

Impacto en términos de Accesibilidad y ruido por tráfico rodado en un caso de renovación urbana

Impact in terms of Accessibility and noise by road traffic in an urban renewal case

Diego A. ESCOBAR [1](#); Yair SOTO [2](#); Jhonny TAMAYO [3](#)

Recibido: 05/01/17 • Aprobado: 29/01/2017

Contenido

- [1. Introducción](#)
- [2. Metodología de investigación](#)
- [3. Principales resultados](#)
- [4. Conclusiones](#)
- [Referencias](#)

RESUMEN:

En esta investigación se analizan los efectos de la propuesta de renovación del Macroproyecto de interés social San José en la ciudad de Manizales, a partir de las variables accesibilidad vehicular y contaminación auditiva. Los análisis se fundamentan en el estudio de las características físicas de las infraestructuras de movilidad vehicular y los niveles de contaminación acústica. Básicamente se utilizan métodos cuantitativos y espaciales que se apoyan en diversas herramientas informáticas relacionadas con sistemas de información geográfica y geoestadística. Los principales resultados apuntan a un incremento de la accesibilidad vehicular en algunas zonas de la comuna San José y a una redistribución en la ubicación espacial de los puntos de mayor contaminación acústica como consecuencia del proceso de renovación urbana que se adelantará en dicho sector.

Palabras clave: Accesibilidad, Contaminación acústica, Renovación urbana, Planificación urbana.

ABSTRACT:

This study analyzes the effects over the proposal urban renewal of the Comuna San José Social Interest Macroproject in the city of Manizales, based on the variables vehicle accessibility and noise pollution. The analyzes are based on the study of the physical characteristics of the transport infrastructure for vehicular mobility and the levels of noise pollution. Basically, quantitative and spatial methods are used that rely on various computer tools related to geographic information systems and geostatistics. The main results point to an increase in vehicular accessibility in some areas of Comuna San José and a redistribution in the spatial location of the points of greatest noise pollution as a consequence of the urban renewal process that will be carried out in this sector.

Keywords: Accessibility, Noise pollution, Urban renewal, Urban Planning.

1. Introducción

El crecimiento indiscriminado de las ciudades, el aumento desmesurado del parque automotor, la densificación de los centros urbanos por actividades comerciales y la cesión de los espacios públicos a otras actividades, han generado un fuerte deterioro en la estructura de la ciudad tal como la conocemos y ha promovido el detrimento de la calidad de vida de las personas que habitan, laboran o visitan los centros urbanos. La congestión vehicular y la contaminación ambiental y auditiva, entre otros, se han convertido en algunos de los factores que ponen en riesgo la sostenibilidad de los núcleos urbanos (MONTEZUMA, 2003). Es por eso que la principal preocupación de la planificación urbana es generar espacios de mejoramiento o renovación en donde puedan coexistir las diversas variables que conforman la vida urbana.

Las mejoras en los sistemas de transporte producidas en el siglo XIX permitieron que la distancia entre el lugar de trabajo y el lugar de residencia fuera cada vez mayor; hecho que determinó la expansión de la ciudad hacia el exterior (FIGUEROA, 1991). Este fenómeno fue catalizado fuertemente por la aparición del automóvil a comienzos del siglo XX, el cual tuvo importantes consecuencias geográficas ya que facilitó el rápido desarrollo territorial de la ciudad, así como la edificación de los espacios libres localizados en la periferia de las principales vías de comunicación (IZQUIERDO et al., 1991). Este proceso de edificación de las ciudades, asociado al nacimiento de los nuevos sistemas de movilidad, se constituyó en la génesis del desarrollo urbano tal como lo conocemos.

Estas dinámicas de crecimiento urbano han inducido usos específicos del suelo en algunas zonas de las ciudades, los cuales cambian a medida que estas evolucionan (SÁNCHEZ, 2008). El modelo de desarrollo urbano de nuestro país, ha generado en la actualidad un desbalance en el uso del suelo, en especial en los sectores con vocación comercial. Es por esto que muchos de los sectores centrales de las ciudades pasaron de tener vocación residencial a comercial, sin una apropiada adecuación de las construcciones y mucho menos de la infraestructura que soporta los sistemas de movilidad. Este escenario de "renovación espontánea" y de desarrollo urbano predio a predio, ha densificado algunas zonas y deteriorado la estructura urbana existente. Este panorama ha llevado a que la movilidad en algunas ciudades haya colapsado casi totalmente, altos tiempos de desplazamiento, aumento de los niveles de ruido y polución atmosférica, disminución de la dinámica comercial de algunos sectores, así como la disminución de la calidad de vida de las personas, son los principales síntomas de un fenómeno que requiere una solución inmediata.

A nivel local, la ciudad de Manizales no es la excepción a este fenómeno. La ciudad ha seguido un patrón de desarrollo desequilibrado, semejante al de las demás ciudades intermedias del país, con actuaciones de escala reducida, con dificultades y limitaciones de gobernabilidad y planeamiento. Esta situación ha generado altos niveles de deficiencia en la infraestructura de vías y equipamientos; la disminución de la calidad ambiental por la desaparición de los espacios libres y el aumento de la contaminación atmosférica; el aumento de la congestión vehicular y el deterioro de las vías por el incremento del parque automotor, el cual se reporta del 9% anual (MCV, 2016).

Uno de los conceptos que actualmente se usan para los análisis de movilidad, tanto a nivel urbano como regional, es el de Accesibilidad; dicho concepto se estudia con más detalle desde la década de los 70', teniendo sus comienzos a partir de análisis de localización de actividades y planeamiento económico regional (BATTY, 2009). La primera definición técnica del concepto fue expuesta en la década de los 60', así: "... *the potencial of opportunities for interaction.*" (HANSEN, 1959), no obstante, a nivel investigativo se destacan diferentes definiciones del concepto (PIRIE, 1979; MARTELLATO et al., 1995; HALDEN et al., 2005), destacándose la que le establece como una medida de la facilidad de comunicación existente entre comunidades o actividades mediante el uso de un modo de transporte (MORRIS et al., 1978).

El concepto de accesibilidad ha hecho parte de variados alcances investigativos, como: crecimiento urbano (KOTAVAARA et al., 2011); impactos en desarrollo socioeconómicos (RIETVELD i NIJKAMP, 1993; MACKINNON et al., 2008); densidad poblacional (HUIPING i

QIMING, 2010); plusvalía de la tierra (ALONSO, 1964); operatividad de modos de transporte (GEURS i VAN WEE, 2004; ESCOBAR et al., 2015a); sostenibilidad (VEGA, 2011; ESCOBAR et al., 2015b; ESCOBAR et al., 2016), entre otros.

