

Evaluación de la dimensión operativa del transporte colectivo en el área metropolitana de Mendoza, Argentina



EVALUATION OF THE OPERATIONAL DIMENSION OF COLLECTIVE TRANSPORT IN THE METROPOLITAN AREA OF MENDOZA, ARGENTINA

AVALIAÇÃO DA DIMENSÃO OPERACIONAL DO TRANSPORTE COLETIVO NA ÁREA METROPOLITANA DE MENDOZA, ARGENTINA

MARÍA EMILIA García Schilardi¹

Para citar este artículo: García Schilardi, M. E. (2017). Evaluación de la dimensión operativa del transporte colectivo en el área metropolitana de Mendoza, Argentina. *Perspectiva Geográfica*, 22(2), 29-46. doi: 10.19053/01233769.5965

Recepción:

31 de marzo de 2017

Evaluación:

10 de octubre de 2017

Aprobación:

30 de octubre de 2017

Resumen

Los modelos de movilidad urbana sustentable se tornan claves en el desarrollo de las sociedades y ciudades modernas. Estos tienen como premisas privilegiar los modos colectivos de transporte y aquellos no motorizados, optimizando el uso del espacio urbano, el consumo de recursos naturales y el impacto sobre el ambiente. En este marco, este trabajo tiene como objetivo evaluar la eficacia de la dimensión operativa del servicio de transporte colectivo en el área metropolitana de Mendoza (AMM). De esta manera, se detecta si el modelo de movilidad de dicho territorio tiende a ser sostenible. Para dicha evaluación, se utilizan variables e indicadores a los que se les asignan valores y se comparan

¹ Licenciada en Economía. Diplomada en Gestión y Control de Políticas Públicas (FLACSO Argentina), Magister en Economía Urbana (Universidad Torcuato Di Tella), Magister en Ordenamiento Territorial (Universidad Nacional de Cuyo). Doctora en Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible (Universidad Nacional de Cuyo). maria-emilia-garcia@hotmail.com

con parámetros encontrados en la literatura. Se concluye que en el AMM el sistema de transporte colectivo no se comporta óptimamente, por lo que no promueve las características deseables para la sustentabilidad.

Palabras clave: *eficacia, indicadores, movilidad urbana sustentable, transporte colectivo.*

Abstract

Sustainable urban mobility models become a key component to the development of modern societies and cities. These have as premises to privilege massive services and non-motorized transports, optimizing the use of urban space, the consumption of natural resources and the negative impact on the environment. This work is developed within the framework of the sustainable urban mobility approach; it aims at assessing the effectiveness of the operative system of the massive transport of the Mendoza metropolitan area. In this way, it will be possible to know if the mobility model of the AMM tends to be sustainable. For this evaluation, there are used variables and indicators. As a result, it is detected that in the AMM the collective transport system does not behave optimally so it does not promote desirable characteristics for sustainability.

Keywords: *efficiency, indicators, massive transport, sustainable urban mobility.*

Resumo

Os modelos de mobilidade urbana sustentável tornam-se chaves no desenvolvimento das sociedades y cidades modernas. Estes têm como premissas privilegiar os modos coletivos de transporte e aqueles não motorizados, otimizando o uso do espaço urbano, o consumo de recursos naturais y o impacto sobre o ambiente. Neste este marco, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficácia da dimensão operativa do serviço de transporte coletivo na área metropolitana de Mendoza (AMM). De esta maneira, revela-se o modelo de mobilidade de dito território tende a ser sustentável. Para dita avaliação, utilizam-se variáveis e indicadores aos quais os valores são atribuídos e se comparam com parâmetros achados na literatura. Se conclui que no AMM o sistema de transporte coletivo não se comporta otimamente, pelo que no promove as características desejáveis para a sustentabilidade.

Palavras chave: *eficácia, indicadores, mobilidade urbana sustentável, transporte coletivo.*

1. Introducción

Desde la década del noventa, se desarrollan fuertes procesos de urbanización a escala mundial. Son las ciudades los ámbitos en donde las personas residen y (re)producen su vida cotidiana, llevan adelante las actividades más dinámicas de la economía y, a su vez, son el espacio geográfico con más fuertes impactos ambientales negativos. El crecimiento explosivo, continuo y desorganizado de las ciudades tiene efectos desfavorables que afectan la calidad de vida de las personas que residen en ellas. Los territorios urbanos se detectan como espacios dispersos aunque con gran concentración de actividades en el núcleo central, con profundos procesos de fragmentación social y segregación espacial, basados en la utilización de modos de transporte motorizados y privados. Bajo estas condiciones, un modelo de movilidad sustentable se torna clave en el desarrollo de las sociedades y ciudades modernas.

La movilidad resulta un buen reflejo de la dinámica territorial, ya que una de las principales necesidades en las áreas urbanas es el traslado de las personas. Adquiere así gran importancia la búsqueda de una movilidad urbana sostenible, enfoque que está ligado en su base conceptual con el paradigma del desarrollo sostenible. Este tiene como premisas privilegiar los modos colectivos de transporte y aquellos no motorizados, optimizando el uso del espacio urbano, el consumo de recursos naturales y el impacto sobre el ambiente. De esta manera, el transporte colectivo de pasajeros se configura como un elemento clave para el desarrollo sostenible de las ciudades y sociedades modernas.

Este trabajo tiene como objetivo evaluar la eficacia de la dimensión operativa del servicio de transporte colectivo del área metropolitana de Mendoza (en adelante, AMM). Esto implica analizar si esta presenta las capacidades y condiciones materiales para asegurar el

traslado de los usuarios del servicio. Es decir, si existen los componentes operativos básicos para su adecuado funcionamiento. De esta manera, en caso de que resultara eficaz se puede afirmar que el transporte colectivo opera adecuadamente y contribuye así a que la movilidad sea sostenible. Se podrá, entonces, conocer si el transporte colectivo del AMM presenta estas características que resultan aportes fundamentales para que el modelo de movilidad se encamine hacia la sostenibilidad. Para dicha evaluación se utilizan variables e indicadores a los que se les asignan valores y se comparan con parámetros encontrados en la literatura. Se propone como hipótesis que el servicio de transporte colectivo del AMM no opera eficazmente.

2. Marco teórico

El modelo de ciudad coherente con el paradigma de desarrollo sostenible en el ámbito urbano es la ciudad compacta. El mismo se sustenta en un modelo de movilidad basado en la integración de modos, en el uso de transportes colectivos y no motorizados. Estas características de la movilidad se recopilan, junto con otras, en lo que se llama la movilidad urbana sostenible, definida por la Carta de Aalborg (1994) como la mejora en la accesibilidad y el bienestar, priorizando el transporte público y los modos de transporte no motorizados. Es decir, la movilidad urbana sostenible es aquella que se promueve en las ciudades compactas y es a la vez la que facilita que la ciudad alcance dicho modelo.

