



Análisis de la red de ciclo-rutas de Manizales (Colombia) a partir de criterios de accesibilidad territorial urbana y cobertura de estratos socioeconómicos

Analysis of Manizales (Colombia) bicycle sharing system network based on territorial accessibility criteria and coverage of socioeconomic strata

Mateo CARDONA [1](#); Juan ZULUAGA [2](#); Diego ESCOBAR [3](#)

Recibido: 28/12/16 • Aprobado: 24/01/2017

Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Metodología de investigación](#)
- [3 Formulación del modelo](#)
- [4 Resultados y discusión](#)
- [5 Conclusiones](#)
- [Agradecimientos](#)
- [Referencias](#)

RESUMEN:

La presente investigación busca establecer la cobertura geoespacial del sistema de bicicletas públicas, en relación con la ubicación de la población de la ciudad de Manizales (Colombia). Se aplica un análisis de accesibilidad territorial, lo cual permite concluir que los sectores de clase alta (Estratos 5 y 6) reportan una mejor accesibilidad frente a la red de bicicletas públicas en comparación a la clase media y baja (Estratos 1 y 2). Al relacionar condiciones socioeconómicas, se demuestra la ausencia de una equidad espacial en las características operativas de movilidad de la red de bicicletas públicas relacionada directamente con el estrato socioeconómico. Lo anterior es producto de las limitadas condiciones de planificación urbana y del

ABSTRACT:

The present research seeks to establish the geospatial coverage of the bicycle sharing system, in relation to the location of the population of the city of Manizales (Colombia). A territorial accessibility analysis is applied, which allows to conclude that the upper-class sectors (Strata 5 and 6) report a better accessibility to the bicycle sharing systems network compared to the middle and lower classes (Strata 1 and 2). Relating to socioeconomic conditions, the absence of a spatial equity in the operational characteristics of the mobility of the bicycle sharing system network related to the socioeconomic stratum is demonstrated. This is the result of the limited conditions of urban planning and transportation in the city of Manizales.

1. Introducción

Manizales es una ciudad intermedia colombiana, capital del Departamento de Caldas, conurbada con la ciudad de Villamaría, entre ambas albergan una población aproximada de 405 mil habitantes y se ubican en la región andina en la zona centro-occidente del país, sobre la cordillera central a una altura sobre el nivel del mar que va de los 2000 a los 2150 metros. Ambas ciudades, Manizales y Villamaría, poseen una topografía abrupta y quebrada, encontrando en algunos casos corredores de movilidad con pendientes superiores al 18%.

Las características de movilidad de una región inciden directamente con la calidad de vida que los pobladores puedan alcanzar, a tal punto que la planificación de la movilidad en las aglomeraciones (a diferentes escalas) debe ser una respuesta a una solicitud expresa que la sociedad realiza diariamente. Es por ello que las políticas de transporte deben incluir el aspecto de movilidad como uno de los más importantes de su agenda, dado que a partir de éste se impulsa la competitividad y permitiría la disminución de una serie de externalidades negativas fruto de las actividades humanas.

Manizales ha sido calificada por sus ciudadanos como uno de los mejores lugares para vivir (MCV, 2016), calificación que ha sido otorgada por lo menos en los últimos tres años; no obstante, el actual modelo de crecimiento de la ciudad, se encuentra fuertemente influenciado por su relación con Villamaría, encontrando que para ambas, el sistema de movilidad y los problemas de tráfico comienzan a percibirse de una forma más fuerte.

Actualmente, la planificación de la movilidad ha pasado de prestar mayor atención a los vehículos automotores a prestar mayor atención a las personas como tal y a las actividades que éstas desarrollan; es decir, se está creando una nueva visión de movilidad en la cual se pretende dar posibilidad a las personas de acceder a servicios a través de adecuadas condiciones de accesibilidad ofrecida por las variadas redes de transporte disponibles en una ciudad. Lo anterior hace que se deba impulsar la puesta en marcha de modelos de planeación que involucren directamente a la comunidad, en el sentido de hacer comprender la necesidad latente del uso de modos de transporte público no motorizado.