Por lo tanto, el análisis de la movilidad del sector de San José, se convierte en una valiosa herramienta para determinar el grado de respuesta de las acciones desarrolladas en este escenario de renovación urbana, frente a las necesidades y dificultades de movilidad vehicular existentes en dicho sector. Las hipótesis planteadas en este estudio son las siguientes: i) la accesibilidad de las diferentes zonas de la comuna San José mejora como consecuencia del proceso de renovación urbana, del mejoramiento de las especificaciones de las vías y de la construcción de la avenida Colón y ii) la ubicación de las principales fuentes de ruido varía como resultado del cambio de las características físicas y tipológicas de las vías, así como consecuencia de la construcción del par vial avenida Colón.

Los objetivos del estudio apuntan a realizar una caracterización de la infraestructura de movilidad vehicular existente en el área de intervención del Macroproyecto, a analizar los cambios producidos por el proyecto de intervención, en cuanto a la accesibilidad vehicular de la comuna San José y a determinar los cambios en el nivel y distribución geográfica de la contaminación auditiva producida por el tráfico rodado, como consecuencia del proceso de renovación urbana. En los siguientes capítulos se abordan la metodología de investigación, los principales resultados, conclusiones y referencias del estudio.

2. Metodología de investigación

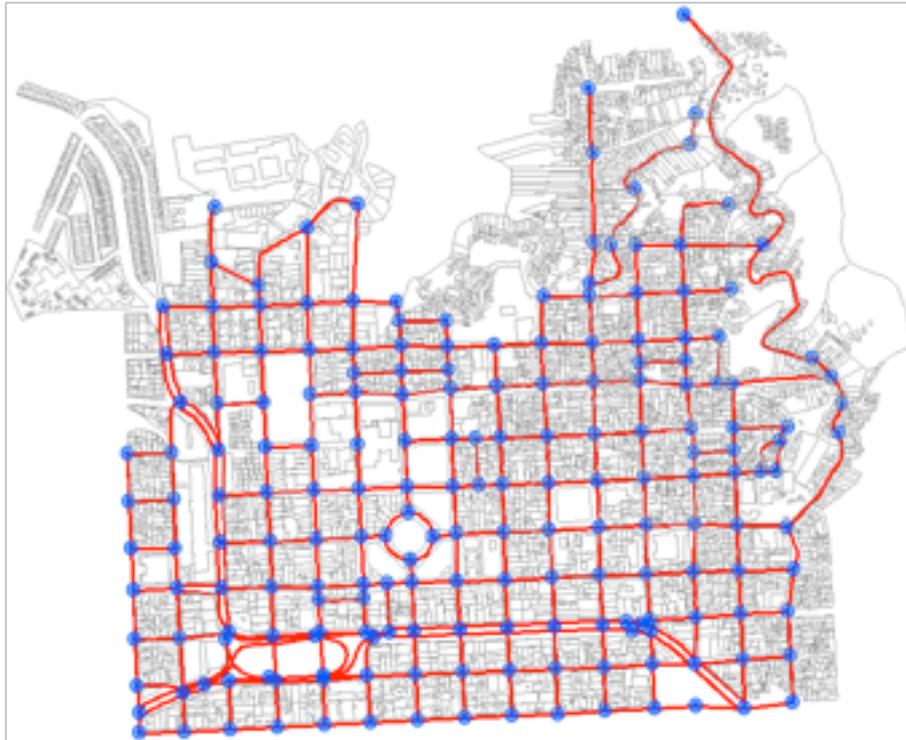
2.1. Generación de los grafos de estudio

El análisis de accesibilidad de un área se realiza a través de la teoría de grafos (PETRUS y SEGUÍ, 1991; CARDOZO et al, 2009), permitiendo, a partir de análisis explicativos de la estructura de la red, la identificación de zonas que presenten menores posibilidades de acceso. En el caso de la comuna San José, el análisis se realizó mediante la construcción de grafos que representan las características y el trazado de las infraestructuras de movilidad tanto para el escenario actual (Ver Figura 1) como para el escenario propuesto en el marco del Macroproyecto de Interés Social Nacional para el Centro Occidente de Colombia (Ver Figura 2). En sus respectivas tablas de atributos almacenan información relacionada con las características físicas de las vías, a través de variables tales como: id del arco, longitud del arco, dirección, nombre del arco, tipo de vía, pendiente, capacidad, velocidad, número de calzadas, ancho promedio de calzada, número de carriles, número de andenes peatonales, ancho promedio de los andenes, número de fachadas, número promedio de pisos por fachada, tiempo de viaje en minutos por arco.

2.2. Cálculo de la accesibilidad vehicular

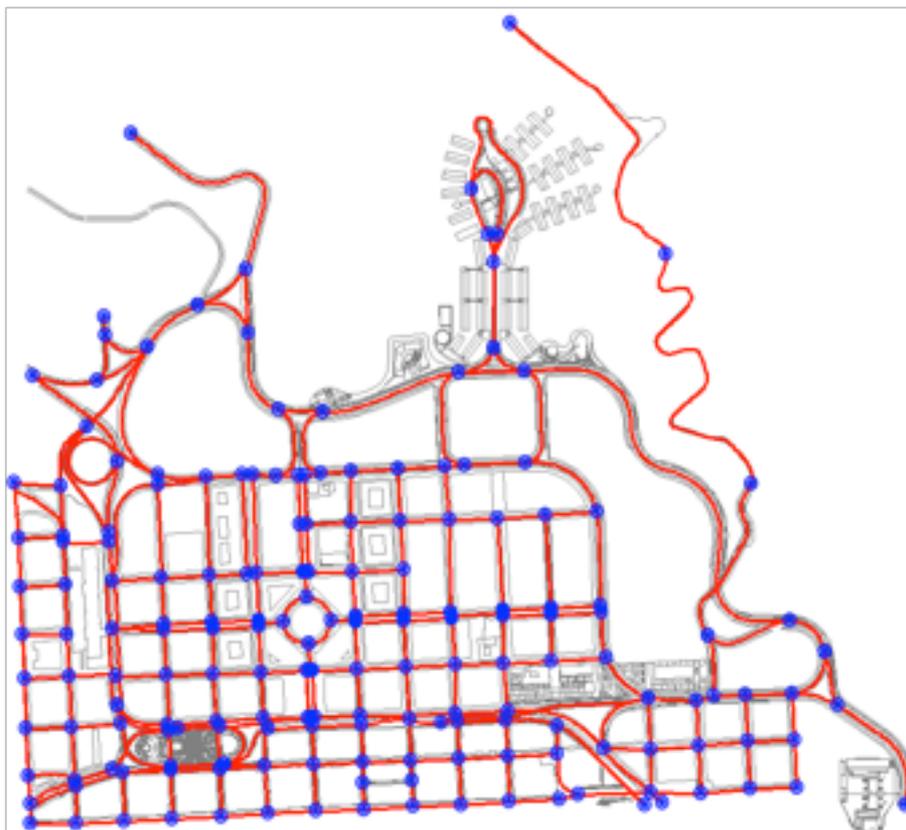
La accesibilidad vehicular permite, a través de la teoría de grafos, evaluar las relaciones que se crean entre los nodos del espacio conectados por la red y medir su influencia sobre la conformación del sistema territorial, evaluando la interacción potencial entre puntos a partir de las características de la red.

