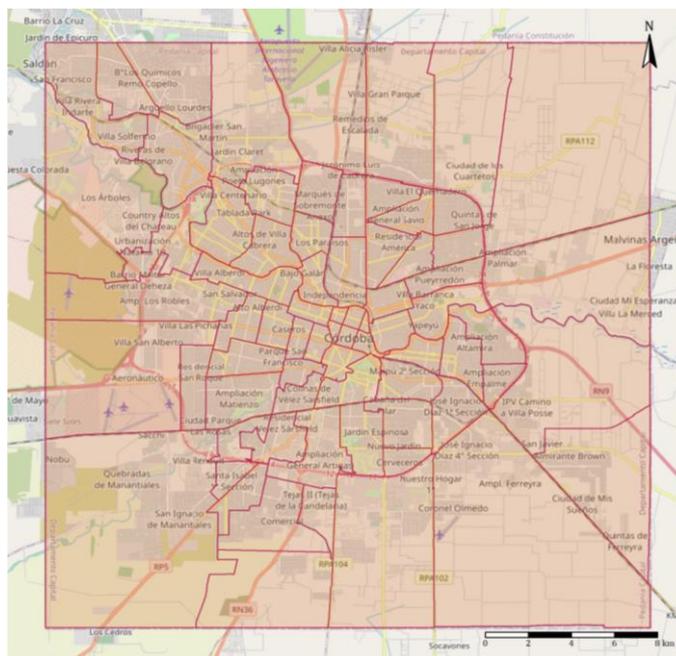


Figura 19: Zonificación de la EOD 2009 a partir de radios Censo 2010

Las 73 zonas de la figura 19 dentro del ejido municipal de Córdoba fueron las usadas para obtener los resultados de los indicadores desarrollados en el punto 5.1. del capítulo de resultados. Para los análisis territoriales, teniendo en cuenta las variables disponibles en las bases de datos de Viajes y Etapas, se utilizó la variable zona correspondiente al hogar encuestado para filtrar los resultados para viajes y etapas.

La EOD 2009 cuenta con un informe donde se analizan los principales resultados del relevamiento (ver De Beláustegui, 2011). La diferencia fundamental del análisis presentado en esta metodología es que se consideran desagregaciones por género, edad y nivel de ingreso en mayor detalle. Además, se toma especialmente en cuenta la movilidad con perspectiva de género, en función de los antecedentes presentados en el punto 2.3., no sólo a través de las desagregaciones sino también al tratar particularmente los viajes por motivo cuidado adicionalmente a los tradicionales motivos denominados productivos. Otro punto fundamental del presente análisis, que no es considerado en el informe original del relevamiento, es el análisis de los resultados distribuidos en el territorio. Esto permite observar geográficamente la distribución de los viajes y analizarlos en función de las características de la población y de las distintas

zonas urbanas. Así se pueden identificar inequidades territoriales que pueden ser evaluadas en conjunto con los demás indicadores de la metodología propuesta.

4.3.2. Análisis de disponibilidad de la red.

Era de interés para este estudio evaluar la accesibilidad medida desde distintas perspectivas, siendo una de ellas la capacidad de las personas para acceder a sistemas de transporte público. Para ello, tal como fue expuesto en la revisión bibliográfica del punto 2.2.2., se relevaron diversas metodologías arribando a lo publicado por la Comisión Europea.

La *European Commission* (2022) propuso una serie de indicadores de movilidad sustentable prácticos y confiables para ayudar a las ciudades a evaluar la movilidad de forma estandarizada, a los fines de aplicar planes de movilidad y medir la eficiencia de estas aplicaciones. Algunos de ellos son la capacidad de pago de los sectores más pobres, la accesibilidad de personas con movilidad reducida, emisiones de contaminantes, ruido, número de muertes en ruta, acceso a servicios de movilidad, emisiones de gases de efecto invernadero, congestión, oportunidades para la movilidad activa, entre otros ya presentados en el apartado 2.2.2.

A los fines de estimar la accesibilidad de las personas al sistema de transporte público se utilizó el indicador de acceso a servicios de movilidad (*Access to mobility services indicator*). Esta medida evalúa el porcentaje de la población que tiene acceso apropiado a sistemas de transporte público, incluyendo ómnibus, tranvías, trenes y subterráneos. Es una medida de la cobertura que tiene la oferta de transporte en la ciudad fácilmente aplicable y que permite comparaciones sencillas ya que el proceso de cálculo es estandarizado. La formulación del indicador se observa a continuación:

$$AccI = \frac{\sum_i PR_i * W_i}{cap}$$

donde AccI: indicador de acceso apropiado [% de la población];

PR_i: número de personas viviendo en la tipología de acceso i, identificado por combinación del nivel de accesibilidad al transporte público;

W_i: peso predefinido para identificar si la accesibilidad a servicios de movilidad es apropiada, identificado para áreas urbanas pequeñas (menos de 100.000 habitantes) o grandes;

cap: número de habitantes en el área urbana.

Ya que el valor de W_i es fijado por la metodología y no puede ser cambiado por el usuario, y el número de habitantes del área urbana es un dato que puede ser obtenido fácilmente en entes de estadísticas provinciales o nacionales, el valor de PR_i es el que requiere un trabajo previo para el cálculo del indicador. Para ello debe usarse el método desarrollado por Poelman y Dijkstra (2015), que identifica la población en tipologías según su acceso a paradas y servicios por hora de transporte público. Su aplicación requiere información georreferenciada de las paradas de ómnibus y tranvías, y de las estaciones de tren y subterráneo por separado, además de la frecuencia promedio de

los servicios entre las 6 y las 20 horas de un día de semana regular y la distribución de la población en el territorio.

En primera instancia, consideran que la máxima caminata que están dispuestos a realizar los usuarios es de 5 minutos (equivalente a 417 metros) a una parada de ómnibus y tranvía, y de 10 minutos (equivalente a 833 metros) una estación de tren o subterráneo, a través de la red vial. Estas isocronas dividen a las ciudades en sectores con acceso y sin acceso a servicios de movilidad. A los fines de lograr mayor homogeneidad en los datos de entrada, la metodología propone agrupar aquellas paradas a menos de 50 metros de distancia entre sí sumando los promedios de salidas por hora, independientemente de los sentidos de las líneas. Para el caso de estudio, debido a las características particulares del trazado de las líneas en la Ciudad de Córdoba, se determinó que el agrupamiento de paradas sería por sentido.

El método identifica cinco grupos en base al acceso y a los servicios por hora en cada sector delimitado por las isocronas:

- sin acceso, cuando las personas no pueden caminar fácilmente a una parada de transporte público (la distancia de caminata es mayor a la máxima considerada para paradas de ómnibus y tranvía o de tren y subterráneo);
- bajo acceso, cuando las personas pueden caminar fácilmente a una parada de transporte público con menos de 4 salidas por hora;
- medio acceso, cuando las personas pueden caminar fácilmente a una parada de transporte público con entre 4 y 10 salidas por hora;
- alto acceso, cuando las personas pueden caminar fácilmente a una parada de ómnibus y tranvía de más de 10 salidas por hora o a una parada de tren y subterráneo de más de 10 salidas por hora, pero no ambas;
- muy alto acceso, cuando las personas pueden caminar fácilmente a una parada de ómnibus y tranvía de más de 10 salidas por hora y a una parada de tren y subterráneo de más de 10 salidas por hora.

Tal como se observa en la tabla 13 (adaptado de Poelman & Dijkstra, 2015), de estas categorías se desprende que muy alta frecuencia es posible sólo en ciudades con sistemas ferroviarios.

En función de las fuentes de datos disponibles (punto 4.1.), fueron utilizados el *GTFS* de la Ciudad de Córdoba para el año 2019 para obtener la ubicación georreferenciada de las paradas y la frecuencia de los servicios, y el *shapefile* de los Radios Censales de la Provincia de Córdoba para el Censo 2010 para obtener los valores de población. Las isocronas fueron calculadas con la herramienta *Openrouteservice* en *QGIS*, que considera la red vial y no la distancia euclidiana, tal como recomienda la bibliografía (Poelman & Dijkstra, 2015).

Tabla 13: Categorías de clasificación de acceso a servicios de movilidad

		Tren y subterráneo						
		Distancia	<=833 m (10 minutos caminando)			>833 m (10 minutos caminando)		
Distancia		Frecuencia (servicios/hora)	>=10 servicios/hora	>=4 y < 10 servicios/hora	< 4 servicios/hora	>=10 servicios/hora	>=4 y < 10 servicios/hora	< 4 servicios/hora
Ómnibus y tranvía	<=417 m 5 minutos caminando	>=10 servicios/hora	Muy alto acceso	Alto acceso	Alto acceso	Alto acceso	Alto acceso	Alto acceso
		>=4 y < 10 servicios/hora	Alto acceso	Medio acceso	Medio acceso	Medio acceso	Medio acceso	Medio acceso
		< 4 servicios/hora	Alto acceso	Medio acceso	Bajo acceso	Bajo acceso	Bajo acceso	Bajo acceso
	>417 m 5 minutos caminando	>=10 servicios/hora	Alto acceso	Medio acceso	Bajo acceso	Sin acceso	Sin acceso	Sin acceso
		>=4 y < 10 servicios/hora	Alto acceso	Medio acceso	Bajo acceso	Sin acceso	Sin acceso	Sin acceso
		< 4 servicios/hora	Alto acceso	Medio acceso	Bajo acceso	Sin acceso	Sin acceso	Sin acceso

4.3.2.1. Proceso de cálculo para análisis de disponibilidad de la red.

Para evaluar la disponibilidad a la red a través del cálculo del indicador de acceso a servicios de movilidad se requería aplicar previamente el método propuesto por Poelman y Dijkstra (2015) para clasificar a la población según su acceso a paradas y servicios por hora de transporte público, presentada en el punto anterior. Para ello, se utilizó el *GTFIS* de la Ciudad de Córdoba para el año 2019, que fue el primer archivo de estas características disponibilizado por la Municipalidad de Córdoba, y el *shapefile* de los Radios Censales de la Provincia de Córdoba para el Censo 2010. Estas bases de datos fueron detalladas en el apartado 4.1.

Para la obtención de las isocronas de caminata se necesitaba que cada parada esté georreferenciada y que tenga asociada la prestación de servicios por hora de transporte público. El *GTFIS* utilizado era del tipo *frequency-based* (ver punto 4.2.1), por lo que contaba con una tabla de frecuencias en segundos (*frequencies.txt*) a partir de la cual se calcularon los servicios por hora como la inversa de la frecuencia. Así, se armó una base de datos de paradas en formato *.csv* con la información que se detalla en la tabla 14.

La base de datos fue realizada con las herramientas del paquete *RSQLite* en *R*. Se utilizaron las tablas de paradas *stops.txt*, programación de paradas *stop_times.txt*, frecuencias *frequencies.txt*, viajes *trips.txt*, formas *shapes.txt*, y rutas *routes.txt*,

teniendo en cuenta las relaciones entre estas tablas del *GTFS* a través de identificadores de rutas, viajes y paradas (ver punto 4.2.1). También se identificaron en la tabla *calendar.txt* a través del *service_id* los servicios de lunes a viernes de 6 a 20 horas, que son los que el método establece para el cálculo del indicador.

Tabla 14: Configuración de la base de datos de paradas

Nombre/Código	Descripción
<i>stop_id</i>	Número identificador de la parada
<i>stop_code</i>	Código de la parada
<i>stop_name</i>	Nombre de la parada
<i>stop_lat</i>	Coordenada de latitud de la parada SRC: WGS 84
<i>stop_lon</i>	Coordenada de longitud de la parada SRC: WGS 84
<i>route</i>	Rutas asociadas a la parada
<i>veh_h</i>	Cantidad de servicios por hora prestados en la parada

En primera instancia se calcularon las frecuencias promedio por línea en segundos utilizando el valor de *headway_secs* de la tabla de frecuencias. En este punto se observó que el *GTFS* de la Ciudad de Córdoba para el año 2019 no tenía, para los servicios seleccionados, valores de intervalos en el Aerobus, que es la línea especial que ingresa al Aeropuerto Internacional Ingeniero Ambrosio Taravella, y las líneas B20 y B31, que son líneas barriales. A través de la información tabulada de intervalos promedio de la página de Gobierno Abierto de la Municipalidad de Córdoba y de la empresa concesionaria del servicio ERSA se obtuvieron los valores de intervalos para las líneas Aerobús (*headway_secs* = 1800) y B31 (*headway_secs* = 4200). Para la línea B20 no se encontró información abierta disponible respecto a su frecuencia, por lo que se tomó el promedio de las líneas barriales, a las que se consideró como de similares características, obteniendo *headway_secs* = 3807.

La cantidad de servicios por hora se agregó en la columna *veh_h* como la inversa del intervalo de la tabla de frecuencias en segundos multiplicada por 3600, y se obtuvieron las sumas de servicios por hora de todas las rutas que utilizan cada parada requeridas por el método. También se agregaron a la columna *routes* todas las líneas que utilizan cada parada. Con los valores detallados la base de datos final contenía 5876 filas, cada una correspondiente a una parada.

El *GTFS* de 2021 de la Ciudad de Córdoba también puede utilizarse para realizar el cálculo del indicador de accesibilidad a servicios de movilidad. Al no contar con una tabla de frecuencias por ser un *GTFS* del tipo *schedule-based* (ver punto 4.2.1.), se debe previamente obtener la cantidad de servicios por hora asociados a las tablas de programación para los servicios entre las 6 y las 20 horas de un día de semana. Para ello se puede utilizar el paquete *tidytransit* en *R* (Poletti *et. al*, 2022), que permite obtener

a través de la función *get_stop_frequency* la cantidad de salidas e intervalos promedio para cada parada.

	stop_id	route_id	direction_id	service_id	n_departures	mean_headway
1	C 702	321	0	1	51	988
2	C 718	280	1	1	76	663
3	C 718	282	1	1	54	933
4	C 718	285	0	1	36	1400
5	C 718	321	0	1	50	1008
6	C0001	260	0	1	62	813
7	C0001	262	0	1	57	884
8	C0001	267	0	1	23	2191
9	C0002	260	0	1	62	813
10	C0002	262	0	1	57	884
11	C0002	267	0	1	23	2191

Showing 1 to 12 of 7,740 entries, 6 total columns

Figura 20: Obtención de frecuencias por parada utilizando *tidytransit* en *R*

Esto se observa en la figura 20, donde para cada parada se obtuvo un valor de salidas totales e intervalo promedio por ruta, además de tener asociado el valor de *direction_id* que identifica rutas en sentido ida y vuelta proporcionando una diferenciación de los viajes en función de su sentido al publicar los horarios, y el valor de *service_id* identificando el conjunto de fechas en las que el servicio está disponible para una o más rutas (Google Developers, 2022b). Para el caso del *GTFIS* utilizado, *service_id*=1 corresponde a servicios de lunes a viernes. Así, mediante la unión del *data frame* obtenido con la tabla de paradas *stops.txt* se puede realizar el proceso de agrupamiento de paradas y posterior trazado de las isocronas.

En el presente trabajo se comenzó con la base de datos de paradas para el año 2019 en formato *.csv*, que se cargó en el programa *QGIS* para realizar la agrupación de las paradas en función de la distancia euclidiana entre sí, considerando solamente las líneas en un mismo sentido a diferencia de lo que indica el método, tal como fue explicado en el apartado 4.3.2. Este proceso fue realizado manualmente, revisando todas las paradas a menos de 50 metros de distancia entre sí utilizando la herramienta matriz de distancias como referencia y recalculando la coordenada media entre cada conjunto de paradas a agrupar, incorporando este nuevo elemento a la capa de paradas incluyendo la suma de servicios por hora de las paradas agrupadas. Como este proceso manual requirió de muchas horas de trabajo el presente análisis de cobertura se realizó sólo para uno de los años en estudio. De este proceso surgió una nueva base de datos de paradas agrupadas, obteniendo un total de 5042 paradas.

A partir de esa capa de paradas en *QGIS*, se utilizó la herramienta *Openrouteservice* para obtener isocronas de 417 metros desde cada parada (figura 21). La herramienta permite agregar como datos de entrada la capa de puntos correspondiente a las paradas, seleccionar la variable para ser el identificador de cada isocrona, determinar el límite de las isocronas por tiempo o distancia y seleccionar el modo de viaje, que para

el caso fue el modo caminata (*foot-walking*). La herramienta utiliza la red vial de *OpenStreetMap* para el trazado de las isocronas, por lo que las velocidades en cada tramo de esa red para los diversos modos están definidas según lo publicado por esta red colaborativa de datos abiertos. Para ejecutar la herramienta se necesita una *API key* del servidor web de *Openrouteservice* como medio de autenticación del usuario, que permite para suscripciones gratuitas 500 isocronas por día a una tasa de 20 isocronas por minuto.

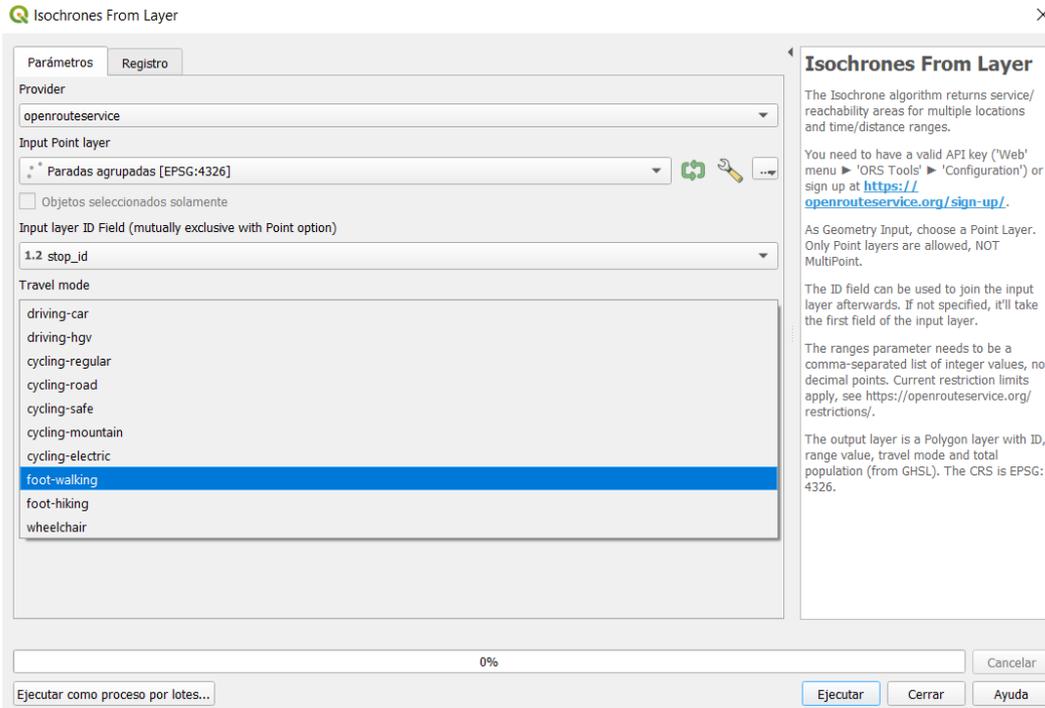


Figura 21: Herramienta *Openrouteservice* en *QGIS* para obtención de isócronas

A partir de las isocronas, y con la intersección de las mismas con los radios censales, se puede obtener la población para cada categoría de acceso detallada en el punto 4.3.2. Los resultados de este proceso se detallan en el apartado 5.2., donde además de presentar un análisis para toda la ciudad de Córdoba se detalla un caso donde se realizaron modificaciones en un servicio y se calcularon las diferencias en el indicador.

4.3.3. Evaluación de accesibilidad a servicios y equipamientos.

Para la evaluación de la accesibilidad a infraestructura de servicios en la ciudad de Córdoba se consideraron las diversas medidas de accesibilidad presentadas en el punto 2.4.2. del marco teórico del presente trabajo, y también la información de las bases de datos disponibles detalladas en el apartado 4.1.

Los equipamientos con base de datos georreferenciada en la ciudad de Córdoba son los centros de salud y los establecimientos educativos de distintos niveles, que se encuentran publicados por Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (IDERA, 2022b) y en la plataforma abierta de datos espaciales de la Argentina (Poblaciones, 2022). Para este trabajo, se utilizó de las bases de datos de IDERA

(2022a) un archivo en formato *.kml* de los hospitales públicos de la ciudad, según la información del Sistema Integrado de Información Sanitaria Argentino (SISA).

La importancia del análisis de accesibilidad a establecimientos sanitarios se justifica en que el Censo 2010 reveló que el 32,4% de la población del Departamento Capital dependía exclusivamente del sistema de salud público, entre planes estatales de salud y aquellas personas sin ningún tipo de cobertura. Casi el 70% de estas personas corresponde a la franja etaria entre 15 y 64 años (INDEC, 2015a). 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.

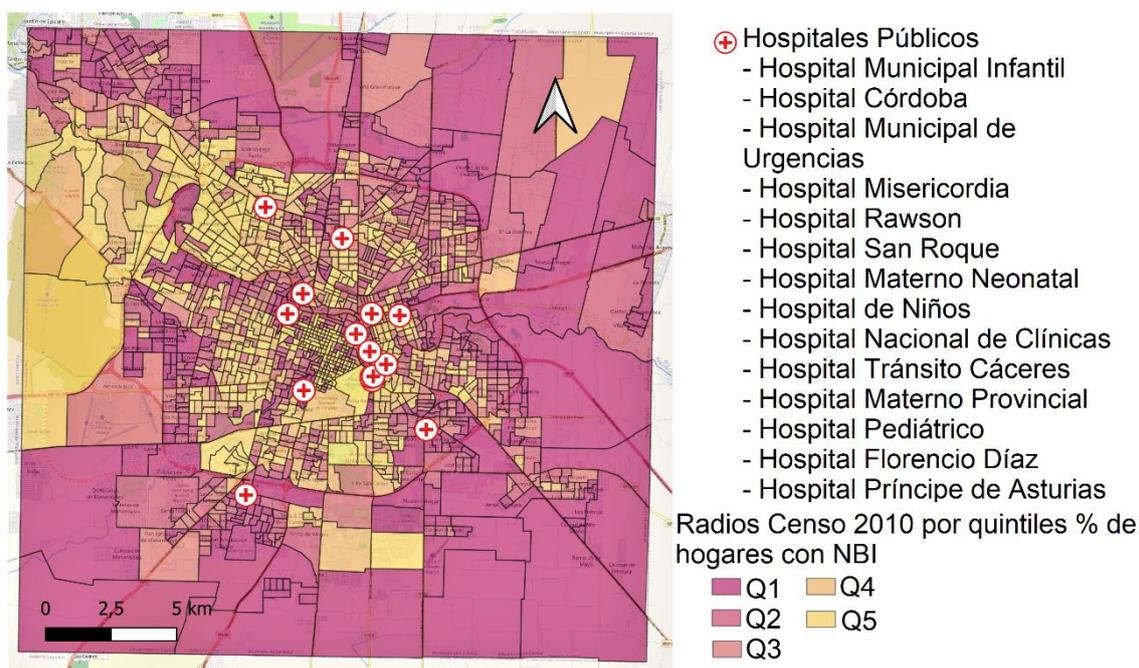


Figura 22: Radios censales por quintil NBI y hospitales públicos de la Ciudad de Córdoba

En la figura 22 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 obtenida de la base de datos de IDERA (2022a).

En la revisión bibliográfica del apartado 2.4.2. se identificaron distintas clasificaciones para los indicadores de accesibilidad, y se introdujeron las medidas basadas en las locaciones, con las que se trabajó en el presente trabajo. Se seleccionó en primera instancia el tiempo de viaje promedio a equipamientos, que es uno de los indicadores más tradicionales. Adicionalmente, se utilizó el indicador de oportunidades acumuladas, descrito en el apartado 2.4.2. (Hansen, 1959), ya que para su cálculo solamente se necesitan las ubicaciones de los puntos de orígenes de los viajes y las oportunidades

como destinos. En el mismo punto se detallaron algunos antecedentes específicos sobre medidas de accesibilidad a equipamientos de salud que sustentan el presente análisis.

Para trabajar las bases de datos en formato *GTFS* se utilizaron paquetes en lenguaje *R*, a través de la *IDE RStudio*, entre ellos el paquete *r5r* (Pereira *et al.*, 2021b), que 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. El mismo paquete *r5r* permite el cálculo de acceso a oportunidades a través de diferentes funciones de impedancia, con un procedimiento similar al usado para el cálculo de tiempos de viaje.

4.3.3.1. Proceso de cálculo para indicadores de accesibilidad.

r5r utiliza como datos de base 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 *pbfi*, el cual fue obtenido para este trabajo de la herramienta web de *Protomaps*. Para la presente aplicación también se utilizaron datos de transporte y movilidad en formato *GTFS* de la página de datos abiertos de la Municipalidad de Córdoba y en otros formatos variados obtenidos de las empresas de transporte urbano que prestan servicio en la ciudad para obtener los principales elementos del sistema para 2019 y 2021, que corresponde a los años con *GTFS* disponibilizado. A la población se la agrupó por su vulnerabilidad en función del porcentaje de hogares con Necesidades Básicas Insatisfechas (%NBI) por radio censal, a través de la base de datos y *shapefile* correspondiente al Censo 2010 del INDEC (2015a). Además, se utilizó la base de datos de IDERA (2022a) sobre hospitales públicos. El detalle de las fuentes de las bases de datos se encuentra en el apartado 4.2.

Se tomaron 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 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, haciendo un total de 14 hospitales públicos analizados en la Ciudad de Córdoba. A pesar de haber sido utilizado en *r5r* a los fines de no modificar las bases de datos originales, se excluyó de los análisis de accesibilidad al Hospital Neuropsiquiátrico porque su tipo de atención es diferente al del resto de los nosocomios.

En la figura 23 se observan los parámetros de cálculo para el año 2019, cuyo código completo se encuentra en un repositorio en línea disponible en el anexo. Se analizó una ventana de tiempo de dos horas (*time_window* = 120) de un miércoles de abril con

horario de salida las 9 horas (*departure_datetime* = "10-04-2019 09:00:00"), en función de los datos disponibles en los calendarios de los *GTF*S, y un tiempo máximo de viaje total de dos horas (*max_trip_duration* = 120). Con estos valores, *r5r* computa múltiples estimaciones de tiempos de viaje y valores de accesibilidad comenzando al horario de salida indicado en toda la ventana de tiempo definida. Se utilizaron los valores por defecto de cinco simulaciones Monte Carlo por minuto y una estimación por minuto (Pereira *et al.*, 2022c). Además, para el cálculo de accesibilidad se utilizó un rango temporal de una hora (*travel_time_cutoff* = 61) y se utilizó la función de impedancia por defecto que es equivalente al indicador de oportunidades acumuladas (*decay_function* = "step"). Se corrió el modelo dos veces: para una distancia máxima de caminata de 417 metros, en congruencia con el indicador de acceso a servicios de movilidad obtenido en el punto 4.3.2., y para una distancia máxima de caminata de 833 metros que equivale a una caminata de 10 minutos. Esta distancia se considera para el acceso a la parada y egreso del viaje hasta el destino.

```
##Cálculo de matriz de tiempos de viaje
##Variables de entrada 2019
mode <- c("WALK", "TRANSIT")
max_walk_dist <- 417 #En metros
max_trip_duration <- 120 #En minutos
percentiles <- 85
time_window <- 120 #En minutos
departure_datetime <- as.POSIXct("10-04-2019 09:00:00",
                                format = "%d-%m-%Y %H:%M:%S")

ttm19_417 <- travel_time_matrix(r5r_core = r5r_core,
                              origins = points,
                              destinations = poi,
                              mode = mode,
                              departure_datetime = departure_datetime,
                              max_walk_dist = max_walk_dist,
                              max_trip_duration = max_trip_duration,
                              percentiles = percentiles,
                              time_window = time_window,
                              verbose = FALSE)

mode <- c("WALK", "TRANSIT")
max_walk_dist <- 833 #En metros
max_trip_duration <- 120 #En minutos
percentiles <- 85
time_window <- 120 #En minutos
departure_datetime <- as.POSIXct("10-04-2019 09:00:00",
                                format = "%d-%m-%Y %H:%M:%S")

ttm19_833 <- travel_time_matrix(r5r_core = r5r_core,
                              origins = points,
                              destinations = poi,
                              mode = mode,
                              departure_datetime = departure_datetime,
                              max_walk_dist = max_walk_dist,
                              max_trip_duration = max_trip_duration,
                              percentiles = percentiles,
                              time_window = time_window,
                              verbose = FALSE)

##Cálculo de accesibilidad
##Variables de entrada 2019
mode <- c("WALK", "TRANSIT")
max_walk_dist <- 417 #En metros
travel_time_cutoff <- 61 #En minutos
percentiles <- 85
time_window <- 120 #En minutos
departure_datetime <- as.POSIXct("10-04-2019 09:00:00",
                                format = "%d-%m-%Y %H:%M:%S")

access19_417 <- accessibility(r5r_core,
                             origins = points,
                             destinations = points,
                             mode = mode,
                             opportunities_colname = "Hospitales",
                             decay_function = "step",
                             cutoffs = travel_time_cutoff,
                             departure_datetime = departure_datetime,
                             max_walk_dist = max_walk_dist,
                             time_window = time_window,
                             percentiles = percentiles,
                             verbose = FALSE)

mode <- c("WALK", "TRANSIT")
max_walk_dist <- 833 #En metros
travel_time_cutoff <- 61 #En minutos
percentiles <- 85
time_window <- 120 #En minutos
departure_datetime <- as.POSIXct("10-04-2019 09:00:00",
                                format = "%d-%m-%Y %H:%M:%S")

access19_833 <- accessibility(r5r_core,
                             origins = points,
                             destinations = points,
                             mode = mode,
                             opportunities_colname = "Hospitales",
                             decay_function = "step",
                             cutoffs = travel_time_cutoff,
                             departure_datetime = departure_datetime,
                             max_walk_dist = max_walk_dist,
                             time_window = time_window,
                             percentiles = percentiles,
                             verbose = FALSE)
```

Figura 23: Parámetros para cálculo tiempo de viaje y accesibilidad 2019 en R

	fromId	told	travel_time
1	140140101	1	59
2	140140101	2	70
3	140140101	3	55
4	140140101	4	62
5	140140101	5	52
6	140140101	6	52
7	140140101	7	54
8	140140101	8	52
9	140140101	9	55
10	140140101	10	66
11	140140101	11	62
12	140140101	12	57
13	140140101	13	46
14	140140101	14	67
15	140140101	15	73

Figura 24: Salida de R de valores de tiempo de viaje 2019

Los tiempos de viajes obtenidos que se observan en la columna *travel_time* de la figura 24 corresponden al percentil 85, definido con el resto de los parámetros de cálculo, lo que quiere decir que el 85% de los viajes entre cada par origen destino son más cortos que el resultado obtenido. Así, se obtuvo un valor de tiempo de viaje por cada par origen destino, para las dos distancias máximas predefinidas.

Para el caso del cálculo de accesibilidad a través del indicador de oportunidades acumuladas, el parámetro percentil representa el percentil de tiempo de viaje utilizado para obtener los resultados de accesibilidad en el rango temporal definido (ver figura 25).

	from_id	percentile	cutoff	accessibility
1	140140101	85	61	0
2	140140102	85	61	9
3	140140103	85	61	0
4	140140104	85	61	0
5	140140105	85	61	10
6	140140106	85	61	10
7	140140107	85	61	10
8	140140108	85	61	7
9	140140109	85	61	6
10	140140110	85	61	0
11	140140111	85	61	9
12	140140112	85	61	0

Figura 25: Salida de *R* de valores de accesibilidad/oportunidades acumuladas 2019

Para el año 2021 se analizó con el *GTFS* de marzo 2021 una ventana de tiempo de dos horas (*time_window* = 120) de un miércoles de abril con horario de salida las 9 horas (*departure_datetime* = "14-04-2021 09:00:00"), en función de los datos disponibles en los calendarios de los *GTFS*, y un tiempo máximo de viaje total de dos horas (*max_trip_duration* = 120). Tanto el *GTFS* de marzo de 2021 como el de diciembre de 2021 tienen un formato *schedule-based* (ver punto 4.2.1.), por lo que contienen tablas de horarios por parada que *r5r* utiliza para calcular el tiempo de viaje entre cada par origen-destino. Al no tener que modelar las salidas por hora, la función procesa el *data frame* con los tiempos de viaje con mayor rapidez. Esto permitió la utilización de una configuración que permite desglosar el tiempo total de viaje en tiempo de acceso, tiempo de espera, tiempo de viaje, tiempo de trasbordos y tiempo de egreso, junto con las rutas que se utilizaron para simular el viaje.

Al igual que para el *GTFS* de 2019, se corrió el modelo para una distancia máxima de caminata de 417 metros y para una distancia máxima de caminata de 833 metros. Además, para el cálculo de accesibilidad se utilizó un rango temporal de una hora (*travel_time_cutoff* = 61). Los tiempos de viajes obtenidos que se observan en la columna *travel_time* de la figura 26 corresponden al percentil 85, donde también puede observarse el detalle de la forma en la que está compuesto cada valor de tiempo de viaje total.

Con los resultados obtenidos de *r5r* se calculó un tiempo promedio de viaje a cada categoría de hospital, así también como la cantidad de oportunidades de salud

alcanzadas desde cada radio censal en el lapso de una hora. Los valores son presentados en el apartado 5.3., donde se realizan análisis estadísticos y se mapean en el territorio los resultados.

	fromid	toid	travel_time	access_time	wait_time	ride_time	transfer_time	egress_time	combined_time	routes	n_rides
1	140140102	1	67	11.5	17.4	31.9	1.1	2.2	64.0	273 299	2
2	140140102	2	74	9.2	14.7	50.4	1.3	0.2	75.7	275 306	2
3	140140102	3	67	13.6	7.1	34.0	0.0	7.2	61.9	275	1
4	140140102	4	79	11.5	9.3	42.7	0.6	7.4	71.6	273 270 286	3
5	140140102	5	72	13.6	6.4	39.6	0.0	6.4	66.1	275 290	2
6	140140102	6	72	11.5	7.6	45.0	0.6	1.5	66.2	273 270 313	3
7	140140102	7	48	11.3	8.0	13.9	2.8	6.4	42.3	322 275 277	3
8	140140102	8	73	13.6	8.4	39.3	0.8	6.8	69.0	275 314	2
9	140140102	9	60	13.6	7.1	27.2	0.0	6.8	54.7	275	1
10	140140102	10	77	9.2	13.4	47.3	2.4	3.8	76.2	275 293	2
11	140140102	11	74	13.6	8.4	40.3	0.8	5.3	68.4	275 314	2
12	140140102	12	72	11.3	11.4	33.0	7.0	4.0	66.8	322 311	2
13	140140102	13	52	11.5	6.3	28.5	0.0	4.7	51.0	273 270	2
14	140140102	14	86	11.5	8.6	54.4	2.3	4.6	81.4	273 270 317	3
15	140140102	15	98	11.3	12.0	49.9	2.2	11.6	86.9	322 280	2

Figura 26: Salida de R de valores de tiempos de viaje desagregados 2021

4.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN PROPUESTOS.

Como se detalló en la introducción del presente capítulo, la metodología propuesta no persigue constituir un orden secuencial de pasos, sino crear un marco de referencia para evaluar la dimensión social de la movilidad sustentable en términos de la demanda, de la disponibilidad de la red de transporte público y de la accesibilidad a servicios y equipamientos urbanos. Estas capas de análisis, que constituyen el principal aporte metodológico de este trabajo, permiten que se ponga el foco en diversas variables para servir como criterio de evaluación en función de los indicadores propuestos en el apartado anterior, que constituyen los métodos que conforman la metodología propuesta.

Se definen a continuación una serie de potenciales criterios de evaluación o métodos de evaluación, que no constituye un listado acabado, sino un conjunto de alternativas pasibles de ser ampliadas con las bases de datos y los indicadores provistos en los apartados anteriores. Estos criterios se sostienen en los antecedentes presentados en el marco teórico sobre evaluación de necesidades de transporte (punto 2.2.2.2). La figura 27 muestra una adaptación del esquema conceptual de la metodología en función de los criterios de evaluación detallados en los siguientes apartados.

En primera instancia, se propone una evaluación a través de la demanda o patrones de movilidad, considerando como variable fundamental las tasas de viajes por persona. Como segundo criterio se presenta el indicador de porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas como variable fundamental en conjunto con los indicadores de la demanda. Estas propuestas buscan orientar las prioridades de las intervenciones en los sistemas de transporte público para satisfacer aquellos sectores más vulnerables que tienen deficiencias en el acceso a estos servicios.