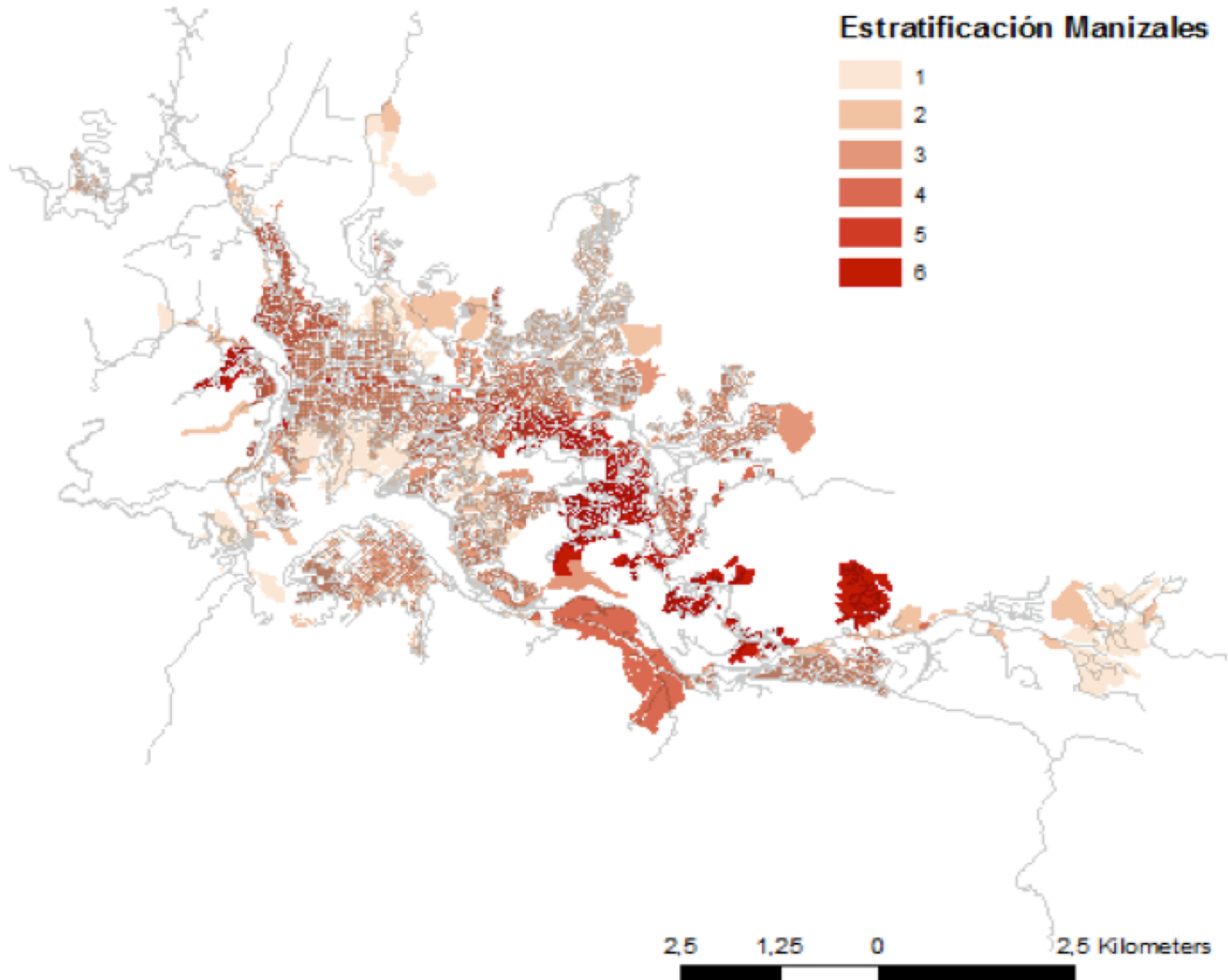
El área conurbana Manizales – Villamaría, se encuentra servida por más de 60 rutas de Transporte Público Colectivo Urbano (TPCU), sistema que para el año 2015, comparado con el año 2014, dejó de movilizar un 5% de pasajeros, mientras que el parque automotor aumentó un 9%, pasando de 134 mil a 147 mil vehículos automotores, de los cuales el de mayor porcentaje de aumento fueron las motocicletas; por su parte, los modos no motorizados (a pie y bicicleta) suman entre ambos un 15% de los viajes diarios (MCV, 2016).

La zona conurbada se divide en 125 barrios, los cuales poseen una estratificación definida por la condición socioeconómica de la vivienda, siendo el estrato 1 para las viviendas de menores ingresos y estrato 6 para las de mayor ingreso (Ver Figura 1). En relación con la red de ciclorutas de la ciudad de Manizales, fue en el año 2014 que se construyó el primer kilómetro, posteriormente, durante el año 2015 se demarcaron algunas de las principales vías de la ciudad permitiendo el uso compartido con los vehículos automotores (MCV, 2016), en un intento por generar una red de movilidad en este modo de transporte. Para noviembre del mismo año se puso en funcionamiento el Sistema Público de Bicicletas de la ciudad de Manizales, comenzando con una oferta de 135 bicicletas ubicadas en ocho estaciones de préstamo e intercambio modal.

La principal problemática en cuanto a la ubicación de las estaciones de bicicletas públicas es que, debido a la topografía accidentada en gran parte de la ciudad, éstas se encuentran definidas en las zonas más altas, en las que resulta más fácil conducir las bicicletas, no obstante, es por allí mismo por donde existe mayor confluencia de otros modos de transporte. El sector centro de la ciudad es un foco de actividades importante en materia de comercio y de

equipamientos de diferentes servicios, los cuales deben ser servidos por alguno de los modos de transporte disponibles; es una zona con alto tráfico, lo cual complica una adecuada complementariedad entre modos de transporte, dada la alta confluencia de rutas de TPCU, vehículos automotores y peatones. Una ventaja que se tiene es que el cable aéreo permite transportar bicicletas, lo que le ha convertido en una especie de corredor de movilidad para las mismas, permitiendo salvar el accidente natural que existe en las ciudades de Manizales y Villamaría, situación que ha incentivado el uso de este modo de transporte por parte de dicha población.