Figura 1. Grafo Comuna San José - Escenario actual



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Grafo Comuna San José - Escenario futuro



Fuente: Elaboración propia.

El nivel de accesibilidad se analizó a partir del indicador absoluto de tiempo promedio de viaje (Tvi), el cual mide el tiempo promedio de viaje desde el nodo i hasta los demás nodos de la red. Este indicador tiende a favorecer los puntos ubicados hacia el centro de una red, ya que por su ubicación geográfica, los tiempos de viaje desde dichos nodos a los demás son menores. Para el cálculo de dicho indicador, se utilizó un algoritmo en el software Transcad que permite calcular la menor distancia entre un nodo específico y los demás nodos de la red, conformando una matriz unimodal de distancias. A través de esta matriz y conociendo la velocidad promedio de cada arco, se pudo elaborar la matriz de tiempos mínimos de viaje, la cual minimiza el tiempo de viaje entre todos los nodos de la red. Una vez determinada la matriz de tiempos mínimos de viaje, se genera el vector de tiempo promedio de viaje (Tvi), cuyas entradas se calcularon a través de la ecuación (1).

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

(1)

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.

2.3. Calculo de los niveles de presión sonora

Los niveles de presión sonora son los que se relacionan directamente con la contaminación acústica, la cual, actualmente, se constituye como una problemática fuerte de los sistemas urbanos, cuya principal causa es atribuible al transporte rodado (FHWA, 2004; AUSTRROADS, 2005; RAMÍREZ et al., 2011). La contaminación por ruido - específicamente el relacionado con el tráfico vehicular - se midió a través del nivel de presión sonora continuo equivalente Leq . Este indicador se obtuvo a partir de un método que permite realizar inferencias sobre los niveles de ruido a partir de las características físicas de las vías y del flujo vehicular existente. Dicho método utiliza variables físico-espaciales como el ancho de la calzada y el ancho de los andenes (como un proxy de la distancia entre las fachadas de las edificaciones), lo cual permite definir la región en la que se ubica la fuente de ruido y a qué distancia se encuentran las barreras físicas más cercanas.

Otra de las variables que considera el método, es la tasa de flujo vehicular que presenta el segmento de vía bajo análisis cuyo indicador es la IMH (Intensidad Media Horaria). La última de las variables consideradas en el método es el porcentaje de vehículos pesados, el cual consiste en la relación del número de vehículos pesados con respecto al volumen total de vehículos que transitan en una cierta cantidad de tiempo por un punto dado. Las expresiones matemáticas que definen el modelo se presentan en las ecuaciones (2) y (3).

Tráfico pesado = 4.5% del tráfico total

$$Leq_{4.5\%} = 55 + [10 * \text{Log}_{10}(1.405 * IMH) - 10 * \text{Log}_{10}(d)] \quad (2)$$

Tráfico pesado = 6% del tráfico total

$$Leq_{six} = 55 + [10 * \text{Log}_{10}(1.555 * IMH) - 10 * \text{Log}_{10}(d)] \quad (3)$$

En donde, $Leq_{4.5\%}$ = nivel de presión sonora continuo equivalente para un porcentaje de tráfico pesado igual al 4.5% del tráfico total; Leq_{six} = nivel de presión sonora continuo equivalente para un porcentaje de tráfico pesado igual al 6% del tráfico total; IMH = Intensidad Media Horaria; d = Ancho total de la vía (ancho de calzada + ancho andén derecho + ancho andén izquierdo).

3. Principales resultados

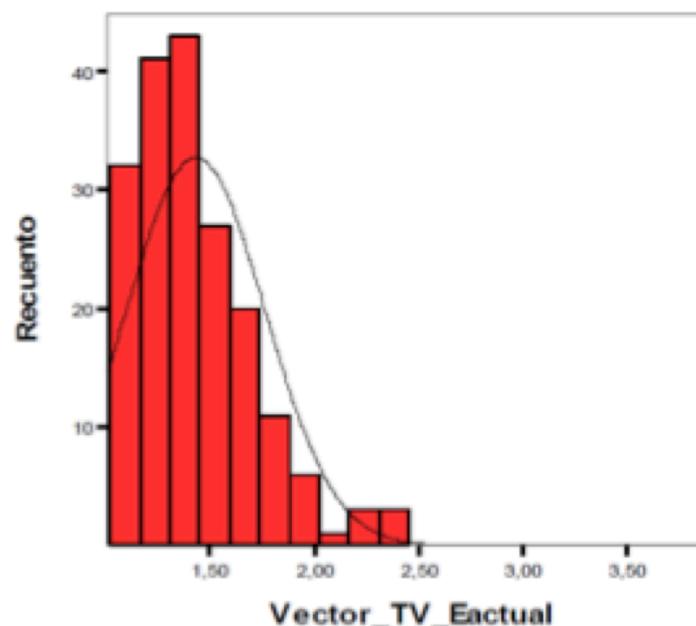
Las isócronas son aquel espacio geométrico virtual conformado por las posiciones alcanzadas por un objeto en un tiempo T_i partiendo desde un punto i en un arreglo radial. En el caso del análisis de accesibilidad, las isócronas representan los minutos empleados por un vehículo dado para llegar, a través de los ejes viales, desde un nodo dado hasta los demás de la red. Antes de definir cuál método de interpolación seleccionar se deben verificar algunos supuestos que las variables deben cumplir (DÍAZ, 2002). El primer supuesto que se debe verificar es la normalidad de los datos, analizando los histogramas y las prueba de normalidad (Ver Figura 3), se puede concluir que los vectores tiempo de viaje para el escenario actual, futuro y diferencia de tiempo de viaje no siguen una distribución normal ($p < 0.05$).

El segundo supuesto a verificar es la estacionaridad del proceso, la cual significa que el

promedio de la magnitud de los datos debe ser constante con respecto a la ubicación geográfica de las mediciones (el valor de los datos no debe aumentar a medida que se avanza en la ubicación espacial). Si se detecta algún tipo de tendencia, se debe aplicar el algoritmo de cálculo a los residuos del modelo.

Figura 3. Pruebas de normalidad – Tiempo de viaje actual

Prueba de Kolmogorov-Smirnov - Tiempo de viaje actual		
N		190
Parámetros normales(a,b)	Media	1,431
	Desviación típica	0,333
Diferencias más extremas	Absoluta	0,109
	Positiva	0,109
	Negativa	-0,104
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,508
Sig. asintót. (bilateral)		0,021
Sig. exacta (bilateral)		0,020
Probabilidad en el punto		0



Fuente: Elaboración propia.