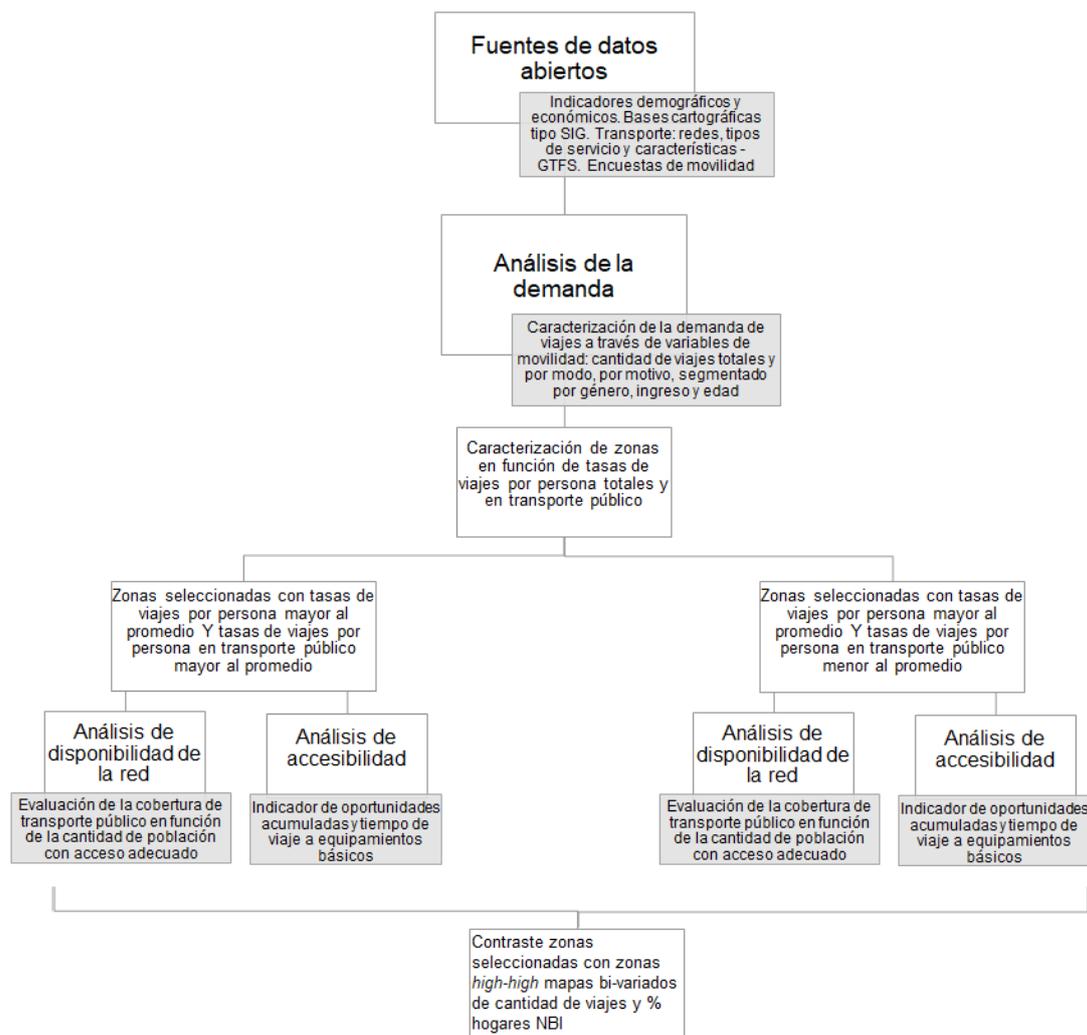


Figura 27: Adaptación del esquema conceptual de la metodología propuesta

4.4.1. Criterio de evaluación a través de la demanda.

De acuerdo a las diversas técnicas de evaluación de necesidades de transporte detalladas en el apartado 2.2.2.2., las características de la demanda de viajes pueden analizarse para identificar posibles brechas entre los servicios provistos y los requerimientos de la población. Para ello, estas técnicas utilizan datos de relevamientos de demanda como cantidad de viajes totales o tasas de viajes.

En este contexto, el primer tipo de análisis propuesto consiste en identificar sectores con elevadas tasas de viajes por persona en función de los indicadores propuestos en el punto 4.3.1. a través de la “Encuesta Origen/Destino 2009 en el Área Metropolitana de Córdoba” (EOD Córdoba). Para ello se toma la zonificación planteada en la encuesta y las tasas de viajes por persona totales por zona y promedio general, y se seleccionan para analizar aquellas zonas que tienen tasas mayores al promedio ya que se consideran sectores de alta movilidad. En las zonas con tasas de viajes por persona mayores al promedio se proponen dos tipos de análisis teniendo en cuenta que la

presente metodología busca potenciar el transporte público: por un lado, identificar aquellos sectores con tasas de viajes por persona en colectivo/trolebús mayores al promedio, y por otro aquellos sectores con tasas menores al promedio. En aquellas zonas con tasas mayores al promedio se analizará si la disponibilidad de la red de transporte público (punto 4.3.2.) y los indicadores de accesibilidad (punto 4.3.3.) cumplen con la alta demanda de estos sectores. Por otro lado, en las zonas con bajas tasas de viajes por persona en transporte público respecto al promedio se analizará si el alcance de la cobertura y accesibilidad pueden constituir un motivo que justifique el menor nivel de viajes.

Para calcular las tasas de viajes e identificar las zonas se utilizó la base de datos de la Encuesta Origen/Destino 2009 en el Área Metropolitana de Córdoba (De Beláustegui, 2011) y el *shapefile* reconstruido de las zonas de transporte de la figura 15, todo esto detallado en el punto 4.3.1. Al igual que para el cálculo de indicadores del mencionado apartado, se utilizó la base de datos de viajes por zona procesada a través de SPSS unida en R con el *shapefile* de zonas EOD que contiene datos demográficos del Censo 2010 agregados por zona.

Los indicadores para la evaluación forman parte de las medidas propuestas en el apartado 4.3. Para la disponibilidad de la red se utilizó el indicador de acceso apropiado Accl en función del porcentaje de la población, tal como se expuso en el apartado 4.3.2., mientras que los indicadores de accesibilidad son los tiempos de viaje a hospitales públicos y la cantidad de oportunidades de salud alcanzadas en una hora desde cada radio censal, detallado en el punto 4.3.3. Los resultados de este trabajo se exponen en el punto 5.4.1.

4.4.2. Criterio de evaluación a través de indicadores socioeconómicos.

En los antecedentes revisados en el punto 2.2.2.2. se identificaron técnicas para evaluar las necesidades de transporte que consideraban grupos poblacionales específicos para sus análisis en función de indicadores socioeconómicos, como el caso de Currie (2004). Con esta referencia, se propone como criterio de evaluación adicional seleccionar aquellos sectores más desfavorecidos de la ciudad y evaluar su nivel de cobertura de transporte público y accesibilidad, tomando como variable fundamental el porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (% NBI), que fue utilizado en la presente metodología como el indicador socioeconómico que mejor puede representar características de privación de forma integral (ver punto 4.2.).

Para realizar esta evaluación se analizaron en conjunto las variables de demanda del apartado anterior, representadas a través de las tasas de viajes por persona, con el porcentaje de hogares con NBI a través de mapas bi-variados que permiten graficar ambas variables en categorías para identificar zonas *high-high*, es decir, zonas de alto nivel de vulnerabilidad con los mayores porcentajes de hogares NBI y alta movilidad en función de la cantidad de viajes. Además, se realiza un análisis segregado por género como variable transversal, en función de lo expuesto en el apartado 2.3. respecto a las formas de visibilizar los patrones de viajes característicos de las mujeres y atender sus necesidades en la planificación de transporte. Las zonas identificadas, al igual que para

el criterio presentado anteriormente, fueron evaluadas en función de la disponibilidad de la red de transporte público (punto 4.3.2.) y los indicadores de accesibilidad (punto 4.3.3.), utilizando las mismas bases de datos e indicadores detallados en el apartado anterior.

CAPÍTULO 5: RESULTADOS.

En los tres primeros apartados del presente capítulo se presentarán los resultados de los tres tipos de indicadores propuestos para la evaluación de la movilidad sustentable en su dimensión social: indicadores de la demanda, disponibilidad de la red de transporte público y análisis de accesibilidad. En el último apartado se utilizarán estos resultados para aplicar los criterios de evaluación descriptos en el punto 4.4. del capítulo de Metodología.

5.1. DIAGNÓSTICO A TRAVÉS DE INDICADORES DE LA DEMANDA.

El relevamiento de demanda de movilidad más reciente de la Ciudad de Córdoba data del año 2009, con la denominada “Encuesta Origen/Destino 2009 en el Área Metropolitana de Córdoba” (EOD Córdoba), tratado en detalle en el apartado 4.3.1. La base de datos de la EOD Córdoba permitió el cálculo de indicadores de movilidad que caracterizan la demanda de viajes en cuanto a motivos, modos, tiempos y otras variables, presentadas en la tabla 11. Los valores calculados son presentados en piezas gráficas y mapas, estos últimos obtenidos con el paquete *tmap* (Tennekes, 2018) en R.

5.1.1. Etapas de viajes.

A través de la base de datos de etapas se obtuvo la cantidad de etapas y etapas promedio de personas de la ciudad de Córdoba. En la figura 28 se observa que el 92,6% de las etapas se realizan en viajes de una sola etapa.

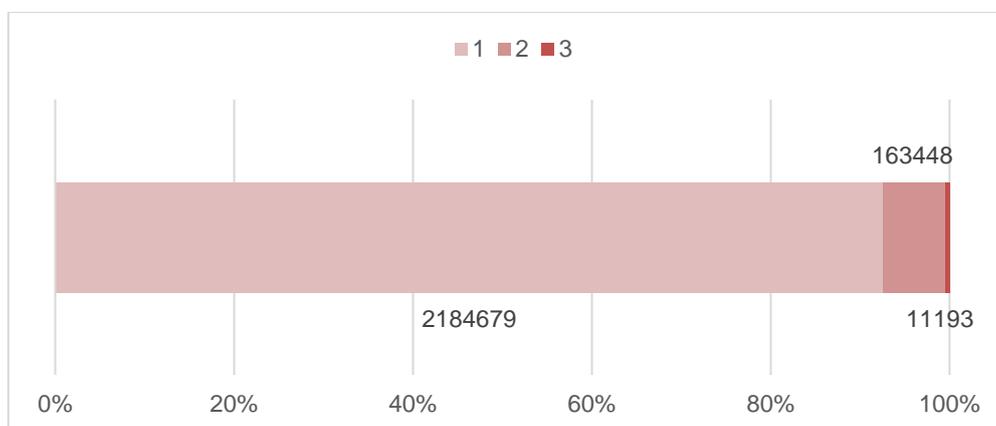


Figura 28: Cantidad de etapas pertenecientes a viajes de 1, 2 y 3 etapas

Si se desagregan las etapas por género, hombres y mujeres tienen frecuencias similares para una etapa, mientras que los hombres dominan en dos etapas y esta relación se invierte para tres etapas, tal como se observa en la figura 29. Considerando solamente viajes multietapa como en la figura 30, los hombres tienen mayor cantidad de etapas. A pesar de estas diferencias en los valores, la tasa de etapas para hombres y mujeres es similar: 1,09 y 1,07 respectivamente.

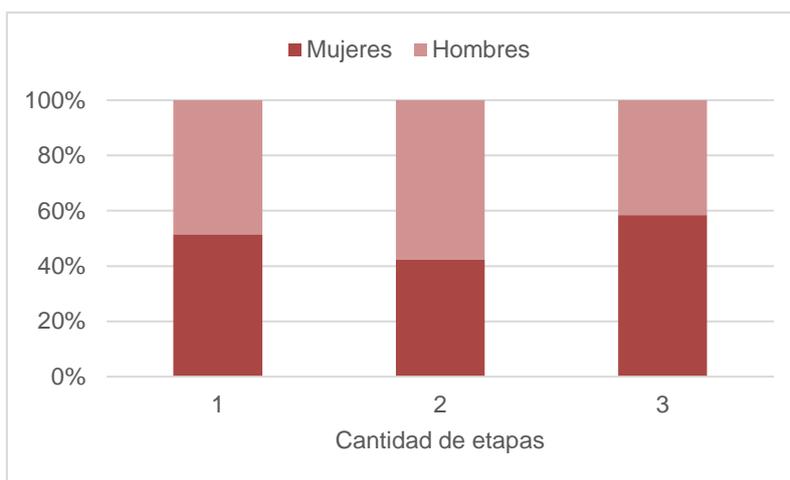


Figura 29: Proporción de etapas entre mujeres y hombres para 1, 2 y 3 etapas totales

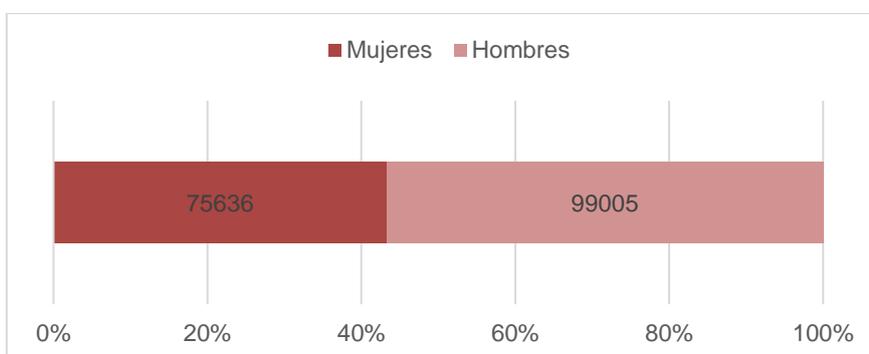


Figura 30: Proporción de etapas entre mujeres y hombres para viajes multietapa

A partir de estos resultados, para la desagregación posterior en modos y motivos solamente se cuentan los viajes, ya que según lo relevado el 96,3% de los viajes están compuestos por una sola etapa.

5.1.2. Viajes.

Según los resultados de la EOD 2009 en el Área Metropolitana de Córdoba se realizan 2.705.310 viajes diarios, de los cuales el 49,4% son realizados por hombres y el 50,6% son realizados por mujeres. En la Ciudad de Córdoba, la cantidad de viajes diarios es de 2.270.134.

En la figura 31 se plasmó la distribución de los viajes diarios totales en las 73 zonas dentro del ejido de la Ciudad de Córdoba, considerando el valor de zona que se corresponde al hogar. Se observa una concentración de zonas de transporte con mayor cantidad de viajes al oeste y noroeste de la ciudad. Se destacan además en el área central la zona correspondiente al barrio de Nueva Córdoba, al sur las zonas que se corresponden con barrios populares como Villa El Libertador, Santa Isabel y Cabildo, y al sureste zonas que incluyen barrios como Coronel Olmedo, Ferreyra y Villa Bustos. Por otra parte, un gran sector del centro de la ciudad se corresponde con hogares con baja cantidad de viajes diarios a pesar de que es una zona donde la urbanización está

consolidada, a diferencia de sectores del noreste de la ciudad también con baja cantidad de viajes diarios, como por ejemplo Villa Esquíú, que se caracterizan por la mezcla de usos urbanos y rurales. Esto puede deberse a la metodología del relevamiento y lo que define como un viaje, que corresponde a una distancia de 4 cuadras o más.

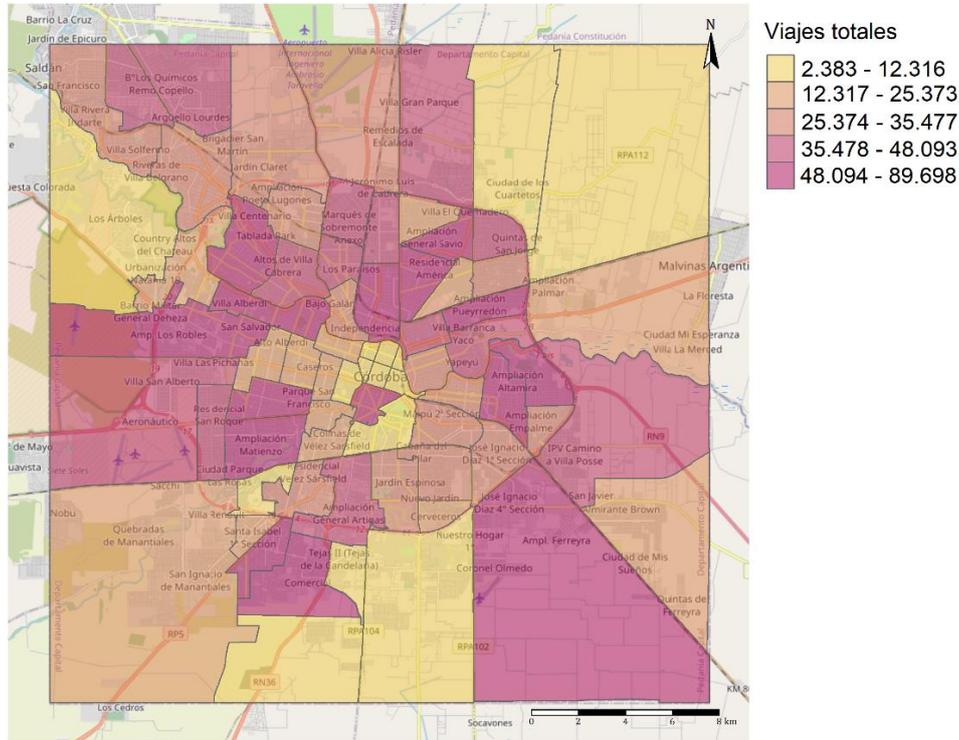


Figura 31: Cantidad de viajes diarios totales en cada zona dentro del ejido municipal

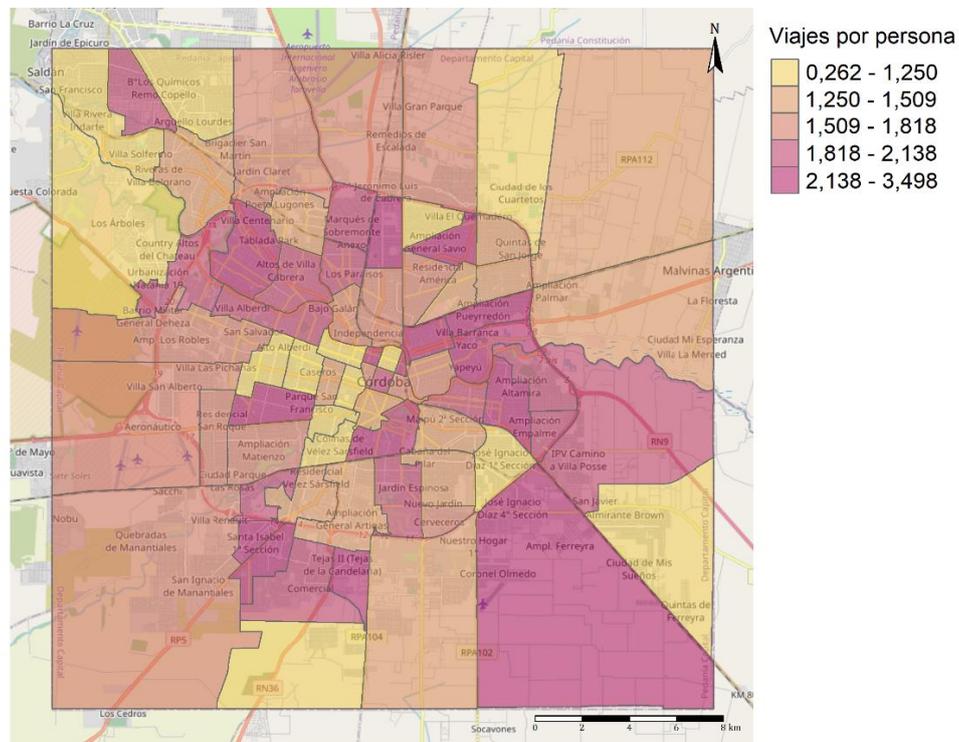


Figura 32: Tasa de viajes diarios por persona en cada zona dentro del ejido municipal

Metodología para evaluar aspectos sociales del transporte público a través de indicadores de accesibilidad - aplicación en la Ciudad de Córdoba
 Ing. Lucila Martinazzo

En la figura 32 se graficó la tasa de viajes por día por persona, en función de los datos de población del Censo 2010. Los sectores destacados al sur y al sureste de la ciudad en el mapa anterior también tienen altas tasas de viaje, mientras que esta tendencia se debilitó hacia el oeste y noroeste. Se observa también que los sectores del centro de la ciudad con baja cantidad de viajes diarios totales tienen tasas de media alta a alta.

A través de la base de datos de viajes se obtuvo la cantidad de viajes diarios promedio y el porcentaje de viajes diario que realizan mujeres y hombres de la Ciudad de Córdoba. Como se observa en la tabla 15 los órdenes de magnitud son muy similares, pero las mujeres hacen 2,29% más de viajes que los hombres. Más del 99% de los viajes corresponden hasta a 7 viajes diarios totales por persona, cuya desagregación se observa en la figura 33. Los hombres tienen mayor proporción de hasta dos viajes diarios por persona, mientras que las mujeres tienen mayor cantidad de viajes diarios por persona, lo que se ve reflejado en la diferencia de viajes diarios promedio de la tabla 15.

Tabla 15: Distribución de viajes diarios entre hombres y mujeres

	Hombres	Mujeres
Cantidad de viajes promedio	2,02	2,03
% de viajes	48,85%	51,15%

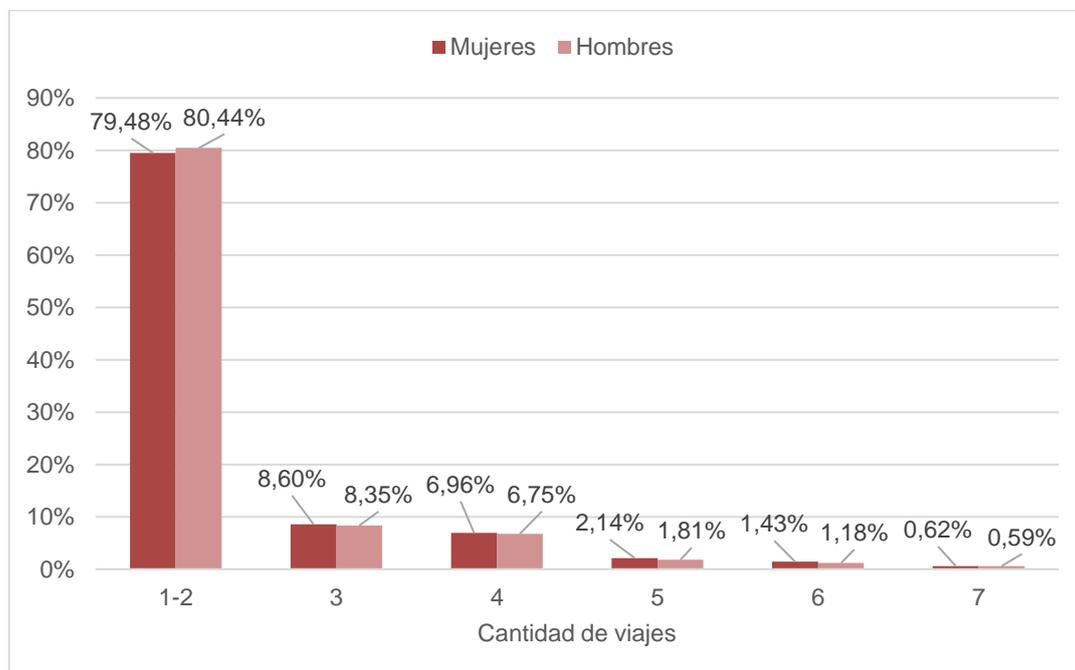


Figura 33: Proporción de viajes diarios por persona entre mujeres y hombres

Los viajes diarios clasificados por género se distribuyen en las zonas de transporte como se observa en la figura 34, que muestra una paridad general en la distribución de los

viajes en el ejido municipal, aunque las mujeres tienen mayor cantidad de zonas con alto nivel de viaje en la periferia.

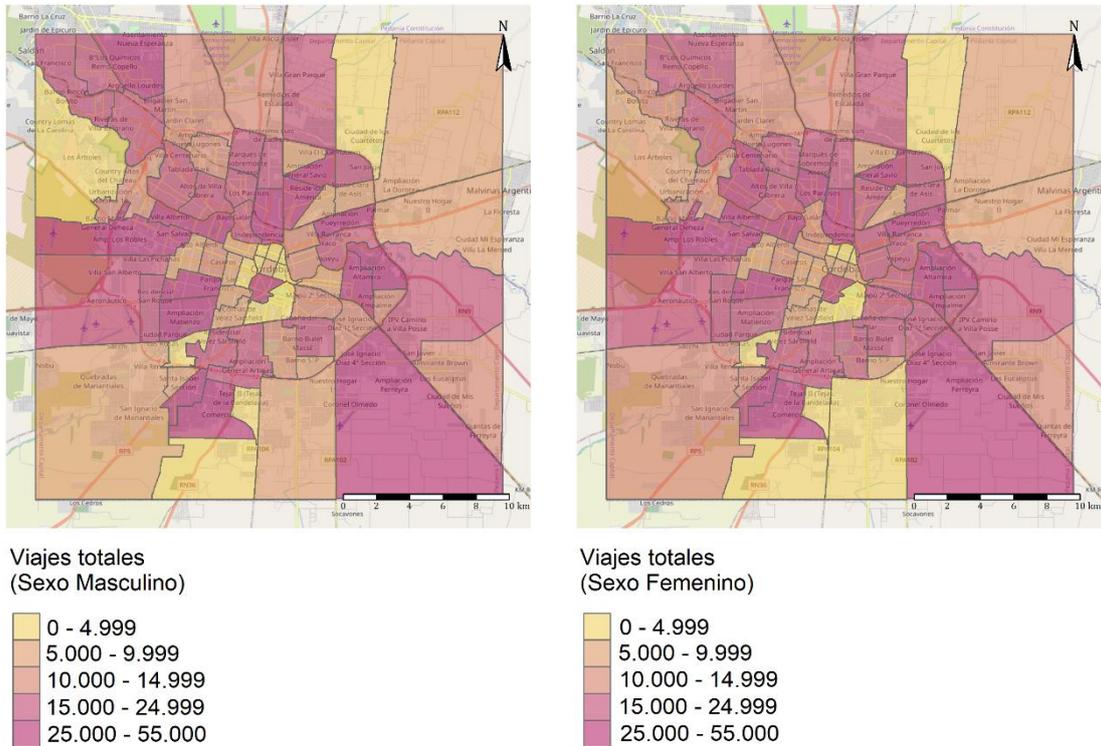


Figura 34: Cantidad de viajes diarios totales en cada zona por género

Para complementar el análisis en el territorio se graficó simultáneamente en un mapa bi-variado el porcentaje de hogares con NBI y la cantidad de viajes totales, cantidad de viajes de mujeres y cantidad de viajes de hombres, para ser analizados por separado, considerando la escala de colores de la figura 35 que es la utilizada para todos los mapas bi-variados presentados en este apartado de resultados.

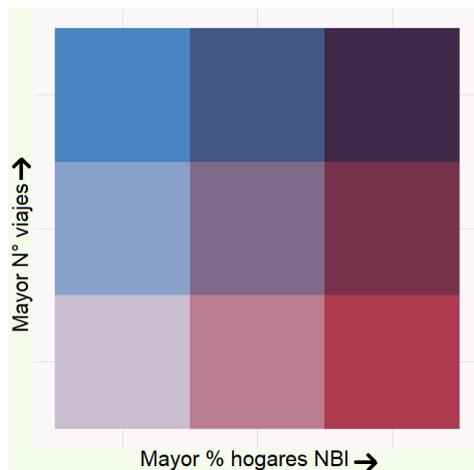


Figura 35: Escala de colores mapas Bi-variados

En la figura 36 se observa que las zonas periféricas con gran cantidad de viajes también tienen los valores más altos de hogares con necesidades básicas insatisfechas. Se destaca además que la zona norte y noroeste dentro del anillo de circunvalación tiene gran cantidad de viajes, pero es un sector de menor vulnerabilidad socioeconómica, y el caso opuesto a zonas del centro de la ciudad sobre la costanera del Río Suquía (zonas 1, 2 y 3) con un nivel de viajes menor pero mayor proporción de hogares vulnerables. En el centro de la ciudad también hay sectores de baja vulnerabilidad que coincide con baja cantidad de viajes.

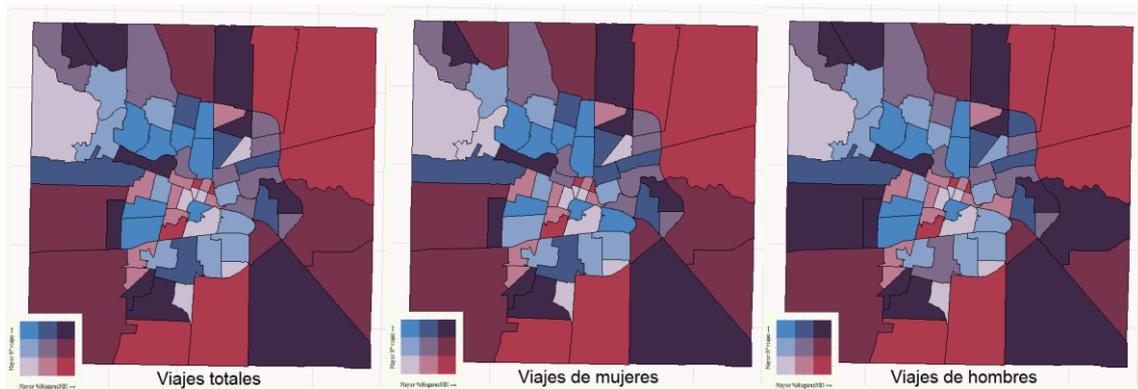


Figura 36: Mapa Bi-variado % hogares NBI y cantidad de viajes

5.1.3. Resultados por motivo de viaje.

Los motivos de viaje considerados en el presente trabajo se expusieron en la tabla 12 del apartado 4.3.1. Estos motivos se corresponden con la actividad en destino del viaje, así, por ejemplo, los viajes por motivo “Hogar” son aquellos cuyo destino final es el regreso al hogar.

En la figura 37 se observa la distribución de los viajes diarios por motivo y por género. Se observa que los hombres dominan ampliamente en los viajes por motivo trabajo, con una diferencia de 9,47%, mientras que las mujeres hacen la mayoría de los viajes relacionados a tareas de cuidado superando a los hombres por 5,48%. Para ambos casos, trabajo, estudio, y cuidado suman más del 40% de los viajes diarios.

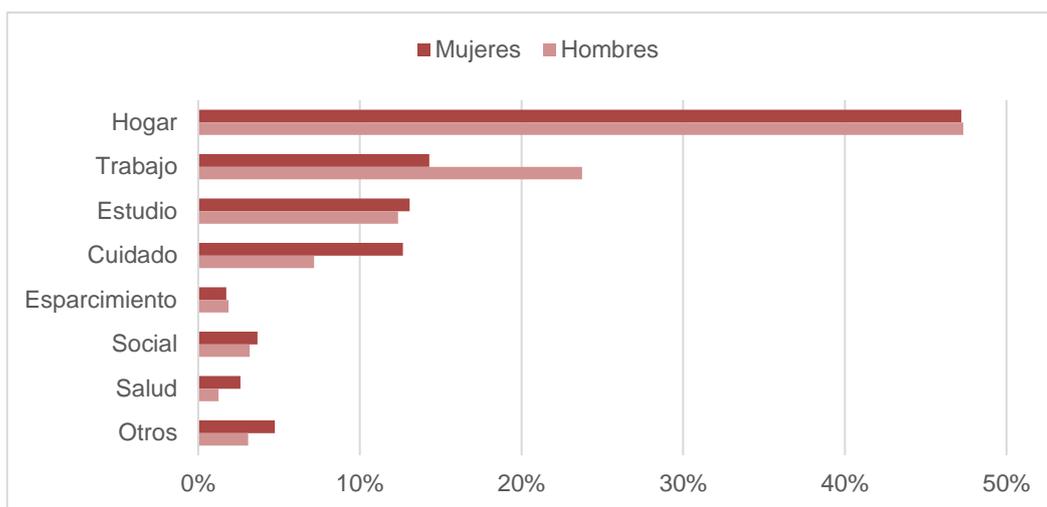


Figura 37: Proporción de viajes diarios entre mujeres y hombres por motivos de viaje

Para los tres motivos principales de viaje se graficó su distribución geográfica en las zonas de transporte de la EOD, que se observa en la figura 38. Para el motivo trabajo se observa que la mayor cantidad de viajes de los hombres se agrupa hacia el norte y noroeste de la ciudad, con una gran cantidad además en el área central en la zona de Nueva Córdoba. Los viajes por trabajo de las mujeres se agrupan en cambio hacia el oeste y el norte. También se observa en ambos casos que las zonas con mayor cantidad de viajes se agrupan dentro del anillo de circunvalación. Para los viajes por motivo estudio la distribución de los viajes es irregular, destacándose la zona correspondiente a Nueva Córdoba en el centro de la ciudad con gran cantidad de viajes y las zonas al oeste en el caso de los hombres. En el caso de los viajes por razones de cuidado, la mayor cantidad de viajes en ambos casos es de hogares que se ubican en la periferia del área central, especialmente en el caso de las mujeres, que también tienen gran cantidad de viajes en las zonas fuera de la circunvalación.

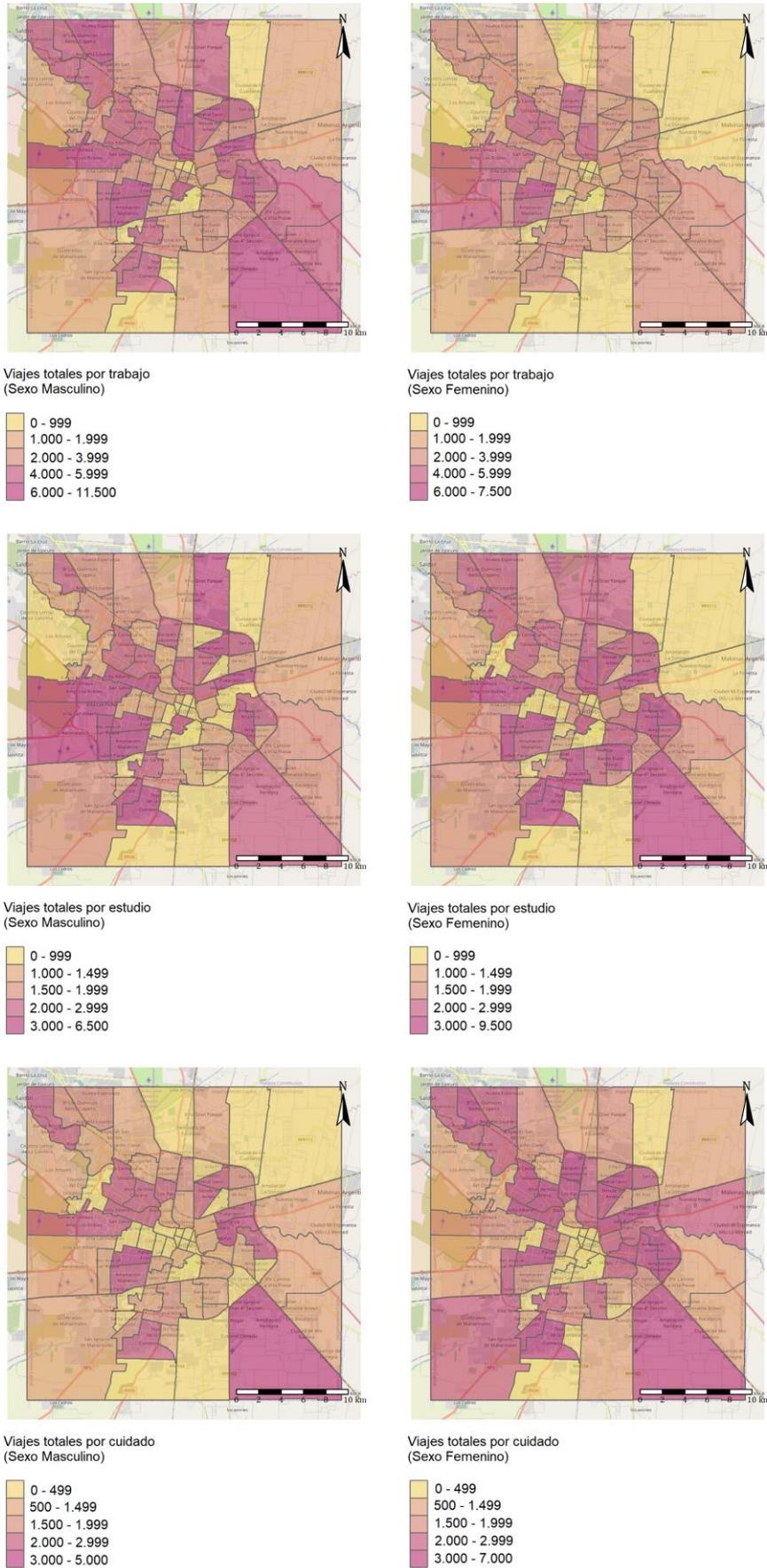


Figura 38: Cantidad de viajes diarios entre mujeres y hombres por motivos de viaje

En la figura 39 se observa el mapa bi-variado que representa en nueve categorías (baja, media y alta) el porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas y la cantidad de viajes por motivo trabajo, estudio y movilidad del cuidado por género, según la escala de colores presentada en la figura 35. Por motivo trabajo se observa, tanto para hombres como para mujeres, una tendencia sobre las zonas dentro del anillo de circunvalación que agrupan gran cantidad de viajes y tienen bajo porcentaje de hogares NBI, además de que la mayoría de las zonas de la periferia son los sectores más vulnerables donde hay un nivel de viajes de medio a alto. La zona norte-noreste y Nueva Córdoba en el área central donde se concentra la mayor cantidad de viajes por trabajo de los hombres tiene bajo nivel de vulnerabilidad. Para el caso de los viajes por motivo estudio, los hombres tienen mayor cantidad de zonas de la periferia con altos niveles de viajes y vulnerabilidad. Siguiendo con la línea de las anteriores observaciones, la periferia agrupa los mayores valores de viajes por motivos de cuidado y de hogares con NBI.