Este enfoque de movilidad, al igual que el modelo de ciudad compacta, promueve la disminución del consumo energético y la reducción de emisiones contaminantes, a la vez que se considera como un elemento de lucha contra las desigualdades sociales. Este enfoque se visualiza en la Agenda

21 de la Cumbre de la ONU en 2002, en donde se promueve el transporte sustentable. Una caracterización de movilidad sustentable que compila los puntos coincidentes de varios autores es propuesta por Acevedo y Bocarejo (2009). Ellos plantean que

Los estudios y los planes sobre movilidad no se limitan únicamente al desarrollo de sistemas que minimicen los tiempos y costos de desplazamientos de personas y mercancías, sino también analizan su contribución al desarrollo social, al uso racional de bienes escasos (como la energía y el espacio urbano) y a los impactos sobre el medio ambiente (p. 72).

A su vez, este enfoque promueve la coordinación entre la estructura territorial urbana y la movilidad (Monzón de Cáceres y De La Hoz Sánchez, 2009), encontrándose las primeras expresiones en los planes de movilidad urbana europeos. Estos surgen como respuesta a fenómenos urbanos de congestión, contaminación, expansión urbana irregular, explosión demográfica, baja calidad del espacio urbano, uso irracional del automóvil particular. Todos efectos del crecimiento urbano acelerado.

En coincidencia con los autores referidos, el Banco Interamericano de Desarrollo propone una estrategia de movilidad sostenible que implica evitar viajes, cambiar los viajes existentes a modos más sostenibles y mejorar su eficiencia. En esta línea de pensamiento Pozueta (2000), postula que

Es un lugar común entre los expertos en transporte y urbanismo, que la demanda de movilidad es, en gran medida, consecuencia de los modelos de organización espacial que adoptan las sociedades. También, es un lugar común la posición inversa, es decir, que los modelos de organización espacial dependen del desarrollo de medios de transporte que faciliten la movilidad (p. 30).

Johnson (2003), por su parte, agrega que investigaciones sobre la conexión entre el transporte y los usos del suelo sugieren que se puede incrementar el uso del transporte colectivo a través de la planificación de la utilización del suelo orientada a este servicio.

El sistema de transporte colectivo juega un papel fundamental en el desarrollo de las ciudades, en su estructuración y en su dinámica. Es un elemento clave en los procesos de ordenamiento del territorio urbano. Según Salado García, Díaz Muñoz, Bosque Sendra, Carvalho Cantergiani, Rojas Quezada, Jiménez Gigante, Barnetti, Fernández, Muñoz Rueda, (2002) “los conceptos de movilidad y transporte sostenibles se sitúan, por supuesto, en el núcleo de la investigación sobre la sostenibilidad urbana, como elementos fundamentales que son de la estructura y funcionamiento de las ciudades” (p. 1778). Por estas razones, se cree que su estudio es de gran interés y necesidad para la sociedad, para promover una movilidad urbana sostenible y así el desarrollo sustentable de las ciudades.

3. Marco metodológico

La eficacia del sistema de transporte hace referencia a la capacidad de un sistema para alcanzar sus objetivos. El principal objetivo del sistema de transporte colectivo es el traslado de personas entre los lugares donde se realizan las actividades urbanas, fomentando la integración territorial. Para evaluar la eficacia de la dimensión operativa del transporte colectivo en el AMM se analiza su sistema operacional a través de variables e indicadores.

Los sistemas de indicadores referidos exclusivamente a la movilidad y al transporte se pueden consultar en diversas fuentes. Entre las revisiones

más interesantes se encuentra las de Litman (2005), Sustainable Mobility Measures and Assessment [SUMMA] (2005), Molinero y Sánchez Arellano (2005), Gudmundsson (2001, 2003), Gilbert, Irwin, Hollingworth y Blais (2002), Salado García *et al.* (2002) y Nunes Da Silva (2001). Otros trabajos han adoptado el enfoque de presión-estado-resultado, entre ellos el de Urbano, Ruiz Rúa y Sánchez Gutiérrez (2011) y el de la Alcaldía de Medellín (2006). Finalmente, se encuentra basta bibliografía en la que el sistema de indicadores se integra en un sistema de información geográfica (Díaz Muñoz

y Jiménez Gigante, 2007; Hernández y Witter, 2011). En este trabajo se consideran las variables e indicadores propuestas por Molinero y Sánchez Arellano (2005) (Tabla 1). Esta metodología no se encuentra aplicada a un caso de estudio, sino que es una propuesta teórica metodológica que se estima conveniente, por la información disponible en el área metropolitana de Mendoza para el caso en análisis.

A las dos primeras variables se le asignaron a cada una cinco indicadores, ya que representan aspectos más amplios del sistema de transporte colectivo. Las

TABLA 1. VARIABLES E INDICADORES PARA EVALUAR LA DIMENSIÓN OPERATIVA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

VARIABLE	INDICADOR	ATRIBUTO	PONDERACIÓN
Estructura física de las rutas y de la red	Tipo de rutas óptimo	Sí	0,05
		No	0
	Jerarquización de recorridos	Sí	0,05
		No	0
	Densidad red vial	Suficiente	0,05
		Insuficiente	0
Índice de Engel	Red vial no saturada	0,05	
	Red vial saturada	0	
Diseño red según estructura urbana	Sí	0,05	
	No	0	
Infraestructura y equipamiento	Antigüedad parque móvil	Adecuada	0,05
		Inadecuada	0
	Capacidad de los vehículos	Adecuada	0,05
		Inadecuada	0
	Capacidad garajes	Adecuada	0,05
		Inadecuada	0
	Información al usuario	Adecuada	0,05
		Inadecuada	0
	Paradores	Presencia	0,05
		Ausencia	0
Cobertura del área de transporte	Cobertura del área de transporte	Adecuada	0,25
		Inadecuada	0
Tiempo de viaje y frecuencias	Tiempo de viaje y frecuencias	Adecuada	0,25
		Inadecuada	0
	Nivel de eficacia del sistema de transporte	Adecuado	[0,75 ; 1]
		Inadecuado	(0 ; 0,75)

Fuente: Elaboración propia con base en Molinero y Sánchez Arellano (2005).

dos últimas variables al ser operativas se analizan como si ellas mismas operaran como indicadores. No obstante, esta diferencia, las cuatro variables tienen la misma importancia y son ponderadas en un 25%. Los indicadores que explican cada variable asumen la misma relevancia y por tanto la misma participación. El intervalo en el que el sistema operativo del transporte colectivo se estima eficaz es el de $[0,75; 1]$, es decir, se deben dar el 75% o más de las características deseables para asegurar la eficacia del servicio.