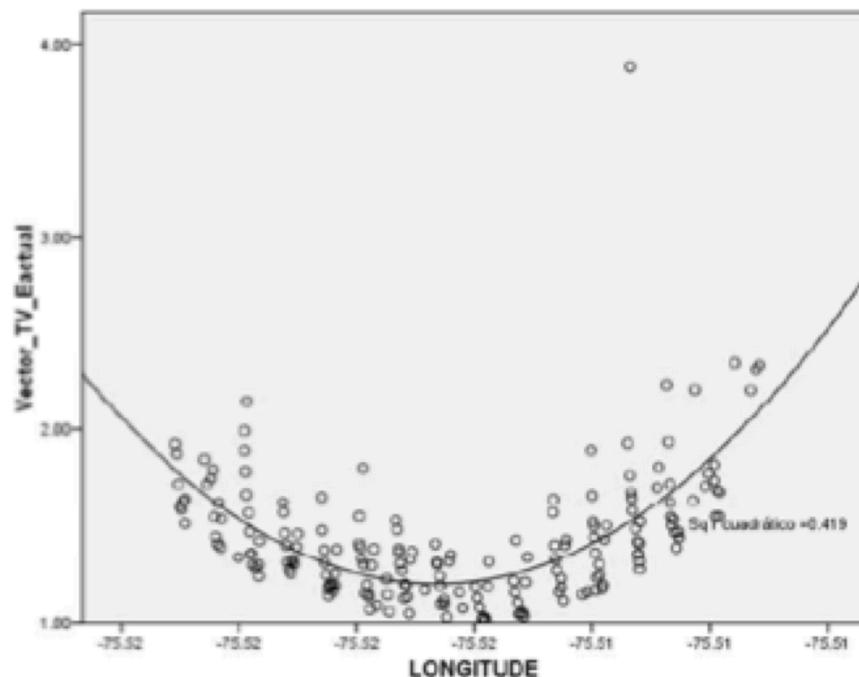
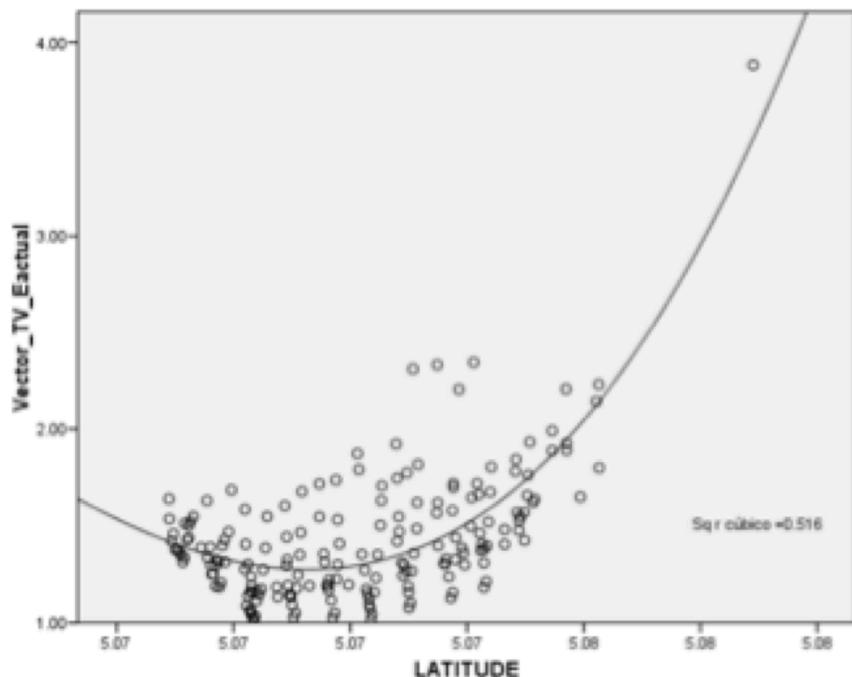
Para verificar este supuesto (estacionaridad) se realizaron gráficos de dispersión de la variable tiempo de viaje, tanto para el escenario actual como para el escenario futuro. En el gráfico del escenario actual, se puede ver que la variable tiempo de viaje, tiene una tendencia cúbica con respecto a la latitud y una tendencia cuadrática con respecto a la longitud.

De igual forma, las regresiones para el escenario futuro presentan tendencias, cuadrática para la latitud y cubica para la longitud (Ver Figura 4). En el caso del vector diferencia de tiempo de viaje, tanto la tendencia para la latitud como para la longitud es lineal. Estos bajos valores de R^2 , permiten suponer una dependencia espacial débil, lo que permite que los algoritmos de interpolación espacial sean utilizados con algunas consideraciones.

Por su parte, el tercer supuesto considera la finitud de la varianza. Es decir, aunque la variabilidad de la variable aumente, esta debe ser finita. Si se cumplen tanto el segundo como el tercer supuesto se considera que la variable posee una estacionaridad fuerte y la aplicación de los métodos de interpolación no presentaría mayores inconvenientes.

Sin embargo, si solo se cumple el segundo supuesto (y este presenta cierta dependencia espacial) se considera la variable como con estacionaridad débil, y aunque los algoritmos se pueden aplicar en este caso, algunas consideraciones adicionales deben ser tenidas en cuenta.

Figura 4. Estacionaridad - Tiempo de viaje actual



Fuente: Elaboración propia.

La variabilidad espacial está relacionada con el cambio de los datos con respecto a la distancia y a la orientación de los mismos. La medida de la varianza, en geoestadística, es la semivarianza, la cual está definida por la ecuación (4).