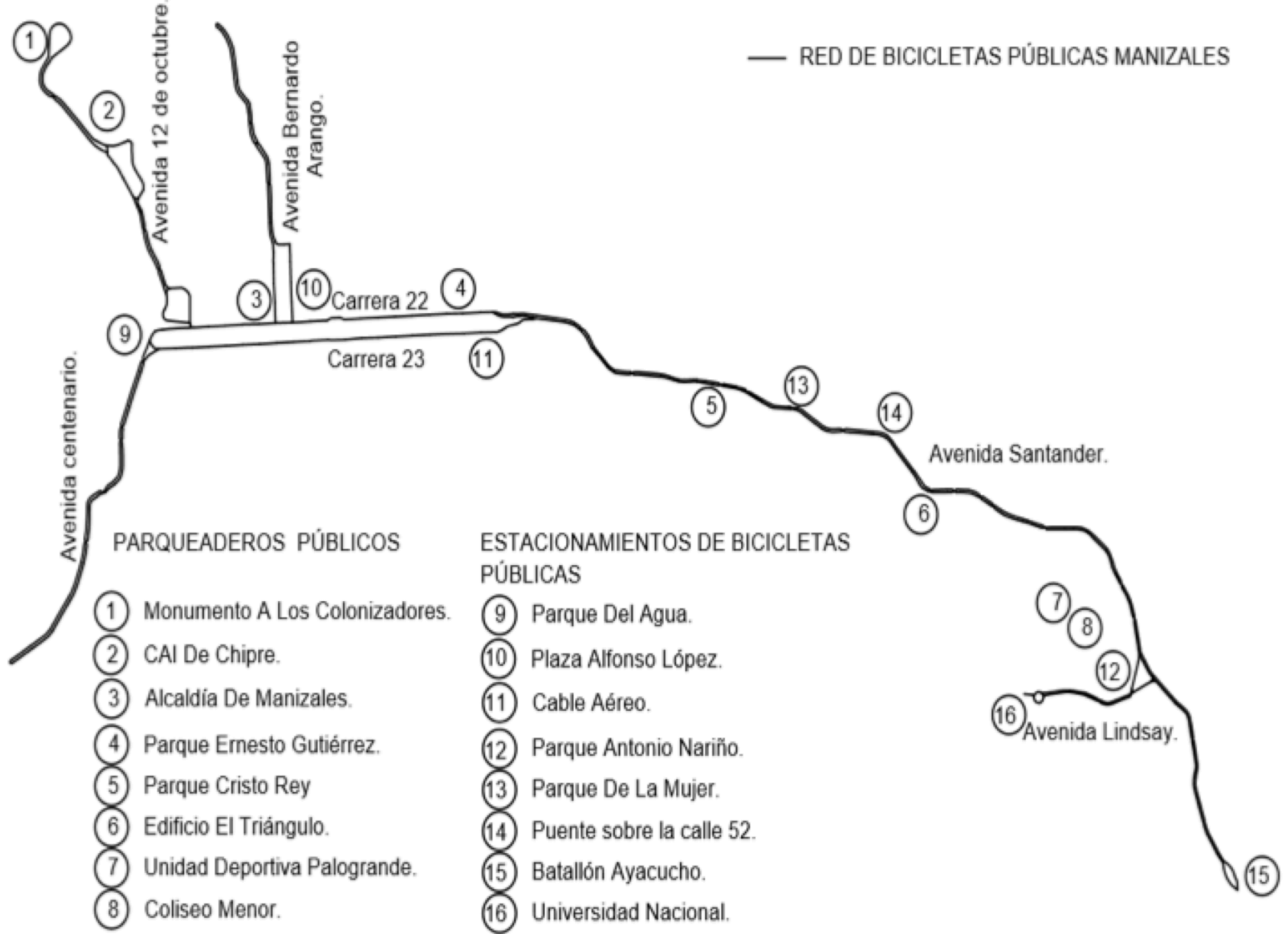
Figura 1. Estratificación de la ciudad de Manizales.



Fuente: Elaboración propia.

La red de ciclorutas actual tiene una longitud de 21,42 kilómetros, localizada a lo largo de 6 importantes vías de la ciudad, los ciclistas deben compartir el carril con los automóviles guardando una distancia de un metro con los demás vehículos. Estas vías son: Avenida 12 octubre, Avenida Bernardo Arango, Carreras 22 y 23, Avenida Lindsay y Avenida Centenario. La red tiene un total de 8 parqueaderos públicos que pueden ser usados por cualquier ciudadano que tenga su propia bicicleta; dichos parqueaderos están ubicados en los siguientes lugares: Monumento a los Colonizadores, CAI de Chipre, Alcaldía de Manizales, Parque Ernesto Gutiérrez, Parque Cristo Rey, Edificio El Triángulo, Unidad Deportiva Palogrande, Coliseo Menor. Así mismo, existen 8 estaciones de bicicletas públicas, en las cuales no es posible estacionar bicicletas privadas, sólo hacer uso de las públicas. Las estaciones se ubican en: Parque del Agua, Plaza Alfonso López- Biblioteca Municipal, Cable Aéreo, Parque Antonio Nariño, Parque De La Mujer, Puente sobre la calle 52, Batallón Ayacucho, Universidad Nacional Campus Palogrande (Ver Figura 2). La red comenzó con un registro de 1025 viajes al mes, para el mes de marzo de 2016 ya se encontraban registrando más de dos mil viajes mensuales (MCV, 2016).