4. Área de estudio

El área de estudio es el AMM, ubicada en el centro norte de la provincia de Mendoza, Argentina. Se

divide administrativamente en seis departamentos y el servicio de transporte colectivo que en ella se desarrolla es regulado por el gobierno provincial. Dicho servicio se compone de tres modos: autobuses, trolebuses y tranvía.

5. Evaluación de la dimensión operativa del transporte colectivo

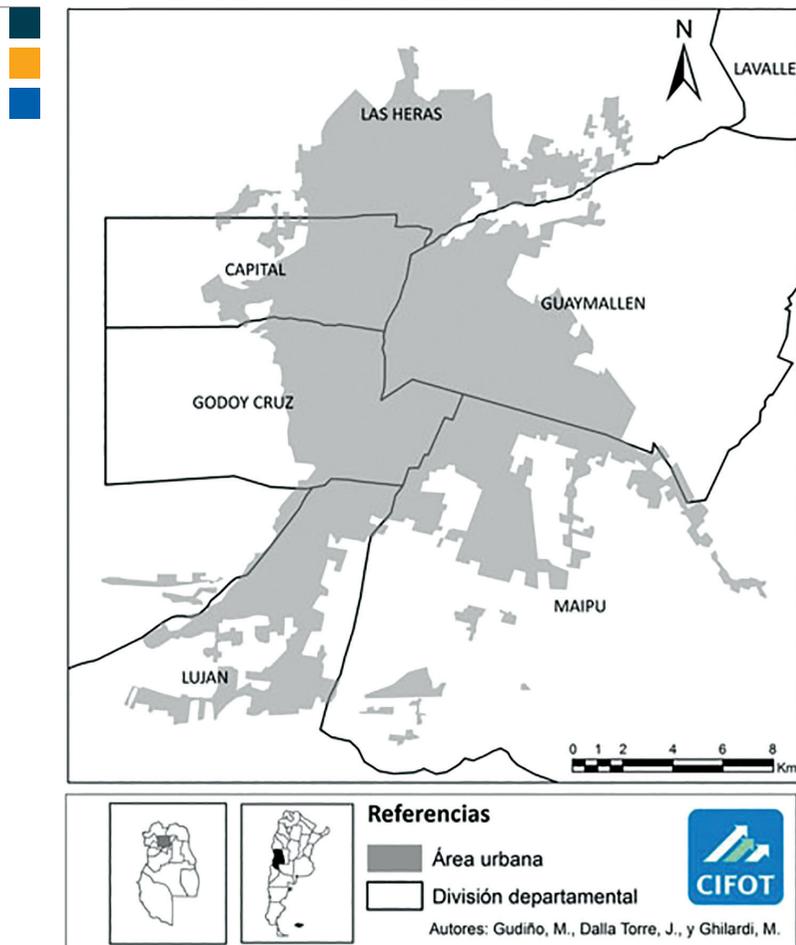
5.1. Variable: estructura física de las rutas y de la red

Una red de transporte es una malla de rutas de transporte integradas, que permite el flujo de pasajeros desde su lugar de origen y hacia su lugar de destino.

FIGURA 1.

Área metropolitana de Mendoza

Fuente: Instituto CIFOT (2015).



5.1.1. Indicador: tipo de rutas

En la estructura de la red de recorridos se pueden distinguir cuatro tipos fundamentales de rutas: radial, diametrales, tangenciales y circulares. El tipo de rutas adecuado para un sistema urbano se relaciona principalmente con la cantidad de población que reside en este. En el área bajo estudio, la estructura física de la red de recorridos es predominantemente radial (casi 60%), con algunos recorridos diametrales (25%) y otros circulares o tangenciales (15%) (Figura 2). En la mayoría de los casos, para viajar desde un extremo hacia otro de la ciudad se debe hacer trasbordo en el núcleo principal de actividad. Si bien los trasbordos se facilitan en tanto que no debe abonarse nuevamente la tarifa, desde que se deja un vehículo se cuenta con una hora reloj para abordar otra unidad, cualquiera sea el modo; resultan inconvenientes en tanto que el sistema no cuenta con estaciones de transferencia, por lo que el cambio de recorrido implica también el cambio de estación. Esto último tiene un costo alto en tiempo, dado que el centro de actividades se encuentra congestionado, sobre todo en las horas pico.

Este tipo de ruta radial es común en las ciudades pequeñas y medias, ya que la mayor parte de los viajes están canalizados en un único centro de actividad, generador de viajes (cuando las ciudades son grandes generalmente se componen de varios de estos centros, por lo que el tipo de rutas recomendado depende de esta estructura urbana). Según Molinero y Sánchez Arellano (2005), para un nivel de población mayor a 300 000 habitantes este tipo de ruta es ineficiente, ya que concentra las actividades en dicho núcleo y no se consideran las necesidades de otras áreas urbanas periféricas. Esto induce a que se concentre el servicio en las zonas de mayor densidad y por lo tanto que se limite el mismo en ciertas áreas de la ciudad. El AMM tiene una población de 990 153 habitantes, por lo que la estructura física radial de las rutas no es la más conveniente para el desarrollo equitativo de toda el área. Sería más adecuado para lograr la eficacia de la red que esta contara con mayor cantidad de rutas diametrales y circulares.

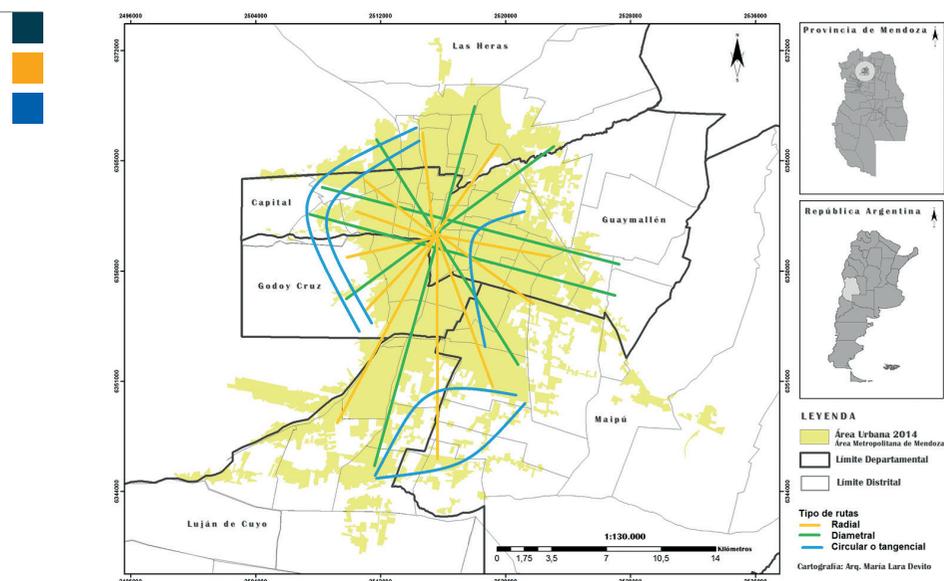
5.1.2. Indicador: jerarquización de los recorridos

Considerando la coordinación y jerarquización de los recorridos, se pueden diferenciar tres tipos de rutas: troncales, ramales y alimentadoras. Se entiende como

FIGURA 2.