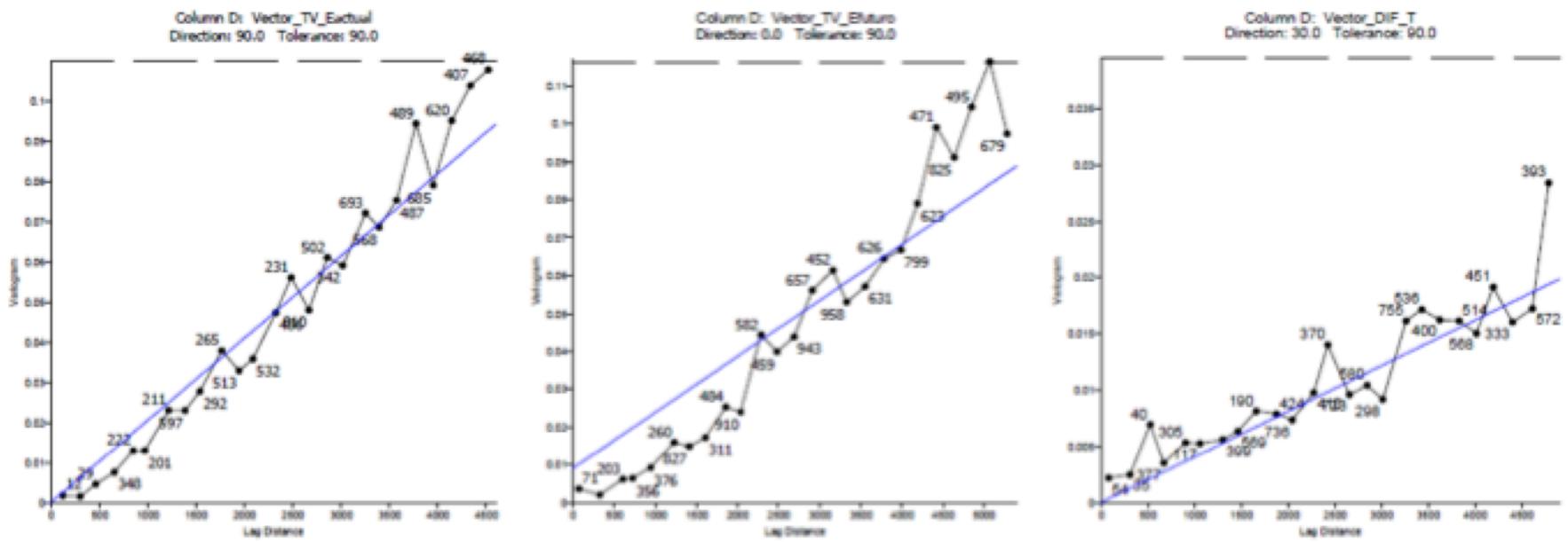
$$\bar{\gamma}(h) = \frac{\sum (Z(x+h) - Z(x))^2}{2n} \quad (4)$$

En dónde; $Z(x)$ = valor de la variable en un sitio x ; $Z(x+h)$ = valor muestral separado del anterior por una distancia h ; n = número de parejas que se encuentran separadas por dicha distancia.

Esta función caracteriza las propiedades de dependencia espacial del proceso y se calcula para varias distancias h (DÍAZ, 2002). A partir de los resultados de esta función se calcula un semivariograma (Ver Figura 5), el cual representa de una manera gráfica la semivarianza de los datos con respecto a las distancias entre pares de observaciones.

Para interpretar el semivariograma experimental se parte del criterio de que a menor distancia entre los puntos mayor similitud o correlación espacial entre las observaciones. Por ello en presencia de auto correlación se espera que para valores de h pequeños el semivariograma experimental tenga magnitudes menores a las que éste toma cuando las distancias h se incrementan (DÍAZ, 2002).

Figura 5. Semivariogramas del vector tiempo de viaje



Fuente: Elaboración propia.

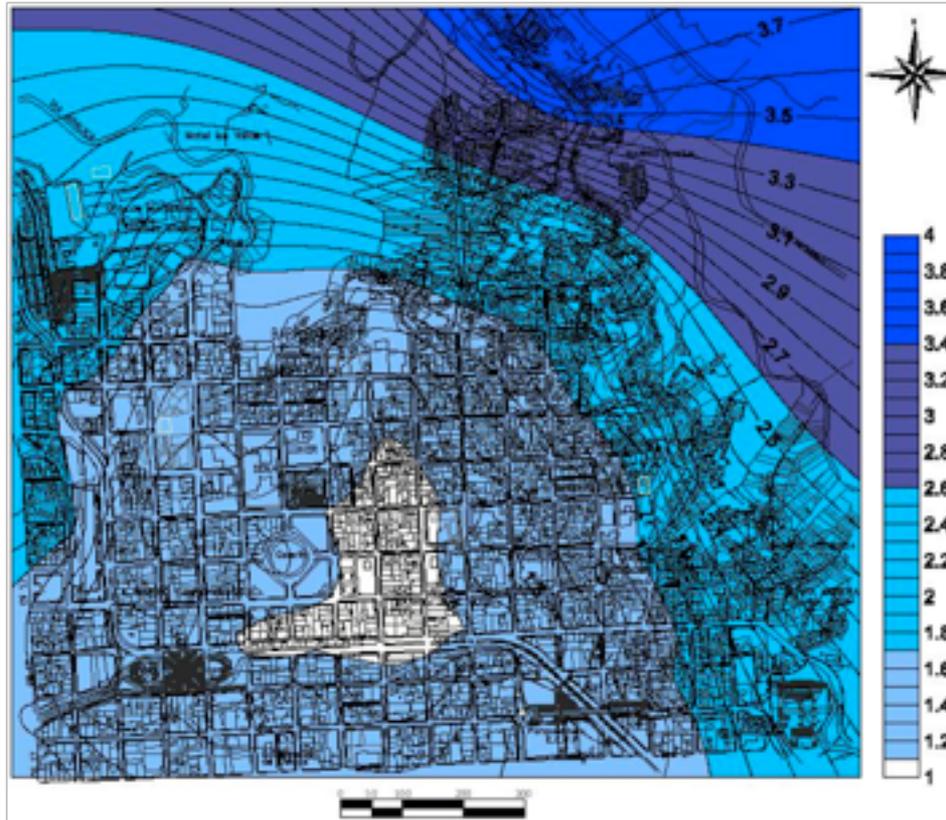
Los resultados para el vector tiempo de viaje en el escenario actual, nos muestran que el comportamiento de la semivarianza de los datos es el adecuado, su pendiente es creciente, lo que significa que a distancias cortas las magnitudes son menores. Este comportamiento es similar al presentado para el vector tiempo de viaje en el escenario futuro y para el vector diferencia de tiempo de viaje.

Aunque el comportamiento de la varianza es el adecuado, se debe considerar estos resultados como provenientes de un semivariograma monómico, en el cual, aunque la varianza es finita, no se alcanza un valor de estabilización de la distribución (sill), ni tampoco se acota el rango de distancias en que se ubican los datos (DÍAZ, 2002). Sin embargo este tipo de semivariogramas puede ser utilizado ya que reemplaza el sill y el rango A por una tasa de crecimiento k . Debido a que los semivariogramas anteriores presentan cambios en la variabilidad espacial al cambiar la orientación entre los pares de datos, se concluye que existen condiciones de anisotropía.

De acuerdo a los semivariogramas obtenidos, se define el método de interpolación más preciso (Radial Basis Function con la opción Thin Plate Spline). Este método de interpolación espacial permite densificar la malla de observaciones (DÍAZ, 2002), refinando las superficies (isócronas) que modelarán la distribución espacial de los tiempos de viaje en el sector de la comuna San José.