Figura 39: Mapa Bi-variado % hogares NBI y cantidad de viajes por motivo por género

Para completar el diagnóstico de los motivos de viaje, se desagregaron los resultados por máximo nivel educativo alcanzado, por ingreso mensual del hogar y por edad, en función de lo relevado en las encuestas.

En cuanto al nivel educativo, en la figura 40 se observa la proporción de viajes por motivo en función de la máxima escolarización de las personas. En los viajes por motivo trabajo se observa una tendencia creciente con el nivel de educación alcanzado, tanto que aquellas personas con nivel de posgrado tienen una proporción de viajes laborales mayor al 40% mientras que aquellas personas sin ningún tipo de educación no tuvieron viajes al trabajo. Para el caso del motivo estudio las mayores proporciones se dan en los grupos ninguno, primario incompleto, secundario incompleto y universitario incompleto, que es coherente con personas que hacen viajes para estudiar. Los viajes por tareas de cuidado tienen una tendencia ascendente hasta el nivel educativo terciario completo, con un pico de 15,51% para personas con primario completo.

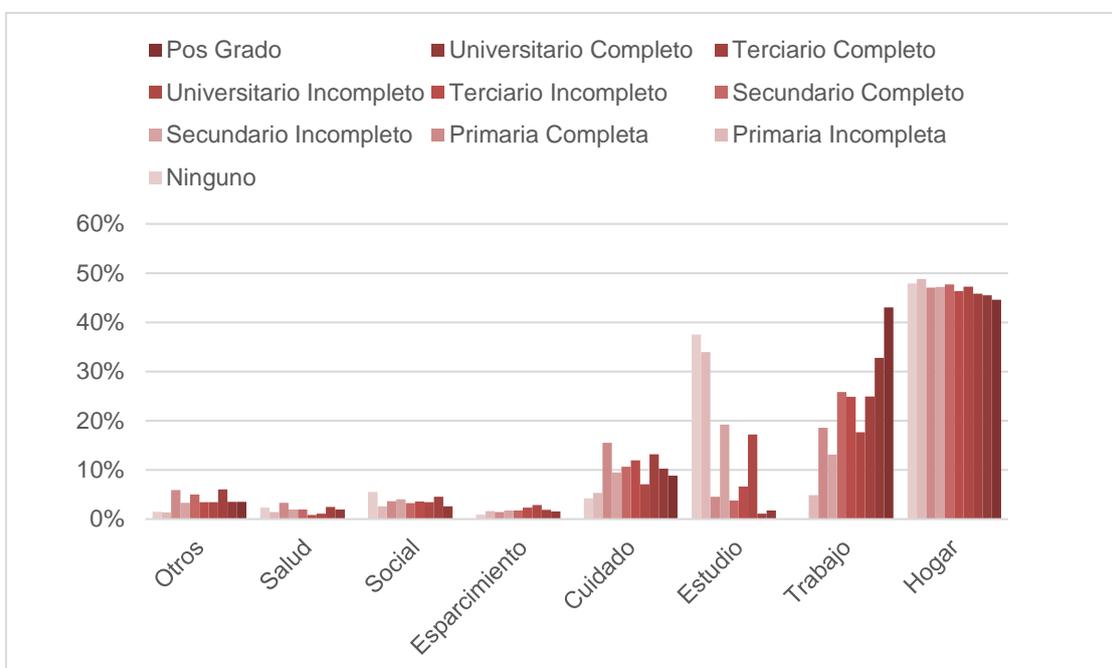


Figura 40: Proporción de viajes diarios por nivel educativo por motivos de viaje

En la figura 41 se graficaron los viajes por motivo en función del nivel de ingreso mensual de los hogares. Lo más destacado se observa en cuanto al motivo trabajo, con una clara tendencia a una mayor proporción de viajes laborales con el aumento del nivel de ingreso. También se observa que la tendencia general de los viajes por tareas de cuidados responde a la inversa, observando los mayores registros en los niveles de ingresos más bajos, con una excepción puntual para el rango de 4001 a 5000 pesos.

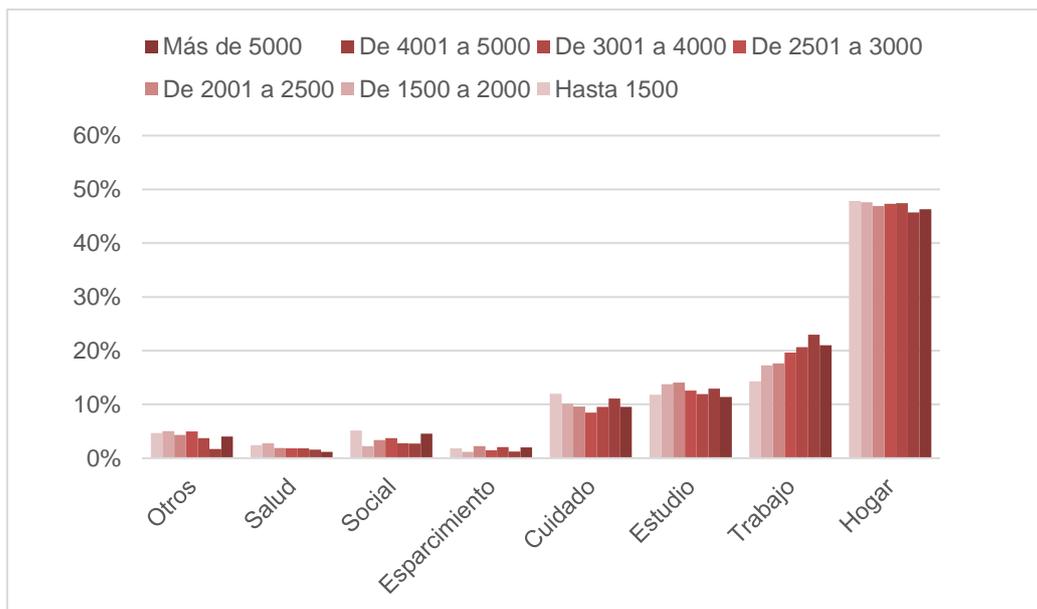


Figura 41: Proporción de viajes diarios por nivel de ingreso por motivos de viaje

La distribución de viajes por motivo en función de la edad (figura 42) se corresponde con lo descrito en las dos desagregaciones anteriores. Los grupos etarios intermedios son los que agrupan la mayor proporción de viajes por motivo trabajo, y son grupos que corresponden a la población mayor de edad, pero menor a 60 años que podría considerarse dentro de la población económicamente activa (sujeto a su condición de ocupación; INDEC, 2022a). También es destacable que el grupo de 0-17 años, que se encuentra en edad escolar, tiene la mayor proporción de viajes por motivo estudio. Los motivos de movilidad del cuidado, salud y otros tienen una tendencia ascendente con la edad.

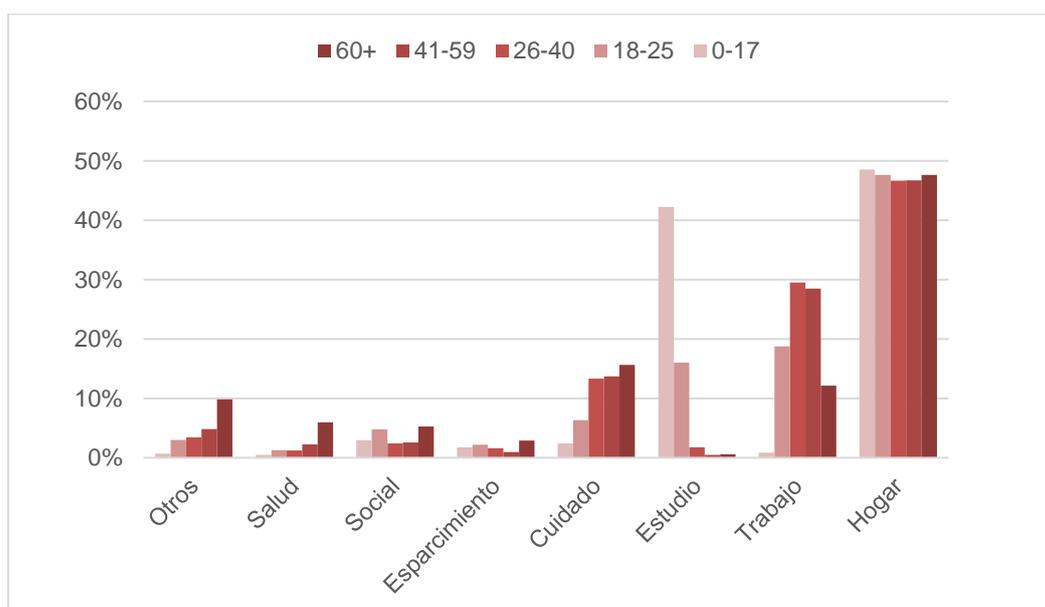


Figura 42: Proporción de viajes diarios por grupo etario por motivos de viaje

El anterior análisis respecto a los motivos de viaje indica que su distribución tiene variaciones importantes en función del género, del nivel educativo, nivel de ingresos y edad que merecen ser contemplados para capturar las necesidades de cada persona y tipo de viaje. Los viajes por motivo trabajo, estudio y movilidad del cuidado son los preponderantes, y suelen tener características muy diferentes entre sí, tal como se expuso en el apartado 2.3.

En cuanto a la distribución geográfica de los viajes por motivo, las zonas periféricas al centro de la ciudad agrupan en general cantidades mayores de viajes que además se corresponden con altos niveles de vulnerabilidad en cuanto al indicador NBI, especialmente para viajes por tareas de cuidado que tienen mayor presencia en sectores fuera del anillo de circunvalación. La zona oeste de la ciudad tiene en general mayor cantidad de viajes, sobre todo de viajes por motivo trabajo, motivo que también predomina sobre el sector noroeste, aunque en estos dos sectores en muy diferente el nivel de vulnerabilidad, con valores bajos en este último.

5.1.4. Resultados por modos de transporte utilizados.

Los modos de viaje considerados en el presente trabajo se corresponden con los del informe original de la EOD 2009 (De Beláustegui, 2011), y se expusieron en la tabla 12 del apartado 4.3.1. En primera instancia, se desagregaron los viajes por modo en función de la variable “Sexo” entre hombres y mujeres, que se observa en la figura 43. Las mujeres hacen más del 70% de sus viajes en transporte público y a pie, mientras que los hombres utilizan predominantemente el auto particular, y también tienen mayor proporción de viajes en moto/ciclomotor. Se destaca también que las mujeres tienen mayor proporción de viajes en taxi/remis que los hombres, relación que se invierte para los viajes en bicicleta.

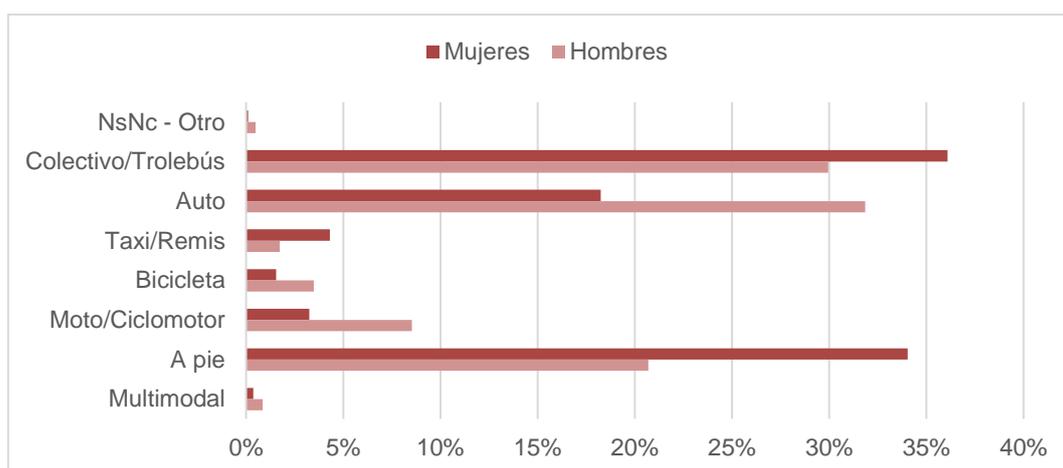


Figura 43: Distribución modal de viajes de hombres y mujeres

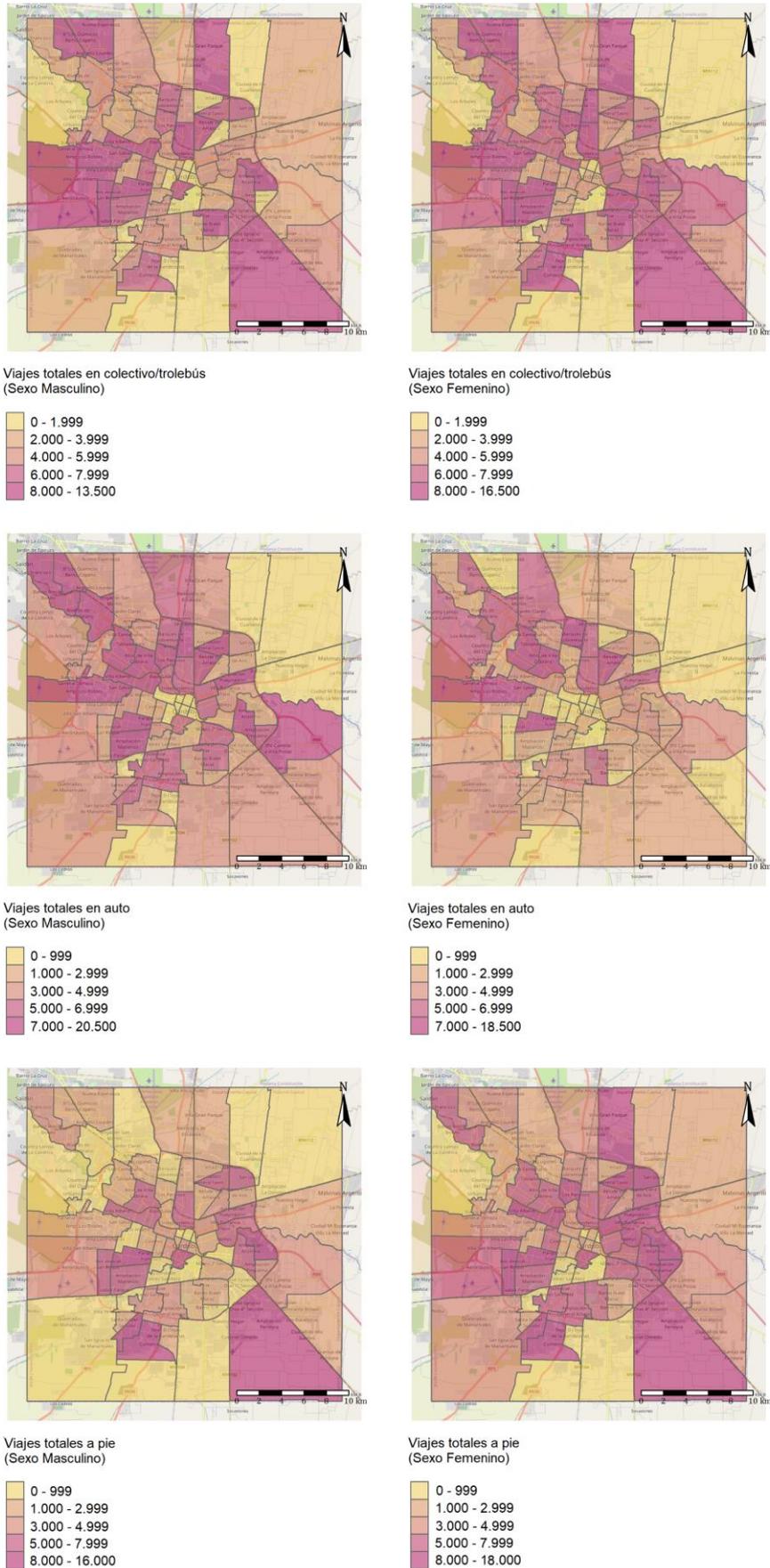


Figura 44: Cantidad de viajes diarios entre mujeres y hombres por modos de viaje

Los tres principales modos distribuidos en las zonas de transporte por género fueron graficados en la figura 44. Los viajes en ómnibus/trolebús son mayores en la periferia del centro de la ciudad, especialmente en el caso de las mujeres, que también concentran mayor cantidad de viajes en este modo al noroeste y sureste. Los hombres en cambio tienen gran cantidad de viajes en transporte público en una zona del centro de la ciudad donde se encuentra el barrio Nueva Córdoba, coincidente con la gran concentración de viajes que tienen en esa zona por motivos de trabajo y estudio. En el caso de los viajes en auto, las zonas de mayor cantidad de viajes se agrupan hacia noroeste para las mujeres, mientras que para los hombres están más distribuidas en el ejido urbano, aunque para ambos casos hay mayor cantidad de viajes en hogares fuera del centro de la ciudad. A diferencia de los casos anteriores, hay varias zonas del centro de la ciudad con cantidades medias de viajes a pie. Además, las mujeres tienen más viajes a pie en la periferia, tanto en zonas dentro y fuera del anillo de circunvalación.

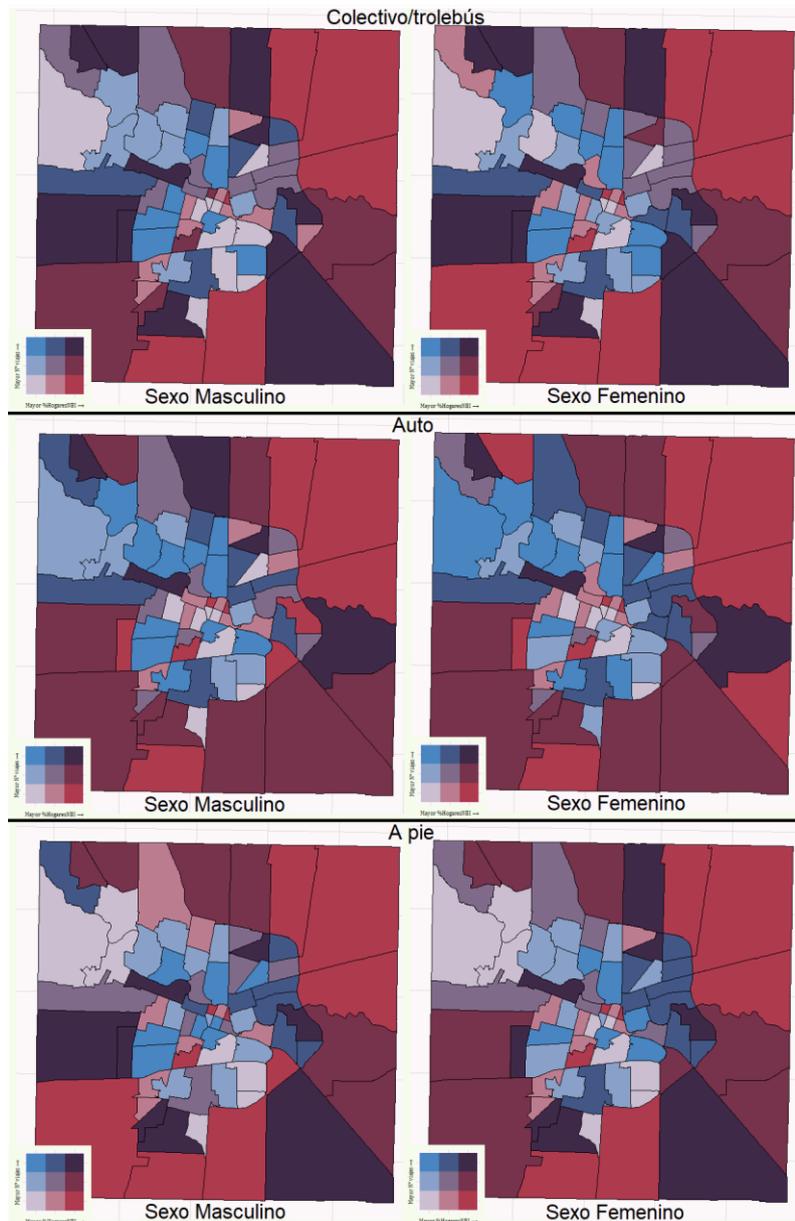


Figura 45: Mapa Bi-variado % hogares NBI y cantidad de viajes por modo por género

La figura 45 en tanto ilustra en nueve categorías (baja, media y alta) la proporción de hogares con necesidades básicas insatisfechas y la cantidad de viajes por modo por género, según la paleta presentada en la figura 35. Se observa que las zonas antes indicadas como de gran cantidad de viajes en colectivo/trolebús de la periferia de la ciudad también corresponden a zonas de gran proporción de hogares NBI, especialmente para las mujeres al noroeste y sureste. Las zonas céntricas de alta proporción de hogares NBI tienen baja cantidad de viajes, excepto en la zona correspondiente a Nueva Córdoba donde los hombres tienen gran cantidad de viajes. Para los viajes en auto que se concentran en la zona noroeste, en especial para los hombres, se observa en el mapa bi-variado que se corresponde con sectores de baja vulnerabilidad, mientras que hay pocas zonas de la periferia de alto nivel de viajes y % hogares NBI. Por otra parte, los viajes a pie de las mujeres en la periferia del centro de la ciudad en general se corresponden con zonas de media a alta vulnerabilidad, mientras que en el caso de los hombres que tienen mayor cantidad de viajes a pie en zonas céntricas corresponde a zonas de baja proporción de hogares NBI.

Al igual que para los motivos de viaje, se desagregaron los resultados por máximo nivel educativo alcanzado, por ingreso mensual del hogar y por edad.

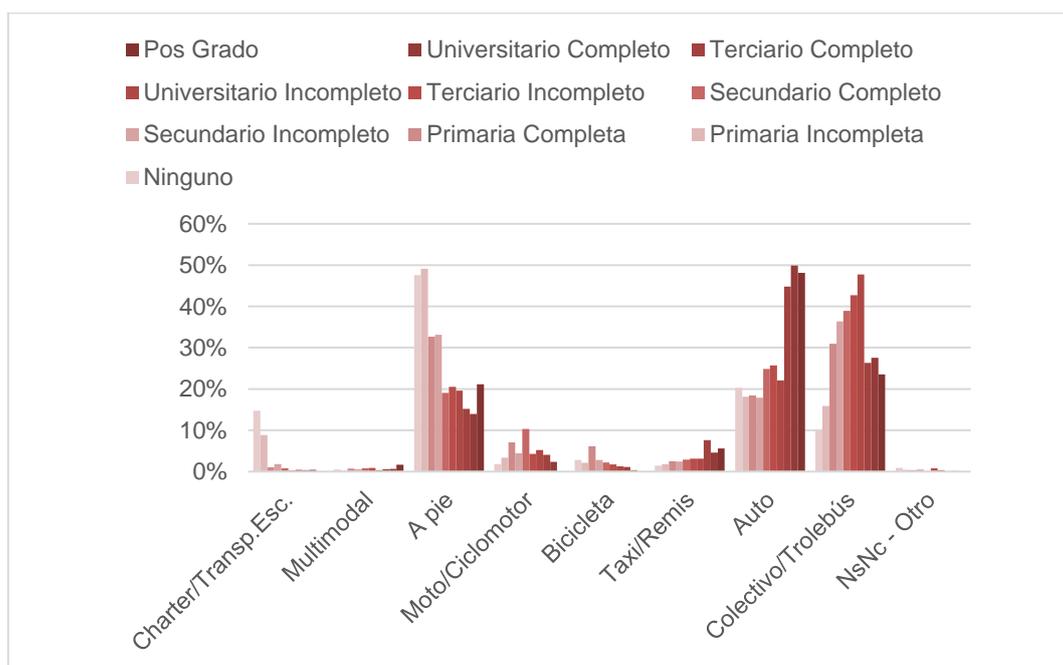


Figura 46: Proporción de viajes diarios por nivel educativo por modos de viaje

En la figura 46 se observa la proporción de viajes por modo en función del nivel educativo de las personas. Los viajes a pie tienen una tendencia general decreciente a mayor nivel educativo, al contrario de lo que sucede para los viajes en auto donde a mayor nivel educativo mayor proporción de viajes. Los viajes en ómnibus son mayores en el grupo con nivel Universitario Incompleto, mientras que la mayor proporción de viajes en Charter/Transporte Especial corresponden a los dos niveles más bajos, debido a que son viajes de menores en edad escolar.

En la figura 47 se graficaron los viajes por modo en función del nivel de ingreso. En este caso las tendencias son más claras que en la desagregación anterior. La proporción de viajes a pie y en colectivo/trolebús descienden a medida que aumenta el nivel de ingreso, más marcadamente en los viajes peatonales, mientras que los viajes en auto aumentan drásticamente con el nivel de ingreso. Es particular además el comportamiento de los viajes en bicicleta, que son menores a medida que aumenta el ingreso, y los viajes en taxi/remis que tienen el comportamiento inverso.

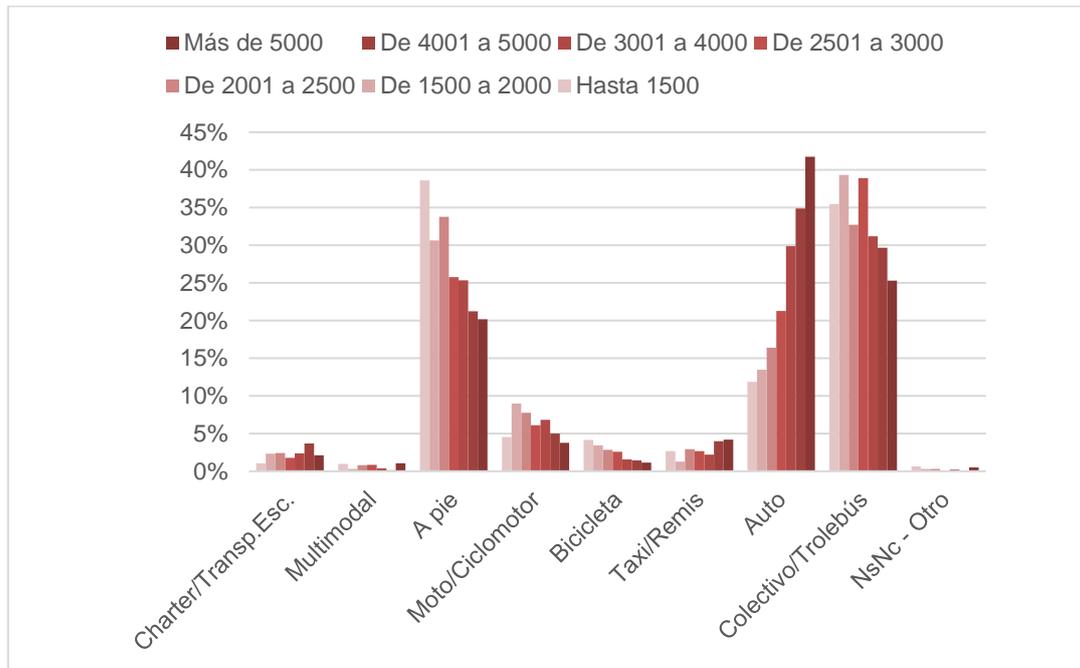


Figura 47: Proporción de viajes diarios por nivel de ingreso por modos de viaje

La figura 48 grafica la proporción de viajes por modo en función de grupos etarios. Los viajes a pie tienen más presencia en los grupos etarios que representan a infantes, adolescentes y adultos mayores, los primeros con más del 45% de los viajes en este modo. Los adultos jóvenes realizan el 46,65% en colectivo/trolebús, mientras que el rango de 26 a 59 años tiene mayor proporción de viajes en auto. Además, tal como se había observado en la desagregación por nivel educativo, la mayor proporción de viajes en Charter/Transporte Especial son para el grupo de 0 a 17 años, correspondiendo a menores en edad escolar.

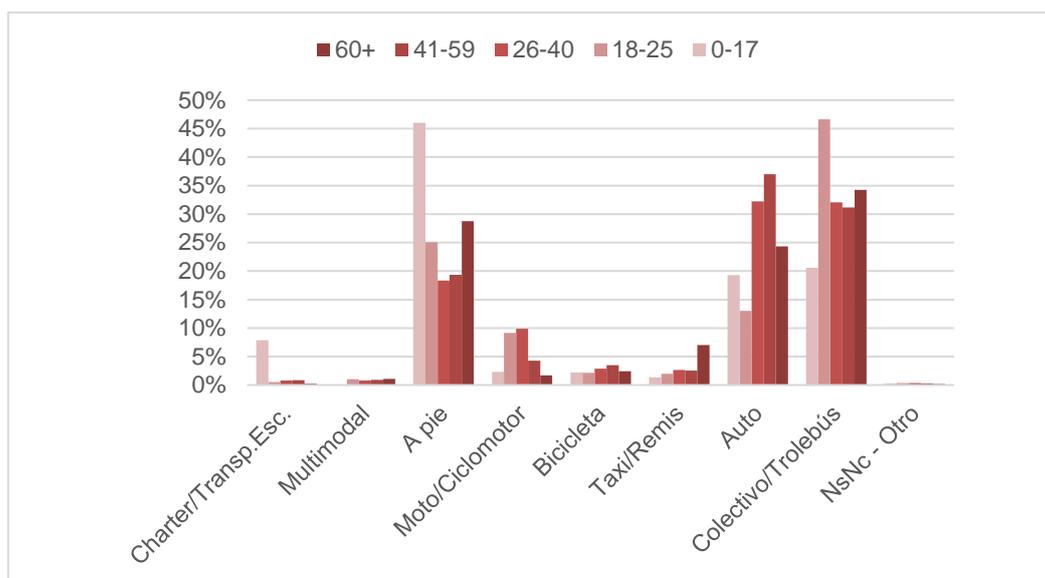


Figura 48: Proporción de viajes diarios por grupo etario por modos de viaje

Similar a lo sucedido con las desagregaciones presentadas para los motivos de viaje, el reconocimiento de las características socioeconómicas de la población permite hacer inferencias sobre las necesidades de viajes de las personas, y que pueden reflejarse hacia qué personas se diseñan las infraestructuras y sistemas de transporte.

Por ejemplo, el hecho de que infantes/adolescentes y adultos mayores realicen gran cantidad de sus viajes a pie debe incidir en la forma en la que se diseñan los espacios peatonales. Además, merecen analizarse los motivos por los cuales los adultos no prefieren utilizar el transporte público y le dan un uso más intensivo al auto, relacionado también al nivel de ingreso de las personas, comportándose como un bien inferior. Por otra parte, la desagregación por ingreso mensual del hogar también indica que aquellas personas de menores ingresos utilizan más el transporte público, lo que puede orientar políticas para beneficiar en mayor medida a esos sectores más vulnerados.

Por último, y para tener un punto de comparación con los desarrollos presentados en los apartados siguientes, se analizaron los datos relevados en cuanto a tiempos de viajes percibidos y cuabras caminadas para acceder al transporte público.

En la figura 49 se observa el tiempo de viaje percibido en minutos en rangos, desagregado por género. En general, los hombres tienen mayor cantidad de viajes más largos que las mujeres. Las mujeres tienen mayor proporción en el rango de 0 a 10 minutos, asociado también a la alta proporción de viajes a pie que tienen. De estos valores surge que más del 99% de los viajes tiene una duración menor a 120 minutos, y más del 95% dura menos de una hora.

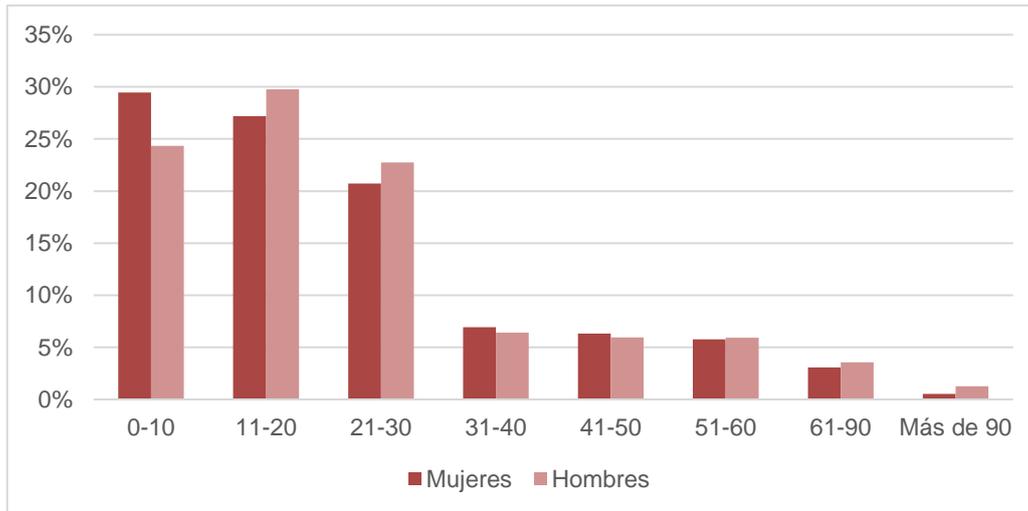


Figura 49: Tiempo de viaje percibido en minutos entre mujeres y hombres

Los valores de cuadras caminadas en origen y en destino se obtuvieron a partir de la base de datos de etapas, ya que solamente se presentaron estas variables para las etapas. La cantidad de cuadras caminadas en origen se presenta en la figura 50, donde se observa que las mujeres tienen mayor proporción de viajes donde para acceder al transporte público tuvieron que caminar más de 6 cuadras.

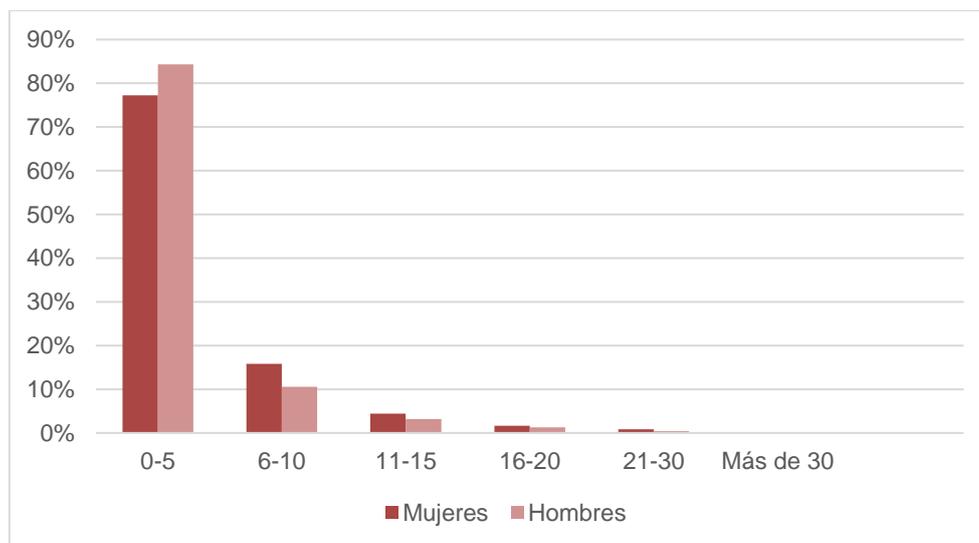


Figura 50: Cantidad de cuadras caminadas en origen por género

La cantidad de viajes en destino en más del 90% de los viajes de hombres y mujeres es menor a 5 cuadras.

5.2. EVALUACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE LA RED DE TRANSPORTE A TRAVÉS DE METODOLOGÍA DE LA EUROPEAN COMMISSION.

Como resultado del proceso de cálculo detallado en el apartado 4.3.3.1., se obtuvieron con la herramienta *Openrouteservice* en *QGIS* las isocronas de caminata desde cada

parada de transporte público, en función del método propuesto por Poelman y Dijkstra (2015).

La herramienta de cálculo de las isocronas considera la red vial para el trazado de las mismas, por lo que se obtuvo como resultado una serie de polígonos irregulares superpuestos, cada uno correspondiente a una de las paradas. Poelman y Dijkstra (2015) indican que en aquellos sectores donde las isocronas se superponen, la de mayor cantidad de servicios por hora prevalece sobre las demás, por lo que les atribuyen a esas áreas superpuestas el valor máximo de salidas por hora. Para el caso de estudio esta prevalencia de isocronas se realizó por categoría de acceso, ya que el objetivo final era clasificar a la población en esos grupos de valores definidos. Por ello, aquellas paradas/isocronas clasificadas como de alto acceso, prevalecen sobre las categorías inferiores, las de medio acceso prevalecen sobre las de bajo acceso, y el resto de los sectores donde no hay superposición de isocronas corresponden a bajo acceso. Además, la diferencia con el límite de las isocronas superpuestas se consideró como el área sin acceso.