Figura 2. Red de bicicletas públicas, parqueaderos y estacionamientos.



Fuente: Elaboración propia.

Los análisis de accesibilidad han venido en un crecimiento constante, donde cada vez existe mayor complejidad, en búsqueda de la mejor combinación entre usos del suelo, estrategias de transporte y desarrollo (GEURS et al., 2009). Es por ello que muchos autores se han atrevido a usarlo en diferentes ámbitos, tales como exclusión social (PRESTON; RAJÉ, 2007), impactos en espacios económicos (RIETVELD y BRUINSMA, 2012), impactos sociales a través de inversiones en transporte (LÓPEZ et al., 2008), incluso a diferentes escalas tanto urbana (ESCOBAR et al., 2012) como regional (ESCOBAR et al., 2013). Esta metodología ha sido usada en temas para el cálculo de accesibilidad para modos no motorizados de transporte, entendiéndose esto como desplazarse en bicicleta y caminar (IACONO et al., 2010), y se han analizado programas para uso compartido de bicicletas con el fin de aumentar el uso de las mismas, (GARCIA-PALOMARES et al., 2012).

Los sistemas de bicicletas compartidos han resultado eficaces, especialmente cuando se combinan con el transporte público. Se han modelado casos hipotéticos del sistema compartido de bicicletas para cuantificar su efecto espacial en los tiempos de viaje en transporte público. Se ha demostrado que el transporte público y el ciclismo son considerados medios eficaces para reducir la contaminación atmosférica y los atascos (JAPPINEN et al., 2013).

La utilización de infraestructura destinada para la movilidad no motorizada, mejora las percepciones de la calidad socio-ambiental del entorno residencial que se asocia con los niveles de autoevaluación de la salud y el tiempo libre para actividad física (STRONEGGER et al., 2010); dado lo anterior, es importante ejecutar una adecuada planificación de los modos de transporte, ya que seguramente se tendrán beneficios sociales y económicos. En esta investigación se evalúa la cobertura que la actual red de ciclorutas de la ciudad de Manizales, ofrece los diferentes estratos socioeconómicos, a partir del análisis de accesibilidad media

global, con el fin de realizar un aporte en futuros procesos de planificación de este modo de transporte en la ciudad.

2. Metodología de investigación

La Figura 3 muestra un diagrama de flujo que presenta cada una de los pasos que componen la metodología de la investigación realizada, la cual se resume en cuatro etapas principales.

2.1 Actualización y validación de características operativas de la red peatonal y de las bicicletas públicas.

En esta etapa se tomó como información primaria la red de infraestructuras del transporte proporcionada por la administración municipal, la cual fue modificada para adicionarle vías que existen y no estaban incluidas en la red y hacer una distinción entre los tipos de vías en cuanto a su función (peatonales o automovilísticas) con el fin de utilizar la red para futuras investigaciones, teniendo también en cuenta los corredores viales de los conjuntos cerrados y demás propiedades privadas. Adicional a ello, se realizaron mediciones en campo sobre las diferentes velocidades en bicicleta en las redes destinadas para las mismas con la ayuda de equipos GPS que almacenaron datos de posicionamiento global cada segundo.

Figura 3. Metodología aplicada



Fuente: Elaboración propia.

2.2. Georreferenciación de los trazados de la red de bicicletas públicas, de sus estacionamientos y estaciones.

En esta etapa se georreferenciaron los estacionamientos y las estaciones destinadas para el servicio de bicicletas públicas. Adicionalmente, a la red peatonal se asignaron las velocidades de caminata para cada tramo de calle, definidas a partir de la velocidad de caminata promedio

(4,32 km/h), que es afectada por un factor de reducción (0,36 km/h cada 10% en aumento de pendiente) (Prada, L. et al: 2008). Finalmente, se asignaron a las redes de bicicletas públicas sus respectivas velocidades obtenidas de las mediciones en campo.

2.3. Cálculo de la Accesibilidad media global.

Esta etapa es la relacionada con el cálculo de la accesibilidad global ofrecida por la suma de las variables espaciales de la red de infraestructura de movilidad peatonal y de bicicletas, la accesibilidad se analizó a partir del vector de tiempo medio de viaje obtenido luego de aplicar la metodología de caminos mínimos entre nodos.

2.4. Análisis de Coberturas.

En esta etapa se relaciona la configuración de las curvas isócronas de los tiempos de viaje obtenidas de los cálculos de accesibilidad media global con los datos sociodemográficos de la ciudad. Se establece si existen estratos socioeconómicos que refieren desventaja en la prestación del servicio de bicicletas públicas, al compararle con otros. Posterior a esta investigación, se analizará la ubicación óptima de las estaciones de bicicletas públicas, para hacer una comparación con la infraestructura existente con mira a mejorarla.

3. Formulación del modelo

Para el cálculo de la accesibilidad media global desde todos los puntos de la zona de estudio, se toman como datos oficiales los valores de velocidad de operación sobre los arcos de la red de infraestructuras del transporte, establecidos en el Plan de Movilidad vigente (ALCALDÍA DE MANIZALES, 2011).