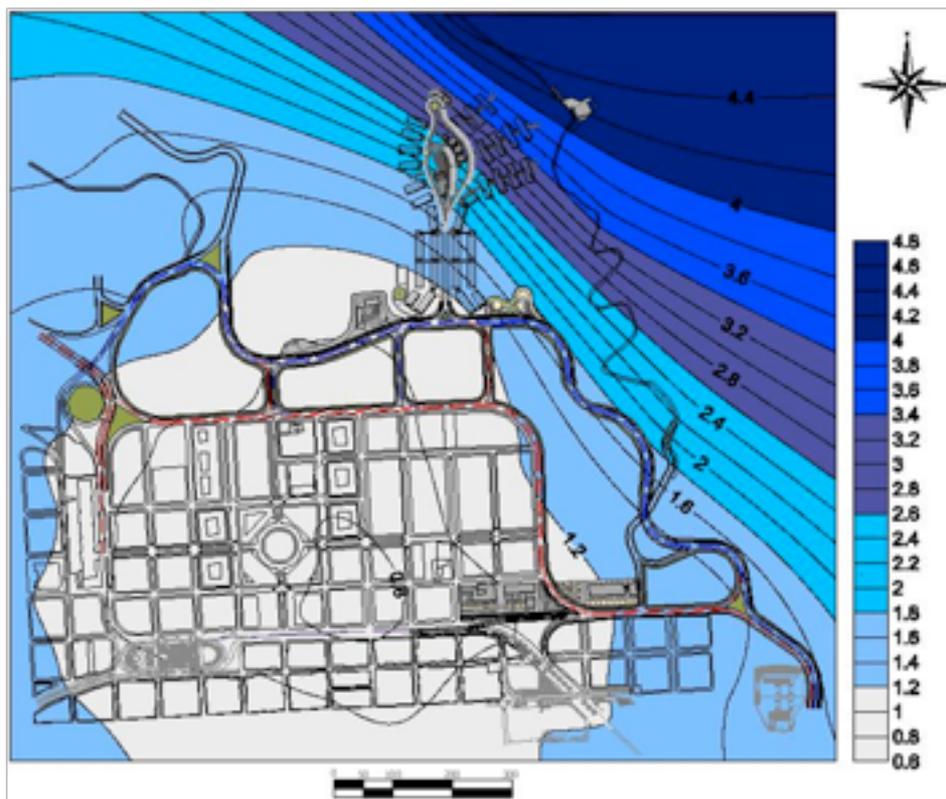
En la Figura 6 se presentan las isócronas calculadas para el escenario actual, en la Figura 7 se observan las curvas isócronas obtenidas para el escenario futuro y en la Figura 8 se observan las curvas gradiente o diferencia entre ambos escenarios estudiados.

Figura 6. Curvas isócronas, escenario actual.



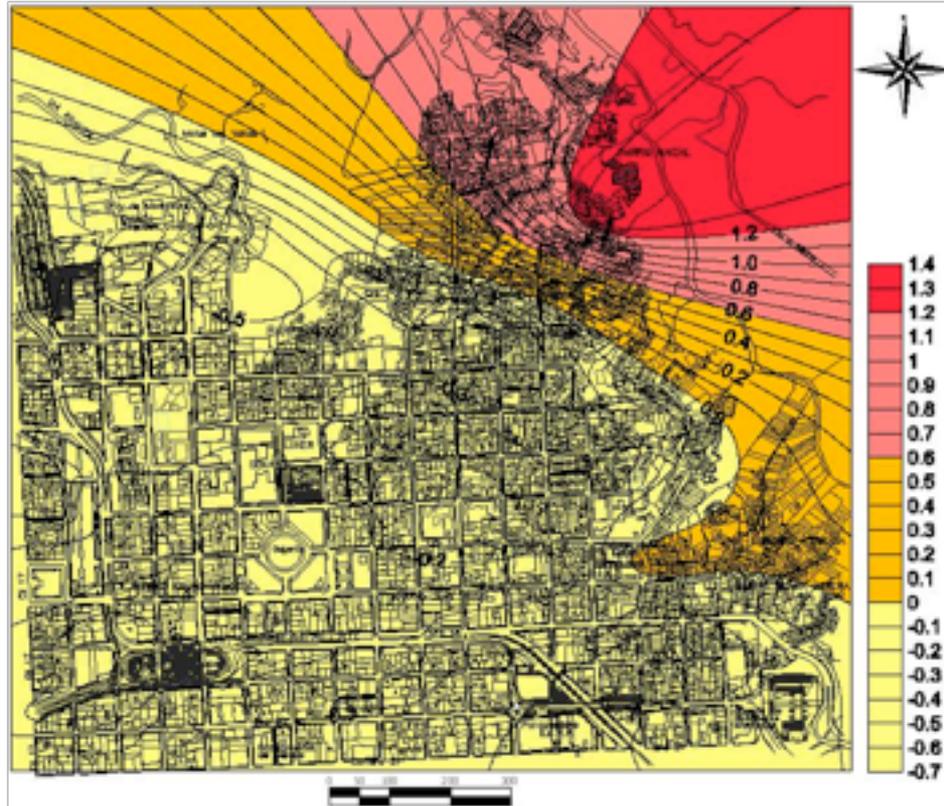
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. Curvas isócronas, escenario futuro.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. Gradiente de Curvas isócronas, comparación entre escenarios.



Fuente: Elaboración propia.

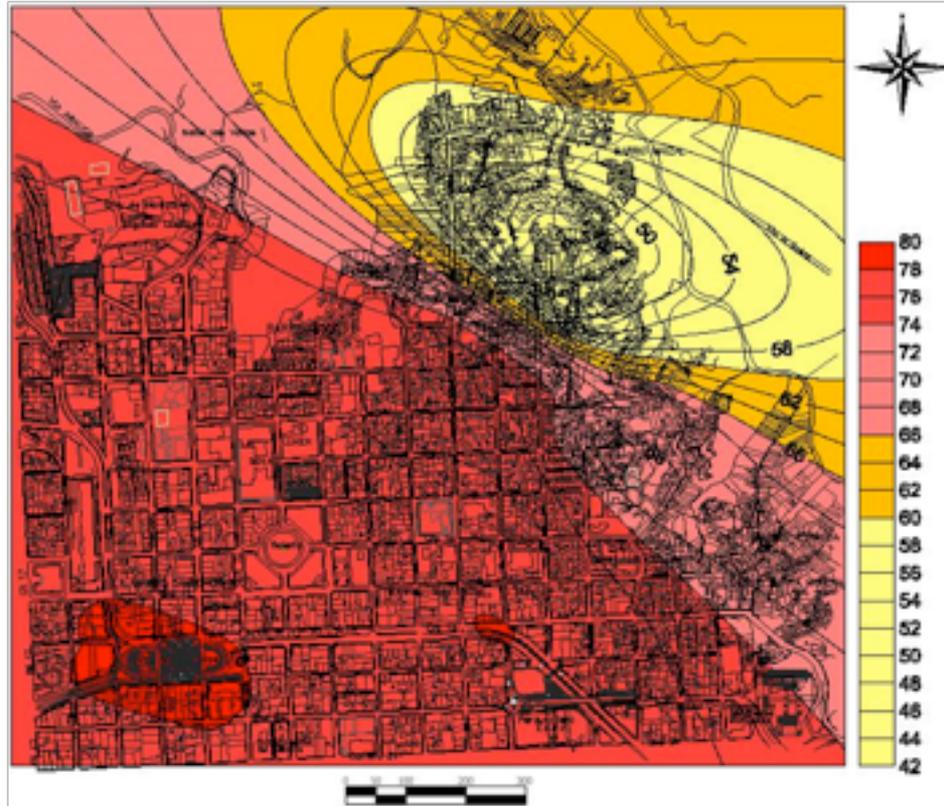
El mayor nivel de accesibilidad se observa en la zona centro de la comuna. La zona occidental tiene una accesibilidad media, mientras que el costado noroccidental de la comuna San José tiene una baja accesibilidad, presentando los mayores tiempos de viaje. La zona central aumenta un poco su nivel de accesibilidad (se reducen los tiempos de viaje) en el escenario futuro.