Estructura física de la red de recorridos

Fuente: *Elaboración propia.*



ruta troncal aquella que funciona como recorrido principal, opera sobre corredores con gran tráfico de pasajeros y usualmente requiere de vehículos de gran capacidad para prestar el servicio. A este tipo de ruta se le integran los recorridos ramales que utilizan el mismo modo de transporte, circulan por tramos con volúmenes altos de tráfico, y se articulan con el troncal sin necesidad de realizar trasbordos. Los recorridos alimentadores cubren áreas aledañas al recorrido troncal o ramal, estas tienen volúmenes de pasajeros bajos y acercan al usuario al punto de transferencia con la ruta principal. El objetivo de determinar si existe o no jerarquización de recorridos es evaluar si la red está articulada y si favorece la multimodalidad, ambas características de gran relevancia para la operación eficaz de la red.

El sistema de recorridos del AMM no presenta una red adecuadamente jerarquizada ni coordinada. La red de recorridos de autobuses y trolebuses se estableció en el año 1991 sin criterios de coordinación entre ellos. El tranvía comenzó a operar en el año 2012 recorriendo las vías del antiguo ferrocarril. Es decir, entre los modos de transporte que operan en el AMM no media ninguna organización ni articulación, por lo que la red de recorridos del sistema

de transporte colectivo se encuentra desarticulada, descoordinada y no jerarquizada, lo cual implica una ineficacia en la operación del servicio.

5.1.3. Indicador: densidad de la red vial e índice de Engel

La red de transporte tiene como eje estructurador a la trama vial. Un modo de evaluar la red vial existente y su pertinencia para la operación eficaz del transporte colectivo es a través de dos indicadores: densidad de la red vial e índice de Engel. El primero da cuenta de la infraestructura vial con la que cuenta cada área y, en consecuencia, muestra el grado de articulación del territorio. El segundo permite identificar la capacidad que tiene la red vial para garantizar los servicios de transporte, considerando la población y la superficie de cada unidad territorial analizada (Gobierno del Estado de Morelos, 2007).

Para el AMM, tanto para el indicador de densidad de la red vial como para el índice de Engel, los criterios para determinar los intervalos son semejantes a los utilizados por Martínez (2012) para el caso de Caracas, Venezuela. En promedio, el AMM tiene una densidad vial suficiente, es decir, es un territorio que se encuentra conectado vialmente (Tabla 2). A

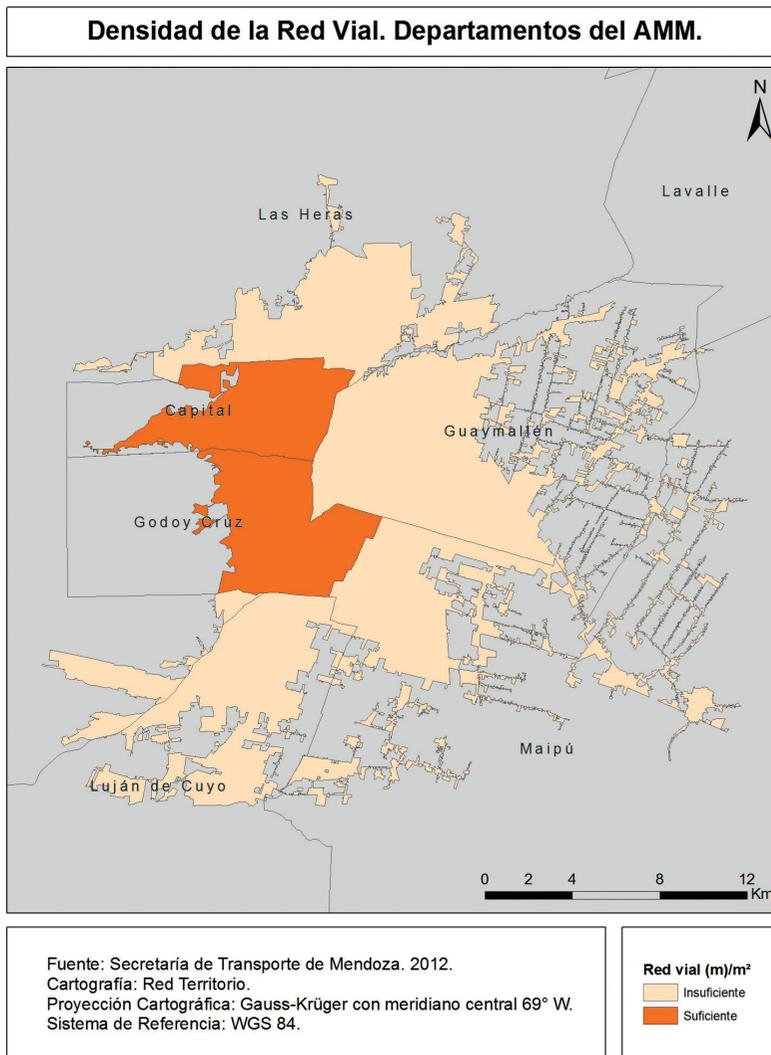
TABLA 2. DENSIDAD DE LA RED VIAL

DEPARTAMENTOS DEL AMM	DENSIDAD DE LA RED VIAL (KM/KM ²)	
Capital	14,05	
Godoy Cruz	16,95	
Guaymallén	12,33	
Las Heras	11,74	
Luján de Cuyo	11,72	
Maipú	12,777	
Promedio AMM	13,26	
Intervalos	Suficiente	(13 ; 20]
	Insuficiente	(10 ; 13]

Fuente: Elaboración propia en base a información de Instituto CIFOT (2015).

FIGURA 3.

Densidad de la red vial

Fuente: *Elaboración propia.*

partir de este indicador, se puede inferir el nivel de desarrollo de la estructura vial, asociando un mayor desarrollo a las áreas con más kilómetros de vías (Martínez, 2012). El AMM, entonces, presenta un desarrollo de la estructura vial adecuado, es decir, tiene un nivel de conexión vial adecuado.

El índice de Engel es una medida más refinada que la densidad vial, ya que incluye en su estimación el tamaño variable de los municipios y de la población. Su fórmula de cálculo es:

$$\text{Índice de Engel} = \left[\frac{\text{longitud red vial por departamento (km)}}{\sqrt{\text{superficie por departamento (km}^2\text{)} * \text{población por departamento}}} \right] * 100$$

Este indicador permite detectar la facilidad de circulación de personas e intercambio de bienes y servicios. A mayores valores, mayor es la eficiencia vial y menor es la saturación vial. El AMM presenta en promedio una red vial saturada, es decir, insuficiente, por lo que no se garantiza una adecuada oferta de infraestructura vial para el número de habitantes esta (Tabla 3).