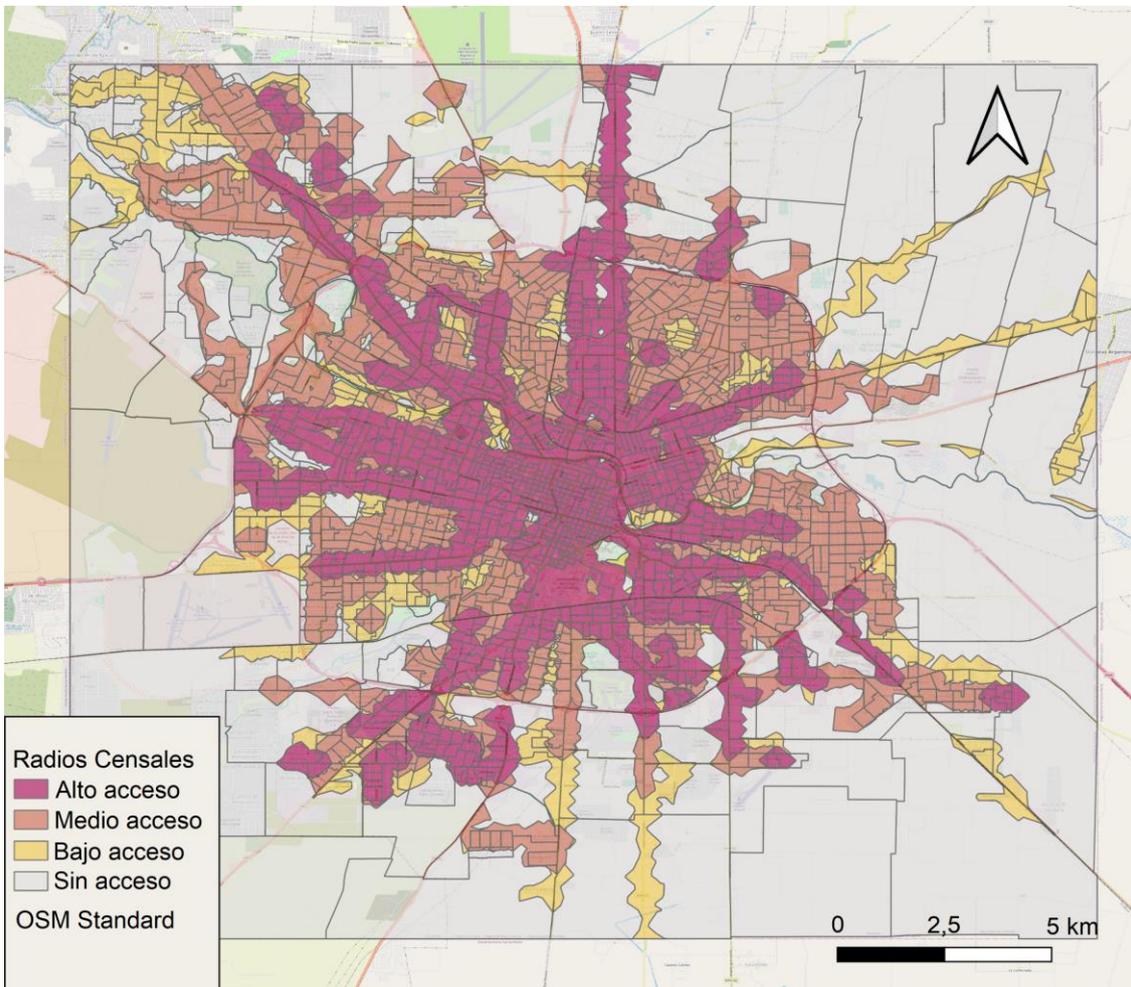


Figura 51: Áreas por categorías de acceso en Córdoba según los radios censales 2010

En la figura 51 se observa esta delimitación de las distintas áreas en función de la clasificación por acceso, tomando como base los radios censales correspondientes al

Censo 2010 en intersección con las isocronas por clase. En ella se observan definidos grandes corredores de alto acceso, especialmente marcado hacia el oeste y en el centro de la ciudad. Hacia el norte y hacia el sur estas áreas se debilitan, con grandes espacios de medio acceso especialmente hacia el noroeste, donde se ubican sectores de mayores ingresos. Hacia el sur, las áreas con acceso son más dispersas, con una gran aglomeración hacia el suroeste donde se ubica el barrio Villa El Libertador. También se observa una marcada diferencia en el acceso en los distintos sectores fuera del anillo de circunvalación, donde hacia el noroeste y suroeste se observan más áreas con acceso que al este de la ciudad.

Para obtener la población por categorías también se utilizó la intersección de las isocronas con los radios censales, considerando que las características demográficas y socioeconómicas son homogéneas al interior de cada radio. Así, la población afectada a cada clase se obtuvo en función del área del radio censal cubierta por cada categoría de acceso.

La población total obtenida por este método es la que se observa en la columna PR_i de la tabla 16. Al obtenerse la población según la proporción del área afectada a cada clase respecto al área total por radio censal, se generaron errores por redondeo que representan el 0,08% de la población total para los 1503 radios censales en estudio. Así, tomando a la Ciudad de Córdoba como una gran área urbana, se obtuvo que el valor para el indicador de acceso apropiado $Accl=63,63\%$ de la población.

Tabla 16: Cálculo indicador de acceso a servicios de movilidad

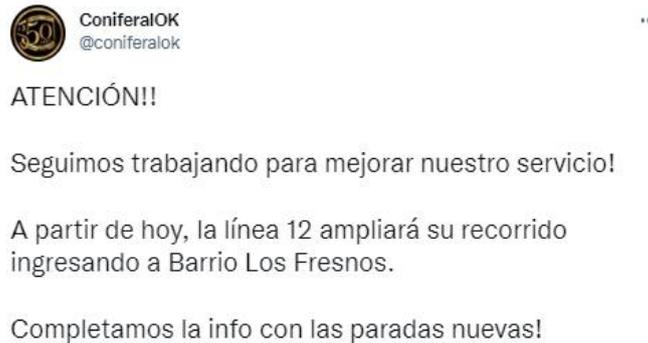
Población viviendo en cada zona de tipología de acceso i		Área urbana grande	Área urbana pequeña		
i	Nivel de acceso de transporte público	W_i		PR_i	W_i*PR_i
1	Sin acceso	0	0	121.461	0
2	Bajo acceso	0	0,5	118.189	0
3	Medio acceso	0,5	1	497.054	248527
4	Alto acceso	1	1	605.689	605689
5	Muy alto acceso	1	1	0	0
				Accl	63,63%

Si se desagregan estos resultados por género, el 62,7% de la población masculina tiene acceso adecuado a servicios de movilidad, mientras que dentro de la población femenina este porcentaje es del 64,24%. Estos valores pueden tomarse como línea de base a partir de la cuál evaluar distintos proyectos o modificaciones en el sistema de transporte público de la ciudad, al haber sido desarrollado a partir del primer *GTFS* disponible.

Para evaluar la replicabilidad de este inciso de la metodología, se seleccionó como caso de estudio la modificación que sufrió el recorrido de la línea 12 a partir del 23 de febrero de 2022 en cercanías a la punta de línea en Barrio Ituzaingó Anexo, al sureste de la

Ciudad de Córdoba, que se observa en la figura 52 en función de lo publicado en redes sociales.

Para ingresar a Barrio Los Fresnos, la empresa concesionaria Coniferal amplió el recorrido de la línea 12, sumando 8 paradas y modificando el trazado original de la línea de aproximadamente 900 metros sobre Av. Juan Vucetich entre calles Faraday y Erwin Schrödinger, para circular por calles Faraday, René Descartes, Dr. Salvador Mazza y Erwin Schrödinger, siendo el nuevo recorrido de 1,8 km aproximadamente.



8:24 p. m. · 23 feb. 2022 · Twitter Web App

Figura 52: Modificación línea 12 (Coniferal, 2022; en Twitter @coniferalok)

En la tabla 17 se observan las paradas de los recorridos en ida y vuelta según las direcciones publicadas por la Empresa Coniferal, con su ubicación georreferenciada obtenida de la página web de Inteligencia Territorial de la Municipalidad de Córdoba, que es una página de consulta de los datos catastrales de la ciudad.

Tabla 17: Nuevas paradas Línea 12 para Barrio Los Fresnos

Paradas hacia el centro (IDA)			
Dirección	Longitud	Latitud	Fuente
Schrödinger 5790	-64,0785	-31,4688	Inteligencia territorial Municipalidad de Córdoba
Salvador Mazza 7510	-64,0834	-31,469	Inteligencia territorial Municipalidad de Córdoba
S. Mazza antes de Becquerel	-64,0859	-31,4689	Inteligencia territorial Municipalidad de Córdoba
Faraday 5689	-64,0874	-31,4673	Inteligencia territorial Municipalidad de Córdoba
Paradas hacia el barrio (REGRESO)			
Dirección	Longitud	Latitud	Fuente
Faraday 5689	-64,0874	-31,4673	Inteligencia territorial Municipalidad de Córdoba
S. Mazza esquina Becquerel	-64,0866	-31,4689	Inteligencia territorial Municipalidad de Córdoba
Salvador Mazza 7498	-64,0837	-31,469	Inteligencia territorial Municipalidad de Córdoba
Schrödinger 5770	-64,0785	-31,4685	Inteligencia territorial Municipalidad de Córdoba

Estas paradas fueron cargadas en la base de datos de paradas (ver tabla 14: Configuración de la base de datos de paradas) con la frecuencia correspondiente a la línea 12 ($veh_h=4,5455$), además de modificar las paradas $stop_id=542; 543; 545; 546; 547; 548; 549; 550; 551; 552; 54401152$, por donde la línea 12 ya no circula. Con las nuevas paradas se volvió a realizar el trazado de las isocronas de 417 metros con *Openrouteservice*, y se obtuvo la intersección de las isocronas con los radios censales para categorizar a la población por acceso. Así, se obtuvo lo que se observa en la figura 53, donde dentro del círculo rojo se modificaron las zonas con acceso, ampliándose al sur sobre barrios Los Eucaliptos y parte de Los Fresnos con un nivel de acceso medio, mientras que sobre barrio Ituzaingó Anexo disminuyó el área de alto acceso por la salida de la Línea 12 del sector. En la figura 54 se observa un detalle de la definición de estas áreas.

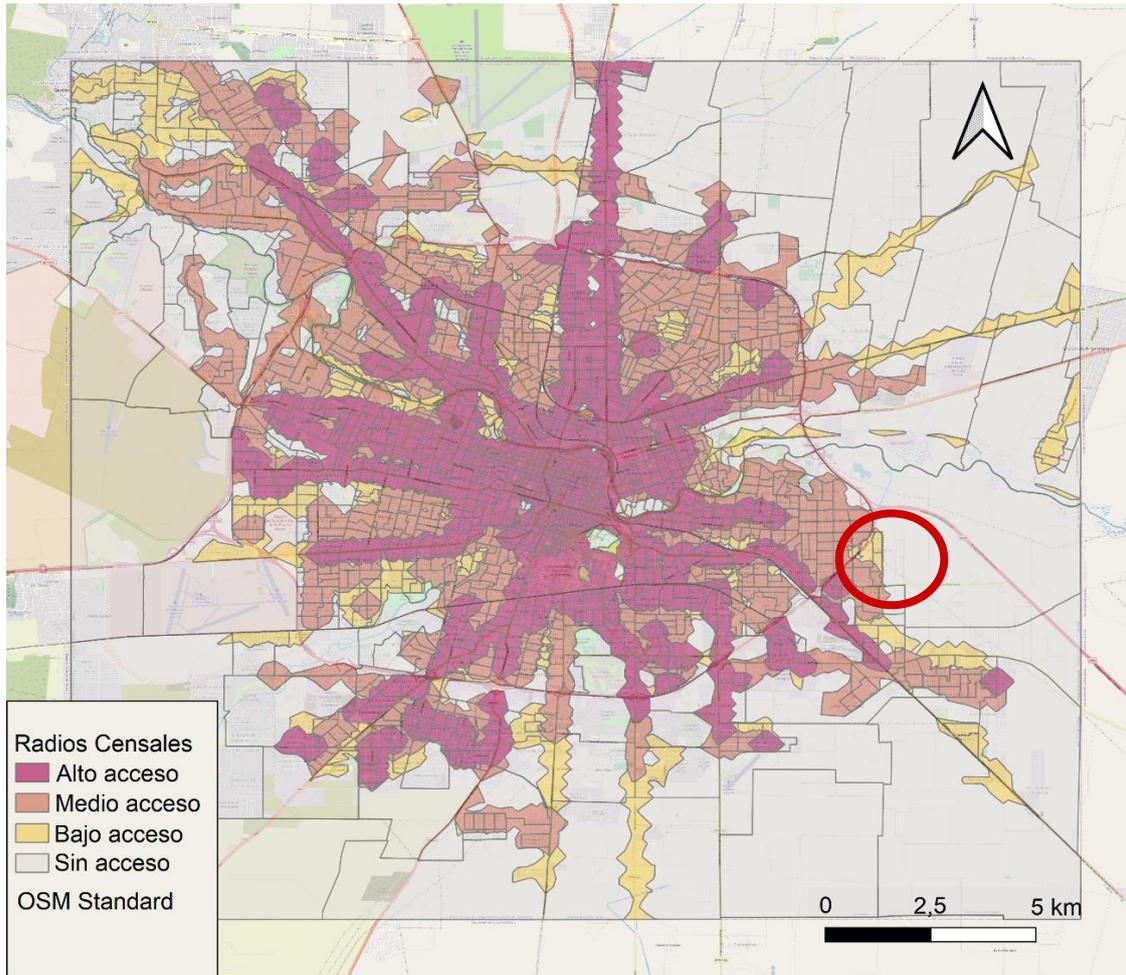


Figura 53: Áreas por categorías de acceso en Córdoba después de modificación Línea 12

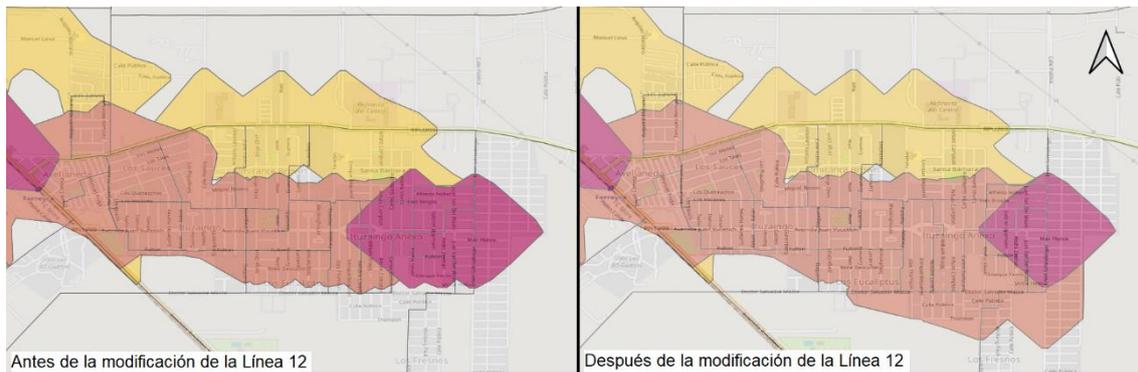


Figura 54: Detalle áreas por categorías de acceso en Córdoba después de modificación Línea 12

En función de la intersección de las isocronas con los radios censales se obtuvo la población por nivel de acceso, tal como se muestra en la tabla 18. Con la modificación de la línea 12 aumentó la población de medio acceso y disminuyó la población de alto acceso, que son las dos tipologías ponderadas por la metodología para áreas urbanas de más de 100.000 habitantes. A pesar de que el peso W_i de medio acceso es menor,

el incremento de la población que puede acceder a servicios logró compensar la disminución de la población de alto acceso incrementando así el indicador un 0,02%.

Tabla 18: Cálculo indicador de acceso a servicios de movilidad - modificación línea 12

Población viviendo en cada zona de tipología de acceso i		Área urbana grande	Área urbana pequeña		
i	Nivel de acceso de transporte público	W _i		PR _i	W _i *PR _i
1	Sin acceso	0	0	124.876	0
2	Bajo acceso	0	0,5	113.046	0
3	Medio acceso	0,5	1	499.333	249666,5
4	Alto acceso	1	1	604.013	604013
5	Muy alto acceso	1	1	0	0
				Accl	63,65%

Con este caso se observa que utilizando la metodología se pueden evaluar modificaciones en el sistema de transporte teniendo en cuenta la accesibilidad a los servicios y la calidad de los mismos.

5.3. EVALUACIÓN DE ACCESIBILIDAD A EQUIPAMIENTOS.

Para calcular la accesibilidad en función del acceso a oportunidades, tal como fue definida en el punto 2.4.2. del marco teórico del presente trabajo, se consideraron los datos abiertos disponibles y se tomó como caso de estudio la evaluación de la accesibilidad a hospitales públicos entre 2019 y 2021 a través de los indicadores de tiempo de viaje promedio en transporte público y oportunidades acumuladas, obtenido a través de la herramienta de ruteo *r5r* (Pereira *et al.*, 2021b) en el lenguaje de programación *R* a través del *IDE RStudio*, todo lo anterior detallado en el apartado 4.3.3. Los mapas del presente apartado fueron obtenidos con el paquete *tmap* (Tennekes, 2018) en *R*.

5.3.1. Resultados en función de los tiempos de viaje.

Como resultado de la utilización de *r5r*, con las configuraciones detalladas en la metodología del capítulo 4, se obtuvieron cuatro *data frames* con tiempos de viaje entre los radios censales y los hospitales públicos, que son: para el año 2019 para una distancia máxima de caminata de 417 metros, para el año 2019 para una distancia máxima de caminata de 833 metros, para el año 2021 para una distancia máxima de caminata de 417 metros, y para el año 2021 para una distancia máxima de caminata de 833 metros.

La cantidad de pares origen-destino en cada matriz surgió a partir de los parámetros definidos. Con 1503 orígenes desde los centroides de los radios censales y 15 destinos de hospitales públicos de la base de datos original de IDERA/SISA, la máxima cantidad de pares origen-destino era 22545. Para 2019 se alcanzó el 90,71% de los pares O-D para una máxima caminata de 417 metros, y el 96,35% para una máxima caminata de

833 metros. Los valores para 2021 son menores, siendo el 89,69% y 96,14% respectivamente. Aquellos pares O-D no alcanzados se consideran sin acceso para la máxima caminata y máximo tiempo de viaje definidos en cada caso.

Se decidió representar la accesibilidad a hospitales de cada radio censal a través de un valor de tiempo de viaje por categoría de hospital. Para ello, se promediaron los tiempos de viaje de los *data frames* obtenidos de *r5r*, agrupados en CAT 1, CAT 2 y CAT 3 de mayor complejidad a menor complejidad, que representan las categorías alto riesgo con terapia intensiva especializada, alto riesgo con terapia intensiva y bajo riesgo con internación simple respectivamente. Estas nuevas matrices con un valor de tiempo de viaje por radio censal se unieron con la base de datos en formato *shapefile* de los radios censales de 2010, donde se incluyen características demográficas y socioeconómicas de la población.

Para agrupar los valores obtenidos por características socioeconómicas, se calcularon quintiles en función del porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas ponderados por el número de hogares. Así, en cada grupo se obtuvo el 20% de los hogares. Los quintiles se calcularon de la forma convencional de menor nivel socioeconómico a mayor nivel socioeconómico, 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).

Se graficaron curvas de distribución de probabilidad de los tiempos de viaje estimados con *r5r* que fueron agrupadas por quintiles tal como fue descripto anteriormente. En la figura 55 se graficaron las curvas de densidad por quintiles de hogares NBI para 2019 y 2021 para una distancia máxima de caminata de 417 metros, mientras que en la figura 56 se observan las curvas correspondientes a 2019 y 2021 para una distancia máxima de caminata de 833 metros.

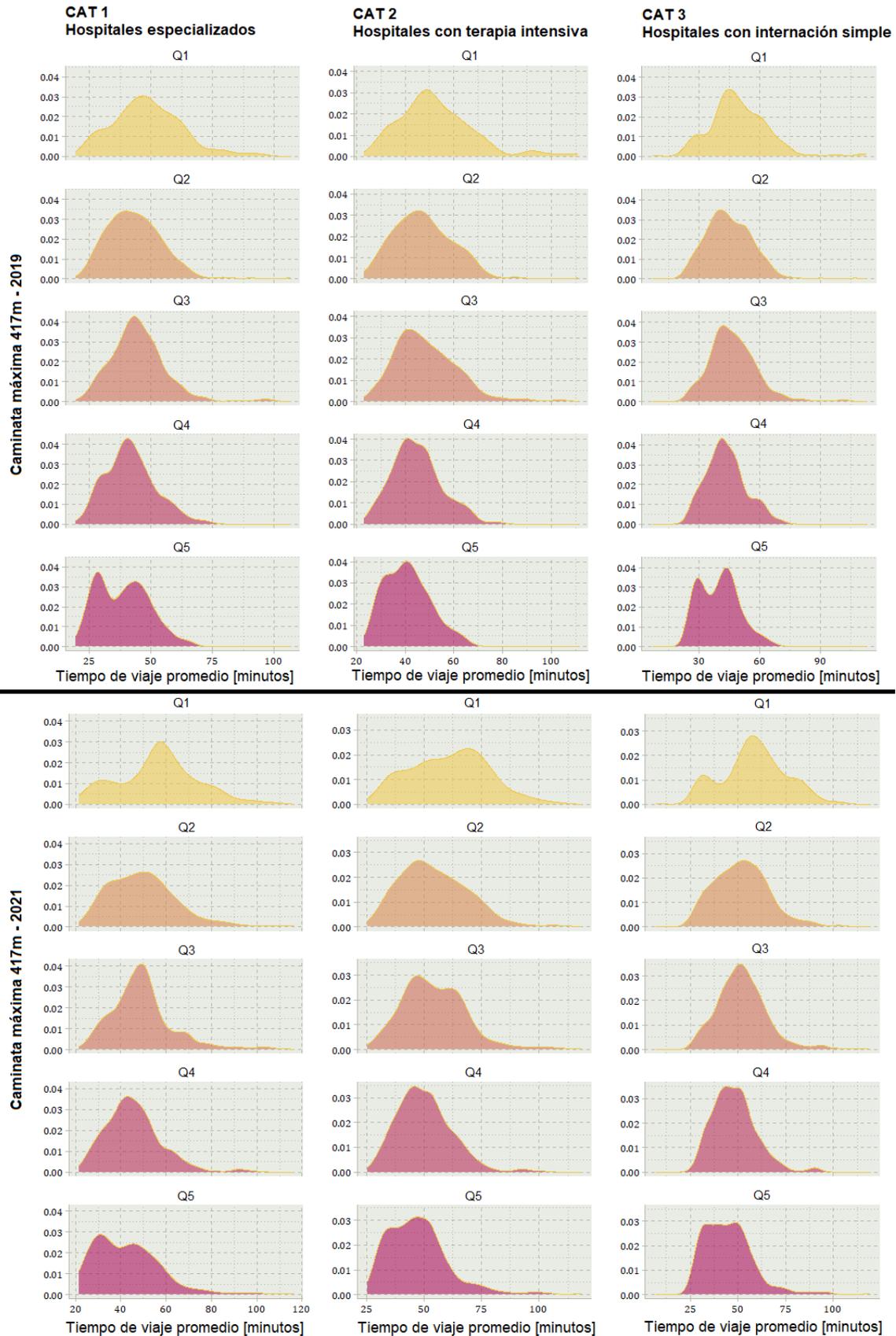


Figura 55: Curvas de densidad de probabilidad de tiempos de viaje con máxima caminata 417m 2019-2021

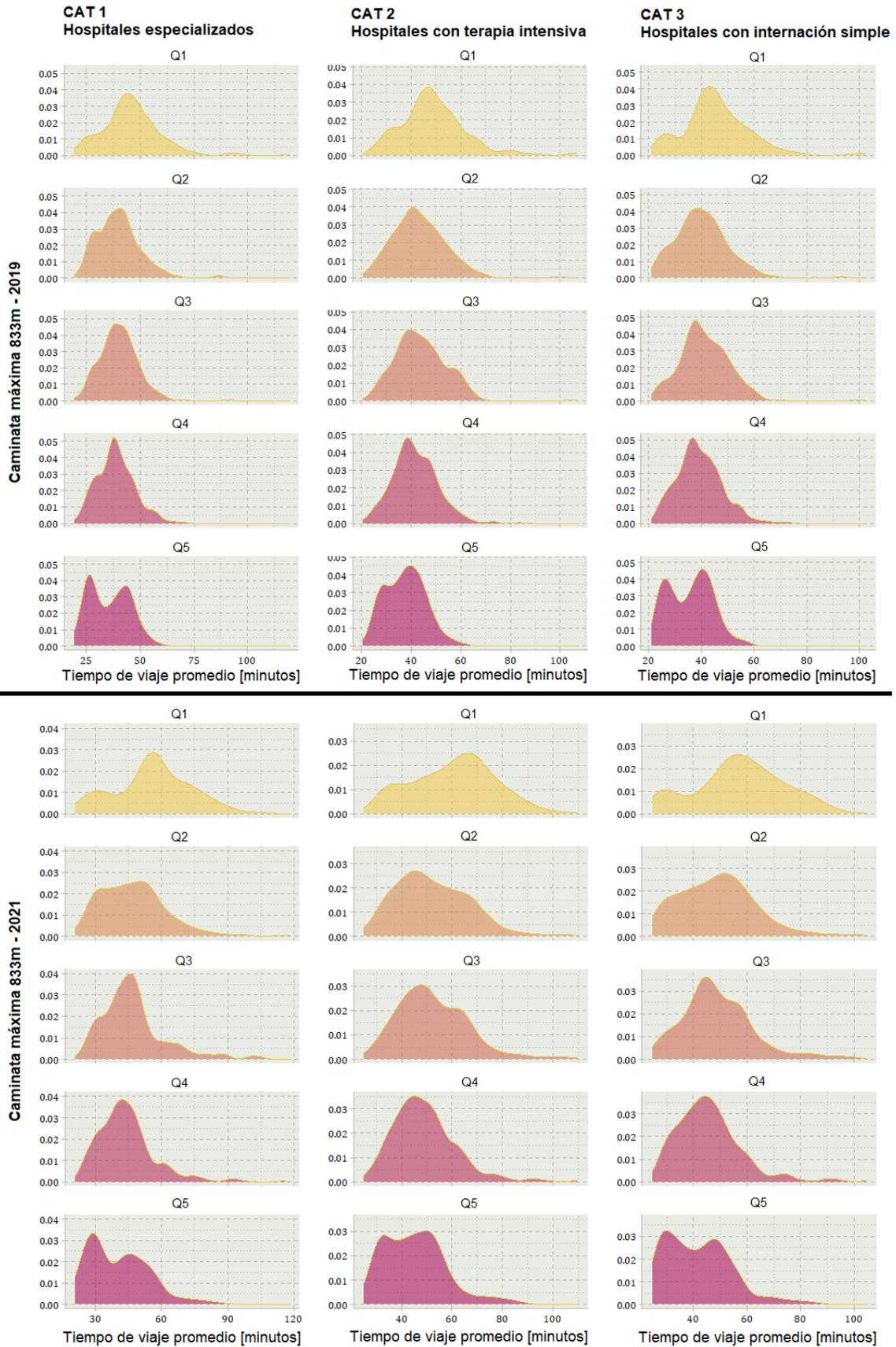


Figura 56: Curvas de densidad de probabilidad de tiempos de viaje con máxima caminata 833m 2019-2021

En la generalidad, las curvas de densidad de 2021 se encuentran desplazadas hacia la derecha respecto a las de 2019, indicando valores de media y mediana de tiempo de viaje mayores para 2021. Además, las curvas para ambos casos de 2021 tienen mayor amplitud que las de 2019, indicando mayor dispersión en los datos. Para ambos períodos también 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 ambos casos de 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, mientras que el pico de menor tiempo de viaje puede corresponder a sectores de ingresos medios y altos más cercanos al centro de la ciudad.

Las mismas tendencias observadas en las curvas de distribución de probabilidad de los tiempos de viaje se reflejan en los diagramas de caja de la figura 57. Para 2021, la brecha entre el valor máximo y el valor mínimo en las categorías 1, 2 y 3 es mayor que en 2019, además de que en general las medianas son mayores que para 2019 en las tres categorías. También se observa mayor cantidad de valores atípicos (o *outliers*) para 2021, y el rango intercuartílico es también mayor, consistente con la gran amplitud y dispersión de las curvas de distribución de probabilidad.

La marcada diferencia entre Q1 y Q5 observada en las figuras 55 y 56 se replica en los diagramas de caja de la figura 57 para los dos años de análisis y para las dos categorías de acceso por caminata. Los resultados muestran una clara brecha entre el primer y el último quintil, donde Q1 tiene valores de mediana más altos para CAT1, CAT2 y CAT3 en todos los casos, lo que significa que en general los hogares más desfavorecidos tienen promedios de tiempos de viaje mayores que los hogares menos vulnerables.

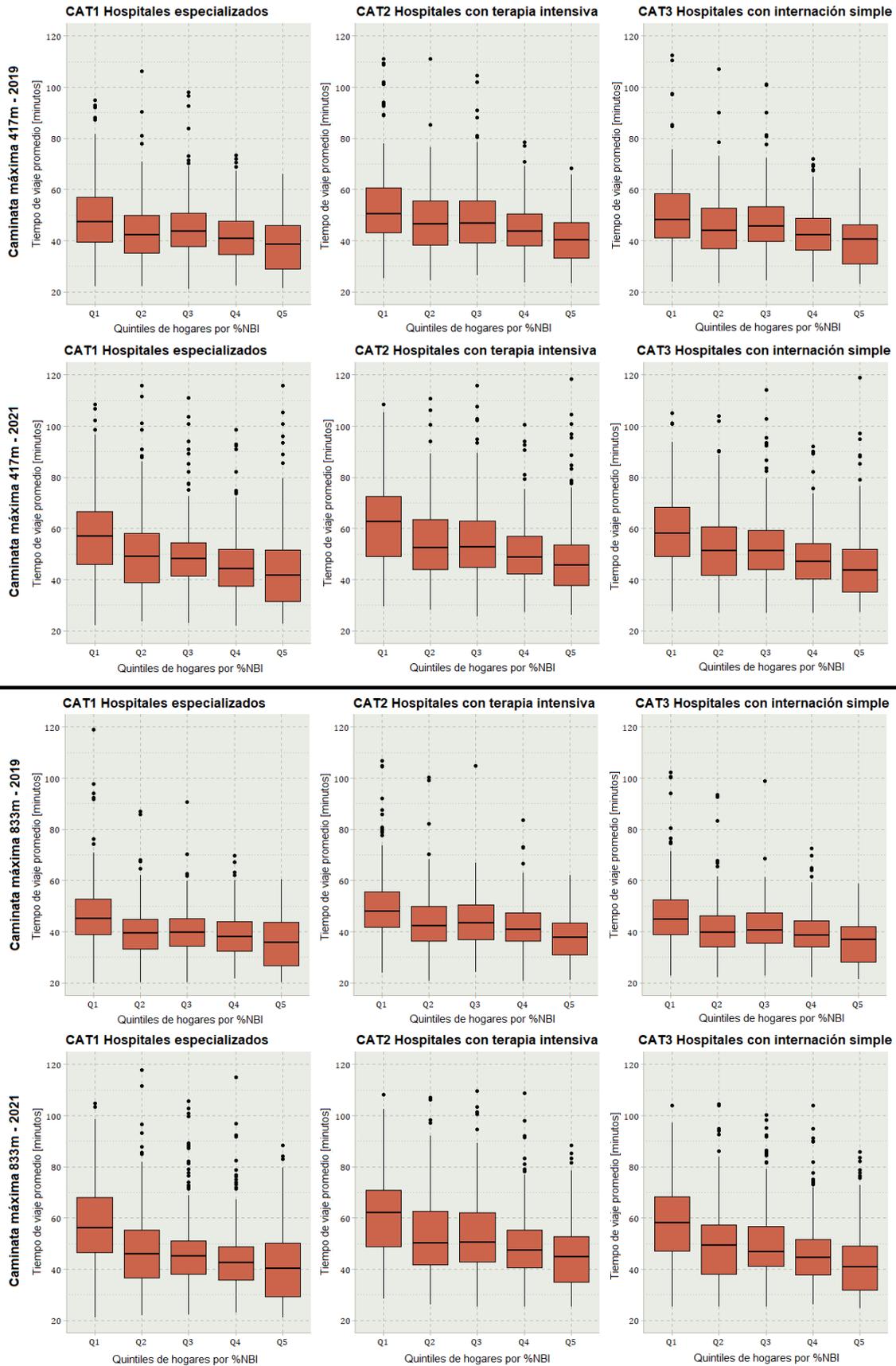


Figura 57: Diagramas de caja tiempos de viaje por quintil %NBI por clase 2019-2021 de Q1 (mayor %NBI) a Q5 (menor %NBI)

En las tablas 19 y 20 se incluyen los valores de media, mediana, desviación estándar, valor mínimo y valor máximo por quintil en función del porcentaje de hogares con NBI para las tres categorías de hospitales, para 2019 y 2021 para las dos categorías de acceso por caminata. Los valores obtenidos confirman las observaciones realizadas para las curvas de distribución de probabilidad y los diagramas de caja.

Tabla 19: Estadísticos descriptivos de tiempos de viaje por quintil %NBI y totales 2019-2021, distancia máxima de caminata 417m

		2019					2021				
		Media	Mediana	DE	Min	Max	Media	Mediana	DE	Min	Max
CAT 1	Q1	48,64	47,50	14,06	22,25	95,00	56,78	57,00	17,37	22,25	108,50
	Q2	43,55	42,25	11,54	22,25	106,25	50,11	49,00	15,46	23,50	116,00
	Q3	44,81	43,75	11,32	21,00	98,00	49,55	48,25	14,11	23,00	111,00
	Q4	41,68	40,75	10,09	19,50	73,50	45,57	44,25	12,44	21,75	98,50
	Q5	38,64	38,63	10,42	21,25	66,00	43,19	41,75	15,39	22,75	116,00
	Total		43,27	42,50	11,94	19,50	106,25	48,77	47,50	15,64	21,75
CAT 2	Q1	52,79	50,40	15,67	25,20	111,00	61,08	62,60	16,79	29,60	108,50
	Q2	47,65	46,40	12,39	24,40	111,00	54,55	52,50	14,81	28,00	110,75
	Q3	48,67	46,80	12,90	26,40	104,60	54,62	52,70	14,12	25,60	116,00
	Q4	44,87	43,60	10,14	23,60	78,40	50,32	48,80	11,92	27,20	100,60
	Q5	41,00	40,40	9,38	23,20	68,20	47,69	45,80	13,92	26,00	118,33
	Total		46,77	45,20	12,76	23,20	111,00	53,38	51,60	14,99	25,60
CAT 3	Q1	49,81	47,80	14,83	7,00	112,40	58,35	58,00	16,89	7,00	105,00
	Q2	44,97	44,00	11,57	23,40	107,00	52,03	51,40	14,17	27,00	104,00
	Q3	46,88	45,80	11,80	24,40	101,20	52,45	51,40	13,30	27,00	114,25
	Q4	43,31	42,20	9,75	24,00	72,00	48,21	47,00	11,41	27,00	92,20
	Q5	39,85	40,50	9,77	23,00	68,40	45,36	43,60	13,60	27,40	119,00
	Total		44,78	43,60	12,04	7,00	112,40	51,03	50,00	14,55	7,00

Para una distancia máxima de 417 metros (tabla 19) los valores medios totales son mayores para 2021 que para 2019, con un aumento de 12,71%, 14,14% y 13,96% para las categorías 1, 2 y 3 de hospitales respectivamente. Los mayores aumentos en los tiempos de viaje se dan en los quintiles 1 y 2, a excepción de la categoría 2 de hospitales con terapia intensiva donde el mayor aumento lo tiene el quintil 5. La mayor brecha entre Q1 y Q5 se da para la máxima categoría de hospitales CAT 1, donde el aumento para el quintil más desfavorecido es 4,96% superior que el aumento para Q5. La desviación estándar (DE) indica una dispersión mayor de los datos para 2021 respecto a 2019,

además de que para todas las categorías los quintiles más vulnerables tienen valores mayores de DE en los dos años en estudio.

Tabla 20: Estadísticos descriptivos de tiempos de viaje por quintil %NBI y totales 2019-2021, distancia máxima de caminata 833m

		2019					2021				
		Media	Mediana	DE	Min	Max	Media	Mediana	DE	Min	Max
CAT 1	Q1	46,00	45,00	13,73	20,00	119,00	56,25	56,25	17,22	21,00	104,75
	Q2	39,92	39,50	10,44	20,25	87,00	47,53	46,00	15,48	22,00	118,00
	Q3	40,05	39,75	8,88	20,25	90,75	46,92	45,13	14,50	22,25	105,75
	Q4	38,69	38,00	8,65	21,50	69,75	44,09	42,50	13,21	23,00	115,00
	Q5	35,65	35,75	9,31	19,50	60,50	40,77	40,25	13,75	21,00	88,50
	Total		39,86	39,50	10,77	19,50	119,00	46,80	45,25	15,64	21,00
CAT 2	Q1	49,25	47,80	13,61	23,80	106,80	60,65	62,10	16,39	28,40	108,25
	Q2	43,66	42,20	11,19	20,80	100,20	52,50	50,30	14,80	26,00	107,00
	Q3	43,94	43,40	10,15	24,20	104,80	52,58	50,60	14,09	25,40	109,75
	Q4	41,73	40,80	9,12	20,80	83,60	49,16	47,50	12,61	25,40	108,67
	Q5	37,72	37,80	8,08	21,00	62,00	45,42	44,80	12,39	25,20	88,40
	Total		43,03	42,00	11,10	20,80	106,80	51,75	49,80	14,87	25,20
CAT 3	Q1	46,12	44,90	13,14	22,60	102,20	57,52	58,20	16,62	25,40	104,00
	Q2	40,52	39,70	10,56	22,20	93,60	49,18	49,40	14,62	25,40	104,50
	Q3	41,30	40,60	9,31	22,80	99,00	49,24	46,90	13,54	25,40	100,40
	Q4	39,36	38,50	8,56	22,20	72,60	45,92	44,60	12,29	26,20	104,00
	Q5	35,75	36,80	8,36	21,20	58,60	42,04	40,80	12,36	24,80	85,80
	Total		40,41	39,60	10,55	21,20	102,20	48,47	47,00	14,74	24,80

Para una distancia máxima de 833 metros (tabla 20) se observan las mismas tendencias, con un aumento de 17,41%, 20,27% y 19,94% para las categorías 1, 2 y 3 de hospitales respectivamente. El aumento en los tiempos de viaje también afecta en mayor medida a los quintiles más desfavorecidos, siendo la mayor brecha entre Q1 y Q5 de 7,88% para CAT 1. La dispersión estándar (DE) se comporta de forma análoga que para el caso anterior.