El costado noroccidental de la comuna San José pierde condiciones de accesibilidad, ya que el nuevo trazado de la avenida Colón elimina las rutas directas entre los puntos, lo que significa un aumento de los tiempos de viaje.

Ahora bien, al igual que con las isócronas de accesibilidad calculadas anteriormente, la Isófona es la representación gráfica de las líneas que unen puntos con la misma intensidad de ruido y los supuestos de normalidad, estacionaridad del proceso y finitud de la varianza deben ser verificados para los vectores de presión sonora equivalente, tanto en el escenario actual como en el futuro. Por otra parte, debido a que los datos de nivel de presión sonora equivalente Leq para cada arco deben ser cargados en Transcad como atributos de los nodos en que los arcos se interceptan, se promedia el valor de la presión sonora de los arcos que a cada nodo confluyen, obteniendo de esta forma valores promedios para todos los nodos de la red.

En la Figura 9 se observan las curvas isófonas para el escenario actual. Se observa que la plaza Alfonso López y el cruce de la avenida Gilberto Alzate Avendaño con la calle 28 hacia el occidente de la ciudad, son las zonas que presentan una mayor intensidad de contaminación por ruido. En estas dos zonas se presentan intensidades de cerca de 80 dB en las horas de máxima intensidad del flujo vehicular. Este valor, aunque está por debajo del propuesto por la OMS para el tráfico rodado (85 dB), supera en cerca de 15 dB el límite de la zona de incomodidad acústica definida por la OMS (65 dB).

Figura 9. Curvas Isófonas - Escenario Actual (Db).

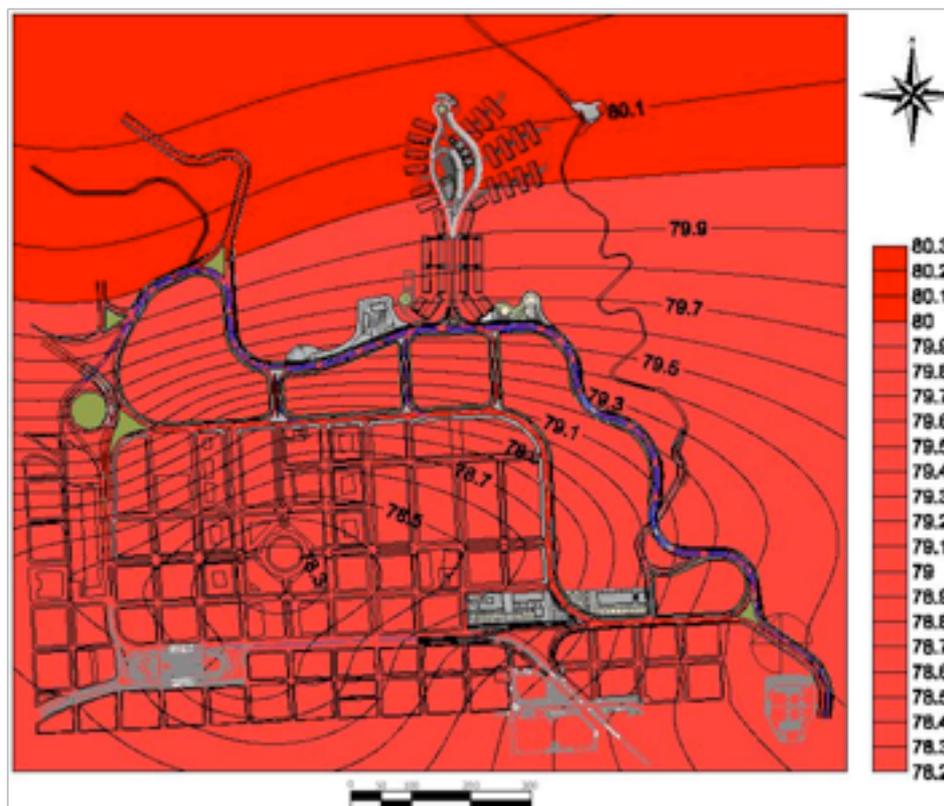


Fuente: Elaboración propia.

En toda la zona de la plaza de mercado, el parque Liborio, el barrio San José y la zona escolar los índices de contaminación auditiva rondan los 74 dB, valor que se encuentra 11 dB por debajo del promedio para el tráfico rodado y 9 dB por encima del límite de la zona de incomodidad acústica para el ser humano.

Para el escenario futuro (post-intervención), se realizó una simulación variando el IMH en deciles de la capacidad vial máxima horaria; en la Figura 10 se observan los resultados obtenidos de curvas isófonas para el escenario futuro, teniendo en cuenta el valor completo del tráfico medio o IMH.

Figura 10. Curvas Isófonas - Escenario Futuro.



Fuente: Elaboración propia.

Con respecto al escenario post intervención, se puede ver que las zonas de mayor contaminación auditiva se desplazaron hacia la ubicación del par vial Avenida Colón. La zona centro de la comuna San José tuvo una notable mejoría en la reducción de sus niveles de ruido,

por el contrario, la contaminación auditiva aumentó en la zona norte debido a la atracción del tráfico vehicular de la avenida Colón. Aunque la nueva distribución de la contaminación auditiva es estacionaria espacialmente, su magnitud depende del flujo vehicular futuro.

4. Conclusiones

La infraestructura que conforma la red vial de la comuna San José, en términos de movilidad vehicular no responde a las necesidades del sector. La obsolescencia progresiva de las vías, el uso indiscriminado del espacio público por parte de los vendedores ambulantes y la falta de especialización de la infraestructura vial, han llevado a que las condiciones de operación de las infraestructuras existentes no satisfagan las necesidades de movilidad vehicular del sector, disminuyendo la velocidad de tráfico, aumentando los tiempos de viaje debido a la congestión generada y aumentando los índices de accidentalidad.