5.1.4. Indicador: diseño de la red según estructura urbana

Para que la estructura física de la red de transporte sea eficaz, requiere planificación y diseño según

TABLA 3. DENSIDAD DE LA RED VIAL

DEPARTAMENTOS DEL AMM	ÍNDICE DE ENGEL
Capital	22,89
Godoy Cruz	22,95
Guaymallén	21,72
Las Heras	20,72
Luján de Cuyo	25,47
Maipú	27,50
Promedio AMM	23,54

Intervalos	Red vial muy saturada	(20, 21]
	Insuficiente	(1, 24]
	Red vial no saturada	(24, 28)

Fuente: Elaboración propia en base a información de Instituto CIFOT (2015).

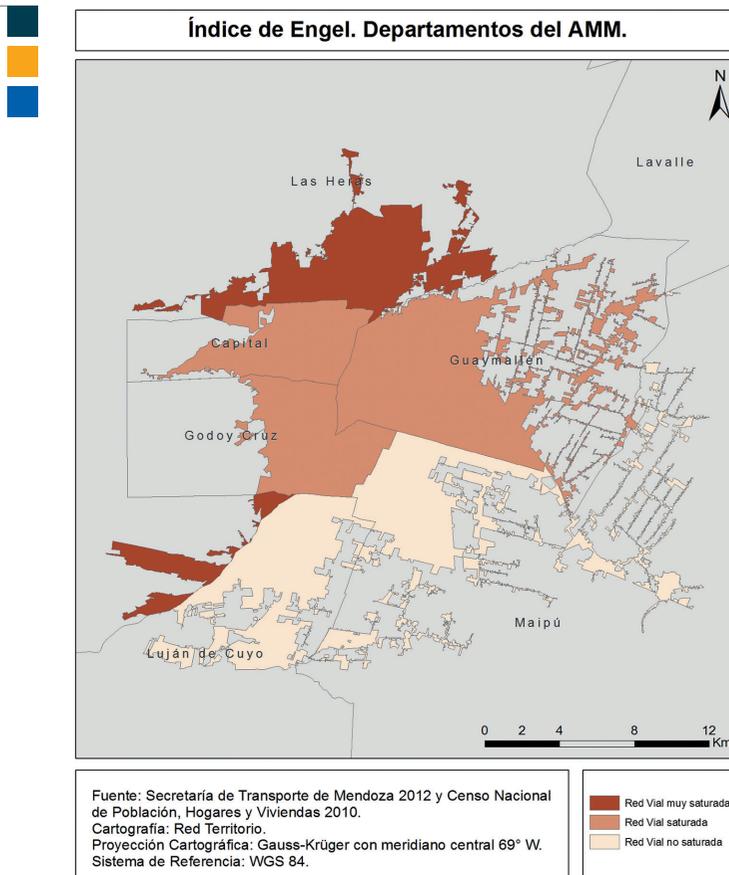
el patrón de viajes reales y potenciales, que es producto de la estructura urbana. Es decir, esta eficacia se logra si el sistema operativo se determina en función de la demanda de dicho modo (tanto la

demanda existente o declarada, como la potencial). Esta requiere estar adecuadamente determinada de manera tal que refleje las características del territorio (usos del suelo; distribución de la población y sus

FIGURA 4.

Índice de Engel

Fuente: Elaboración propia.



cualidades socioeconómicas y físico-naturales como pendientes, áreas de riesgos aluvionales o sísmicos; estado de la viabilidad; y distribución espacial de los grandes equipamientos y centros de gravedad) y las necesidades de traslado de sus habitantes. Sin embargo, esta demanda requiere estar apropiadamente determinada. Por lo general, esta se percibe a partir de las encuestas de origen y destino que solamente dan cuenta de la demanda real, dejando sin considerar la demanda potencial. En este marco, es importante considerar que

El hecho de que los gobiernos actúen una vez que la demanda ya fue creada y no anteriormente a que los procesos de expansión territorial se encuentren iniciados, conlleva que se reduzca la capacidad de ordenamiento y resulta en una provisión de infraestructura y transporte incompleta, poco equilibrada o ineficiente en términos de conectividad y cobertura. (Anapolsky y Pereyra, 2012, p. 63)

Es decir que el diseño de la red según la estructura urbana, o la demanda potencial, es una condición de gran importancia para que los sistemas de transporte colectivo operen eficientemente.

Este fenómeno se presenta en el área en estudio. En el AMM la red del servicio se establece teniendo en cuenta, únicamente, las características de demanda real relevadas en la encuesta de origen y destino, por lo que se dejan de lado aspectos de fundamental importancia relativos a los viajes que no se realizan pero que serían deseables que ocurrieran. A esto se le suma que el principal insumo para la planificación ha sido la encuesta de origen y destino del año 1991, no modificándose de base el sistema operativo desde ese momento. Es decir, no se han considerado posibles cambios estructurales producidos en la demanda real a lo largo del tiempo. Estas deficiencias en el diseño de la red según la estructura urbana se

deben a la falta de consideración de las encuestas de origen y destino de los años 2005 y 2010 y a la ausencia de trabajo cooperativo entre el organismo planificador del servicio y organismos responsables de catastro, de manejo de información estadística y de ordenamiento territorial.

5.2. Variable: infraestructura y equipamiento del sistema de transporte

5.2.1. Indicador: antigüedad del parque móvil

Hace referencia a la cantidad de años que llevan en operación las unidades móviles. Este indicador da una idea de la calidad y seguridad del servicio, en tanto que vehículos más nuevos aseguran menores emisiones contaminantes y menores ruidos, mayor comodidad en el traslado y menor probabilidad de accidentes por fallas y desperfectos técnicos.

En el AMM el servicio de transporte colectivo es prestado por ómnibus, trolebuses y metro tranvía. La antigüedad promedio de los ómnibus, según los últimos pliegos de licitación, no puede superar los cinco años. Esto se cumple para la mayoría de las empresas prestatarias. Dicha restricción mejoró considerablemente las condiciones del servicio a lo largo del tiempo. Los trolebuses y los tranvías presentan una mayor complejidad para su renovación. Ambos tipos de equipamiento se adquieren fuera del país y sus costos requieren de una inversión significativa. Por estas razones, la antigüedad promedio es alta (31 y 23 años, respectivamente). Sin embargo, en los dos casos los vehículos en circulación se encuentran en adecuadas condiciones para la prestación del servicio. Es así que la antigüedad promedio de los ómnibus, trolebuses y metro tranvías puede considerarse adecuada para la prestación eficiente del servicio.