Si se analizan particularmente las brechas entre las medias de los quintiles extremos observadas tanto en las curvas de distribución de probabilidad como en los diagramas de caja, las diferencias entre Q1 y Q5 son de hasta 11,79 minutos para 2019, y de un máximo de 15,48 minutos para 2021. En la categoría de acceso por caminata de 417 metros, Q1 tiene valores entre 24,98% y 28,75% mayores que Q5 para 2019, mientras

que para 2021 los valores promedio son entre 28,08% y 31,47% mayores que para Q5. En el caso de una distancia máxima de caminata de 833 metros, Q1 tiene valores entre 29,01% a 30,08% mayores que Q5 para 2019, y en 2021 los valores promedio son entre 33,52% y 37,95% superiores. Así, se sustentan las conclusiones obtenidas para las piezas gráficas donde se observó que en general los quintiles más desfavorecidos tenían mayores tiempos de viaje promedio a los hospitales en estudio para 2019 y 2021.

Como complemento de los análisis anteriores, y al igual que se hizo en el punto 5.1. con los resultados de la EOD 2009, los resultados de tiempos de viaje promedio por categoría de hospitales fueron evaluados en su distribución espacial. Para ello, en la figura 58 se graficaron los tiempos de viajes por radio censal en rangos, para una caminata máxima de 417 metros por categoría de hospital, para ambos años de estudio, junto con la ubicación de los hospitales de las categorías 1, 2 y 3. Se observa que para el año 2019 hay más sectores con menores tiempos de viaje, en tonalidades amarillas, que para 2021, donde además hay mayor cantidad de radios censales con tiempos mayores a 60 minutos. También se observa que los radios censales con menos de 20 minutos de viaje son puntuales y casi indistinguibles. Además, para esta clase de acceso por caminata, en 2021 hay hasta 14 radios censales más sin datos que para 2019, por lo que en ese período de tiempo las modificaciones en el sistema restringieron el acceso a hospitales en función de los parámetros definidos. Se observa también que los radios censales sin valor de tiempo de viaje, en color gris, 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.

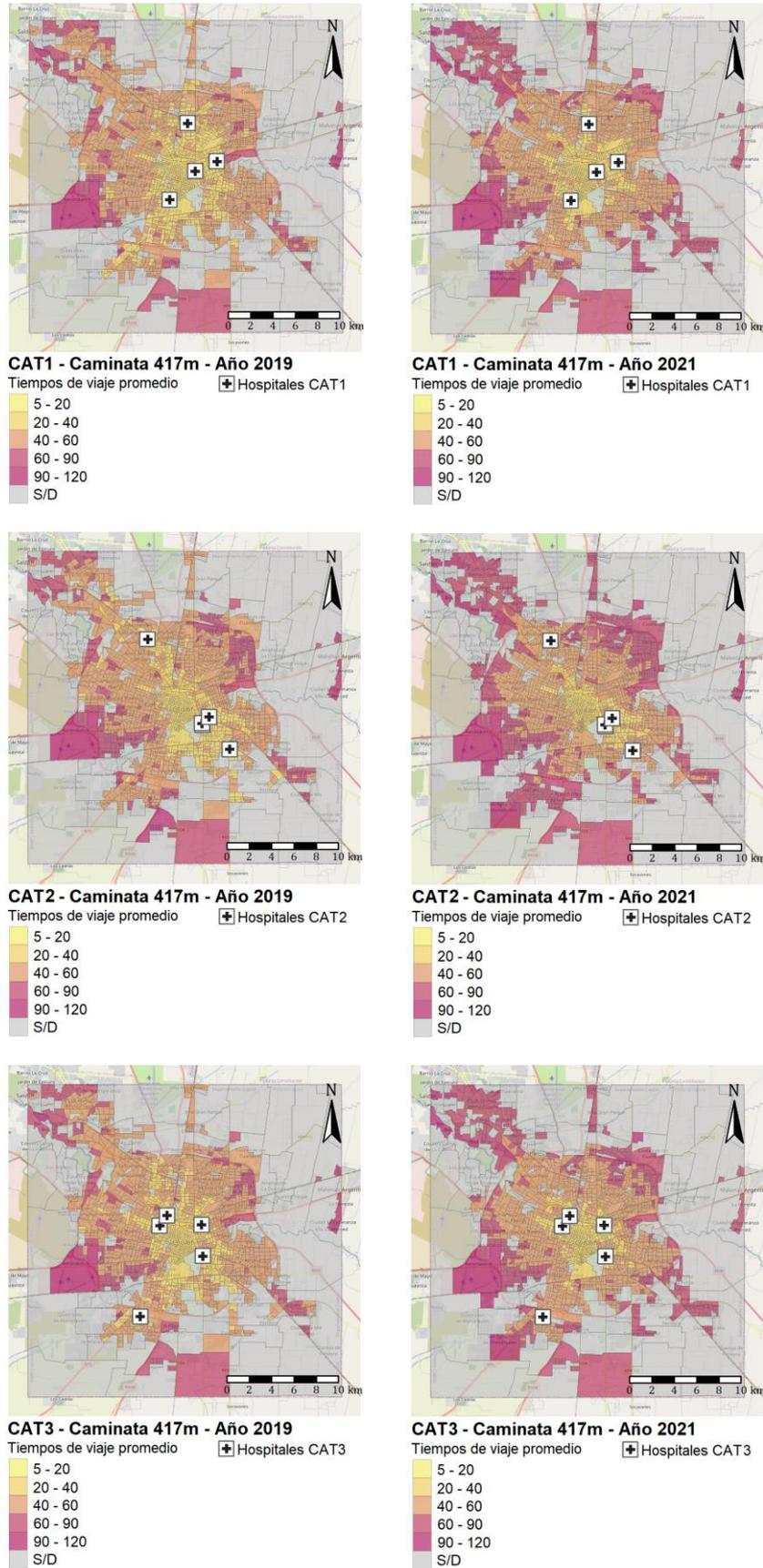


Figura 58: Distribución espacial de tiempos de viaje 2019-2021, caminata máxima 417m

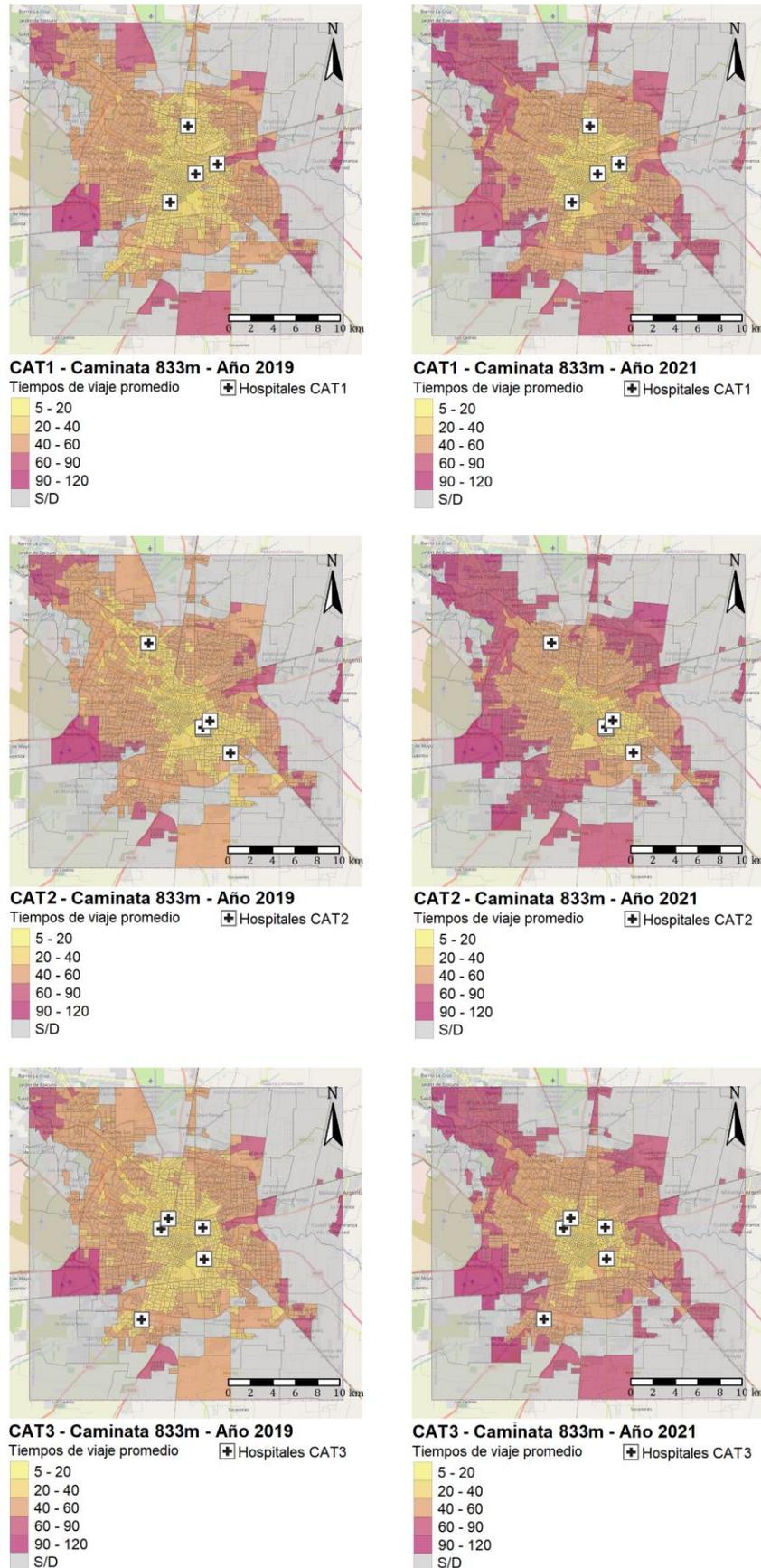


Figura 59: Distribución espacial de tiempos de viaje 2019-2021, caminata máxima 833m

Para 833 metros de distancia máxima de caminata se observa en la figura 59 que los radios censales sin acceso disminuyen respecto a la menor distancia de caminata. En este caso, existe sólo una mínima diferencia entre 2019 y 2021 para los radios censales alcanzados, aunque también se observa, al igual que el caso anterior, que se corresponde con las zonas más periféricas de la ciudad y los radios de mayor superficie. Análogo también a lo expuesto anteriormente, para el año 2019 hay más sectores en tonos amarillos con menores tiempos de viaje que para el año 2021, lo que se observa para CAT 1, CAT 2 y CAT 3. También se observa de forma más clara que para el caso anterior que la cantidad de radios censales con mayores tiempos de viaje (por encima de 60 minutos) aumenta considerablemente en el año 2021 respecto a 2019.

Es de destacar además que en ambos casos (figura 58 y figura 59), la mayor concentración de radios censales con menores tiempos de viajes se ubica en el centro de la ciudad, y en menor medida hacia el cuadrante oeste de la ciudad, mientras que los mayores tiempos de viaje se agrupan en la periferia y por fuera del anillo de Av. Circunvalación.

5.3.2. Resultados en función del indicador de oportunidades acumuladas.

Tal como se describió en el punto 4.3.3., además del cálculo de tiempos de viaje se obtuvo a través de $r5r$ el indicador de oportunidades acumuladas, según los parámetros detallados en este apartado. Al igual que para el caso de los tiempos de viaje, se analizó una distancia de caminata de 417 metros (figura 60) y 833 metros (figura 61) para ambos años de estudio.

El indicador calculado representa la cantidad de oportunidades, en este caso hospitales, que pueden alcanzar las personas en un máximo de 60 minutos a través del transporte público, con acceso y egreso de las paradas en modo caminata. Para una distancia máxima de caminata de 417m se observa en la figura 60 que para 2019 y para 2021 los sectores con peores condiciones de acceso se encuentran en las periferias, especialmente fuera del anillo de Circunvalación. Existe también una marcada diferencia entre ambos años de estudio en la cantidad de radios censales que alcanzan la mayor cantidad de oportunidades, siendo 2019 en general el que muestra las mejores condiciones de acceso.

Lo observado anteriormente se replica para una distancia de caminata de 833 metros (figura 61). Si bien la cantidad de radios censales con mayores niveles de acceso aumentó por el incremento en la caminata permitida en el modelo, este aumento alcanza a casi cubrir con altos niveles de acceso el área central en su totalidad para 2019, mientras que para 2021 se observan aún sectores linderos al anillo de Circunvalación con niveles intermedios de acceso.

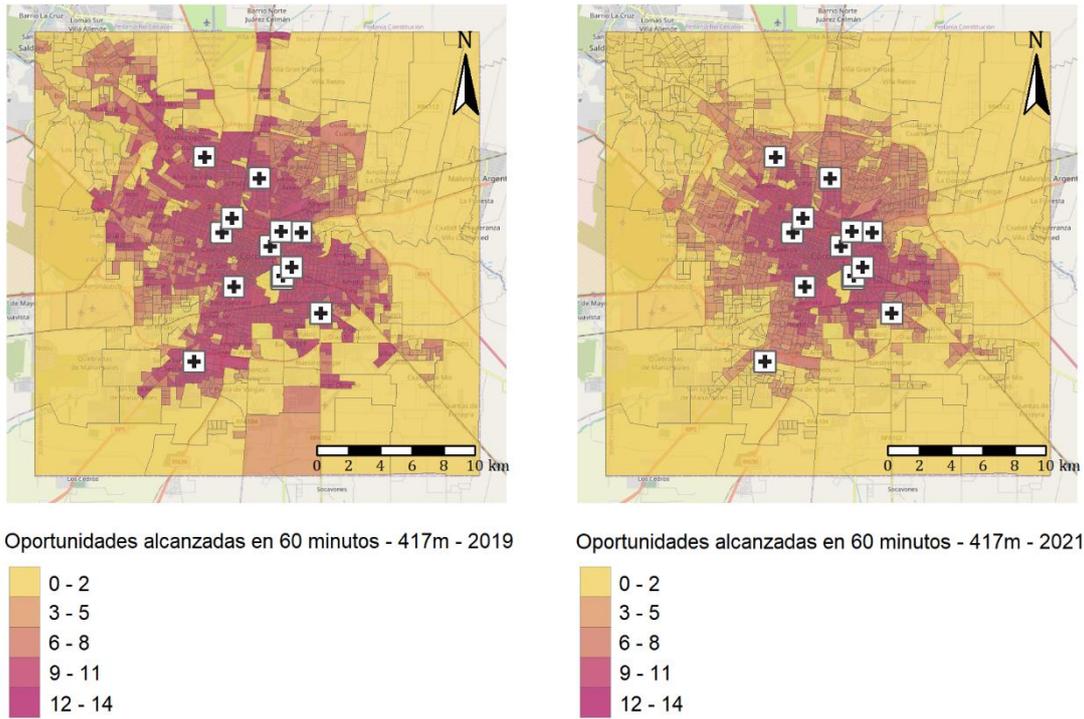


Figura 60: Oportunidades acumuladas 2019-2021, caminata máxima 417m

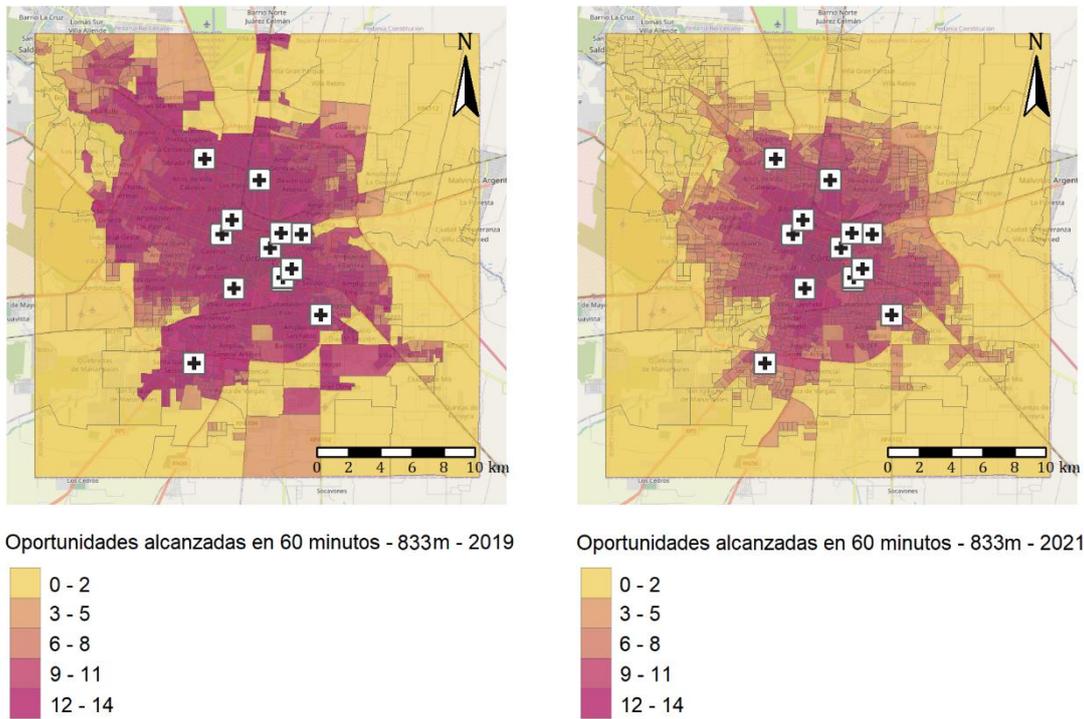


Figura 61: Oportunidades acumuladas 2019-2021, caminata máxima 833m

En ambos casos se destaca que, tanto para 2019 como para 2021, los sectores periféricos exteriores a Av. Circunvalación tienen el menor nivel de acceso, alcanzado en la gran mayoría de estos radios censales hasta dos oportunidades de salud en el

lapso de una hora. Un caso excepcional en la periferia se detecta hacia la zona noroeste, especialmente para 2019, que coincide con sectores de mayores niveles de ingreso.

5.4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

Tal como fue expuesto en el apartado 4.4., la metodología propuesta para la evaluación de los indicadores calculados en los puntos anteriores se realizó considerando antecedentes en cuanto a evaluación de necesidades de transporte (ver punto 2.2.2.2.), tomando dos enfoques que no constituyen un listado acabado, pero sí son dos puntos de vista fundamentales para establecer sectores prioritarios para intervenir. En el próximo punto se presentan los resultados del criterio de evaluación a través de la demanda del apartado 4.4.1. que tiene en cuenta la tasa de viajes por persona; mientras que en el punto 5.4.2. se presenta el criterio de evaluación a través de indicadores socioeconómicos, tal como fue detallado en el punto 4.4.2.

5.4.1. Criterio de evaluación a través de la demanda.

Para poder analizar posibles brechas existentes entre las necesidades de transporte de las personas y los servicios de transporte provistos en la Ciudad de Córdoba se toma como primera referencia la tasa de viajes por persona respecto al promedio en cada zona de transporte de la EOD 2009. Las tasas de viajes se calcularon a través de la base de datos de la EOD 2009 (De Beláustegui, 2011) y los datos de población junto con sus características sociodemográficas más importantes del Censo 2010 según la agrupación realizada para reconstituir el *shapefile* de zonas de transporte (ver punto 4.3.1., figura 18 y 19).

Como se expuso en el apartado 4.4.1., la medida de la tasa de viajes promedio por persona en cada zona de transporte dividirá a las zonas con las que se trabajarán, analizando a partir de este punto aquellas que tengan un valor superior o igual al promedio. Con la cantidad total de viajes de las 73 zonas correspondientes a la ciudad de Córdoba (2.270.134) y la población total según los radios censales dentro del ejido municipal (1.341.279), la tasa es de 1,69 viajes/persona por día (ver figura 32, punto 5.1.2.). Con ese valor se graficaron en el territorio, como se observa en la figura 62, las zonas en función de si su tasa de viajes es mayor o menor al promedio. De esta diferenciación se obtuvieron 36 zonas con tasas de viajes mayores o iguales al promedio. Estas zonas con elevadas tasas de viaje se encuentran en su mayoría en la periferia, pero dentro del anillo de Circunvalación, aunque se destacan también las zonas 1, 3, 4 y 5 que pertenecen al sector más céntrico de la ciudad.

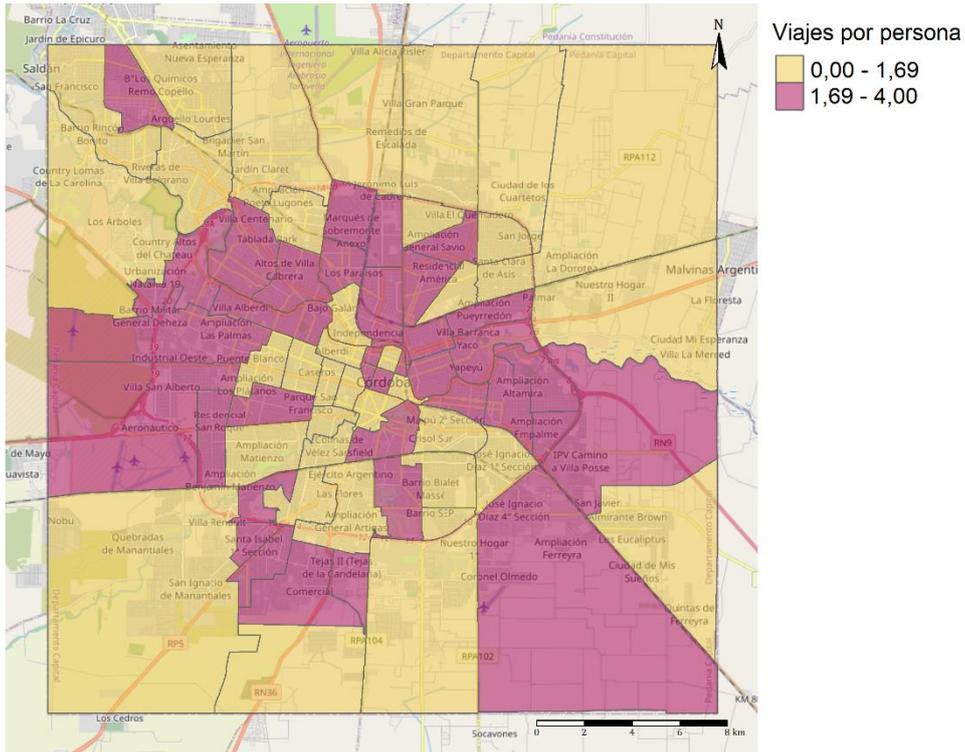


Figura 62: Tasas de viajes por persona por zona respecto al promedio

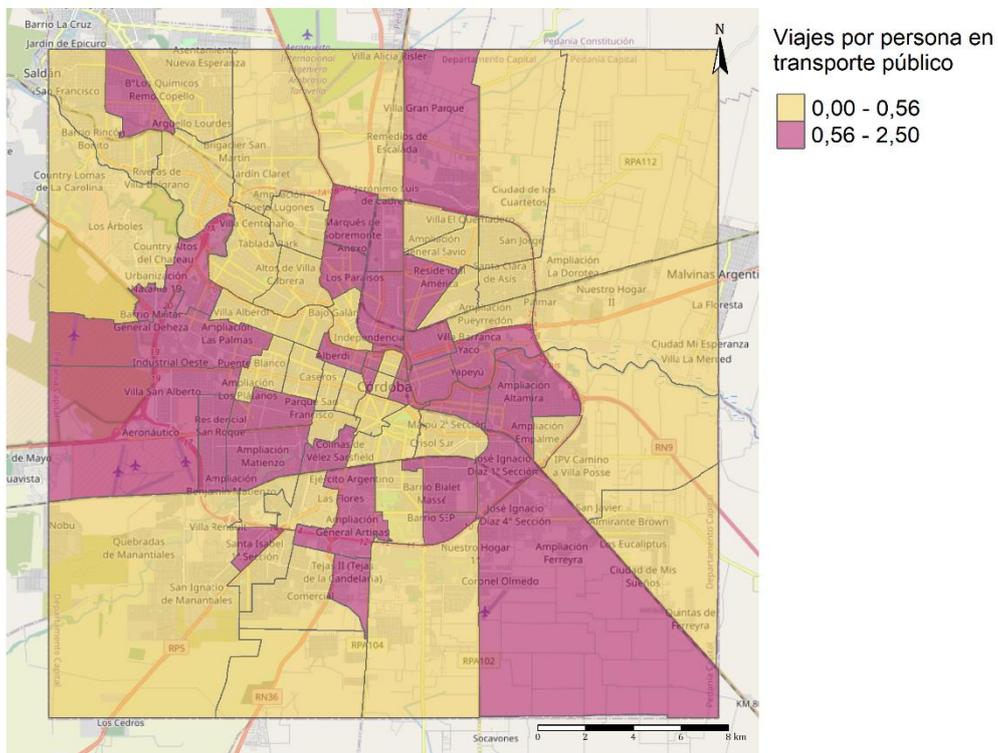


Figura 63: Tasas de viajes por persona por zona en colectivo/trolebús respecto al promedio

La tasa de viajes por persona en transporte público se calculó de forma análoga, considerando los 751.031 viajes diarios en modo colectivo/trolebús de la base de datos de la EOD 2009, lo que hace una tasa promedio de 0,56 viajes por persona. Así, en la figura 63 se graficaron aquellos radios censales con tasas de viajes en colectivo/trolebús mayores y menores al promedio. Se observa que la mayoría de las zonas se agrupan en la parte sur de la ciudad, especialmente hacia la periferia.

Si se grafican únicamente las 36 zonas preseleccionadas por tener una tasa de viajes totales por persona mayor al promedio se obtiene la figura 64, donde se observa que 13 zonas corresponden al grupo de zonas con tasas inferiores al promedio general de viajes en transporte público, mientras que las restantes 23 tienen tasas mayores al promedio.

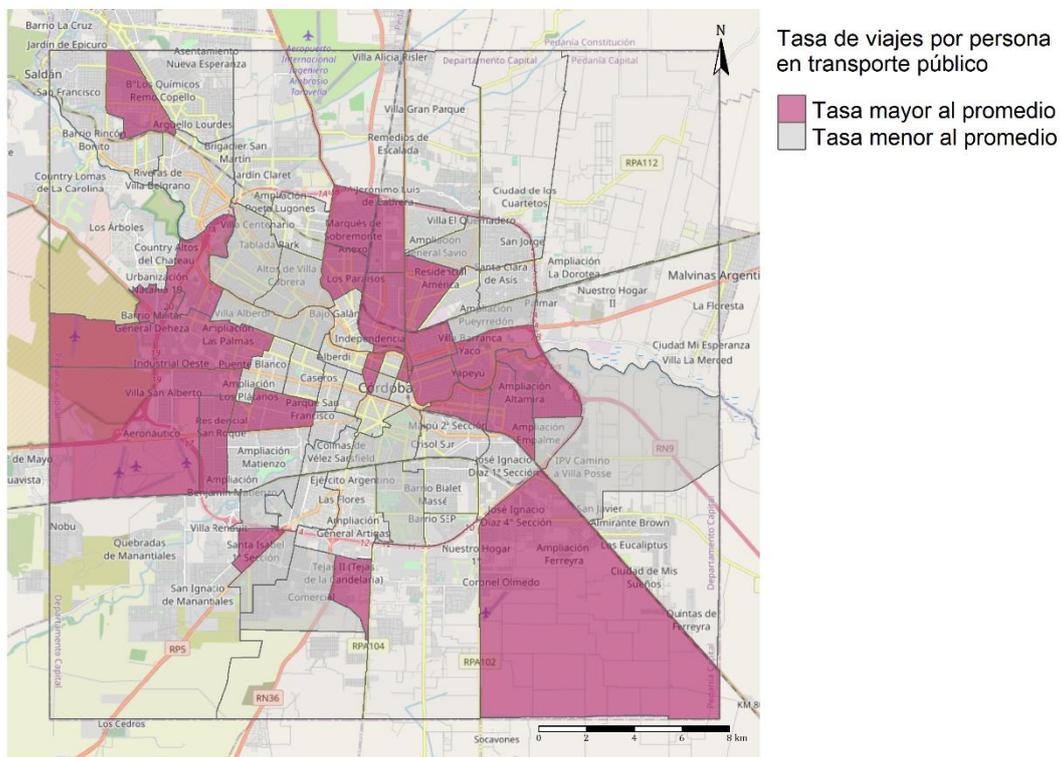


Figura 64: División de zonas seleccionadas según tasas de viajes en colectivo/trolebús

En primera instancia se verificará la cobertura y accesibilidad de las zonas con tasas de viajes por persona en transporte público mayores al promedio, a los fines de verificar si los servicios prestados se corresponden con la alta demanda en esos sectores, tal como se propuso en el apartado 4.4.1. Para evaluar la cobertura se toman los resultados obtenidos en el punto 5.2. de la aplicación de la metodología propuesta en el capítulo 4 (ver apartado 4.3.2.), donde se utilizó la técnica presentada por Poelman y Dijkstra (2015) para clasificar a la población en distintos niveles de acceso para calcular el indicador de acceso a servicios de movilidad (*Access to mobility services indicator, AccI*). La evaluación de la accesibilidad se realiza según los resultados obtenidos en el punto 5.3., que se corresponde con la metodología del apartado 4.3.3.

La disponibilidad de la red en función de distintos niveles de cobertura se observa en la figura 65, donde también están demarcadas las 23 zonas de transporte con altas tasas de viajes por persona y tasas de viajes por persona en colectivo/trolebús mayores al promedio. A simple vista, y tal como fue expuesto en el punto 5.2., se observa mejor cobertura en la zona centro y las zonas hacia el norte de la ciudad, mientras que las zonas periféricas tienen mayores sectores sin acceso.

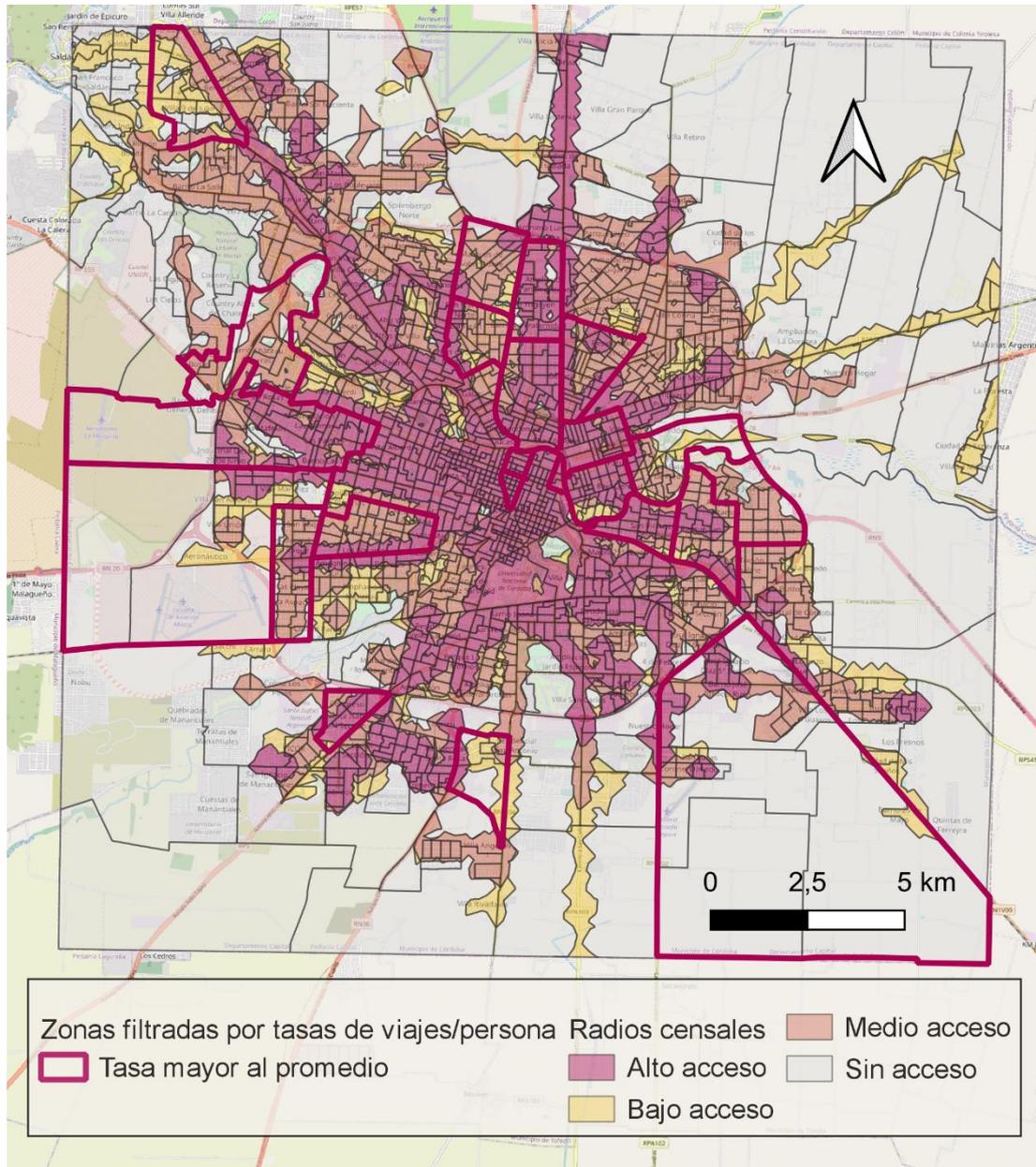


Figura 65: Radios censales por categorías de acceso en zonas de tasa de viajes en transporte público mayor al promedio

Para verificar lo observado en las distintas áreas según su categoría de acceso, se calculó el indicador de acceso a servicios de movilidad Accl para cada zona, tomando la ponderación para grandes sectores urbanos (ver punto 4.3.2.), y se ordenaron las zonas de la de menor nivel de acceso a la de mayor nivel de acceso.

Tabla 21: Categorías de acceso e indicador Accl en zonas de tasa de viajes en transporte público mayor al promedio

Zona	Población total	Porcentaje de población				Accl
		Con alto acceso	Con medio acceso	Con bajo acceso	Sin acceso	
40	21455	2,96%	30,64%	48,42%	17,99%	18,28%
17	3614	9,19%	21,39%	52,77%	16,66%	19,88%
62	25024	0,00%	85,83%	0,11%	14,06%	42,92%
51	15562	19,01%	48,83%	17,14%	15,02%	43,42%
47	19421	13,63%	60,35%	23,99%	2,04%	43,80%
31	11217	6,26%	78,42%	0,11%	15,22%	45,47%
25	26307	13,22%	65,01%	5,85%	15,92%	45,72%
26	20766	42,80%	16,51%	30,50%	10,19%	51,05%
53	26649	42,67%	28,72%	5,51%	23,10%	57,03%
42	23324	24,97%	64,18%	10,85%	0,00%	57,06%
23	25643	30,45%	68,24%	1,22%	0,09%	64,57%
61	28499	37,55%	56,89%	4,87%	0,67%	66,00%
27	36068	75,06%	0,99%	16,01%	7,94%	75,55%
44	28161	55,51%	42,26%	2,13%	0,11%	76,64%
21	7966	68,93%	20,10%	3,35%	7,62%	78,98%
50	18231	79,70%	6,38%	11,89%	1,99%	82,90%
60	13180	76,48%	18,67%	4,20%	0,64%	85,82%
46	19906	82,74%	8,60%	2,65%	6,01%	87,04%
43	31248	81,86%	16,36%	1,00%	0,78%	90,05%
48	15572	92,49%	7,50%	0,00%	0,00%	96,24%
1	2800	100%	0%	0%	0%	100,00%
3	1378	100%	0%	0%	0%	100,00%
4	6581	100%	0%	0%	0%	100,00%

Según este indicador (ver tabla 21), hay 7 zonas en las cuáles menos del 50% de la población tiene acceso adecuado a servicios de movilidad, las de menor acceso son la zona 40 con 18,28% en la esquina noroeste del ejido y la zona 17 que se encuentra al sur de la ciudad. Además, se observa que en las zonas correspondientes al centro de la ciudad (zonas 1, 3 y 4), la totalidad de la población tiene cobertura y la frecuencia de los servicios es alta, consiguiendo así un Accl de 100%. Si se revisan aquellas zonas con mayor porcentaje de la población sin acceso, se destaca que la zona 53 en la esquina sureste de la ciudad, a pesar de tener un Accl cercano al 60%, el 23% de las personas no tiene acceso a servicios adecuados de movilidad.