Con respecto al escenario resultante de la intervención, se puede ver que algunas de las características físicas de las vías mejorarán. Así mismo, la construcción del par vial Avenida Colón redundará en una disminución de los volúmenes de tráfico de todas las vías de la comuna San José, al convertirse en el principal corredor atractor de flujo vehicular.

Sin embargo, en términos generales, las condiciones de movilidad vehicular (relacionadas con los tiempos de viaje y la accesibilidad) tendrán solo una leve mejora. La accesibilidad al interior de la zona comercial de la comuna San José, aunque mejora (+1min), no representa una modificación significativa a las condiciones de movilidad existentes. Las zonas periféricas a la plaza de mercado aumentan un poco su nivel de accesibilidad. El costado noroccidental de la comuna San José pierde accesibilidad (-1.5 min), ya que el nuevo trazado de la avenida Colón elimina las rutas directas entre los puntos, lo que conlleva un leve aumento de los tiempos de viajes.

Los resultados de la simulación del flujo vehicular futuro en el sector de la comuna San José, muestran que si el flujo vehicular está cerca del 10% de la capacidad total de las vías, los niveles de ruido alcanzarán los 68 dB en la zona Centro y los 69 dB en la zona Norte, mientras que si se alcanza el 100% de la capacidad vial, la contaminación alcanzará los 78 y 80 dB respectivamente.

Referências

- ALONSO, W. (1964). Location and Land Use. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- AUSTROADS. 2005. Modelling, measuring and mitigating road traffic noise. Project No. TP1085, Sydney. <http://www.austroads.com.au/>.
- BATTY, M. (2009). Accessibility: in search of a unified theory. Environment and Planning B: Planning and Design. Vol. 36, p. 191-194.
- CARDOZO, O., GÓMEZ, E. Y PARRAS, M. Teoría de Grafos y Sistemas de Información Geográfica aplicados al Transporte Público de Pasajeros en Resistencia (Argentina). Revista Transporte y Territorio N°1, Universidad de Buenos Aires, 2009. ISSN: 1852-7175, pp.89-111
- DÍAZ, M. (2002). Geoestadística aplicada. Instituto de Geofísica, UNAM. Instituto de Geofísica y Astronomía, CITMA, Cuba.
- ESCOBAR, D., CADENA, C. y SALAS, A. (2015a), Cobertura Geoespacial de nodos de actividad primaria. Análisis de los aportes a la sostenibilidad urbana mediante un estudio de accesibilidad territorial, doi:10.14508/reia.2015.12.23.13-27, Revista EIA, 12(23), pp.13-27.
- ESCOBAR, D., MARTÍNEZ, S. y MONCADA, C. (2016), Relación entre PM10 y condiciones de Accesibilidad territorial urbana en Manizales (Colombia) 2012 – 2015, doi: 10.4067/S0718-07642016000600027. Inf. Tecnol. [online]. 27(6), pp. 273-284.
- ESCOBAR, D., TAPASCO, O. y GIRALDO, J. (2015b), Medición de Desempeño del Sistema de Transporte Cable Aéreo de la Ciudad de Manizales en Colombia, usando

Tres Enfoques: Analítico, Simulado y de Accesibilidad Urbana, doi:10.4067/S0718-07642015000600020. Inf. Tecnol. [online]. 26(6), pp. 199-210.

FHWA -Federal Highway Administration. 2004. Traffic Noise Model. Version 2.5 Look-up Tables. User's Guide. U.S. Department of Transportation, FHWA-HEP-05-008. Final Report.

FIGUEROA, O. (1991). Les politiques de transports en común dans les villes d'Amérique Latine. Universidad de París XII. Francia.

GEURS, K. & VAN WEE, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. Journal of Transport Geography. Vol.12 (2), p. 127-140.

HALDEN, D., JONES, P. y WIXEY, S., (2005). Accessibility Analysis Literature Review. Working Paper 3, Transport Studies Group – University of Westminster. disponible en: http://home.wmin.ac.uk/transport/download/SAMP_WP3_Accessibility_Modelling.pdf.

HANSEN, W. (1959) How accessibility shapes land use. Journal of the American Institute of Planners 25(2), 73-76.

HUIPING, L. & QIMING, Z. (2010). Developing urban growth predictions from spatial indicators based on multi-temporal images. Computers, Environment and Urban Systems. 29(0), p. 580-594.

IZQUIERDO, R., et al. (1991). Transportes un Enfoque Integral. España.

KOTAVAARA, O.; ANTIKAINEN, H. & RUSANEN, J. (2011). Population change and accessibility by road and rail networks: GIS and statistical approach to Finland 1970–2007. Journal of Transport Geography, Vol. 19(4), p. 926-935.

MACKINNON, D.; PIRIE, G. & GATHER, M. (2008). Transport and economic development. En R. Knowles, J. Shaw, & I. Docherty (Edits.), Transport Geographies: Mobilities, Flows and Spaces p. 10-28. Oxford: Blackwell Publishing.

MANIZALES COMO VAMOS – MCV (2016). Informe de Calidad de Vida Manizales 2016. Manizales, disponible en: http://manizalescomovamos.org/wp-content/uploads/2016/08/ICV_2016-1.pdf.

MARTELLATO, D.; NIJKAMP, P. & REGGIANI, A. (1995). Measurement and Measures of Network Accessibility. TI 5-95-207, Tinbergen Institute, Amsterdam.

MONTEZUMA, R. (2003). Transformación urbana y movilidad: bases para el estudio en América Latina. Programa de Gestión Urbana-UN-HABITAT, Cuaderno de Trabajo N°58, Quito

MORRIS, J.; DUMBLE, P. & WIGAN, M. (1978). Accessibility indicators in transport planning. Transportation Research, A. Vol. 13, p. 91-109.

PETRUS, J. y SEGUÍ, J. (1991). Geografía de Redes y Sistemas de Transporte. Editorial Síntesis. España.

PIRIE, G. (1979). Measuring accessibility: a review and proposal. Environment and Planning A, 11(3), p. 299-312.

RAMÍREZ, A., DOMÍNGUEZ, E. y BORRERO, I. El ruido vehicular urbano y su relación con medidas de restricción del flujo de automóviles. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 35 (135): 143-156, 2011. ISSN 0370-3908.

RIETVELD, P. & NIJKAMP, P. (1993). Transport and regional development. In: J. Polak and A. Heertje, Editors, European Transport Economics, European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Blackwell Publishers, Oxford.

SÁNCHEZ, R. (2008). Una Aproximación A Las Políticas De Movilidad Urbana. UN-ECLAC

VEGA, A. (2011). A multi-modal approach to sustainable accessibility in Galway. Regional Insights. Vol.2(2), p. 15-17.

2. MSc en Medio Ambiente y Desarrollo. Investigador Federación Nacional de cafeteros de Colombia. Email: ysotob@yahoo.es

3. PhD en Proyectos. Director de Extensión e Investigación Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales. Email: jatamayoar@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