Denotando $i \in I$, $i = \{1, 2, \dots, n\}$ como el conjunto de nodos objetivo, I . Así mismo, denotando $l \in \hat{L}$ como el conjunto de nodos de partida, $l = \{1, 2, \dots, n\}$. Definiendo $j \in J$ como las unidades de vivienda, $j = \{1, 2, 3, \dots\}$. De forma semejante, se define $k \in \hat{K}$ como los estratos de las unidades de vivienda $k = \{1, 2, 3, \dots\}$, en el conjunto estrato, K . También, se tiene la variable de decisión $X_{ij}^{lk} = 1$ si el nodo objetivo i para un tipo de usuario l pertenece a una unidad de vivienda j de un estrato k ; $= 0$, en cualquier otro caso. D_{ij}^{lk} : camino mínimo entre un nodo i y un nodo j en la red de transporte. T_{lk} = valor de la función objetivo (Ver expresiones (1), (2) y (3)).

Minimizando

$$T^{lk} = \sum_i \sum_j D_{ij}^{lk} X_{ij}^{lk} \quad (1)$$

De tal forma que

$$\sum_i \sum_j X_{ij}^{lk} = J^k \text{ para } l \in L, k \in K \quad (2)$$

$$\sum_i X_{ij}^{lk} = 1, \text{ para } j \in J, l \in L, k \in K \quad (3)$$

La función objetivo es correlacionar todos los nodos para minimizar el tiempo medio de viaje (T_{lk}) desde todos ellos hasta cada uno de los mismos. Es de notar que la mayor impedancia es

la velocidad de operación sobre cada arco y no la distancia entre nodos; el modelo asume que todos los nodos podrán conectarse por medio de alguno de los modos de transporte no motorizados. Posteriormente se calcula estadística descriptiva (índices) de la base de datos de todos los nodos, lo cual contribuirá al análisis geoestadístico y a la proyección de valores de tiempo medio de viaje en coordenadas que no pertenecen directamente al grafo estudiado, sino al espacio geográfico como tal.

Tiempo promedio agregado (Ver expresión (4)),

$$T_{avg}^{lk} = \frac{T^{*lk}}{\sum_i \sum_j X_{ij}^{*lk}} = T^{*lk} / J^k \quad (4)$$

Donde T^{*lk} ó X_{ij}^{*lk} = función objetivo óptima o valor de decisión variable.
Máximo tiempo de viaje (Ver expresión (5)),

$$T_{max}^{lk} = Max(D_{ij}^{lk} X_{ij}^{*lk}) , \text{ donde } X_{ij}^{*lk} = 1 \quad (5)$$

Tiempo de viaje mínimo (Ver expresión (6)),

$$T_{min}^{lk} = Min(D_{ij}^{lk} X_{ij}^{*lk}) , \text{ donde } X_{ij}^{*lk} = 1 \quad (6)$$

Rango máximo de tiempo de viaje (Ver expresión (7)),

$$R^{lk} = T_{max}^{lk} - T_{min}^{lk} \quad (7)$$

Desviación estándar de la muestra (Ver expresión (8)),

$$T_{sd}^{lk} = \sqrt{[\sum_i \sum_j (D_{ij}^{lk} X_{ij}^{*lk} - D_{avg}^{lk})^2] / (J^k - 1)} , \text{ donde } X_{ij}^{*lk} = 1 \quad (8)$$

Varianza de la muestra, a partir del cual se construye el semivariograma (Ver expresión (9)),

$$T_{var}^{lk} = \frac{[\sum_i \sum_j (D_{ij}^{lk} X_{ij}^{*lk} - D_{avg}^{lk})^2]}{J^k - 1} , \text{ donde } X_{ij}^{*lk} = 1 \quad (9)$$

La Accesibilidad Media Global se analizó en base a la Expresión (10), en donde el vector T_{vi} representa el tiempo promedio de viaje desde todos los nodos hasta cada uno de los mismos. Teniendo todos los arcos de la red de infraestructuras cargados con las características operativas (velocidad media de operación) y con la matriz de impedancias (distancias mínimas), se calcula la matriz de tiempos promedios mínimos de viaje, minimizando el tiempo entre los nodos objetivo y los demás nodos de la red de infraestructura.

$$\overline{T_{vi}} = \frac{\sum_{j=1}^n t_{vi}}{(n-1)} , \text{ siendo } i = 1, 2, 3, \dots, n; j = 1, 2, 3, \dots, n. \quad (10)$$

Donde, T_{vi} = tiempo de viaje mínimo promedio entre el nodo i y los demás nodos del grafo; n = número total de nodos del grafo. El vector de Tiempos Mínimos de Viaje está representado por una matriz de tamaño $n \times 1$, la cual se relaciona con las coordenadas (longitud y latitud) de