Figura 66: Tiempos de viaje promedio a hospitales por radio censal en zonas de tasa de viajes en transporte público mayor al promedio

Para evaluar las zonas en función de los indicadores de accesibilidad (ver metodología punto 4.3.3. y resultados punto 5.3.) se consideró el escenario de una distancia máxima de caminata de 10 minutos (833 metros) para acceder y salir del sistema de transporte público, y se utilizaron los valores de 2021 por ser más recientes. De lo presentado en la figura 59, se consideró el rango de tiempo de viaje promedio de la zona según el rango que representa a la generalidad de los radios censales que la componen, considerando cada categoría de hospital por separado. Así, en la figura 66 se observan las 23 zonas seleccionadas con tasas de viajes/persona en transporte público mayores al promedio con la distribución de tiempos de viajes promedio por radio censal para hospitales CAT1, CAT2 y CAT3. Por otra parte, el número de oportunidades alcanzadas en un máximo de una hora se tomó como un promedio de los radios censales que conforman cada zona, y los resultados se presentarán en la tabla resumen final.

En el caso de las 13 zonas con tasa de viajes por persona en transporte público menor al promedio se realizó el mismo análisis que en el caso anterior. En la figura 67 se observa que la mayoría de las zonas tiene amplia cobertura en su superficie, a excepción de algunas zonas al sur y al oeste de la ciudad.

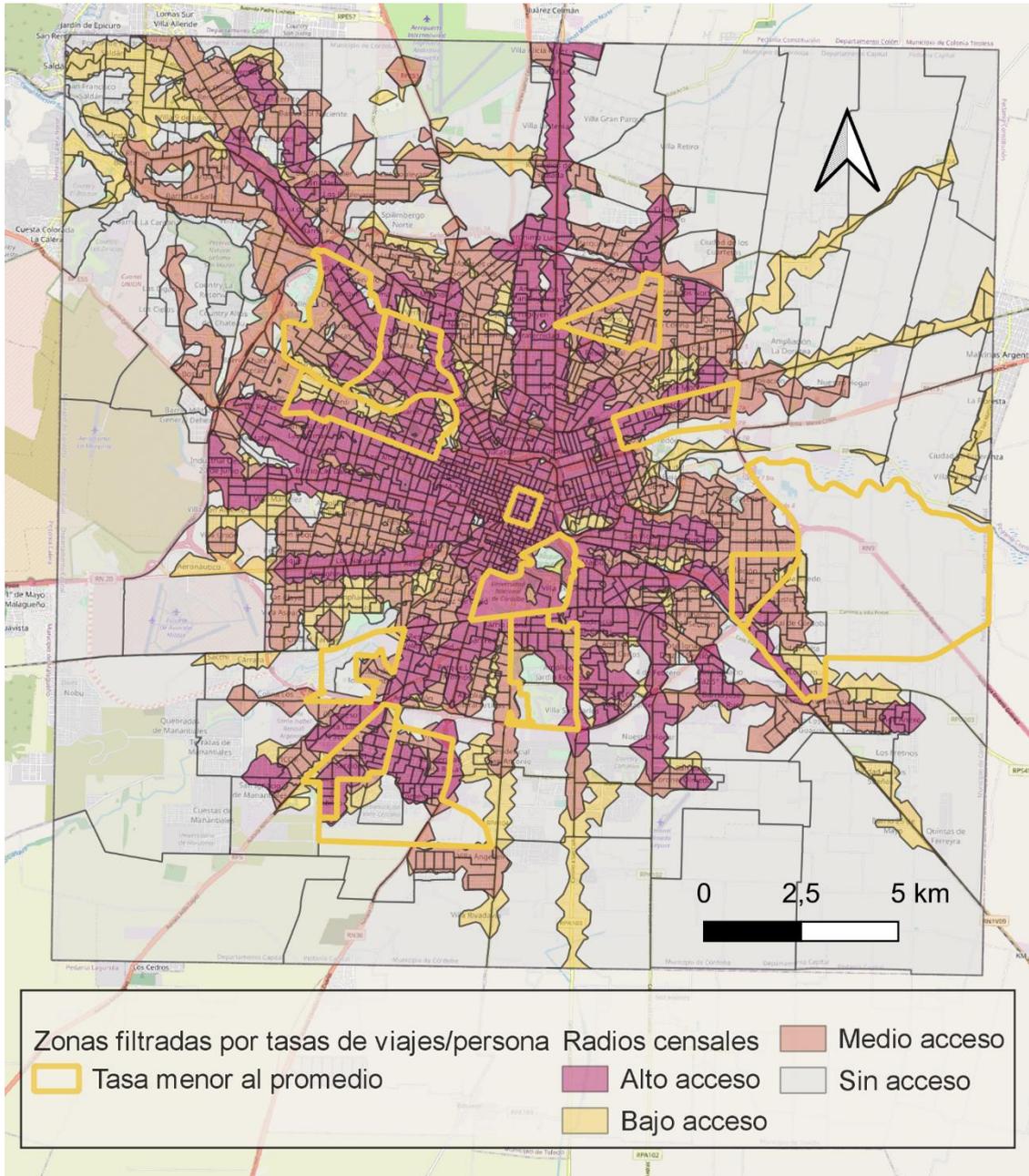


Figura 67: Radios censales por categorías de acceso en zonas de tasa de viajes en transporte público menor al promedio

Posteriormente se calculó el indicador de acceso a servicios de movilidad Accl para cada zona para evaluar la disponibilidad de la red en función de este indicador, considerando la ponderación para grandes sectores urbanos (ver punto 4.3.2.). En este caso, como se observa en la tabla 22, solamente hay tres zonas donde menos del 50% de la población tiene acceso adecuado al sistema de transporte público, la menor es la zona 22 con sólo el 8,17%, que también es la zona con mayor porcentaje de la población sin acceso. Otra zona con alto porcentaje de población sin acceso es la zona 14, a pesar de que tiene 78,05% de cobertura. Al igual que para el caso anterior, la zona 5 que corresponde al centro de la ciudad, tiene la totalidad de la población cubierta con servicios de alta frecuencia.

Tabla 22: Categorías de acceso e indicador Accl en zonas de tasa de viajes en transporte público menor al promedio

Zona	Población total	Porcentaje de población				Accl
		Con alto acceso	Con medio acceso	Con bajo acceso	Sin acceso	
22	1726	1,04%	14,25%	1,68%	82,91%	8,17%
68	25096	2,30%	79,41%	18,24%	0,04%	42,01%
54	20136	22,33%	41,24%	23,13%	13,29%	42,95%
63	15955	8,63%	85,37%	4,76%	1,25%	51,32%
35	20955	41,90%	44,67%	6,86%	6,56%	64,24%
30	31535	59,95%	13,76%	24,74%	1,53%	66,83%
49	20334	49,98%	40,22%	0,01%	9,78%	70,09%
18	31024	65,55%	18,40%	5,42%	10,66%	74,75%
36	21550	61,36%	29,35%	7,55%	1,73%	76,03%
14	14490	69,62%	16,86%	0,07%	13,47%	78,05%
13	1387	81,69%	3,24%	3,82%	11,39%	83,31%
19	23844	73,10%	23,38%	3,53%	0,00%	84,78%
5	5548	100,00%	0,00%	0,00%	0,00%	100,00%

Al igual que para el caso anterior los indicadores de accesibilidad (ver metodología punto 4.3.3. y resultados punto 5.3.) se obtuvieron para una distancia máxima de caminata de 10 minutos (833 metros) y se utilizaron los valores de 2021 por ser más recientes, tomando un rango de tiempo de viaje promedio de la zona por cada categoría de hospital, en función del rango que representa a la generalidad de los radios censales que la componen, según lo presentado en la figura 59. Estos resultados para las 13 zonas en estudio se observan en el mapa de la figura 68, donde se graficaron las zonas seleccionadas con tasas de viajes/persona en transporte público menores al promedio con la distribución de tiempos de viajes promedio por radio censal para hospitales CAT1, CAT2 y CAT3. Análogo al caso anterior, el número de oportunidades alcanzadas en un máximo de una hora se tomó como un promedio de los radios censales que conforman cada zona, y los resultados se presentarán en la tabla resumen final.



Figura 68: Tiempos de viaje promedio a hospitales por radio censal en zonas de tasa de viajes en transporte público menor al promedio

En las tablas a continuación se resumen las medidas de evaluación analizadas para las zonas con tasa de viajes en transporte público mayor al promedio (tabla 23) y zonas con tasas de viaje menor al promedio (tabla 24). Respecto a las tasas se identificaron las zonas dentro del 40% de los valores superiores (o inferiores para el caso de la tabla 24), para el indicador Accl se marcaron las zonas con porcentaje de acceso menor al 50%, los tiempos de viajes destacados son aquellos de más de 60 minutos y el número de oportunidades acumuladas menor al 50% del total, es decir, aquellas zonas con 6 oportunidades o menos.

Tabla 23: Indicadores de evaluación zonas de tasa de viajes en transporte público mayor al promedio

Zona	Tasa de viajes/persona	Tasa de viajes/persona en transporte público	Accl	Accesibilidad a hospitales			
				Rango de tiempo de viaje promedio [min]			Oportunidades acumuladas promedio en 60 min
				CAT1	CAT2	CAT3	
1	2,27	2,27	100,00%	20-40	20-40	20-40	13
3	2,31	1,15	100,00%	20-40	20-40	20-40	13
4	1,81	0,60	100,00%	20-40	20-40	20-40	13
17	2,33	0,68	19,88%	60-90	60-90	40-60	5
21	2,37	0,60	78,98%	40-60	60-90	40-60	6
23	3,50	0,79	64,57%	40-60	40-60	40-60	9
25	1,78	0,66	45,72%	40-60	60-90	60-90	4
26	1,78	0,82	51,05%	60-90	60-90	60-90	4
27	1,78	0,82	75,55%	40-60	40-60	40-60	8
31	2,08	0,93	45,47%	60-90	60-90	60-90	4
40	2,13	0,89	18,28%	60-90	60-90	60-90	0
42	2,00	0,87	57,06%	40-60	40-60	40-60	11
43	1,75	0,66	90,05%	20-40	40-60	20-40	12
44	1,79	0,56	76,64%	20-40	40-60	40-60	11
46	2,31	0,70	87,04%	20-40	40-60	40-60	10
47	2,13	0,65	43,80%	60-90	40-60	40-60	7
48	2,34	0,68	96,24%	20-40	40-60	20-40	12
50	1,70	0,63	82,90%	20-40	20-40	20-40	11
51	2,52	0,62	43,42%	20-40	40-60	40-60	10
53	2,52	0,91	57,03%	60-90	40-60	60-90	3
60	2,01	0,76	85,82%	20-40	20-40	20-40	11
61	2,14	0,66	66,00%	40-60	40-60	40-60	10
62	2,09	0,63	42,92%	40-60	40-60	40-60	7

Para el caso de las zonas con tasa de viajes en transporte público mayor al promedio (tabla 23) se destacan las zonas 31 y 40 con todos los indicadores destacados por tener

bajo nivel de cobertura, altos tiempos de viaje y baja accesibilidad; y en un segundo nivel las zonas 17 y 25.

Entre las zonas con tasas de viaje menores al promedio (tabla 24) se destaca principalmente la zona 22, y en segundo lugar la zona 54. Estas zonas que se identifican en ambos grupos representan los sectores a priorizar para las inversiones y proyectos de transporte según el criterio de evaluación desarrollado.

Tabla 24: Indicadores de evaluación zonas de tasa de viajes en transporte público menor al promedio

Zona	Tasa de viajes/persona	Tasa de viajes/persona en transporte público	Accl	Accesibilidad a hospitales			
				Rango de tiempo de viaje promedio [min]			Oportunidades acumuladas promedio en 60 min
				CAT1	CAT2	CAT3	
5	2,00	0,50	100,00%	20-40	20-40	20-40	13
13	2,71	0,43	83,31%	40-60	40-60	40-60	11
14	2,04	0,52	78,05%	40-60	40-60	40-60	11
18	2,00	0,50	74,75%	40-60	60-90	40-60	5
19	2,17	0,48	84,78%	40-60	60-90	40-60	5
22	2,01	0,45	8,17%	60-90	60-90	60-90	2
30	1,92	0,52	66,83%	40-60	40-60	20-40	11
35	2,48	0,29	64,24%	40-60	40-60	40-60	8
36	2,10	0,54	76,03%	40-60	40-60	40-60	11
49	2,80	0,52	70,09%	40-60	40-60	40-60	9
54	1,85	0,46	42,95%	60-90	40-60	60-90	4
63	1,89	0,38	51,32%	40-60	40-60	40-60	8
68	2,20	0,51	42,01%	40-60	60-90	40-60	8

5.4.2. Criterio de evaluación a través de indicadores socioeconómicos.

Como se expuso en el apartado 4.4.2 del capítulo de metodología, un avance respecto al criterio anterior de acuerdo a los antecedentes sobre evaluación de necesidades de transporte, es la inclusión de indicadores socioeconómicos dentro de las medidas de referencia. Para ello se consideran los mapas bi-variados presentados en el punto 5.1.2., que representan cantidad de viajes y porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (%NBI) en conjunto, además de desagregar los resultados por género.

En la figura 36 se representaron en tres niveles por indicador, que constituyen 9 valores. Para el presente criterio se tienen en cuenta los valores *high-high*, es decir la categoría más alta de ambas variables para identificar las zonas prioritarias. Según esta clasificación se identificaron las zonas 18, 19, 25, 30, 39, 40, 53, 62, 67 y 68; todas ellas incorporadas dentro del análisis del apartado anterior a excepción de las zonas 39, en el sector noroeste de la ciudad, y 67, en el sector norte.

Tabla 25: Indicadores de evaluación zonas de tasa de viajes en transporte público mayor al promedio y alto %NBI

Zona	Tasa de viajes/persona	Tasa de viajes/mujer	Tasa de viajes/persona en transporte público	Tasa de viajes/mujer en transporte público	% de mujeres del total población	Accl	Accesibilidad a hospitales			Oport. Acum. promedio en 60 min
							Rango de tiempo de viaje promedio [min]			
							CAT1	CAT2	CAT3	
25	1,78	1,83	0,66	0,68	50,60%	45,72%	40-60	60-90	60-90	4
40	2,13	2,08	0,89	0,92	51,12%	18,28%	60-90	60-90	60-90	0
53	2,52	2,57	0,91	0,97	51,06%	57,03%	60-90	40-60	60-90	3
62	2,09	2,09	0,63	0,60	50,94%	42,92%	40-60	40-60	40-60	7

En la tabla 25 se incluyen aquellas zonas con tasas de viajes por persona en transporte público mayor al promedio, de manera similar al procedimiento realizado en el análisis anterior. Se observa que las zonas con peores indicadores de desempeño son la zona 40 con los mayores tiempos de viajes, menor porcentaje de la población con acceso a servicios de movilidad adecuados y ninguna oportunidad de salud alcanzada en una hora, además de que la mayor parte de la población son mujeres con tasa de viaje en transporte público mayor al promedio de la zona; y en segundo lugar la zona 25 que además de tener mayor cantidad de mujeres, tienen tasas de viaje mayores al promedio de la zona, con más del 40% de la población cubierta, pero con tiempos de viaje en los mayores rangos y acceso a menos de la mitad de los hospitales analizados. Estas dos zonas ya habían sido destacadas en el apartado anterior solamente considerando las tasa de viajes, por lo que al ser también dos sectores con altos niveles de vulnerabilidad representan una prioridad para planificar intervenciones. Según el Censo 2010, y sumando los hogares de todos los radios censales que conforman cada zona, en la zona 25 el 11,18% de los hogares tenían necesidades básicas insatisfechas, mientras que en la zona 40 el 9,86% correspondía a hogares NBI. También se destaca en la zona 53, con 12,49% de hogares NBI, que las mujeres tienen mayores tasas de viajes generales y en transporte público que el promedio zonal, además que para algunas categorías de hospitales las tasas de viaje son altas, por lo que correspondería tenerla en cuenta dentro de las prioridades.

Por otra parte, en la tabla 26 se presentan aquellas zonas con tasas de viajes en transporte público por persona inferiores al promedio, categoría en la que se encuentran las dos zonas adicionales a las analizadas en el punto anterior (39 y 67). En estas dos zonas, la tasa de viajes/persona es menor al promedio, por ello habían sido excluidas en el análisis anterior, pero tienen un %NBI de 12,05 y 8,89 respectivamente, y se destaca en ambos casos que la tasa de viajes/mujer en transporte público es muy superior al promedio general de la zona, por encima de la tasa de viajes tomada de referencia (0,56 viajes/persona en transporte público). Además, a pesar de tener una

cobertura mayor al 50% en ambos casos, los tiempos de viaje se encuentran en los rangos más altos y las oportunidades de salud alcanzadas son menos de la mitad del total. Dentro del presente criterio no se encuentran las zonas destacadas en el apartado anterior para esta categoría por diferentes motivos: la zona 22 tiene un bajo %NBI (3,68) respecto al valor promedio de la ciudad (5,82), y la zona 54 tiene un nivel de vulnerabilidad alto (10,37% NBI) pero una cantidad de viajes menor, teniendo la tasa de viajes/persona más baja de la categoría. Por otra parte, la zona 18 tiene la mayor proporción de hogares NBI de todas las zonas de la tabla 26 (13,96%), tiene buen nivel de cobertura, pero la calidad de los servicios hace que los tiempos de viaje y oportunidades alcanzadas no estén en el mejor nivel.

Tabla 26: Indicadores de evaluación zonas de tasa de viajes en transporte público menor al promedio y alto %NBI

Zona	Tasa de viajes/persona	Tasa de viajes/mujer	Tasa de viajes/persona en transporte público	Tasa de viajes/mujer en transporte público	% de mujeres del total población	Accl	Accesibilidad a hospitales			
							Rango de tiempo de viaje promedio [min]			Oportunidades acumuladas promedio en 60 min
							CAT1	CAT2	CAT3	
18	2,00	1,96	0,50	0,58	50,62%	74,75%	40-60	60-90	40-60	5
19	2,17	2,14	0,48	0,52	51,10%	84,78%	40-60	60-90	40-60	5
30	1,92	1,87	0,52	0,46	51,86%	66,83%	40-60	40-60	20-40	11
39	1,07	0,91	0,55	0,65	50,98%	54,16%	60-90	60-90	60-90	1
67	1,61	1,63	0,52	0,76	50,52%	57,94%	40-60	60-90	60-90	4
68	2,20	2,02	0,51	0,47	51,77%	42,01%	40-60	60-90	40-60	8

5.5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

5.5.1. Sobre los criterios de evaluación

El trabajo presentado en los apartados anteriores pretende, como se expuso en el capítulo 4, representar dos tipos de indicadores importantes a tener en cuenta para establecer prioridades para intervenciones con distintos proyectos de transporte público, que constituyen dos métodos de evaluación dentro de la metodología propuesta. En este sentido, el aporte de esta tesis es no sólo identificar los indicadores más relevantes en función de la revisión bibliográfica presentada en el capítulo 2, sino que también proveer los datos y herramientas en formato abierto que permitan la obtención de medidas para identificar los patrones de movilidad, la cobertura del transporte público y la accesibilidad.

Según los resultados obtenidos en el punto 5.4.1. se recomendaría orientar futuros proyectos de transporte público hacia las zonas 17, 25, 31 y 40, por ser zonas donde el sistema de ómnibus/trolebuses tiene un uso intensivo pero el desempeño de los servicios prestados no se condice con la alta demanda. Por otro lado, en función de los análisis del punto 5.4.2., las zonas 25 y 40 son las de mayor vulnerabilidad, además de la zona 53 que tiene niveles altos de demanda en transporte público de mujeres. Por estas características particulares, estas zonas necesitarían que el nivel de intervenciones sea mayor a través de un especial apoyo del Estado como regulador del

transporte público en general y, además, como prestador del servicio en el caso de la Ciudad de Córdoba, para lograr así que el sistema de transporte sea más equitativo.

En el otro caso analizado, que corresponde a las zonas donde las tasas de viajes totales son altas, pero las tasas de viaje en transporte público es menor al promedio, las zonas a priorizar son la 22, 39, 54 y 67. En este conjunto las zonas 39 y 67 tienen bajas tasas de viajes por persona en todos los modos, pero tiene gran cantidad de viajes totales, altas tasas de viaje en transporte público para las mujeres y alta proporción de hogares NBI; mientras que las zonas 22 y 54 tienen mayores tasas de viajes y menor nivel de vulnerabilidad, especialmente la zona 22 con un porcentaje de hogares NBI menor al promedio para la ciudad.

Estos resultados se corresponden con lo revisado en los trabajos tomados como antecedentes en el capítulo 2; por ejemplo, en el trabajo de ITDP (2019), donde la accesibilidad de los sectores vulnerables era menor que la accesibilidad general para toda la población, en ese caso al evaluar accesibilidad a empleos. Además, estas zonas a priorizar coinciden en general con sectores periféricos, tal como se destaca en el trabajo de Chen *et al.* (2021), en el cual se concluyó que los niveles de accesibilidad a servicios de salud más bajos están distribuidos principalmente en las zonas periféricas de la ciudad, y en el trabajo de Li *et al.* (2021), donde se destaca que la accesibilidad en los barrios suburbanos es generalmente menor que en los centros de las ciudades.

Con estos métodos también pudieron identificarse zonas donde la movilidad es alta pero los servicios son deficientes, con especial atención en aquellas zonas que, a pesar de no contar con buena calidad de servicio, tienen un uso intensivo del transporte público, por lo que se puede inferir que son usuarios cautivos. Por otra parte, aquellos sectores con tasas bajas de viaje en transporte público tienen en general un nivel medio a alto de cobertura, con muchas zonas con tiempos de viaje menores a una hora y un buen nivel de acceso a oportunidades, por lo que la baja utilización del transporte público no se explicaría, en principio, por la calidad del servicio.

Cuando se incluye el indicador %NBI para representar las condiciones de vida en las zonas el análisis cambia, en especial en el caso de las zonas con tasas de viajes en transporte público menor al promedio. Mientras que para la selección de zonas con tasas de viaje en transporte público mayor al promedio se destacaron las mismas zonas que en el criterio anterior (ver tabla 25), para las zonas con viajes/persona en transporte público menores al promedio se añadieron dos nuevas zonas por su nivel de vulnerabilidad que tienen bajo nivel de viajes en general y de utilización de transporte público, pero altos tiempos de viaje, bajo nivel de acceso a oportunidades y cobertura apenas mayor al 50% (tabla 26). Además, al incluir la desagregación por género se observó que en estas zonas la utilización del transporte público en las mujeres es alta, superando el valor de referencia y el valor medio de cada zona.

Así, se muestra que la propuesta metodológica tiene sentido en incluir no sólo indicadores de movilidad sino también indicadores socioeconómicos, de modo de complementar los análisis para explicar parte de lo observado en los resultados. Además, para incluir de forma activa criterios de equidad para la toma de decisiones

deben considerarse de forma clara las diferencias comparativas en cuestiones sociales de modo de orientar las intervenciones a los sectores más necesitados.

5.5.2. Sobre el diagnóstico a través de indicadores de demanda.

El apartado 5.1. corresponde a los resultados obtenidos para caracterizar la demanda de viajes a través de encuestas de movilidad, tal como fue presentado en la metodología propuesta del punto 4.3.1. Para ello se trabajó la base de datos de la “Encuesta Origen/Destino 2009 en el Área Metropolitana de Córdoba” (EOD Córdoba), que es la información primaria más reciente sobre la movilidad en la Ciudad de Córdoba.

En el presente trabajo se realizó un análisis solamente a nivel de viajes y no de etapas, aun cuando algunos de los antecedentes considerados en el punto 2.3. evalúan las características de los encadenamientos. Esto se debe a que más del 90% de los viajes realizados en el área de estudio son de etapa única (ver punto 5.1.1.). Además, a pesar de ser una característica particular de los viajes de las mujeres según la bibliografía al respecto, el número promedio de etapas de viajes entre mujeres y hombres es muy similar. No se puede especificar si esto corresponde a una particularidad de la movilidad en la ciudad de Córdoba o si se debe a la metodología de relevamiento en cuanto a la forma en la que define que es un viaje (ver punto 4.3.1.).

En cuanto a la cantidad de viajes distribuidos en el territorio, se observó en la figura 31 que hay una tendencia general de que las zonas con mayor cantidad de viajes se ubican en la periferia de la zona central pero dentro del anillo de Circunvalación, que constituye una división que fractura la ciudad y funciona como barrera para los movimientos hacia adentro y hacia afuera. A pesar de ello, la zona noroeste tiene en general grandes sectores con cantidades medias a altas de viajes. Las tasas de viaje por persona de la figura 32 no reflejan estas mismas características, primero porque no se observa una tendencia generalizada y hasta incluso se revierte el comportamiento centro-periferia, porque hay sectores del centro de la ciudad con altas tasas de viajes, y hasta mayores que algunos sectores de la periferia, posiblemente por las mejores condiciones de caminabilidad o algunas dificultades para moverse en auto en la zona céntrica, aunque también podría analizarse la composición de los hogares en esos sectores para explicar este comportamiento.

La desagregación de estos valores por género destaca que las mujeres realizan mayor cantidad de viajes que los hombres, y dominan en todas las categorías de 3 o más viajes diarios (figura 33). Además, si bien en general los valores de viajes por género en el territorio tienen una distribución similar entre hombres y mujeres, las mujeres tienen predominancia de altos valores de viaje en la periferia (figura 34).

A los fines de realizar el análisis territorial no sólo desde medidas de la demanda de viajes sino también tomando en cuenta las características socioeconómicas de la población, se plantearon mapas bi-variados que representan en nueve categorías que combinan niveles bajos, medios y altos de cantidad de viajes y de porcentaje de hogares con necesidades básicas insatisfechas (%NBI). Así, se observa en la figura 36 que hay coincidencia en la periferia con sectores de gran cantidad de viajes que tienen alto

%NBI. También se observan zonas de la parte más antigua del centro de la ciudad sobre el Río Suquía con alto nivel de vulnerabilidad, pero baja cantidad de viajes totales, aunque este bajo nivel de movilidad también puede responder a que la metodología de relevamiento considera que un viaje tiene 4 cuadras o más. Es de destacar que, observando además las tasas de la figura 32, hay una diferencia diametral en el nivel de vulnerabilidad entre el sureste y el noroeste de la ciudad, ambos con grandes sectores con tasas mayores a 1,5 viajes por persona y hasta 3,5 viajes por persona. Mientras que el sector noroeste tiene la menor cantidad de hogares con NBI (alrededor del 1%), la zona suroeste tiene sectores con hasta 13,88% de los hogares con necesidades básicas insatisfechas, siendo que en ambos casos la producción de viajes por persona es alta y en sectores mayor al promedio.

La desagregación de viajes por motivo permite ampliar el análisis de estas tendencias generales. Así como se describió previamente la supremacía en cantidad de viajes y número de viajes por día de las mujeres respecto a los hombres, los motivos de viajes muestran que los hombres tienen la amplia mayoría de los viajes diarios por trabajo, relación que se invierte en los viajes por tareas de cuidado (figura 37). A diferencia de lo presentado en el informe original de la EOD 2009 (De Beláustegui, 2011), donde se indicaba que las mujeres tenían una fuerte predominancia en viajes por estudio, el presente análisis indica que la diferencia es de apenas un punto porcentual entre hombres y mujeres, lo que representa alrededor de 14 mil viajes diarios. Al desagregar los viajes de cuidado, especialmente al quitar el motivo "Dejar/recoger hijo de la escuela" que era considerado como viaje de estudio y representaba el 3,9% de los viajes de estudio femeninos, se visibiliza una clara tendencia de las mujeres hacia los viajes de cuidado, como indican los antecedentes presentados en el punto 2.3., y no una predominancia en los viajes por estudio. Para las mujeres los viajes de trabajo, estudio y cuidado tienen un peso similar (alrededor del 13%) y representan sus principales motivos de viaje.

Es de particular importancia destacar que, según los valores de la EOD 2009, las mujeres hacen en el orden de 147 mil viajes diarios relacionados a tareas de cuidados, que suman aproximadamente 67 mil viajes más que los hombres. Al no estar presente esta desagregación en el informe original del relevamiento, y teniendo en cuenta que uno de los objetivos de ese trabajo era identificar patrones de movilidad para construir un modelo de demanda para la ciudad (ver punto 4.3.1), la planificación del transporte en Córdoba invisibilizó en los últimos 10 años características importantes de la movilidad de las mujeres, que además son las personas que mayor cantidad de viajes realizan, por lo que no se trata de particularidades de una minoría sino de una amplia mayoría (ver características de los viajes de las mujeres en punto 2.3.).

Cuando se analizan los motivos de viaje en el territorio (figura 38) se destaca el cuadrante noroeste para viajes al trabajo, en especial en el caso de las mujeres donde es remarcada la diferencia con el resto de la ciudad. En cuanto a los otros dos motivos principales analizados, los viajes por estudio están distribuidos en el terreno sin una tendencia en particular, mientras que los viajes de cuidado están concentrados en el área peri central de la ciudad, y también para las mujeres en las zonas por fuera de la Circunvalación.

Cruzando los valores de cantidad de viajes con el %NBI, que es el indicador de la vulnerabilidad de los hogares considerado en este trabajo, en el mapa bi-variado de la figura 39 se observa la marcada predominancia de la periferia con el mayor nivel de hogares con NBI, coincidiendo en pocas zonas con alto nivel de viaje para el motivo trabajo, pero con varias coincidencia de niveles high-high para estudio y especialmente para cuidado.

Para completar las tendencias en los patrones de viaje por motivo se utilizaron otras desagregaciones socioeconómicas: nivel educativo (figura 40), nivel de ingreso (figura 41) y grupos de edad (figura 42). En los tres análisis se obtuvieron los resultados que se esperan: incremento de viajes al trabajo con el nivel de ingreso y el nivel educativo, mayor proporción de viajes por estudio a menor nivel de escolaridad y en los grupos de edad infantiles y adolescentes, y mayor proporción de viajes por motivo cuidado a menor nivel de ingreso.

Para los modos de viaje se realizaron los mismos análisis que para los motivos: género, distribución espacial, relación con el porcentaje de hogares NBI, nivel educativo, nivel de ingreso y grupos de edad. En cuanto al género (figura 43), se destaca que las mujeres tienen un mayor uso de transporte público y caminata, tal como lo indican los antecedentes del punto 2.3., mientras que los viajes de los hombres son predominantemente en auto y comparativamente también tienen alta proporción de viajes en motocicleta. La mayor cantidad de viajes en transporte público se realiza en el área peri central, y también para las mujeres en las zonas por fuera de Av. Circunvalación, mientras que los viajes en auto se concentran hacia el noroeste y los viajes a pie se destacan en la zona central en general y en la periferia para las mujeres en particular (figura 44). Estas observaciones se refuerzan en el mapa bi-variado (figura 45), coincidiendo las zonas con alto nivel de viajes en colectivo/trolebús de la periferia con altos niveles de %NBI, mientras que lo opuesto se observa en las zonas que tienen gran cantidad de viajes en auto, correspondiéndose con las tendencias observadas en las desagregaciones por nivel de ingreso y nivel educativo (con el aumento del nivel, decrecen los viajes en transporte público y crecen los viajes en auto, figuras 46 y 47). Los viajes a pie tienen distinto comportamiento: para los hombres, se concentran en zonas céntricas con bajo nivel de vulnerabilidad, mientras que las mujeres tienen mayor cantidad de viajes caminando en la periferia, en zonas con alto nivel de hogares NBI, destacándose además que los grupos de edad menores tienen mayor proporción de viajes a pie, con altos niveles también para los adultos mayores (figura 48).

Este análisis permite tener un panorama más claro de cómo se realizan los movimientos en la ciudad, cuáles son las diferencias en cuanto a modos y motivos en intersección con las características sociodemográficas y económicas de la población, y utilizar este diagnóstico para evaluar resultados posteriores de otros indicadores considerando estas particularidades de las personas. Además, debe tenerse en cuenta para la planificación de transporte, porque cada tipo de persona usuaria tiene necesidades distintivas, por ejemplo, las infancias, adolescentes o mayores que realiza mayor cantidad de viajes a pie, o las mujeres que realizan mayor cantidad de viajes por cuidado y usan más el transporte público.

5.5.3. Sobre la evaluación de disponibilidad de la red.

La cobertura de la red de transporte público se midió con el indicador de acceso a servicios de movilidad, usando la metodología de Poelman y Dijkstra (2015) para obtener la cantidad de población por nivel de acceso bajo, medio y alto, y áreas sin acceso. En la figura 51 se observa que las áreas servidas se corresponden con la distribución radial de las líneas en la Ciudad de Córdoba, logrando altos niveles de cobertura sobre todo en el centro de la ciudad y sobre los corredores principales, especialmente hacia el oeste. En cuanto al indicador propiamente dicho, puede decirse que la red de 2019 cubría ampliamente más de la mitad de la población, como se observa en el indicador Accl de la tabla 16. En la misma tabla se observa que casi el 18% de la población, que tiene cobertura baja o sin cobertura, no suma al cálculo del indicador, y más de la mitad de ese porcentaje corresponde a personas sin acceso, es decir, con una caminata mayor a cinco minutos a una parada de ómnibus/trolebús.

A través del caso de la modificación de la línea 12 (ver figuras 52, 53 y 54) se comprobó la posibilidad de medir la variación del indicador al modificar el trazado de las líneas y la frecuencia en las paradas, siendo factible de ser replicado para otros casos como la introducción de nuevas líneas o incluso de nuevos modos, ya que la metodología también contempla transporte ferroviario.

La forma de obtención de la población servida de Poelman y Dijkstra (2015) propone un agrupamiento de paradas a menos de 50 metros, que para las características de la ciudad de Córdoba es demasiado arbitraria. Las paradas del *GTFIS* 2019 utilizadas muchas veces no están correctamente georreferenciadas en función de lo que puede verificarse en territorio a través de herramientas digitales, y su ubicación influye mucho en el agrupamiento de paradas y por lo tanto en la frecuencia ya que se suman los servicios por hora, aunque no influye significativamente en el trazado de las isocronas. Además, en el caso de estudio, al tener líneas que tienden a atravesar diametralmente la ciudad no sería correcto agrupar paradas que corresponden a líneas en sentidos opuestos ya que no son los mismos usuarios los que elegirían una parada u otra. Con el agrupamiento de paradas, especialmente en los casos de recorridos en ida y vuelta, se obtiene un número de salidas por hora muy alto que sobreestima la realidad y no refleja el acceso que pueden tener los usuarios.

Otra parte de la metodología que merece revisión en función de las ciudades o proyectos a analizar es el peso asociado a cada tipología según acceso. Para grandes áreas urbanas no se considera dentro del cálculo a la población de bajo acceso porque su peso W_i en la fórmula es 0. Para el caso de la Ciudad de Córdoba, a pesar de que la cantidad de población total la constituye como una gran urbe, es razonable la discusión de que si en ciertos sectores periféricos de baja densidad poblacional sea prioritario que el servicio circule por más que tenga baja frecuencia.

Estas observaciones están en parte asociadas a que el indicador pertenece a una metodología pensada para ciudades europeas, que son diferentes a las ciudades latinoamericanas en su concepción, desarrollo, estructura y en los servicios disponibles,

por lo que las modificaciones introducidas y las problemáticas observadas son atendibles y necesarias.

5.5.4. Sobre los indicadores de accesibilidad.

Los indicadores de accesibilidad seleccionados, condicionados a los datos abiertos disponibles, fueron el tiempo de viaje promedio en transporte público y oportunidades acumuladas a hospitales públicos entre 2019 y 2021, obtenido a través de la herramienta de ruteo *r5r* (Pereira *et al.*, 2021b).

Los tiempos de viaje obtenidos se distribuyen comparativamente de formas distintas para 2019 y 2021: para el primer año la distribución tiene una dispersión mayor y se observa que la media es mayor para 2021 que para 2019 (ver figuras 55 y 56). Además, la diferencia entre las medias del quintil 1 (mayor %NBI) y el quintil 5 (menor %NBI) es marcada en todos los casos. Esto mismo se observa en los diagramas de caja (ver figura 57) y se destaca en las medidas de tenencia central y dispersión de la tabla 20. Territorialmente esto se observa en las figuras 58 y 59, donde para 2019 hay mayor cantidad de radios censales de menor tiempo de viaje (dominancia de los tonos amarillos). En estas figuras también se observa cómo cambian los tiempos de viaje al permitirle al modelo tener una distancia de caminata mayor para el ingreso y egreso, observando en general más sectores con datos y también pudiendo apreciar mejor la diferencia en los tiempos de viaje entre ambos años de estudio.

Como indicador adicional se seleccionó oportunidades acumuladas en 60 minutos a través de transporte público, cuya distribución en el territorio (figuras 60 y 61) se asemeja al mapa de cobertura de la figura 51, ya que los mayores valores se ubican en la zona central y en corredores, pero es particularmente predominante dentro del anillo de Circunvalación. También está condicionada por la ubicación de los hospitales, sobre todo en zona suroeste.