5.2.2. Indicador: capacidad de los vehículos

Hace referencia a la cantidad de pasajeros sentados que pueden viajar simultáneamente en un vehículo. En el AMM cada modo de transporte tiene una capacidad diferente, por ello, se considera la de la red en su conjunto. Para realizar esta estimación se toman valores promedio de cada tipo de vehículo. Se observa que la capacidad diaria de la red es para 5 447 314 pasajeros, mientras que los pasajeros que utilizan diariamente el servicio ascienden a 670 000. Se detecta, entonces, que es posible efectivamente el traslado de los pasajeros que requieren del servicio. Es decir, considerando solamente esta perspectiva, la capacidad de los vehículos es adecuada. No obstante, dadas las cifras mencionadas, el sistema operativo del servicio tiene una utilización del 15 %, es decir, existe un exceso de oferta que podría considerarse como un funcionamiento ineficiente. Esta ineficiencia genera un elevado consumo de recursos, por lo que se estima que este indicador no conduce a la eficacia ni a la sostenibilidad.

5.2.3. Indicador: capacidad de los garajes

Se mide a través de las posibilidades de guarda de todos los vehículos de la flota, es decir, se supone que si existe espacio suficiente para el estacionamiento de todo el parque móvil las tareas de mantenimiento y reparación se pueden realizar adecuadamente. Se considera que un garaje tiene capacidad adecuada si puede albergar en su espacio físico a toda la flota de vehículos simultáneamente. Conociendo la superficie de los terrenos de guarda de coches y el tamaño de la flota de cada empresa, se estima la capacidad de los garajes. Se detecta que solo una empresa operadora tiene déficit real en la capacidad de su garaje. Este indicador presenta, entonces, valores favorables para la eficacia del sistema de transporte.

5.2.4. Indicador: información al usuario

Es el plan de comunicación que se utiliza para dar a conocer a los usuarios las características del servicio, principalmente los recorridos, el horario de las frecuencias y los lugares en donde puede adquirirse la bonificación parcial o total del boleto. En el AMM no existe un plan de comunicación del sistema de transporte colectivo. No se cuenta con información adecuada, actualizada y completa sobre la red, su operación y sus características generales (no es claro el modo en que están divididos los recorridos, el trayecto que realiza cada uno, las paradas en donde puede tenerse acceso al mismo). Es decir, no existe un modo inteligible de acceder al servicio por lo que los pasajeros actuales y potenciales deben guiarse por referencia de otros usuarios o de los conductores de los vehículos. Como indicador de la información al usuario, se considera a la información sobre recorridos, frecuencias y lugares de compra de abonos en las páginas web de las empresas, ya que no existe un sitio web oficial con esta. Se observa que de las siete empresas concesionarias solo cuatro generan dicha información. No existe, entonces, un plan de comunicación efectivo.

5.2.5. Indicador: paradores

La existencia de paradores está fuertemente vinculada con la información al usuario, ya que es un elemento relevante de comunicación, a la vez que cumple funciones de reparo bajo condiciones climáticas adversas (lluvias, temperaturas muy bajas y muy altas). En el AMM estos paradores están únicamente instalados en el centro de actividades, pero en las áreas alejadas de este solo se tiene como referencia de la parada un cartel indicativo, con escasa información al usuario. Esta característica es un factor de eficacia del servicio que no está equitativamente distribuida en el área estudiada, a la vez que no está completamente desarrollada en su diseño para cumplir adecuadamente su función.

5.3. Variable-indicador: cobertura del área de transporte

Por cobertura se entiende al “área servida por el sistema de transporte público siendo su unidad de medida el tiempo o la distancia recorrida a pie y que resulta aceptable caminar” (Pozueta, 2000, p. 224). Se refiere a la extensión de una red dentro del área en la que se presta el servicio. Este valor puede asociarse también al porcentaje de población que sirve. Habitualmente, la cobertura en los centros de actividad es alta y va decreciendo conforme se avanza sobre las zonas menos densas o de menor atracción. Se considera como cuenca primaria de la red a la distancia desde cada estación que puede ser recorrida a pie en cinco minutos, es decir, 500 metros. En este trabajo, el objetivo del indicador es determinar el porcentaje de área urbana que representa la cuenca primaria de la red respecto de toda el área urbana.

Para evaluar este indicador se considera que por razones de equidad el servicio de transporte público debe servir a la totalidad del área urbana, es decir, la extensión óptima de la red, representada por su cuenca primaria, debería abarcar el 100% de la superficie urbana. El indicador debe tener un valor cercano a uno para ser óptimo. En este marco, se establece que si la cobertura es superior al 80% es suficiente y si es inferior a este porcentaje es insu-

ficiente. Definidos estos criterios, se detecta que en el AMM la cobertura es en general suficiente, ya que en promedio es del 88% (Tabla 4).

5.4. Variable-indicador: tiempo de viaje y frecuencia

El tiempo total de viaje es el comprendido entre el momento en que se deja el lugar de origen y el momento en que se arriba al de destino. Para los modos colectivos de transporte, este trayecto puede descomponerse en partes: tiempo de caminata a la parada o estación, tiempo de espera, tiempo de traslado, tiempo de caminata al lugar de destino. La frecuencia es el número de veces que pasa un vehículo de transporte colectivo por una parada, en una unidad de tiempo. En otras palabras, es el período de tiempo que se debe esperar entre un servicio y el siguiente. Se relaciona con el tiempo de viaje, ya que mientras mayor es la frecuencia del servicio menor es el tiempo de espera y menor el tiempo de viaje. La frecuencia óptima se define en función de la demanda, real y potencial, de cada territorio particular.

En el AMM el tiempo promedio de traslado en ómnibus es de 38,6 minutos y en trolebús de 34 minutos. Por su parte, el tiempo promedio de traslado en automóvil particular (como conductor) es de 21,4 minutos, incluyendo el tiempo de estacionamiento y de caminata al lugar de destino, es decir, este es el

TABLA 4. COBERTURA DE LA RED DEL SERVICIO DE TRANSPORTE COLECTIVO

ÁREA URBANA DE DEPARTAMENTO	COBERTURA DEL SERVICIO
Ciudad	87%
Godoy Cruz	95%
Guaymallén	93%
Las Heras	78%
Luján de Cuyo	84%
Maipú	90%
Promedio	88%

Fuente: Elaboración propia en base a información de Instituto CIFOT (2015).

tiempo de viaje. El tiempo promedio de espera para utilizar un servicio público colectivo es de 10,5 minutos y el tiempo promedio de caminata es de 2,04, que se multiplica por dos para considerar no solo la caminata desde el origen a la parada, sino también desde la parada hasta el destino. Se detecta, entonces, que el tiempo total de viaje en modos colectivos es más del doble que el del vehículo privado. El tiempo de viaje en colectivo no es el adecuado para considerarlo una alternativa eficaz al automóvil particular. En palabras de Parras y Gómez (2015).