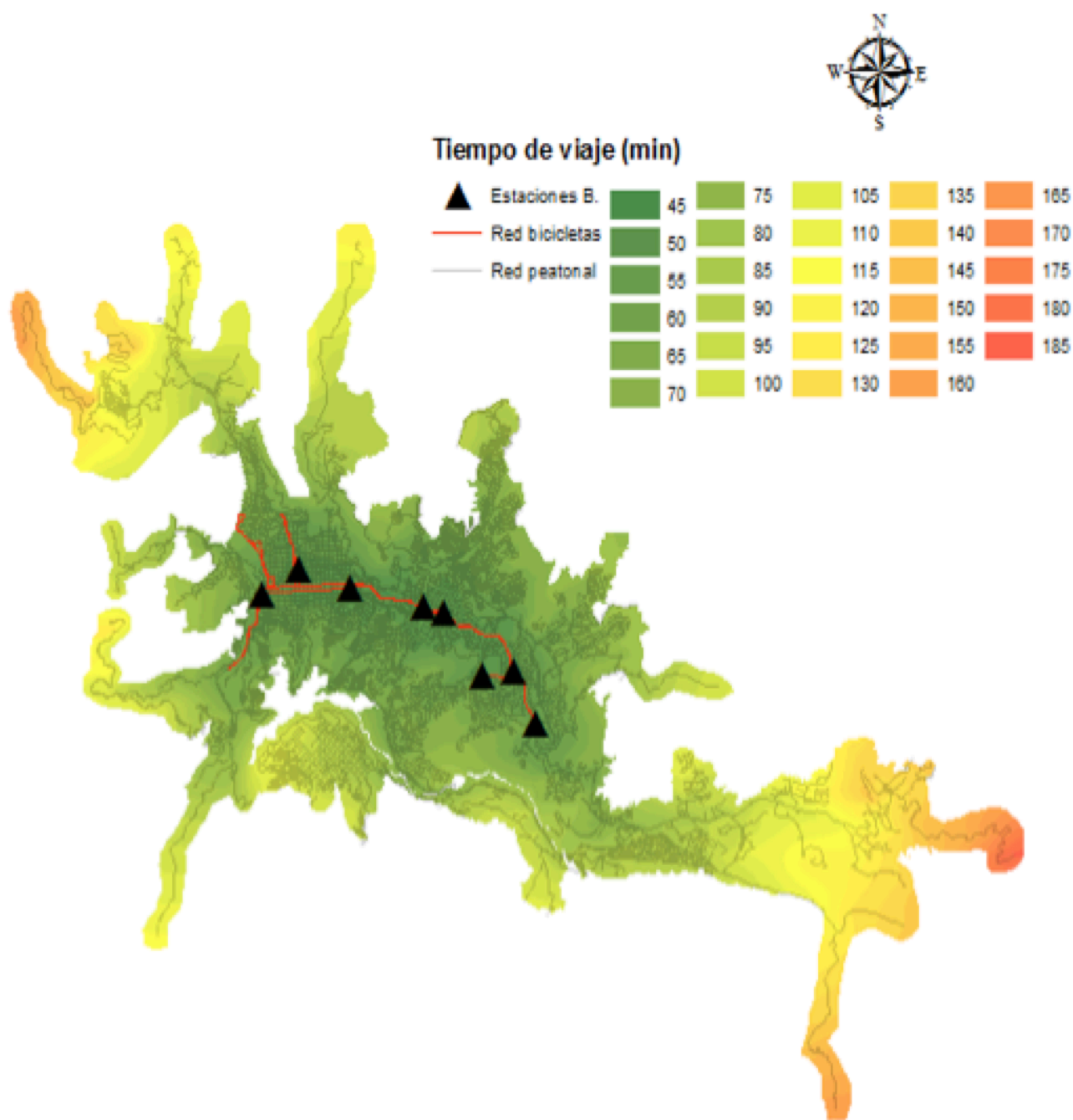
cada nodo de la red generándose una nueva matriz de tamaño $n \times 3$. Es a partir de esta matriz que es posible calcular las curvas isócronas para el análisis de la accesibilidad media global. El modelo geoestadístico Kriging ordinario con semivariograma lineal fue el escogido para la predicción de la variable TMV.

Finalmente, mediante el uso del SIG, y con la información sociodemográfica del área de estudio (39,3 Km²), cuya población asciende a 404.805 habitantes, distribuidos en 95.361 unidades de vivienda, se estimó el porcentaje de población, área y número de viviendas, que son cubiertas por las curvas de tiempo medio de viaje.

4. Resultados y discusión

En la Figura 4, se observan las curvas isócronas relacionadas con la accesibilidad media global de la red de bicicletas públicas y la red peatonal.

Figura 4. Accesibilidad de la red de bicicletas y de la red peatonal.