La herramienta de ruteo utilizada para el cálculo de los dos indicadores de accesibilidad tiene mucho potencial para hacer caracterizaciones más completas del acceso a distintos servicios y equipamientos. Los resultados obtenidos están fuertemente condicionados por los parámetros seleccionados, como la ventana de tiempo, la hora de partida y la distancia de caminata, problemáticas que se abordaron en general para las modelaciones de salidas de transporte público del punto 2.4.2.

CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES

6.1. CONCLUSIONES PRINCIPALES.

El trabajo presentado cumple con su objetivo principal: proveer de una metodología que sirva como marco general para evaluar la sostenibilidad de la movilidad con un conjunto de métodos que incluyan indicadores sociales. El acceso a oportunidades es la medida fundamental de esta evaluación, coincidiendo con criterios de justicia y equidad de la planificación del transporte para la accesibilidad explorados en el Capítulo 2. Además, se consideran características de los patrones de movilidad actuales para orientar las intervenciones en función de las necesidades y comportamiento de los distintos sectores de la población (ver punto 5.1.), y se logra evaluar comparativamente la accesibilidad a servicios y equipamientos y la cobertura de transporte público con los casos propuestos en los apartados 5.2. y 5.3. Otro valor agregado del trabajo es que, cumpliendo con los objetivos específicos, es replicable y escalable por el uso de herramientas informáticas y datos abiertos, pudiendo re calcularse las variables intervinientes a partir de modificaciones en los datos de base. También se destaca que los conceptos de sustentabilidad y equidad de género fueron fundamentales para la exploración de los resultados.

Las tres capas de análisis, que constituyen la columna vertebral de la propuesta metodológica presentada en el Capítulo 4 (ver figura 27), encuentran sentido en su lectura en conjunto a través de los análisis de los resultados del Capítulo 5. Estas dimensiones hacen de complemento a las evaluaciones tradicionales de proyectos de transporte sustentándolas en diferentes aristas de los aspectos sociales de la movilidad, analizadas en intersección con las características socioeconómicas de la población. También constituye un aspecto muy importante el análisis de los resultados a nivel territorial, para registrar posibles brechas de acceso y cobertura entre las diferentes partes de la ciudad, además de identificar patrones de movilidad particulares de cada zona.

Los resultados muestran que la inclusión de las características socioeconómicas es importante, no sólo para explicar los patrones de movilidad como se expuso en el punto 5.1, sino también para que las prioridades de intervención se orienten con un criterio más equitativo, que promueva las mejoras particularmente para los sectores más vulnerables. Dentro de este análisis la perspectiva de género es fundamental para no ocultar las diferencias en la movilidad y en las necesidades de las personas, que puede evaluarse en interseccionalidad con su edad, etnia, nivel de ingreso, etc.

Con los criterios de evaluación presentados como métodos dentro de la metodología propuesta se consiguen identificar sectores prioritarios para intervenciones por sus desventajas comparativas en términos sociales. Estos criterios distan de conformar un listado acabado, sino que presentan dos tipos de medidas que no se pueden dejar de lado para evaluar la dimensión social de la movilidad sustentable. Por un lado, se analizaron las características de los patrones de movilidad actuales incluyendo sectores con elevadas tasas de viajes, y de altas y bajas tasas de viajes en transporte público. Para ampliar este criterio de selección se tomaron en cuenta las condiciones

socioeconómicas de la población a través del indicador de necesidades básicas insatisfechas (% hogares NBI) y una distinción por género, especialmente considerando lo tratado en el apartado 2.3. De la aplicación de estos criterios surgieron nueve zonas donde priorizar las intervenciones en transporte público, beneficiando a más de 178 mil personas, a valores del Censo 2010 (INDEC, 2015a), de las cuáles el 79% se corresponde con zonas de alta vulnerabilidad por ser sectores con porcentajes altos de hogares con necesidades básicas insatisfechas.

El grupo de zonas priorizadas puede ser pasible de ser ampliado en función de que se planteen otros métodos para la selección que exploren otros criterios dentro del marco metodológico presentado. Así, las zonas seleccionadas representan los sectores críticos donde actuar en función de los patrones de movilidad actuales (necesidades de movilidad), y las deficiencias presentes en el servicio de transporte público (oportunidades de movilidad), en intersección con sus características socioeconómicas en cuanto a pobreza y género. Estos mismos parámetros, también denominados anteriormente como dimensiones, pueden tener distinto orden de prioridad o pueden ser representados a través de otros indicadores en función de los antecedentes presentados en el Capítulo 2 y de los datos abiertos disponibles, lo que representa una de las fortalezas de la metodología propuesta.

6.2. LIMITACIONES DE LA METODOLOGÍA.

El presente trabajo tiene distintos tipos de limitaciones metodológicas. En primer lugar, toda la propuesta está condicionada a la disponibilidad de datos abiertos, con sus características y formatos. Esto garantiza replicabilidad y actualización, además que permite que futuros trabajos puedan plantearse sobre la base de este trabajo. La desventaja es que algunos análisis dentro de los métodos propuestos debieron ser simplificados, o no pudieron hacerse, por falta de información.

Este es el caso de los indicadores de accesibilidad, ya que en apartado 2.4.2. se presentaron múltiples indicadores, algunos considerados más robustos por incluir la competencia por las oportunidades o con funciones de impedancia propias. Para el caso de estudio, la accesibilidad a hospitales públicos se calculó por ser una de las bases de datos disponible, sumado a la relevancia que cobró el acceso a la salud en el contexto de la pandemia (ver Publicaciones). Para ninguna de las bases de datos de puntos de interés (salud y educación), se contaba con datos de cantidad de camas, especialidades atendidas, cantidad de vacantes en centros educativos u otras que permitan tener en cuenta la demanda de oportunidades dentro del indicador de accesibilidad, además de que para la ciudad de Córdoba tampoco existe un factor de impedancia calibrado en función de sus características particulares.

Otra limitación en este sentido es que el diagnóstico a través de indicadores de la demanda se realizó en base a la última encuesta domiciliaria que data de 2009, por lo que podría no ser tan representativa de los patrones de viaje actuales. Esto entra en conflicto principalmente con los criterios de evaluación propuestos, ya que se basan en tasas de viajes y utilización del transporte público que se han visto modificados estos

años, especialmente con la pandemia, como bien evidencia la caída en el corte de boleto (ver figura 7).

Una arista que merece la pena ser revisada pero que excede las encuestas domiciliarias de movilidad tradicionales, y por lo tanto la información que se tomó de base para este trabajo, son las necesidades y características de la población que no realiza viajes. Es una premisa general de la planificación de transporte que el mejor viaje es el que no se hace, pero esto se cumple siempre y cuando las personas puedan cubrir sus necesidades de forma razonable en términos económicos sin moverse del entorno cercano a su hogar. Con los datos recabados y los resultados obtenidos a lo largo de este trabajo no se puede arribar a conclusiones respecto a este punto, por lo que una debilidad del criterio presentado puede ser su incapacidad de evaluar la calidad de vida de las personas inmóviles. Esta problemática es presentada en algunos de los antecedentes del capítulo 2, como el caso de Martens (2017), que expone que al tomar de referencia los patrones de viaje actuales pueden perpetuarse las inequidades de esos sistemas para la planificación futura.

En este sentido, sería valioso analizar con mayor detalle aquellos sectores donde la cantidad de viajes por persona en todos los modos es baja, a los fines de identificar si la menor movilidad está asociada a una baja cobertura o a una calidad deficiente de servicios de transporte público.

6.3. RECOMENDACIONES Y PRÓXIMAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN.

El presente trabajo representa el primer compendio completo de indicadores de aspectos sociales y accesibilidad obtenidos para la ciudad de Córdoba. En base a las limitaciones de la metodología propuesta se buscará que futuras líneas de investigación consideren la posibilidad de solicitud de información pública a las reparticiones gubernamentales correspondientes para mejorar la calidad de los análisis y actualizar los indicadores calculados. Esto incluye datos de *GPS* de las líneas de transporte público para mejorar las estimaciones de tiempo de viaje con datos reales para corregir los datos programados de los *GTFS*. También, a los fines de poder calcular indicadores de accesibilidad que tengan en cuenta la competencia por las oportunidades, como ser datos de cantidad de camas, especialidades atendidas, cantidad de vacantes en centros educativos u otras.

Otra futura línea de investigación importante es el análisis de sensibilidad de los indicadores utilizados, y la influencia que tienen distintos tipos de intervenciones como modificaciones en las frecuencias, modificaciones en los recorridos o nuevos modos de transporte masivo en los valores obtenidos para cada indicador. Esto puede realizarse como un ejercicio teórico comenzando por las zonas que fueron priorizadas por los criterios de evaluación propuestos (ver punto 5.4.).

La zonificación del caso de estudio, que fue representada en este trabajo en radios censales y zonas de transporte, puede agruparse para futuros trabajos en mallas hexagonales tipo H3 (ver <https://github.com/uber/h3>), que es un índice geoespacial

jerárquico que permite trabajar varios conjuntos de datos, especialmente *big data*, llenando el espacio geográfico de forma más efectiva.

Por otra parte, se espera poder actualizar las características de la demanda con la encuesta de movilidad que gestiona la Municipalidad de Córdoba al momento de este trabajo. Esto puede ser complementado con la realización de estudios cualitativos en zonas donde se registren porcentajes altos de inmovilidad o gran cantidad de viajes de mujeres, a los fines de registrar las características particulares de esos viajes y de las razones que motivan la realización (o no) de viajes, los modos elegidos y situaciones de violencia o acoso sexual en la vía pública y en el transporte.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agbenyo, F., Marshall Nunbogu, A., & Dongzagla, A. (2017). Accessibility mapping of health facilities in rural Ghana. *Journal of Transport & Health*, 6, 73–83. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2017.04.010>
- Albrieu, M. L., Pastor, G., Galarraga, J. (2011) *Análisis comparativo de viajes a hospitales públicos y privados*. XXV ANPET, Congreso de Pesquisa e Ensino em Transportes, Belo Horizonte, Brasil.
- ANTP (2020) Sistema de Informações da Mobilidade Urbana da Associação Nacional de Transportes Público - SIMOB/ANTP. San Paulo, Brasil. Disponible en www.antp.org.br
- Banco Mundial (2017) Movilidad sostenible para el siglo XXI. Disponible en <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2017/07/10/sustainable-mobility-for-the-21st-century>
- Banco Mundial (2021) Argentina: panorama general. <https://www.bancomundial.org/es/country/argentina/overview>
- Banister, D. (1999). Planning More to Travel Less: Land Use and Transport. *The Town Planning Review*, 70(3), 313–338. Disponible en <http://www.jstor.org/stable/40111776>
- Banister, D. (2004). *Transport planning* (2. ed., repr). Spon.
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73–80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Beyazit, E. (2011). Evaluating Social Justice in Transport: Lessons to be Learned from the Capability Approach. *Transport Reviews*, 31(1), 117–134. <https://doi.org/10.1080/01441647.2010.504900>
- Blainey, S. P., & Preston, J. M. (2019). Predict or prophesy? Issues and trade-offs in modelling long-term transport infrastructure demand and capacity. *Transport Policy*, 74, 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.12.001>
- Boer, E. de (Ed.). (1986). *Transport sociology: Social aspects of transport planning* (1ra ed). Pergamon Press.
- Boisjoly, G., & El-Geneidy, A. M. (2017). The insider: A planners' perspective on accessibility. *Journal of Transport Geography*, 64, 33–43. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.08.006>
- CEPIM (2014) *Plan de Movilidad Ciudad de Córdoba 2012-2014*. Secretaría de transporte y tránsito. Municipalidad de Córdoba.
- Chen, W., Cheng, L., Chen, X., Chen, J., & Cao, M. (2021). Measuring accessibility to health care services for older bus passengers: A finer spatial resolution. *Journal of Transport Geography*, 93, 103068. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103068>
- Coniferal (2022) *Publicación ampliación de servicio línea 12 en Twitter (@coniferalok)* <https://twitter.com/coniferalok/status/1496627096252305409?s=20&t=4j-4L3IF5tK2tmLXJ11JVQ>
- 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>
- Currie, G. (2004). Gap Analysis of Public Transport Needs: Measuring Spatial Distribution of Public Transport Needs and Identifying Gaps in the Quality of Public Transport Provision. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1895(1), 137–146. <https://doi.org/10.3141/1895-18>
- 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>
- De Beláustegui, J. H. (2011) *Encuesta origen-destino 2009: Movilidad en el Área Metropolitana de Córdoba*. Proyecto de Transporte Urbano de Buenos Aires. Buenos Aires. <https://www.argentina.gob.ar/transporte/dgppse/publicaciones/encuestas>
- 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>
- Demoraes F., Gouëset V., Moreno Luna C. (2020) *Características de la movilidad diaria en el Área Metropolitana de Bogotá, con base en la Encuesta de Movilidad de Bogotá 2019 – Un panorama en mapas*. UMR ESO, Espaces et Sociétés; Institut Français d'Etudes Andines; Universidad Piloto de Colombia. 2020.
- Dirección General de Estadística y Censos, Gobierno de la Provincia de Córdoba (2017) *Proyecciones de Población - Años 2010-2040*. Disponible en <https://datosestadistica.cba.gov.ar/dataset/7e328c14-a4cd-454e-a5eb-6d0ce4a4ccd7/resource/bb8c5d97-828d-4af1-9cc2-178be2a4c8e1/download/proyecciones-de-poblacion-2010-2040.xlsx>
- Dirección General de Estadística y Censos, Gobierno de la Provincia de Córdoba (2022) *Conocé Córdoba*. <https://estadistica.cba.gov.ar/conoce-cordoba/>
- El-Geneidy, A.M., Tétrault, P.R., Suprenant-Légault, J., (2009) *Pedestrian access to transit: identifying redundancies and gaps using a variable service area analysis*. Transportation Research Board 89th Annual Meeting.
- Environmental Systems Research Institute, Inc. (2016) *Qué es un shapefile*. <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/10.3/manage-data/shapefiles/what-is-a-shapefile.htm>
- European Commission (2022) *Sustainable Urban Mobility Indicators (SUMI)*. https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility/sumi_en#global-dropdown-w8gqu86o4dc
- Falavigna, Claudio (2009) *Metodología para cuantificar accesibilidad y conveniencia de un sistema de transporte público masivo de pasajeros: aplicación al caso de la ciudad de Córdoba*. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Córdoba. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; Argentina.
- 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>
- Federal Transit Administration (2013) *Transportation Needs of Disadvantaged Populations: Where, When, and How?* FTA Report No. 0030. Disponible en https://www.transit.dot.gov/sites/fta.dot.gov/files/FTA_Report_No._0030.pdf

- 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>
- Geurs, K. T., & van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography*, 12(2), 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Ghorbanzadeh, M., Kim, K., Ozguven, E. E., & Horner, M. W. (2020). A comparative analysis of transportation-based accessibility to mental health services. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 81, 102278. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102278>
- Goodwin, P. (1999). Transformation of transport policy in Great Britain. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(7–8), 655–669. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(99\)00011-7](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(99)00011-7)
- Google Developers (2022a) *Descripción general de la Especificación GTFS estática*. <https://developers.google.com/transit/gtfs?hl=es>
- Google Developers (2022b) *Referencia GTFS estática*. <https://developers.google.com/transit/gtfs/reference/>
- Haghshenas, H., & Vaziri, M. (2012). Urban sustainable transportation indicators for global comparison. *Ecological Indicators*, 15(1), 115–121. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.09.010>
- Handy, S. L., & Niemeier, D. A. (1997). Measuring Accessibility: An Exploration of Issues and Alternatives. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 29(7), 1175–1194. <https://doi.org/10.1068/a291175>
- Hansen, W. G. (1959). How Accessibility Shapes Land Use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73–76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- Hernández, D. y Witter, R. (2011) Entre la ingeniería y la antropología: hacia un sistema de indicadores integrado sobre transporte público y movilidad. *Revista Transporte y Territorio N° 4*, pp. 29-46. Buenos Aires.
- 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>
- IDECOR: Infraestructura de Datos Espaciales de la Provincia de Córdoba. Mapas Córdoba: Portal de Mapas, Datos y Metadatos de Córdoba. <https://www.idecor.gob.ar/>
- IDERA: Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (2022a) *Catálogo de metadatos de IDERA*. <http://catalogo.idera.gob.ar/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/home>
- IDERA: Infraestructura de Datos Espaciales de la República Argentina (2022b) *Portal de Datos de IDERA*. <https://www.idera.gob.ar/>
- INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos (2000) *Situación y Evolución Social, n. 4*. Buenos Aires.
- INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos (2015a) *Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas*. https://redatam.indec.gob.ar/argbin/RpWebEngine.exe/PortalAction?&MODE=M AIN&BASE=CPV2010B&MAIN=WebServerMain.inl&_ga=2.75108754.1833268215.1602010042-1881977071.1602010042

- INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos (2015b) *Estimaciones de población por sexo, departamento y año calendario 2010-2025*. 1a edición. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Instituto Nacional de Estadística y Censos. https://www.indec.gov.ar/ftp/cuadros/poblacion/proyeccion_departamentos_10_2_5.pdf
- INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022a) *Glosario: POBLACIÓN NO ECONÓMICAMENTE ACTIVA*. Situación y Evolución Social (Síntesis N°4). <https://www.indec.gov.ar/indec/web/Institucional-Indec-Glosario>
- INDEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022b) *Informes técnicos. Vol. 6, n° 115, Trabajo e ingresos. Vol. 6, n° 4: Mercado de trabajo, Tasas e indicadores socioeconómicos (EPH), Primer trimestre de 2022*. Disponible en: https://www.indec.gov.ar/uploads/informesdeprensa/mercado_trabajo_eph_1trim_22756BA7CC2D.pdf
- Institute for Sustainable Infrastructure (2015) *Envision: Sistema de calificación de infraestructuras sostenibles*.
- Iowa Department of Transportation (2009) *Iowa Statewide Passenger Transportation Funding Study: Final Report*. Disponible en http://publications.iowa.gov/9793/1/Passenger_Transportation_Study_1209.pdf
- IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change (2022) *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. Malley, (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. doi: 10.1017/9781009157926
- ITDP: Institute for Transportation and Development Policy (2019) *Indicators for Sustainable Mobility*. Disponible en <https://www.itdp.org/wp-content/uploads/2019/01/Indicators-for-Sustainable-Mobility.pdf>
- Jaimurzina, A. Muñoz Fernández, C. y Pérez, G. (2017) *Género y transporte: experiencias y visiones de política pública en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Disponible en https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/43125/1/S1700969_es.pdf
- Jaramillo, C., Lizárraga, C., & Grindlay, A. L. (2012). Spatial disparity in transport social needs and public transport provision in Santiago de Cali (Colombia). *Journal of Transport Geography*, 24, 340–357. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2012.04.014>
- Jirón, P. & Zunino Singh, D. (2017) Dossier. Movilidad Urbana y Género: experiencias latinoamericanas. *Revista Transporte y Territorio*, núm. 16, 2017, pp. 1-8. Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina
- Kaufmann, Stefan (2014) *Opening Public Transit Data in Germany*. Diploma thesis, University of Ulm. Disponible en <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/1054/>
- 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>
- Kim, K., Ghorbanzadeh, M., Horner, M. W., & Ozguven, E. E. (2021). Identifying areas of potential critical healthcare shortages: A case study of spatial accessibility to ICU beds during the COVID-19 pandemic in Florida. *Transport Policy*, 110, 478–486. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2021.07.004>
- Kwan, M.-P. (2010). Space-Time and Integral Measures of Individual Accessibility: A Comparative Analysis Using a Point-based Framework. *Geographical Analysis*, 30(3), 191–216. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1998.tb00396.x>
- Levine, J., & Garb, Y. (2002). Congestion pricing's conditional promise: Promotion of accessibility or mobility? *Transport Policy*, 9(3), 179–188. [https://doi.org/10.1016/S0967-070X\(02\)00007-0](https://doi.org/10.1016/S0967-070X(02)00007-0)
- Levy, C. (2013). Travel choice reframed: “Deep distribution” and gender in urban transport. *Environment and Urbanization*, 25(1), 47–63. <https://doi.org/10.1177/0956247813477810>
- Li, S. (Alex), Duan, H. (Anna), Smith, T. E., & Hu, H. (2021). Time-varying accessibility to senior centers by public transit in Philadelphia. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 151, 245–258. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.06.020>
- Litman, T. & Burwell, D. (2006) 'Issues in sustainable transportation', *Int. J. Global Environmental Issues*, Vol. 6, No. 4, pp.331–347. Disponible en https://www.vtpi.org/sus_iss.pdf
- Litman, T. (2008). *Sustainable transportation indicators: a recommended program to define a standard set of indicators for sustainable transportation planning*.
- Litman, T. (2013). The New Transportation Planning Paradigm. *Ite Journal-institute of Transportation Engineers*, 83. Disponible en <https://www.vtpi.org/paradigm.pdf>
- Litman, T. (2018) *Well Measured Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute.
- Litman, T. (2022). *Generated Traffic and Induced Travel: Implications for Transport Planning*. Victoria Transport Policy Institute. Disponible en <https://www.vtpi.org/gentraf.pdf>
- Lucas, K., Mattioli, G., Verlinghieri, E., & Guzman, A. (2016). Transport poverty and its adverse social consequences. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Transport*, 169(6), 353–365. <https://doi.org/10.1680/jtran.15.00073>
- Martens, K. (2017). *Transport justice: Designing fair transportation systems*. Routledge, Taylor & Francis Group.
- Martens, K., Golub, A., & Robinson, G. (2012). A justice-theoretic approach to the distribution of transportation benefits: Implications for transportation planning practice in the United States. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 46(4), 684–695. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.01.004>
- Mauttone, A., & Hernández, D. (2017). *Encuesta de movilidad del área metropolitana de Montevideo. Principales resultados e indicadores (report)*. Montevideo: CAF, Intendencia de Montevideo, Intendencia de Canelones, Intendencia de San José,

- Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Universidad de la República, PNUD Uruguay. Disponible en <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1078>.
- Mavoa, S., Witten, K., McCreanor, T., & O'Sullivan, D. (2012). GIS based destination accessibility via public transit and walking in Auckland, New Zealand. *Journal of Transport Geography*, 20(1), 15–22. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2011.10.001>
- Mello, A., & Portugal, L. (2017). Um procedimento baseado na acessibilidade para a concepção de Planos Estratégicos de Mobilidade Urbana: O caso do Brasil. *EURE (Santiago)*, 43(128), 99–125. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612017000100005>
- Mihyeon Jeon, C., & Amekudzi, A. (2005). Addressing Sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators, and Metrics. *Journal of Infrastructure Systems*, 11(1), 31–50. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0342\(2005\)11:1\(31\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2005)11:1(31))
- Molfino, A., Albrieu, M. L., Depiante, V. (2007) *Incidencia de la tipología urbana en el acceso a los grandes atractores urbanos*. XIV Congreso Latinoamericano de Transporte Público - CLATPU 2007. Río de Janeiro, Brasil.
- Moscoso, M., Ome, L., Rincón, M., Aguirre, K., Sánchez, C., Lleras, N., & Patiño, M. (2021). *Género y movilidad activa: Acciones para no dejar a nadie atrás en Colombia*. GIZ Colombia & Despacio.org. <https://www.despacio.org/portfolio/genero-y-movilidad-activa/>
- Municipalidad de Córdoba (2022a) *Parque automotor - 05/2021*. Disponible en: <https://gobiernoabierto.cordoba.gob.ar/data/datos-abiertos/categoria/automoviles/parque-automotor/183>
- Municipalidad de Córdoba (2022b) *Serie de cortes de boleto y km recorridos por empresa (datos diarios) - 2018/2021 y Serie de cortes de boleto y km. recorridos (datos anuales) - 2002/2019*. Disponible en: <https://gobiernoabierto.cordoba.gob.ar/data/datos-abiertos/categoria/transporte-urbano/cortes-de-boleto-y-kilometros-recorridos/18>
- Municipalidad de Córdoba (2022c) *Serie de proyección de cantidad de población*. Disponible en: <https://gobiernoabierto.cordoba.gob.ar/data/datos-abiertos/categoria/datos-demograficos/informacion-censal/271>
- Murray, A. T., & Wu, X. (2003). Accessibility tradeoffs in public transit planning. *Journal of Geographical Systems*, 5(1), 93–107. <https://doi.org/10.1007/s101090300105>
- Naciones Unidas (2015) *Resolución 70/1: Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Septuagésimo período de sesiones de la Asamblea General de las Naciones Unidas. Disponible en: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S
- Naganathan, H., & Chong, W. K. (2017). Evaluation of state sustainable transportation performances (SSTP) using sustainable indicators. *Sustainable Cities and Society*, 35, 799–815. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.06.011>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2011). *NCHRP Report 708: A Guidebook for Sustainability Performance Measurement for Transportation Agencies*. The National Academies Press. Washington, DC.
- 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>
- Noland, R. B., & Lem, L. L. (2002). A review of the evidence for induced travel and changes in transportation and environmental policy in the US and the UK.

- Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 7(1), 1–26.
[https://doi.org/10.1016/S1361-9209\(01\)00009-8](https://doi.org/10.1016/S1361-9209(01)00009-8)
- Ortiz Escalante, S., Ciocoletto, A., Fonseca, M., Casanovas, R., & Valdivia, B. (2021). *Movilidad cotidiana con perspectiva de género*. Guía metodológica. Caracas: CAF. Disponible en <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1725>
- Owen, A., & 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., & Levinson, D. (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>
- Owens, S. (1995). From 'predict and provide' to 'predict and prevent'?: Pricing and planning in transport policy. *Transport Policy*, 2(1), 43–49. [https://doi.org/10.1016/0967-070X\(95\)93245-T](https://doi.org/10.1016/0967-070X(95)93245-T)
- 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>
- 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., Vieira Braga, C., Serra, B., Gapriotti Nadalin, V. (2019) *Desigualdades socioespaciais de acesso a oportunidades nas cidades brasileiras*. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, Brasília, Rio de Janeiro.
- Pereira, R. H. M., Vieira Braga, C. K., Mendes Servo, L., Serra, B., Amaral, P., Gouveia, N., Antonio Paez, A. (2021a) 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>
- Pereira, R. H. M., Saraiva, M., Herszenhut, D., Braga, C. K. V., y Conway, M. W. (2021b). 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., Saraiva, M., Herszenhut, D., Braga, C. K. V., y Conway, M. W. (2021c). *Using the time_window parameter*. https://github.com/ipeaGIT/r5r/blob/master/r-package/vignettes/time_window.Rmd
- Poblaciones (2022) *Plataforma abierta de datos espaciales de la Argentina*. <https://poblaciones.org/>
- Poelman H. y Dijkstra, L. (2015) *Measuring access to public transport in European cities*. Regional Working Paper 2015. European Commission. https://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/work/2015_01_publ_trans_p.pdf
- Poletti F, Herszenhut D, Padgham M, Buckley T, Noriega-Goodwin D (2022). *tidytransit: Read, Validate, Analyze, and Map GTFS Feeds*. R package version 1.3.1, <https://github.com/r-transit/tidytransit>
- 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>
- Portugal, L. (2017) *Transporte, mobilidade e desenvolvimento urbano*. Elsevier, Río de Janeiro. ISBN: 9788535287332

- Real Academia Española (2022) Metodología. Diccionario de la lengua española, 23.^a ed., [versión 23.5 en línea]. <https://dle.rae.es/metodolog%C3%ADa?m=form>
- Richardson, B. C. (2005). Sustainable transport: Analysis frameworks. *Journal of Transport Geography*, 13(1), 29–39. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2004.11.005>
- Rodrigues da Silva, A. N., Azevedo Filho, M. A. N. de, Macêdo, M. H., Serratini, J. A., da Silva, A. F., Lima, J. P., & Pinheiro, A. M. G. S. (2015). A comparative evaluation of mobility conditions in selected cities of the five Brazilian regions. *Transport Policy*, 37, 147–156. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.10.017>
- Saghapour, T., Moridpour, S., & Thompson, R. G. (2016). Public transport accessibility in metropolitan areas: A new approach incorporating population density. *Journal of Transport Geography*, 54, 273–285. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2016.06.019>
- Sánchez de Madariaga, I. (2009) Vivienda, Movilidad, y Urbanismo para la Igualdad en la Diversidad: Ciudades, Género, y Dependencia. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, XLI (161-2), 581-98.
- Sánchez de Madariaga, I. (2010) *Housing, mobility and planning for equality in diversity: Cities, gender and dependence*, in *Social Housing and City*. Ministerio de Vivienda, 177-97.
- Sánchez de Madariaga, I., & Roberts, M. (2013). *Fair shared cities: The impact of gender planning in Europe*. Ashgate Pub. Company.
- Santos, A. S., & Ribeiro, S. K. (2013). The use of sustainability indicators in urban passenger transport during the decision-making process: The case of Rio de Janeiro, Brazil. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5(2), 251–260. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.04.010>
- Schieferdecker T, Müller K, Bergant D (2022). *dm: Relational Data Models*. <https://cynkra.github.io/dm/>, <https://github.com/cynkra/dm>
- Scholl, L., Fook, A., Barahona, J. D., Rivas, M. E., Montes Calero, L., Montoya-Robledo, V., Pedraza, L., Noboa, N., Sandoval, D., Lee, S., Rodríguez Porcel, M., Juan Pablo Bocarejo, J. P., Vergel Tovar, E., Urrego, L. F., Moreno, J. P., Bertucci, J. P., Oviedo, D., Sabogal-Cardona, O., Serebrisky, T., Mojica, C. (2022) *Transport for Inclusive Development: Defining a Path for Latin America and the Caribbean* (2022a ed.). Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0004335>
- Shah, T. I., Bell, S., & Wilson, K. (2016). Spatial Accessibility to Health Care Services: Identifying under-Serviced Neighbourhoods in Canadian Urban Areas. *PLOS ONE*, 11(12), e0168208. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168208>
- Shen, Q. (1998) Location characteristics of inner-city neighbourhoods and employment accessibility of low-wage workers. *Environment and Planning B* 25 (3), 345–365.
- Shokida Natsumi, Serpa Daiana, Domenech Laia, Moure Julieta, Fernández Erlauer Micaela, Espiñeira Lucía, & Santellán Celina. (2021). *Ecofeminista/EcoFemiData: Informes ecofemidata (v1.0)*. Zenodo. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4540185>
- Social Exclusion Unit (2003) *Making the Connections: Final report on Transport and Social Exclusion*. Office of the Deputy Prime Minister. Londres.
- Steer México, Pereira, L., Echavarría, A., Mazorra, A., Mireles, R., Mejía, S., & Peña, P. (2019). Patrones de movilidad con perspectiva de género en la Ciudad de México. <http://scioteca.caf.com/handle/123456789/1635>

- Tennekes, M. (2018) tmap: Thematic Maps in R. *Journal of Statistical Software*, 84(6), 1-39, doi: 10.18637/jss.v084.i06
- Thomson, J.M. (1974) *Modern Transport Economics*. Harmondsworth: Penguin.
- Unión Temporal Steer - CNC - Encuesta de Movilidad 2018 (2019) *Caracterización de la movilidad – Encuesta de Movilidad de Bogotá 2019*. Bogotá D.C. Colombia
- United Nations World Commission on Environment and Development (1987) *Our Common Future*. Oxford University Press, Oxford, England. Disponible en: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>
- 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>
- Wang, J., Du, F., Huang, J., & Liu, Y. (2020). Access to hospitals: Potential vs. observed. *Cities*, 100, 102671. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.102671>
- Wee, B. V., & Geurs, K. (2011). Discussing Equity and Social Exclusion in Accessibility Evaluations. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, Vol 11 No 4 (2011). <https://doi.org/10.18757/EJTIR.2011.11.4.2940>
- Wilson, A. G. (1971). A Family of Spatial Interaction Models, and Associated Developments. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 3(1), 1–32. <https://doi.org/10.1068/a030001>
- Winfield, R. (1982). *Public transport planning the end of an era?* Welsh Consumer Council. <http://www.vlebooks.com/vleweb/product/openreader?id=none&isbn=9780203449462>
- World Bank (2022) *Urban population (% of total population) – Argentina*. <https://data.worldbank.org/indicator/SP.URB.TOTL.IN.ZS?end=2021&locations=AR&start=1960&view=chart>
- World Business Council for Sustainable Development, Massachusetts Institute of Technology, Charles River Associated Incorporated (2001) *Mobility 2001: world mobility at the end of the twentieth century and its sustainability (Full report)*. Disponible en http://docs.wbcsd.org/2001/12/Mobility2001_FullReport.pdf
- 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)

ANEXOS

Repositorio de bases de datos y códigos: <https://github.com/LucilaMartinazzo/Tesis-de-Maestria>

Referencia *GTFS* (Google Developers, 2022b):

agency.txt			
Archivo: Obligatorio			
Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
agency_id	ID	Condicionamente obligatorio	Identifica una marca de transporte público, que suele ser lo mismo que una empresa de transporte público. Ten en cuenta que, en algunos casos, como cuando una empresa opera diversos servicios diferentes, las empresas y las marcas no coinciden. En este documento, se usa el término "empresa" en lugar de "marca". Un conjunto de datos puede contener datos de varias empresas. Este campo es obligatorio cuando el conjunto de datos contiene datos de varias empresas de transporte público; de lo contrario, es opcional.
agency_name	Texto	Obligatorio	Contiene el nombre completo de la empresa de transporte público.
agency_url	URL	Obligatorio	URL de la empresa de transporte público.
agency_timezone	Zona horaria	Obligatorio	Contiene la zona horaria del lugar en que se encuentra la empresa de transporte público. Si se especifican varias empresas en el conjunto de datos, cada una de ellas debe tener el mismo valor <code>agency_timezone</code> .
agency_lang	Código de idioma	Opcional	Especifica el idioma principal que usa la empresa de transporte público. Este campo ayuda a los usuarios de <i>GTFS</i> a elegir las reglas sobre el uso de mayúsculas y otros parámetros específicos de la configuración de idioma para el conjunto de datos.
agency_phone	Número de teléfono	Opcional	Indica un número de teléfono de la empresa especificada. Este campo es un valor de string que presenta el número de teléfono correspondiente al área de servicio de la empresa. Puede y debe incluir signos de puntuación para agrupar los dígitos del número. Se permite el uso de texto de marcación (por ejemplo, 503-238-RIDE de TriMet), pero el campo no debe incluir ningún otro texto descriptivo.
agency_fare_url	URL	Opcional	Especifica la URL de una página web que permite que un pasajero compre boletos o cualquier otro instrumento de pasaje en esa empresa en línea.
agency_email	Correo electrónico	Opcional	Incluye una dirección de correo electrónico que el Departamento de Atención al Cliente de la empresa revisa activamente. Esta dirección de correo electrónico debe ser un punto de contacto directo mediante el cual los pasajeros de transporte público puedan comunicarse con un representante del servicio de atención al cliente de la empresa.
stops.txt			
Archivo: Obligatorio			
Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
stop_id	ID	Obligatorio	Identifica una parada, una estación o la entrada de una estación. El término "entrada de una estación" hace referencia tanto a las entradas como a las salidas de la estación. Las paradas, las estaciones y las entradas de las

			estaciones se denominan colectivamente "ubicaciones". Es posible que varias rutas utilicen la misma parada.
stop_code	Texto	Opcional	Incluye un texto breve o un número que identifica la ubicación para los pasajeros. Estos códigos suelen usarse en los sistemas de información de transporte público para teléfonos o se encuentran impresos en la señalización a fin de que los pasajeros obtengan fácilmente información sobre una ubicación en especial. El código stop_code puede ser igual a stop_id si es público. Este campo se debe dejar vacío para las ubicaciones sin un código para los pasajeros.
stop_name	Texto	Condicionamente obligatorio	Indica el nombre de la ubicación. Usa un nombre que resulte comprensible para las personas, ya sean locales o turistas. Si la ubicación es un área de embarque (location_type=4), stop_name debe contener el nombre de dicha área tal como lo muestra la empresa. Puede ser simplemente una letra (como en algunas estaciones de tren interurbanas europeas) o frases como "Área de embarque para sillas de ruedas" (como en el metro de Nueva York) o "Frente de trenes cortos" (en el RER de París). Condicionamente obligatorio: <ul style="list-style-type: none"> • Obligatorio para las ubicaciones que son paradas (location_type=0), estaciones (location_type=1) o entradas/salidas de estaciones (location_type=2) • Opcional para las ubicaciones que son nodos genéricos (location_type=3) o áreas de embarque (location_type=4)
stop_desc	Texto	Opcional	Es una descripción de la ubicación que proporciona información útil y de buena calidad. No reproduzcas simplemente el nombre de la ubicación.
stop_lat	Latitud	Condicionamente obligatorio	Indica la latitud de la ubicación. Condicionamente obligatorio: <ul style="list-style-type: none"> • Obligatorio para ubicaciones que son paradas (location_type=0), estaciones (location_type=1) o entradas/salidas (location_type=2) • Opcional para ubicaciones que son nodos genéricos (location_type=3) o áreas de embarque (location_type=4)
stop_lon	Longitud	Condicionamente obligatorio	Indica la longitud de la ubicación. Condicionamente obligatorio: <ul style="list-style-type: none"> • Obligatorio para las ubicaciones que son paradas (location_type=0), estaciones (location_type=1) o entradas/salidas (location_type=2) • Opcional para las ubicaciones que son nodos genéricos (location_type=3) o áreas de embarque (location_type=4)
zone_id	ID	Condicionamente obligatorio	Identifica la zona tarifaria de una parada. Este campo es obligatorio si se proporciona información de las tarifas mediante fare_rules.txt; de lo contrario, es opcional. Si este registro corresponde a una estación o la entrada de una estación, zone_id se ignora.
stop_url	URL	Opcional	Contiene la URL de una página web sobre la ubicación. Debe ser diferente de los valores de campo agency_url y routes.route_url.
location_type	Enum	Opcional	Tipo de ubicación: <ul style="list-style-type: none"> • 0 (o en blanco): Parada (o Plataforma). Una ubicación en la que los pasajeros suben a bordo o bajan de un vehículo de transporte público. Se denomina plataforma cuando se define dentro de una parent_station. • 1: Estación: Una estructura física o área que contiene una o varias plataformas. • 2: Entrada/salida: Una ubicación en la que los pasajeros pueden entrar a la estación desde la calle o salir de la