La consideración del tiempo en la movilidad se halla fuertemente vinculada a la valoración que las personas hacen del mismo y con ello, de sus decisiones al momento de desplazarse, condicionadas por subjetividades difíciles de cuantificar, asociadas con las características socioeconómicas o ambientales de las personas. (p. 69)

Es decir, tiempos de viajes tan extensos resultan un desincentivo para la elección del transporte colectivo como modo de movilidad.

Adicionalmente, se detecta en la Encuesta de Origen y Destino (2009-2010) que, para los usuarios del transporte público colectivo, el problema más grave del servicio es la frecuencia. Es decir, se visualiza como variable condicionante para la mejora en la operación del transporte colectivo la disminución en los tiempos de espera. Esta reducción acercaría el tiempo de viaje de los modos colectivos con el tiempo de traslado del automóvil particular.

6. Resultados del análisis de eficacia del transporte colectivo y reflexiones finales

El modelo de movilidad de un territorio condiciona el desarrollo del sistema urbano. Las mejoras tecnológicas

y el mayor acceso al automóvil particular disminuyen los tiempos de viaje provocando una segregación espacial de los usos del suelo. La expansión de autopistas y corredores marca la dirección en la que se expande la ciudad como también la localización de nuevos centros de gravedad, tanto de actividades como de población. Esto último también está condicionado por la red de recorridos del sistema de transporte colectivo, influyendo en el desarrollo de la ciudad.

Un modo de promover el desarrollo de una ciudad sustentable, compacta, con mezcla de usos del suelo, con densidades adecuadas, con uso racional de los recursos naturales y económicos, con menor contaminación y mayor cohesión social y espacial, es fomentar el comportamiento sustentable de esta a través del uso de modos de transporte colectivos y no motorizados como la bicicleta y la caminata.

En el AMM el sistema de transporte colectivo no se comporta óptimamente, por lo que no promueve las características deseables para la sustentabilidad. De acuerdo con los indicadores que se evaluaron y a la ponderación de cada uno de ellos, se determina que el sistema operativo del transporte colectivo no opera eficazmente. El valor que alcanza el sistema operacional en su conjunto, que da cuenta de la cantidad de atributos positivos que tiene este, respecto de las características deseables de eficacia, es en total de 0,4. Este valor se ubica en el intervalo que representa un nivel de eficacia inadecuado (Tabla 5).

Los indicadores que presentan valores positivos son cuatro: densidad de la red vial, antigüedad del parque móvil, capacidad de los garajes y cobertura del área de transporte. Por su parte, los aspectos más deficientes de este tienen que ver con la estructura física de las rutas y de la red, y con los tiempos de viaje y las frecuencias.

La estructura física de las rutas y de la red no cuenta con el tipo de rutas óptimo para el tamaño de la ciudad.

En el servicio de transporte colectivo del AMM predominan las rutas radiales induciendo a la concentración de actividades, población y del mismo servicio. Para el desarrollo más equitativo del territorio urbano y para la operación más eficaz del servicio sería adecuado incorporar recorridos diametrales y circulares que sirvieran al área urbana en coronas y evitaran la concentración. La gran limitación que se detecta es la necesidad de desconcentrar también los usos del suelo, es decir, ordenar en el territorio las actividades para que las personas puedan desarrollar su vida cotidiana sin

necesidad de desplazarse hacia un núcleo central de actividades. Simultáneamente, este cambio de tipos de rutas requiere (re)estructurar todo el grupo de recorridos, jerarquizándolos, para que operen como un sistema.

En este sentido, se observa, también, la ausencia de jerarquización de los recorridos, la red no se encuentra articulada dificultando la multimodalidad. Estas características favorecerían la eficacia en la operación del servicio en la medida en que los recorridos se adecuarían a las necesidades de los usuarios, funcionando en red y reduciendo tiempos de viaje.

TABLA 5. EFICACIA DEL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

VARIABLE	INDICADOR	ATRIBUTO	PONDERACIÓN
	Tipo de rutas óptimo	Sí	
		No	0
	Jerarquización de recorridos	Sí	
		No	0
Estructura física de las rutas y de la red	Densidad red vial	Suficiente	0,05
		Insuficiente	
	Índice de Engel	Red vial no saturada	
		Red vial saturada	0
	Diseño red según estructura urbana	Sí	
		No	0
	Antigüedad parque móvil	Adecuada	0,05
		Inadecuada	
Infraestructura y equipamiento	Capacidad de los vehículos	Adecuada	
		Inadecuada	0
	Capacidad garajes	Adecuada	0,05
		Inadecuada	
	Información al usuario	Adecuada	
		Inadecuada	0
	Paradores	Presencia	
		Ausencia	0
Cobertura del área de transporte	Cobertura del área de transporte	Adecuada	0,25
		Inadecuada	
Tiempo de viaje y frecuencias	Tiempo de viaje y frecuencias	Adecuada	
		Inadecuada	0
			0,4
Nivel de eficacia del sistema de transporte		Adecuado	[0,75 ; 1]
		Inadecuado	(0 ; 0,75)

Fuente: *Elaboración propia.*

Se detecta también una falta de diseño de la red en función de las características espaciales del sistema urbano. El esquema de la red de recorridos se ha elaborado siempre en función de la demanda real del servicio obtenida de las encuestas de origen y destino, no considerando la demanda potencial, es decir, la relación con el sistema urbano. Si bien es importante conocer los requerimientos de la demanda real, cobra igual importancia considerar la estructura territorial urbana, su dinámica y comportamiento, ya que su vínculo con el sistema de transporte es estrecho e indisoluble.

Por último, un aspecto positivo de la estructura física de las rutas y de la red es la densidad vial que da cuenta de un territorio articulado y comunicado vialmente. No obstante, existen áreas del AMM en las que la red vial está saturada, es decir, si bien la infraestructura vial facilita la conectividad, en algunos territorios resulta insuficiente para el número de habitantes que la utilizan. En síntesis, la estructura de las rutas y de la red requiere de una adecuación y extensión para que promueva el desarrollo de un sistema de transporte y de un sistema urbano sustentables.

Siguiendo lo que propone Anapolsky y Pereyra (2012), es fundamental, para mejorar todos los aspectos deficitarios de la red, que estos se ordenen de manera conjunta, ya que ejercen influencia recíproca y su coordinación deviene en mejoras de todo el sistema de transporte colectivo y en el desarrollo del modelo de movilidad urbana sostenible.

En relación con los tiempos de viaje y las frecuencias, se observa que el transporte colectivo se encuentra en una situación de gran desventaja respecto del automóvil particular. Trasladarse de un lugar a otro requiere en promedio el doble de tiempo en transporte

colectivo que en automóvil particular. Esto implica, asimismo, un nivel insuficiente de frecuencias que prolonga los tiempos de espera en las paradas. Se visualiza, entonces, a estas variables como condicionantes para la mejora en la operación del transporte.