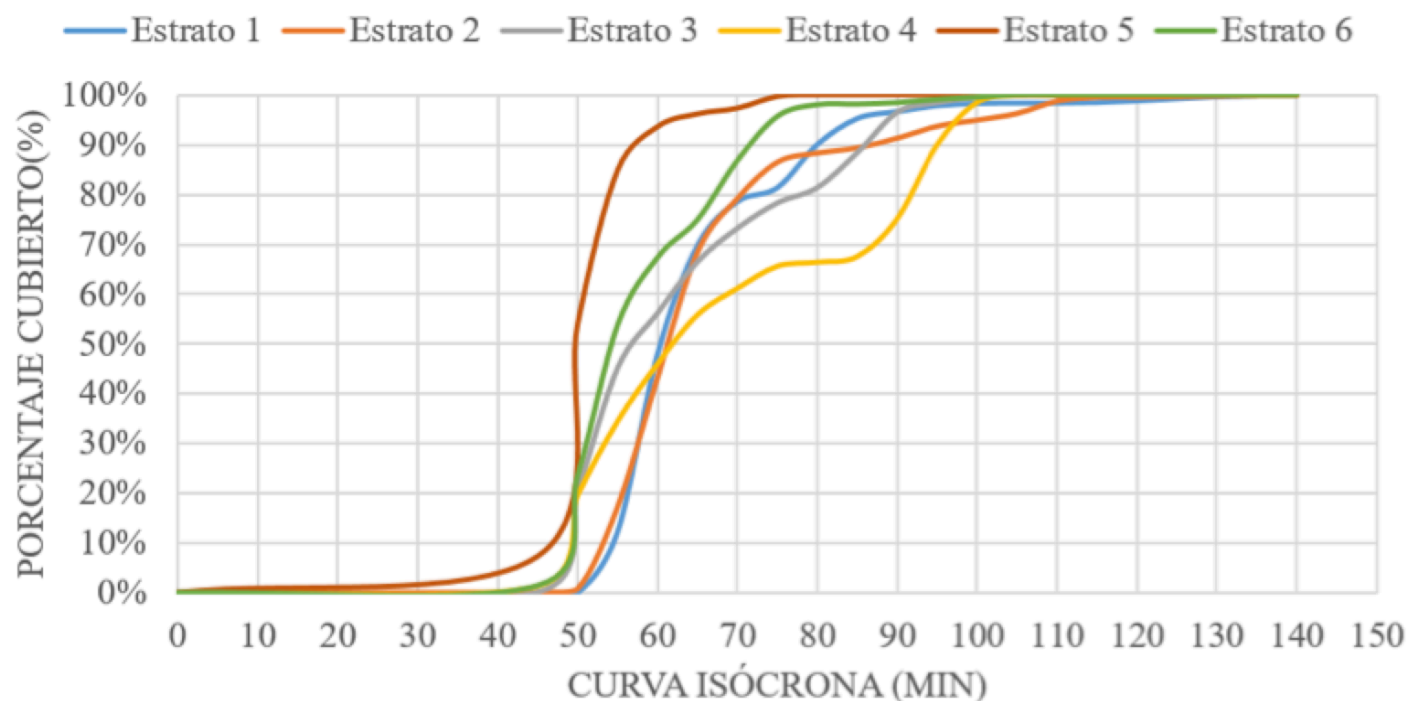
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en promedio la zona más accesible de Manizales se encuentra sobre el corredor de la Avenida Santander, ya que sobre esta se encuentran las vías autorizadas para el flujo de las bicicletas del sistema público; a medida que nos vamos alejando de esta zona, aumenta el tiempo promedio de viaje hasta llegar a la zona de Maltería, la cual es la más inaccesible para el sistema de bicicletas.

En la Figura 5 se puede observar que para cubrir el 50% de la población que reside en los

estratos 5 y 6, es necesario invertir entre 50 y 55 minutos; de igual forma si se analiza los estratos inferiores, se observa que para un 50% de cobertura es necesario invertir un total de 60 minutos.

Figura 5. Porcentaje de población cubierta por estrato en las redes no motorizadas de Manizales.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede analizar que se debe invertir un tiempo alto para cubrir un porcentaje representativo de la población. Esto se debe a que las estaciones de bicicletas públicas se ubican sobre una de las Avenidas más importantes de la ciudad, que se encuentra a lo largo de la ciudad, pero que el uso del suelo es comercial, principalmente. La topografía tan abrupta de la ciudad, sumada a la falta de estaciones de bicicletas públicas en zonas residenciales hace que las personas escojan otros modos de transporte para realizar los viajes cotidianos, lo cual sería un obstáculo para establecer el sistema como una opción diferente a los modos motorizados.

5. Conclusiones

Con el análisis presentado se refleja claramente la existencia de inequidad espacial puesto que la red de bicicletas públicas está alejada de los sectores de estrato bajo de la ciudad.

Se debe proveer mejores accesos a cada uno de los barrios, independientemente de su condición socioeconómica, proponiendo, por ejemplo, redes locales de bicicletas en zonas periféricas que tengan una pendiente suave y analizar alternativas como de bicicletas asistidas para mejorar este servicio a nivel global en la ciudad ya que Manizales es una ciudad pequeña en la que gran parte de los viajes puede realizarse en dicho modo de transporte.

Es importante tener cuenta el potencial que provee los sistemas de cable aéreo, ya que pueden conectar puntos de la ciudad, en los cuales las condiciones topográficas dificultan la movilidad de las bicicletas. Actualmente, existe una línea de cable aéreo que conecta el municipio de Villamaría y el centro-sur de Manizales con el centro de Manizales, el cual sirve como modo de transporte para aquellas personas que usan el sistema de bicicletas públicas, promoviendo la intermodalidad. Las personas que viven en zonas de topografía abrupta y que no cuenta con el servicio de cable aéreo que facilite el acceso al sistema, son los que no se ven beneficios en el servicio.