			<p>estación hacia la calle. Si una entrada o salida pertenecen a varias estaciones, pueden vincularse a ambas mediante recorridos, pero el proveedor de datos debe elegir una de ellas como la principal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3: Nodo genérico: Es una ubicación dentro de una estación que no coincide con ningún otro location_type y que se puede usar para vincular los recorridos que se definen en pathways.txt. • 4: Área de abordaje: Es una ubicación específica en una plataforma en la que los pasajeros pueden subir a bordo o bajar de un vehículo.
parent_station	ID de referencia de stops. stop_id	Condicionamente obligatorio	<p>Establece la jerarquía entre las diferentes ubicaciones que se definen en stops.txt. Contiene el ID de la ubicación principal, como se indica a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parada/plataforma (location_type=0): El campo parent_station contiene el ID de una estación. • Estación (location_type=1): Este campo debe estar vacío. • Entrada/salida (location_type=2) o nodo genérico (location_type=3): El campo parent_station contiene el ID de una estación (location_type=1). • Área de embarque (location_type=4): El campo parent_station contiene el ID de una plataforma. <p>Condicionamente obligatorio:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Obligatorio para las ubicaciones que son entradas (location_type=2), nodos genéricos (location_type=3) o áreas de embarque (location_type=4) • Opcional para paradas/plataformas (location_type=0) • Prohibido para las estaciones (location_type=1)
stop_timezone	Zona horaria	Opcional	<p>Zona horaria de la ubicación. Si la ubicación tiene una estación principal, hereda la zona horaria de esta en lugar de aplicar la propia. Las estaciones y las paradas sin estación principal con el valor stop_timezone vacío heredan la zona horaria especificada por agency.agency_timezone. Si se proporcionan valores stop_timezone, los horarios en stop_times.txt se deben ingresar en relación con la medianoche en la zona horaria especificada por agency.agency_timezone. Esto garantiza que los valores de horarios en un viaje siempre aumenten durante el transcurso de un viaje, independientemente de las zonas horarias que este atraviese.</p>
wheelchair_boarding	Enum	Opcional	<p>Indica si es posible acceder en silla de ruedas en esa ubicación. Las opciones válidas son las siguientes:</p> <p>Para las paradas sin estación principal:</p> <p>0 o en blanco (no hay información de accesibilidad para la parada).</p> <p>1: Algunos vehículos de esta parada permiten el embarque en silla de ruedas.</p> <p>2: Esta parada no permite el embarque en silla de ruedas.</p> <p>Para las paradas secundarias:</p> <p>0 o en blanco: La parada hereda el comportamiento de wheelchair_boarding de la estación principal si se especifica allí.</p> <p>1: Hay una ruta accesible desde el exterior de la estación a la parada o plataforma específica.</p> <p>2: No hay una ruta accesible desde el exterior de la estación hasta la parada o plataforma específica.</p> <p>Para las entradas o salidas de estaciones:</p>

0 o en blanco: La entrada a la estación hereda el comportamiento de wheelchair_boarding de la estación principal si se especifica allí.
 1: La entrada de la estación permite el acceso en silla de ruedas.
 2: No hay una ruta accesible desde la entrada de la estación hasta las paradas o plataformas.

level_id	ID de referencia de levels. level_id	Opcional	Indica el nivel de la ubicación. Se puede usar el mismo nivel en varias estaciones no vinculadas.
platform_code	Texto	Opcional	Es el identificador de plataforma correspondiente a la parada en una plataforma (una parada que pertenece a una estación). Solo debe incluir el identificador de la plataforma (p. ej., G o 3). No se deben incluir palabras como "plataforma" o "andén" (o el equivalente específico en el idioma del feed). Esto permite que los consumidores del feed internacionalicen y localicen con mayor facilidad el identificador de la plataforma en otros idiomas.

routes.txt

Archivo: Obligatorio

Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
route_id	ID	Obligatorio	Identifica una ruta.
agency_id	ID de referencia de agency. agency_id	Condionalmente obligatorio	Define una empresa para la ruta especificada. Este campo es obligatorio cuando el conjunto de datos proporciona datos de rutas correspondientes a más de una empresa en agency.txt; de lo contrario, es opcional.
route_short_name	Texto	Condionalmente obligatorio	Indica el nombre corto de una ruta. Por lo general, es un identificador corto y abstracto, como "32", "100X" o "Verde", que los pasajeros utilizan para identificar una ruta, pero no proporciona ninguna indicación sobre los lugares que atraviesa. Se debe especificar, al menos, uno de los valores route_short_name y route_long_name, o bien ambos, si corresponde.
route_long_name	Texto	Condionalmente obligatorio	Indica el nombre completo de una ruta. Este nombre suele ser más descriptivo que el nombre que se indica en route_short_name y suele incluir el destino o la parada de la ruta. Se debe especificar, al menos, uno de los valores route_short_name y route_long_name, o bien ambos, si corresponde.
route_desc	Texto	Opcional	Es una descripción de una ruta que proporciona información útil y de buena calidad. No repitas simplemente el nombre de la ruta. Por ejemplo: Los trenes "A" van desde Inwood-207 St, Manhattan hasta Far Rockaway-Mott Avenue, Queens, en todo momento. Además, a partir de las 6 a.m. aproximadamente hasta cerca de la medianoche, los trenes "A" de refuerzo van desde Inwood-207 St a Lefferts Boulevard (por lo general, los trenes alternan entre Lefferts Blvd y Far Rockaway).
route_type	Enum	Obligatorio	Indica el tipo de transporte que se usa en una ruta. Las opciones válidas son las siguientes: 0 - Tranvía, trolebús o tren ligero: Cualquier tren ligero o sistema ferroviario a nivel de la calle dentro de un área metropolitana. 1 - Subterráneo o metro: Cualquier sistema ferroviario subterráneo dentro de un área metropolitana. 2 - Tren: Se utiliza para viajes interurbanos o de larga distancia. 3 - Autobús: Se utiliza para rutas en autobús de corta y larga distancia.

			<p>4 - Transbordador: Se utiliza para el servicio de transporte por agua de corta y larga distancia.</p> <p>5 - Tranvía de cable: Se utiliza para todo vehículo ferroviario en el nivel de la calle donde el cable pasa por debajo del vehículo, p. ej., el tranvía en San Francisco.</p> <p>6 - Servicio de teleférico, vehículo suspendido de cables (p. ej., teleférico, tranvía aéreo): Es un transporte por cable en el que cabinas, vehículos vagones o aerosillas se suspenden mediante uno o más cables.</p> <p>7 - Funicular: Es un sistema ferroviario diseñado para recorridos con una gran inclinación.</p> <p>11 - Trolebús: Son autobuses eléctricos que obtienen energía de cables aéreos mediante polos.</p> <p>12 - Monorriel: Es un transporte ferroviario con vía de un solo riel o una viga.</p>
route_url	URL	Opcional	Contiene la URL de una página web sobre una ruta específica. Debe ser diferente del valor agency.agency_url.
route_color	Color	Opcional	Indica la designación de color de la ruta en función del material disponible para el público. Si se omite o se deja vacío, se configura como blanco (FFFFFF) de forma predeterminada. La diferencia de color entre route_color y route_text_color debe proporcionar suficiente contraste cuando se visualiza en una pantalla en blanco y negro.
route_text_color	Color	Opcional	Especifica un color legible para el texto superpuesto sobre un fondo del valor route_color. El valor predeterminado es el negro (000000) cuando se omite o se deja vacío. La diferencia de color entre route_color y route_text_color debe proporcionar suficiente contraste cuando se visualiza en una pantalla en blanco y negro.
route_sort_order	Número entero no negativo	Opcional	Ordena las rutas de un modo que resulte ideal para la presentación a los clientes. Las rutas con valores route_sort_order más pequeños se muestran primero.
continuous_pickup	Enum	Opcional	Indica si un pasajero puede subir al vehículo de transporte público en cualquier punto del recorrido del vehículo. shapes.txt describe el recorrido en cada viaje de la ruta. Las opciones válidas son las siguientes: 0: Paradas continuas de recogida de pasajeros. 1 o en blanco: No hay paradas continuas de recogida de pasajeros. 2: Se debe llamar a una empresa para organizar paradas continuas de recogida de pasajeros. 3: Se deben coordinar las paradas continuas de recogida de pasajeros con el conductor. El comportamiento predeterminado de paradas continuas de recogida de pasajeros definido en routes.txt se puede anular en stop_times.txt.
continuous_drop_off	Enum	Opcional	Indica si un pasajero puede descender del vehículo de transporte público en cualquier punto del recorrido del vehículo. shapes.txt describe el recorrido en cada viaje de la ruta. Las opciones válidas son las siguientes: 0: Paradas continuas de bajada de pasajeros. 1 o en blanco: No hay paradas continuas de bajada de pasajeros. 2: Se debe llamar a una empresa para organizar paradas continuas de bajada de pasajeros. 3: Se deben coordinar las paradas continuas de bajada de pasajeros con el conductor.

El comportamiento predeterminado de paradas continuas de bajada de pasajeros definido en routes.txt se puede anular en stop_times.txt.

trips.txt

Archivo: Obligatorio

Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
route_id	ID de referencia de routes. route_id	Obligatorio	Identifica una ruta.
service_id	ID de referencia de calendar. .service_id o calendar_dates. service_id	Obligatorio	Identifica un conjunto de fechas en las que el servicio está disponible para una o más rutas.
trip_id	ID	Obligatorio	Identifica un viaje.
trip_headsign	Texto	Opcional	Contiene el texto que aparece en la señalización que identifica el destino del viaje para los pasajeros. Utiliza este campo para distinguir diferentes patrones de servicio en la misma ruta. Si la señal de destino cambia durante un viaje, trip_headsign puede anularse mediante la especificación de valores para stop_times.stop_headsign.
trip_short_name	Texto	Opcional	Contiene texto público que se utiliza para que los pasajeros identifiquen el viaje, por ejemplo, para que identifiquen los números de tren en los viajes diarios. Si los pasajeros no suelen utilizar los nombres de los viajes, deja este campo vacío. Si se proporciona un valor trip_short_name, este debe identificar de forma exclusiva un viaje en un día de servicio. No lo uses para nombres de destino o designaciones limitadas o expresas.
direction_id	Enum	Opcional	Indica la dirección de un viaje. Este campo no se debe utilizar en la elaboración de rutas, sino que proporciona una manera de diferenciar viajes en función de su sentido al publicar los horarios. Las opciones válidas son las siguientes: 0 - Viaje en una dirección (p. ej., viaje de ida) 1 - Viaje en la dirección opuesta (p. ej., viaje de vuelta) Ejemplo: Los campos trip_headsign y direction_id se pueden utilizar juntos a fin de asignar un nombre a cada sentido del viaje para un conjunto de destinos. Un archivo trips.txt puede contener estos registros para usarlos en los horarios: trip_id,...,trip_headsign,direction_id 1234,...,Airport,0 1505,...,Downtown,1
block_id	ID	Opcional	Identifica el bloque al que pertenece un viaje. Un bloque se compone de un viaje o de varios viajes secuenciales realizados con el mismo vehículo y se define en función de los valores compartidos de día de servicio y block_id. Un block_id puede incluir viajes con diferentes días de servicio, lo cual genera distintos bloques. Consulta el siguiente ejemplo.
shape_id	ID de referencia de shapes.	Condicionamente obligatorio	Identifica una forma geoespacial que describe el recorrido del vehículo para un viaje. Condicionamente obligatorio:

	shape_id		Este campo es obligatorio si el viaje tiene un comportamiento continuo definido, a nivel de la ruta o del horario de la parada. De lo contrario, es opcional.
wheelchair_accessible	Enum	Opcional	Indica si existe acceso para sillas de ruedas. Las opciones válidas son las siguientes: 0 o en blanco: No hay información de accesibilidad para el viaje. 1: El vehículo que se utiliza en este viaje en particular puede transportar a, al menos, un pasajero en silla de ruedas. 2: Ningún pasajero en silla de ruedas puede acceder a este viaje.
bikes_allowed	Enum	Opcional	Indica si se permite el acceso con bicicletas. Las opciones válidas son las siguientes: 0 o en blanco: No hay información sobre el acceso con bicicletas para este viaje. 1: El vehículo que se usa en este viaje en particular puede transportar a, al menos, una bicicleta. 2: No se permite el acceso con bicicleta en este viaje.
stop_times.txt			
Archivo: Obligatorio			
Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
trip_id	ID de referencia de trips. trip_id	Obligatorio	Identifica un viaje.
arrival_time	Hora	Condicionamente obligatorio	Indica la hora de llegada a una parada específica para un viaje en particular de una ruta. Si no hay horarios diferentes para la llegada y la salida en una parada, ingresa el mismo valor para arrival_time y departure_time. Para los horarios posteriores a la medianoche del día de servicio, ingresa la hora como un valor superior a 24:00 en HH:MM:SS, hora local, del día en que comienza el programa de viajes. Las paradas programadas en las cuales un vehículo respeta exactamente los horarios de llegada y salida especificados son puntos temporales. Si esta parada no es un punto temporal, te recomendamos proporcionar un horario estimado o interpolado. Si no está disponible, el campo arrival_time puede quedar vacío. Además, indica que los horarios interpolados se proporcionan con un valor de timepoint=0. Si los horarios interpolados se indican con timepoint=0, los puntos temporales deben indicarse con timepoint=1. Proporciona los horarios de llegada para todas las paradas que sean puntos temporales. Debes especificar los horarios de llegada correspondientes a la primera y la última parada de un viaje.
departure_time	Hora	Condicionamente obligatorio	Indica la hora de salida de una parada específica para un viaje en particular de una ruta. En el caso de los horarios posteriores a la medianoche en el día de servicio, introduce la hora como un valor mayor que 24:00:00 en HH:MM:SS, hora local, correspondiente al día en que empieza el horario del viaje. Si no hay horarios diferentes para la llegada y la salida en una parada, ingresa el mismo valor para arrival_time y departure_time. Consulta la descripción de arrival_time para obtener más detalles sobre el uso correcto de los puntos temporales.

			El campo <code>departure_time</code> debe especificar valores de tiempo siempre que sea posible, incluidos los horarios estimados o interpolados no vinculantes entre puntos temporales.
<code>stop_id</code>	ID de referencia de stops. <code>stop_id</code>	Obligatorio	Identifica una parada de servicio. Todas las paradas de servicio durante un viaje deben registrarse en el archivo <code>stop_times.txt</code> . Las ubicaciones especificadas deben ser paradas; no pueden ser estaciones ni entradas a estaciones. Puede haber varias paradas de servicio en el mismo viaje, y diferentes viajes y rutas pueden tener la misma parada de servicio.
<code>stop_sequence</code>	Número entero no negativo	Obligatorio	Identifica el orden de las paradas de un viaje determinado. Los valores deben aumentar a lo largo del viaje, pero no es necesario que sean consecutivos. Ejemplo: La primera ubicación del viaje podría tener un valor de <code>stop_sequence=1</code> ; la segunda, un valor de <code>stop_sequence=23</code> ; la tercera, un valor de <code>stop_sequence=40</code> , y así sucesivamente.
<code>stop_headsign</code>	Texto	Opcional	Contiene el texto que aparece en la señalización que identifica el destino del viaje para los pasajeros. Este campo anula el valor predeterminado <code>trips.trip_headsign</code> cuando la señal de destino cambia entre las paradas. Si la señal corresponde a un viaje completo, usa el valor <code>trips.trip_headsign</code> en su lugar. Un valor <code>stop_headsign</code> especificado para un valor <code>stop_time</code> no se aplica a los siguientes valores <code>stop_time</code> en el mismo viaje. Si deseas anular el valor <code>trip_headsign</code> para varios <code>stop_time</code> en el mismo viaje, el valor <code>stop_headsign</code> debe repetirse en cada fila de <code>stop_time</code> .
<code>pickup_type</code>	Enum	Opcional	Indica el método de recogida de pasajeros. Las opciones válidas son las siguientes: 0 o en blanco: Recogida programada con regularidad. 1: No hay recogidas disponibles. 2: Se debe llamar a la empresa para organizar una recogida. 3: Se debe coordinar con el conductor para organizar una recogida de pasajeros.
<code>drop_off_type</code>	Enum	Opcional	Indica el método para dejar pasajeros. Las opciones válidas son las siguientes: 0 o en blanco: Parada habitual y programada para bajar pasajeros. 1: No hay paradas para dejar pasajeros disponibles. 2: Se debe llamar a la empresa para organizar una parada de bajada de pasajeros. 3: Se debe coordinar la parada de bajada de pasajeros con el conductor.
<code>continuous_pickup</code>	Enum	Opcional	Indica si un pasajero puede subir al vehículo de transporte público en cualquier punto del recorrido del vehículo. <code>shapes.txt</code> describe el recorrido, desde esta <code>stop_time</code> hasta la siguiente <code>stop_time</code> en la <code>stop_sequence</code> del viaje. Las opciones válidas son las siguientes: 0: Paradas continuas de recogida de pasajeros. 1 o en blanco: No hay paradas continuas de recogida de pasajeros. 2: Se debe llamar a una empresa para organizar paradas continuas de recogida de pasajeros. 3: Se deben coordinar las paradas continuas de recogida de pasajeros con el conductor.

			El comportamiento de paradas continuas de recogida de pasajeros indicado en stop_times.txt anula cualquier comportamiento definido en routes.txt.
continuous_drop_off	Enum	Opcional	Indica si un pasajero puede descender del vehículo de transporte público en cualquier punto del recorrido del vehículo, tal como se describe en shapes.txt, desde esta stop_time hasta la siguiente stop_time en la stop_sequence del viaje. 0: Paradas continuas de bajada de pasajeros. 1 o en blanco: No hay paradas continuas de bajada de pasajeros. 2: Se debe llamar a una empresa para organizar paradas continuas de bajada de pasajeros. 3: Se deben coordinar las paradas continuas de bajada de pasajeros con el conductor. El comportamiento de paradas continuas de bajada de pasajeros indicado en stop_times.txt anula cualquier comportamiento definido en routes.txt.
shape_dist_traveled	Punto flotante no negativo	Opcional	Indica la distancia real recorrida a lo largo de una forma asociada desde la primera parada hasta la parada que se especifica en este registro. Este campo indica la porción de la forma que debe trazarse entre dos paradas durante un viaje. Debe expresarse en las mismas unidades que se usan en shapes.txt. Los valores utilizados para shape_dist_traveled deben aumentar junto con los de stop_sequence y no pueden usarse para mostrar el recorrido inverso de una ruta. Ejemplo: Si un autobús recorre una distancia de 5.25 km desde el inicio de la forma hasta la parada, shape_dist_traveled=5.25.
timepoint	Enum	Opcional	Indica si el vehículo de transporte público respeta estrictamente las horas de llegada y salida especificadas para una parada o si, de lo contrario, se aproxima a esas horas o las interpola. Este campo permite que un productor de GTFIS proporcione horarios de parada interpolados, pero también le permite indicar que los horarios son aproximados. Las opciones válidas son las siguientes: 0: Los horarios se consideran como aproximados. 1 o en blanco: Los horarios se consideran como exactos.

calendar.txt

Archivo: Condicionalmente obligatorio

Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
service_id	ID	Obligatorio	Identifica de forma exclusiva un conjunto de fechas en las que el servicio está disponible en una o más rutas. Cada valor service_id puede aparecer como máximo una vez en un archivo calendar.txt.
monday	Enum	Obligatorio	Indica si el servicio funciona todos los lunes del período especificado por los campos start_date y end_date. Ten en cuenta que las excepciones para fechas específicas pueden aparecer en calendar_dates.txt. Las opciones válidas son las siguientes: 1: El servicio está disponible todos los lunes incluidos en el período. 0: El servicio no está disponible los lunes incluidos en el período.
tuesday	Enum	Obligatorio	Funciona de la misma manera que monday, pero se aplica a los martes.
wednesday	Enum	Obligatorio	Funciona de la misma manera que monday, pero se aplica a los miércoles.

thursday	Enum	Obligatorio	Funciona de la misma manera que monday, pero se aplica a los jueves.
friday	Enum	Obligatorio	Funciona de la misma manera que monday, pero se aplica a los viernes.
saturday	Enum	Obligatorio	Funciona de la misma manera que monday, pero se aplica a los sábados.
sunday	Enum	Obligatorio	Funciona de la misma manera que monday, pero se aplica a los domingos.
start_date	Fecha	Obligatorio	Indica el día de comienzo del servicio para el intervalo de servicio.
end_date	Fecha	Obligatorio	Indica el día de finalización del servicio para el intervalo de servicio. Este día se incluye en el intervalo.

calendar_dates.txt

Archivo: Condicionalmente obligatorio

La tabla de calendar_dates.txt permite habilitar o inhabilitar el servicio de forma explícita según la fecha. Puede usarse de dos formas:

Recomendado: Utiliza el archivo calendar_dates.txt junto con calendar.txt para definir excepciones a los patrones de servicio predeterminados que se especifican en calendar.txt. Si el servicio suele ser regular, realizar unos pocos cambios en determinadas fechas (por ejemplo, para adaptar los servicios a eventos especiales o según el horario de una escuela) es un buen enfoque. En este caso, calendar_dates.service_id es un ID que hace referencia a calendar.service_id.

Opción alternativa: Omite el archivo calendar.txt y especifica todas las fechas de servicio en el archivo calendar_dates.txt. Esto permite ingresar servicios con una variación considerable, así como los que no cuentan con horarios semanales habituales. En este caso, service_id es un ID.

Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
service_id	ID de referencia de calendar.service_id o ID	Obligatorio	Identifica un conjunto de fechas en el que haya una excepción del servicio para una o más rutas. Cada par (service_id, date) solo puede aparecer una vez en el archivo calendar_dates.txt si usas calendar.txt y calendar_dates.txt en conjunto. Si aparece un valor service_id en calendar.txt y calendar_dates.txt, la información de calendar_dates.txt modifica la información de servicio especificada en calendar.txt.
date	Fecha	Obligatorio	Indica la fecha en la que ocurre la excepción del servicio.
exception_type	Enum	Obligatorio	Indica si el servicio está disponible en la fecha especificada en el campo date. Las opciones válidas son las siguientes: 1: Se agregó el servicio para la fecha especificada. 2: Se quitó el servicio para la fecha especificada. Ejemplo: Supongamos que una ruta tiene un conjunto de viajes disponibles durante los días festivos y otro para los demás días. Un service_id podría corresponder al horario de servicio regular y otro service_id, al horario de días feriados. En el caso de un feriado concreto, puedes utilizar el archivo calendar_dates.txt para agregar esa fecha al campo service_id de días feriados y para quitarla del service_id del horario regular.

fare_attributes.txt

Archivo: Opcional

Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
fare_id	ID	Obligatorio	Identifica un tipo de tarifa.
price	Punto flotante no negativo	Obligatorio	Precio de la tarifa, en la unidad especificada por currency_type.
currency_type	Código de moneda	Obligatorio	Define la moneda que se usa para pagar la tarifa.

payment_method	Enum	Obligatorio	Indica cuándo se debe pagar la tarifa. Las opciones válidas son las siguientes: 0: La tarifa se paga a bordo. 1: La tarifa se debe pagar antes de abordar.
transfers	Enum	Obligatorio	Especifica la cantidad de transbordos que se permiten con esta tarifa. El hecho de que este campo pueda dejarse vacío es una excepción a la regla de que los campos obligatorios no deben estar vacíos. Las opciones válidas son las siguientes: 0: No se permiten transbordos con esta tarifa. 1: Los pasajeros pueden realizar un solo transbordo. 2: Los pasajeros pueden realizar dos transbordos. En blanco: Los transbordos son ilimitados.
agency_id	ID de referencia de agency. agency_id	Condicionamente obligatorio	Identifica la empresa correspondiente a una tarifa. Este campo es obligatorio para los conjuntos de datos de varias empresas que se definen en el archivo agency.txt; de lo contrario, es opcional.
transfer_duration	Número entero no negativo	Opcional	Indica el tiempo transcurrido, en segundos, antes de que se venza un trasbordo. Cuando transfers=0, este campo se puede usar para indicar el período durante el cual un boleto es válido, o bien puede dejarse en blanco.

fare_rules.txt

Archivo: Opcional

La tabla de fare_rules.txt especifica cómo se aplican las tarifas de fare_attributes.txt a un itinerario. La mayoría de las estructuras de tarifas utilizan una combinación de las siguientes reglas:

La tarifa depende de las estaciones de origen o de destino.

La tarifa depende de las zonas que atraviesa el itinerario.

La tarifa depende de la ruta que utiliza el itinerario.

Para ver ejemplos que muestren cómo especificar una estructura de tarifas mediante los archivos fare_rules.txt y fare_attributes.txt, consulta <https://code.google.com/p/googletransitdatafeed/wiki/FareExamples> en la wiki del proyecto de código abierto GoogleTransitDataFeed.

Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
fare_id	ID de referencia de fare_attributes. fare_id	Obligatorio	Identifica un tipo de tarifa.
route_id	ID de referencia de routes. route_id	Opcional	Identifica una ruta asociada con un tipo de tarifa. Si hay varias rutas con los mismos atributos de tarifa, crea un registro en fare_rules.txt para cada ruta. Ejemplo: Si el tipo de tarifa "b" es válido en las rutas "TSW" y "TSE", el archivo fare_rules.txt contendrá los siguientes registros para el tipo de tarifa: fare_id,route_id b,TSW b,TSE
origin_id	ID de referencia de stops. zone_id	Opcional	Identifica una zona de origen. Si un tipo de tarifa tiene varias zonas de origen, crea un registro en fare_rules.txt para cada origin_id. Ejemplo: Si el tipo de tarifa "b" es válido para todos los viajes que se originan en la zona "2" o en la zona "8", el archivo fare_rules.txt contendrá los siguientes registros para el tipo de tarifa: fare_id,...,origin_id b,...,2 b,...,8

destination_id	ID de referencia de stops. zone_id	Opcional	<p>Identifica una zona de destino. Si un tipo de tarifa tiene varias zonas de destino, crea un registro en fare_rules.txt para cada destination_id.</p> <p>Ejemplo: Si los campos origin_id y destination_id se pueden usar juntos para especificar que el tipo de tarifa "b" es válido para viajar entre las zonas 3 y 4, y entre las zonas 3 y 5, el archivo fare_rules.txt contendrá los siguientes registros para el tipo de tarifa:</p> <pre>fare_id,...,origin_id,destination_id b,...,3,4 b,...,3,5</pre>
contains_id	ID de referencia de stops. zone_id	Opcional	<p>Identifica las zonas en las que ingresa un pasajero con un determinado tipo de tarifa. En algunos sistemas, se usa para calcular el tipo de tarifa correcto.</p> <p>Ejemplo: Si el tipo de tarifa "c" se encuentra asociado con todos los viajes de la ruta GRT que recorre las zonas 5, 6 y 7, el archivo fare_rules.txt contendrá estos registros:</p> <pre>fare_id,route_id,...,contains_id c,GRT,...,5 c,GRT,...,6 c,GRT,...,7</pre> <p>Dado que todas las zonas de contains_id deben coincidir para que se aplique la tarifa, un itinerario que pase por las zonas 5 y 6, pero no por la 7, no se calificaría como "c". Para obtener más detalles, consulta https://code.google.com/p/googletransitdatafeed/wiki/FareExamples en la wiki del proyecto GoogleTransitDataFeed.</p>
shapes.txt			
Archivo: Opcional			
<p>Las formas describen la ruta que realiza un vehículo en un alineamiento de rutas y se definen en el archivo shapes.txt. Las formas se asocian con viajes y se componen de una secuencia de puntos que el vehículo atraviesa en orden. No es necesario que las formas intercepten la ubicación de las paradas de forma exacta, pero todas las paradas de un viaje deben encontrarse a una distancia cercana respecto de la forma de ese viaje, es decir, cerca de los segmentos rectos que conectan los puntos de la forma.</p>			
Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
shape_id	ID	Obligatorio	Identifica una forma.
shape_pt_lat	Latitud	Obligatorio	Indica la latitud de un punto de la forma. Cada registro del archivo shapes.txt representa un punto de la forma que se usa para definirla.
shape_pt_lon	Longitud	Obligatorio	Indica la longitud de un punto de la forma.
shape_pt_sequence	Número entero no negativo	Obligatorio	<p>Especifica la secuencia en la que se conectan los puntos de la forma para crearla. Los valores deben aumentar a lo largo del viaje, pero no es necesario que sean consecutivos.</p> <p>Ejemplo: Si la forma "A_shp" tiene tres puntos en su definición, el archivo shapes.txt puede contener estos registros para definir la forma:</p> <pre>shape_id,shape_pt_lat,shape_pt_lon,shape_pt_sequence A_shp,37.61956,-122.48161,0 A_shp,37.64430,-122.41070,6 A_shp,37.65863,-122.30839,11</pre>
shape_dist_traveled	Punto flotante no negativo	Opcional	<p>Indica la distancia real recorrida a lo largo de una forma desde el primer punto hasta el punto que se especifica en este registro. Los planificadores de viajes lo utilizan para mostrar la porción correcta de la forma en un mapa. Los valores deben aumentar junto con shape_pt_sequence; no se pueden usar para mostrar el recorrido inverso a lo</p>

largo de una ruta. Las unidades de distancia deben ser coherentes con las utilizadas en stop_times.txt.
 Ejemplo: Si un autobús recorre los tres puntos definidos anteriormente para A_shp, los valores shape_dist_traveled adicionales (que se muestran aquí en kilómetros) se verían así:
 shape_id,shape_pt_lat,shape_pt_lon,shape_pt_sequence,shape_dist_traveled
 A_shp,37.61956,-122.48161,0,0
 A_shp,37.64430,-122.41070,6,6.8310
 A_shp,37.65863,-122.30839,11,15.8765

frequencies.txt

Archivo: Opcional

El archivo frequencies.txt representa viajes que se realizan en intervalos (o tiempos entre viajes) regulares. Puedes usar este archivo para representar dos tipos de servicios diferentes.

Servicio basado en la frecuencia (exact_times=0): No sigue un horario fijo a lo largo del día. En cambio, los operadores intentan respetar estrictamente los intervalos predeterminados para los viajes.

Representación comprimida de un servicio basado en un horario (exact_times=1): Tiene exactamente el mismo intervalo para los viajes durante un período determinado. En los servicios basados en un horario, los operadores intentan respetar estrictamente un horario.

Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
trip_id	ID de referencia de trips. trip_id	Obligatorio	Identifica el viaje al que se aplica el intervalo de servicio especificado.
start_time	Hora	Obligatorio	Indica la hora a la que el primer vehículo sale de la primera parada del viaje con el intervalo especificado.
end_time	Hora	Obligatorio	Indica la hora a la que el servicio cambia de intervalo (o bien finaliza) en la primera parada del viaje.
headway_secs	Número entero no negativo	Obligatorio	Indica el tiempo, en segundos, entre las salidas desde la misma parada (el intervalo) para el viaje durante el intervalo de tiempo especificado en start_time y end_time. Se permiten varios intervalos para un mismo viaje, pero estos no pueden superponerse. Los intervalos nuevos pueden comenzar en el mismo momento en que finaliza otro intervalo.
exact_times	Enum	Opcional	Indica el tipo de servicio de un viaje. Consulta la descripción del archivo para obtener más información. Las opciones válidas son las siguientes: 0 o en blanco: viajes basados en la frecuencia. 1: Viajes basados en un horario que tienen exactamente el mismo intervalo durante todo el día. En este caso, el valor de end_time debe ser mayor que el start_time del último viaje deseado, pero menor que start_time + headway_secs del último viaje deseado.

feed_info.txt

Archivo: Condicionalmente obligatorio

Este archivo incluye información sobre el conjunto de datos en sí mismo, en lugar de los servicios que este describe. En algunos casos, el publicador del conjunto de datos es una entidad diferente de las empresas. Si se proporciona translations.txt, este archivo es obligatorio.

Nombre del campo	Tipo	Obligatorio	Descripción
feed_publisher_name	Texto	Obligatorio	Incluye el nombre completo de la organización que publica el conjunto de datos. Puede coincidir con uno de los valores de agency.agency_name.
feed_publisher_url	URL	Obligatorio	Incluye la URL del sitio web de la organización que publica el conjunto de datos. Puede coincidir con uno de los valores de agency.agency_url.

feed_lang	Código de idioma	Obligatorio	<p>Especifica el idioma predeterminado para el texto de este conjunto de datos. Esta configuración ayuda a los usuarios de <i>GTFS</i> a elegir las reglas sobre el uso de mayúsculas y otros parámetros específicos de la configuración de idioma para el conjunto de datos. A fin de definir otro idioma, se debe usar el campo <code>language</code> del archivo <code>translations.txt</code>. Los conjuntos de datos multilingües pueden ser el idioma predeterminado en un texto original en varios idiomas. En esos casos, utiliza el código de idioma ISO 639-2 mul en el campo <code>feed_lang</code>. Proporciona una traducción para cada uno de los idiomas utilizados en el conjunto de datos del archivo <code>translations.txt</code>. Si todo el texto original del conjunto de datos está en el mismo idioma, no uses <code>mul</code>.</p> <p>Por ejemplo, un conjunto de datos de Suiza puede establecer el campo <code>stops.stop_name</code> original propagado con nombres de paradas en diferentes idiomas. El nombre de cada parada se escribe de acuerdo con el idioma dominante en la ubicación geográfica de esa parada. Los nombres de las paradas incluyen Genève para la ciudad francoparlante de Ginebra, Zürich para la ciudad germanoparlante de Zúrich y Biel/Bienne para la ciudad bilingüe de Biel/Biena. Establece el valor de <code>feed_lang=mul</code> y proporciona las siguientes traducciones en el archivo <code>translations.txt</code>:</p> <p>Alemán: "Genf," "Zürich" y "Biel" Francés: "Genève," "Zurich" y "Bienne" Italiano: "Ginevra," "Zurigo" y "Bienna" Inglés: "Geneva," "Zurich" y "Biel/Bienne"</p>
default_lang	Código de idioma	Opcional	<p>Define el idioma que se utiliza cuando el consumidor de datos no sabe qué idioma habla el pasajero. Se suele definir con el valor <code>en</code>, inglés.</p>
feed_start_date	Fecha	Opcional	<p>El conjunto de datos brinda información completa y confiable sobre los horarios del servicio en el período que se extiende desde el comienzo del día de <code>feed_start_date</code> y el final del día de <code>feed_end_date</code>. Ambos días pueden quedar en blanco si no están disponibles. La fecha de <code>feed_end_date</code> no debe ser anterior a la fecha de <code>feed_start_date</code> si ambas están disponibles. Se recomienda que los proveedores del conjunto de datos brinden información sobre los horarios que se encuentren fuera de este período para informar sobre posibles servicios futuros, pero los usuarios del conjunto de datos deben considerar su estado como no relevante. Si los valores de <code>feed_start_date</code> o <code>feed_end_date</code> se extienden más allá de las fechas del calendario activo definidas en <code>calendar.txt</code> y <code>calendar_dates.txt</code>, el conjunto de datos confirma de forma explícita que no hay servicio para las fechas que se encuentran dentro del intervalo de <code>feed_start_date</code> a <code>feed_end_date</code>, pero que no están incluidas en las fechas del calendario activo.</p>
feed_end_date	Fecha	Opcional	<p>Consulta la fila de <code>feed_start_date</code> en esta tabla.</p>
feed_version	Texto	Opcional	<p>Es una <i>string</i> que indica cuál es la versión actual del conjunto de datos <i>GTFS</i>. Es posible que las aplicaciones consumidoras de la especificación <i>GTFS</i> muestren este valor para ayudar a los publicadores de conjuntos de datos a determinar si se incorporó la versión más reciente de su conjunto de datos.</p>
feed_contact_email	Correo electrónico	Opcional	<p>Proporciona una dirección de correo electrónico para las comunicaciones acerca del conjunto de datos de <i>GTFS</i> y las prácticas relacionadas con la publicación de</p>

			datos. feed_contact_email es un contacto técnico para las aplicaciones que usan la especificación <i>GTFS</i> . Utiliza el archivo <i>agency.txt</i> para brindar información de contacto del servicio de atención al cliente.
feed_contact_url	URL	Opcional	Proporciona una URL para la información de contacto, un formulario web, el servicio de asistencia, o bien otras herramientas diseñadas para facilitar la comunicación acerca del conjunto de datos <i>GTFS</i> y las prácticas de publicación de datos. feed_contact_url es un contacto técnico para las aplicaciones que usan la especificación <i>GTFS</i> . Utiliza el archivo <i>agency.txt</i> para brindar información de contacto del servicio de atención al cliente.