El sistema de transporte colectivo tiene dos dimensiones que presentan características deseables para la promoción de la sostenibilidad. Una de ellas es la infraestructura y el equipamiento y otra es la cobertura de la red del servicio. La infraestructura es adecuada, ya que la capacidad de los garajes de guarda de los vehículos se ajusta a los requerimientos de la flota. Las mejoras son necesarias en la capacidad de los vehículos, ya que esta resulta ser excesiva; en la información al usuario del sistema, pues este no cuenta con un medio de comunicación completo, inteligible y actualizado para acceder al servicio; y en los paradores que no presentan la infraestructura adecuada para el resguardo de los pasajeros durante el tiempo de espera del servicio. La cobertura de la red es el componente con mejores características del sistema de transporte colectivo y es el que favorece por excelencia el acceso al servicio de toda la población del AMM. En el (re)diseño de la red de recorridos, es de gran importancia mantener este elemento al menos en el nivel que presenta actualmente.

En síntesis, se detecta que la dimensión operativa del sistema de transporte colectivo que opera en el AMM no es eficaz, por lo que no favorece el funcionamiento adecuado del servicio y, en consecuencia, no contribuye a que el modelo de movilidad sea sostenible. Para revertir esto, se requiere de un ordenamiento de la movilidad en general y del transporte colectivo en particular, que considere la estructura territorial urbana, sus características espaciales y su dinámica, a la vez que favorezca la priorización de este servicio por sobre los modos de transporte no sostenibles.



Referencias

- Acevedo, J. y Bocarejo, J. P. (2009). Movilidad sostenible: una construcción multidisciplinaria. *Revista de Ingeniería, Universidad de Los Andes*, 29, 72-74. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=121013257009>
- Alcaldía de Medellín (2006). Sistema de Indicadores. Gestión, Implementación y Seguimiento. Documento Técnico de Soporte POT (Acuerdo 46/2006). Medellín: Departamento Administrativo de Planeación.
- Anapolsky, S. y Pereyra, L. (2012). Desafíos de la gestión y la planificación del transporte urbano y la movilidad en las ciudades argentinas. *Revista Transporte y Territorio*, 7, 57-75. Recuperado de revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/rtt/article/view/283
- Carta de las Ciudades Europeas hacia la Sostenibilidad (Carta de Aalborg). (1994, 27 de mayo). Campaña de Ciudades Europeas Sostenibles. Recuperado de <http://www.sustainable-cities.org>
- Díaz Muñoz, M. A. y Jiménez Gigante, F. J. (2007). Transportes y movilidad: ¿necesidades diferenciales según género? *Terr@ Plural, Ponta Grossa*. 1(1), 91-101. Recuperado de <http://www.revistas2.uepg.br/index.php/tp/article/view/1144>
- Gilbert, R., Irwin, N., Hollingworth, B. y Blais, P. (2002). Sustainable Transportation Performance Indicators. Centre for Sustainable Transportation. Recuperado de www.cstctd.org
- Gobierno de Mendoza, (2010). *Encuesta de Origen y Destino 2010*. Mendoza: Ministerio de Ambiente y Obras Públicas, Gobierno de Mendoza.
- Gobierno del Estado de Morelos. Programa Estatal de Desarrollo Urbano (2007-2012). Diagnóstico del nivel de integración funcional del territorio. Morelos, México.
- Gudmundsson, H. (2003). Dar a los conceptos la importancia que les corresponde. Movilidad sostenible y sistemas de indicadores en la política de transporte, *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 176, 26-52. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SHS/pdf/176-abstracts176spa.pdf>
- Gudmundsson, H. (2001). Indicators and performance measures for Transportation, Environment and sustainability in North America, Ministry of Environment and Energy, National Environmental Research Institute. Recuperado de http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_arbrapporter/default.asp
- 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*, 4, 29-46. Recuperado de www.redalyc.org/articulo.oa?id=333027082003
- Johnson, S. (2003). *Sistemas emergentes. O qué tienen en común hormigas, neuronas, ciudades y software*. México: Turner/Fondo de Cultura Económica.
- Litman, T. A. (2005). Sustainable Transport Indicators. Victoria Transport Policy Institute. Recuperado de www.vtpi.org

- Martínez, A. (2012). Patrón espacial de la cobertura vial como factor integrador y dinamizador de la movilidad urbana en el municipio Chacao, Estado Miranda. *Geografía y Sistemas de Información Geográfica (GEOSIG)*, 4(4), 137-168. Recuperado de https://docs.wixstatic.com/ugd/79758e_975ad352e7be4cbcb9013da1b0e48782.pdf
- Molinero, A. R. y Sánchez Arellano, L.I. (2005). Transporte público: planeación, diseño, operación y administración. México: Universidad Autónoma del Estado de México.
- Monzón de Cáceres, A. y de la Hoz Sánchez, D. (2009). Efectos sobre la movilidad dinámica territorial de Madrid. *Urban*, 14, 58-71. Recuperado de polired.upm.es/index.php/urban/article/view/307
- Nunes Da Silva, F. (2001). Políticas de transportes para um ambiente urbano sustentable. *Cuadernos de Geografía*, 48(18), 81-82.
- Organización de Naciones Unidas (3 al 14 de junio de 1992). Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. Agenda 21. Río de Janeiro, Brasil.
- Parras, M. A. y Gómez, E. L. (2015). Tiempo de viaje en transporte público. Aproximación conceptual y metodológica para su medición en la ciudad de Resistencia. *Revista Transporte y Territorio*, 13, 66-79. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5252073.pdf>
- Pozueta, J. (2000). *Movilidad y planeamiento sostenible. Hacia una consideración inteligente del transporte y la movilidad en el planeamiento y el diseño urbano*. Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Salado García, M.J., Díaz Muñoz, M. A., Bosque Sendra, J., Carvalho Cantergiani, C, Rojas Quezada, C., Jiménez Gigante, F. J., Barnetti, I., Fernández, C. y Muñoz Rueda, C. (2002). Movilidad Sostenible y SIG. Propuesta de Evaluación del Transporte Público en Alcalá de Henares. Madrid: Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá de Henares.
- Sustainable Mobility Measures and Assessment (SUMMA). (2005). Sustainable Mobility, Policy Measures and Assessment. Recuperado de <http://www.summa-eu.org/>
- Urbano, P. M., Ruiz Rúa, A. y Sánchez Gutiérrez, J.I. (25, 26 y 27 de mayo de 2011). Indicadores de sostenibilidad para el transporte. Una perspectiva estructural. En *XIII Reunión de Economía Mundial*. Escuela Universitaria de Estudios Empresariales de la Universidad del País Vasco. Donostia-San Sebastián.