El sistema de bicicletas de la ciudad fue implementada de forma empírica, sin tener en cuenta datos técnicos que definieran un norte claro para el sistema. En futuros estudios se debe profundizar en análisis de oferta, como el presentado en esta investigación, correlacionando los resultados con estudios de demanda, con el objetivo de mejorar el sistema, disminuyendo costos operacionales y mejorando la cobertura en la ciudad. Una mala planeación en el sistema

de transporte revierte los beneficios sociales y económicos de los centros urbanos, empeora las condiciones de congestión, eleva los costos del sistema de salud tanto por accidentalidad como por afecciones respiratorias, así mismo, genera una mayor daño ambiental.

Agradecimientos

Se agradece la colaboración de los estudiantes pertenecientes al Semillero de Investigación en Movilidad Sostenible del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Colombia – Sede Manizales.

Referencias

- ALCALDÍA DE MANIZALES (2011). Plan de Movilidad de la ciudad de Manizales.
- ESCOBAR, D.; GARCÍA, F. Territorial Accessibility Analysis as a Key Variable for Diagnosis of Urban Mobility: A Case Study Manizales (Colombia). *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 2012, vol. 48. pp. 1385-1394.
- ESCOBAR D.; GARCÍA F.; TOLOSA R. (2013); "Análisis de Accesibilidad Territorial a Nivel Regional". Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería y Arquitectura.
- GARCIA-PALOMARES, JC.; GUTIÉRREZ, J.; LATORRE, M. Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: A GIS approach. *Applied Geography*, vol. 35 pp. 235-246.
- GEURS, K.T.; BOON, W.; VAN WEE, B. Social impacts of transport: literature review and the state of the practice of transport appraisal in the Netherlands and the United Kingdom. *Transport reviews*, 2009, vol. 29. pp 69-90.
- IACONO, M.; KRIZEK KJ.; EL-GENEIDY, A. Measuring non-motorized accessibility: issues, alternatives, and execution. [Journal of Transport Geography](#), 2010, vol. 18 pp 133–140.
- JÄPPINEN, S.; TOIVONEN, T.; SALONEN, M. Modelling the potential effect of shared bicycles on public transport travel times in Greater Helsinki: An open data approach. *Applied Geography*, vol. 43 pp. 13-24.
- LÓPEZ, E.; GUTIÉRREZ, J.; GÓMEZ, G. Measuring regional cohesion effects of large-scale transport infrastructure investments: an accessibility approach. *European Planning Studies*, 2008, vol. 16. pp. 277-301.
- LUCAS, K. Transport and social exclusion: Where are we now?. *Transport policy* 2012, vol. 20 pp.105-113.
- LUO, W.; WANG, F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. *Environment and Planning B: Planning and Design* 2003, vol. 30. pp. 865-884.
- MARTENS, K. The bicycle as a feeding mode: experiences from three European countries. *Transportation Research*, 2004, pp. 281-294.
- MAYHEW, L.D.; LEONARDI, G. Equity, efficiency, and accessibility in urban and regional health-care systems. *Environment and Planning A*, 1982, vol. 14. pp. 1479-1507.
- MORENO, A. (2007); En torno a los conceptos de equidad, justicia e igualdad espacial, *Rev. Huellas*, 11, pp. 133-142.
- MUSTERD, S. Social and ethnic segregation in Europe: Levels, causes, and effects. *Journal of urban affairs*, 2005, vol. 27. pp. 331-348.
- Prada, L. E. (dir.), Laurents, N. (colab.) & Cristancho. S. A. (ed.). (2008). *Guía Práctica de la Movilidad Peatonal Urbana*. Santa Fe de Bogotá.
- PRESTON, J.; RAJÉ, F. Accessibility, mobility and transport-related social exclusion. *Journal of Transport Geography*, 2007, vol. 15 pp. 151-160.
- MCV (2015). *Manizales Como Vamos. Cómo Vamos en Movilidad*, disponible en:

<http://manizalescomovamos.org/wp-content/uploads/2016/08/Movilidad.pdf>

RIETVELD, P.; BRUINSMA, F. (2012); "Is transport infrastructure effective?: transport infrastructure and accessibility: impacts on the space economy". Springer Science & Business Media.

SAELENS, B.E., SALLIS, J.F. & FRANK, L.D. ANN. Environmental correlates of walking and cycling: Findings from the transportation, urban design, and planning literatures. [Annals of Behavioral Medicine](#), 2003, vol. 25, pp 80-91.

STRONEGGER, J.; TITZE, S.; OJA, P. Perceived characteristics of the neighborhood and its association with physical activity behavior and self-rated health. *Health & Place*, vol. 16 pp. 736-743.

TANSER, F.; GIJSBERTSEN, B.; HERBST, K. Modelling and understanding primary health care accessibility and utilization in rural South Africa: an exploration using a geographical information system. *Social Science & Medicine*, 2006, vol. 63. pp. 691-705.

1. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Email: macardonase@unal.edu.co

2. Especialista en Vías y Transporte. Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Email: judzuluagaga@unal.edu.co

3. PhD. en Gestión del Territorio e infraestructuras del transporte. Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. Email: daescobarga@unal.edu.co

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 28) Año 2017

[Índice]

[En caso de encontrar algún error en este website favor enviar email a [webmaster](#)]

©2017. revistaESPACIOS.com • Derechos Reservados