

Medida de accesibilidad urbana al patrimonio cultural en Manizales (Colombia)

Urban accessibility measure to cultural heritage in Manizales (Colombia)

Diego Alexander Escobar García^{1*}; Juan Pablo Duque Cañas^{2*}; Jaime Alberto Giraldo García^{3*}

¹ *PbD, Universidad Nacional de Colombia –Sede Manizales, Departamento de Ingeniería Civil, *daescobarga@unal.edu.co*

² *PbD, Universidad Nacional de Colombia –Sede Manizales, Departamento de Arquitectura y Urbanismo, *jpduquec@unal.edu.co*

³ *PbD, Universidad Nacional de Colombia –Sede Manizales, Departamento de Ingeniería Industrial, *jagiraldog@unal.edu.co*

Fecha de recepción del artículo: 12/09/2013 Fecha de aceptación del artículo: 01/11/2013

Resumen

La presente investigación se soporta en la toma de información primaria por un período superior a un año, con equipos GPS (más de 18 millones de datos). Se calculan los tiempos de desplazamiento que deben ser invertidos para alcanzar las edificaciones que integran el conjunto urbano declarado patrimonio cultural de la Nación, así como las coberturas espaciales en términos de población y área. Se aplican técnicas geoestadísticas con el objetivo de encontrar la relación que existe entre la ubicación geográfica de las edificaciones que integran el llamado centro histórico de la ciudad (inmuebles de gran valor patrimonial) y las características operativas ofrecidas por la red de transporte de la ciudad de Manizales, Colombia. Se obtienen resultados gráficos que explican el tiempo que debe ser invertido para llegar a una determinada edificación, así como comparaciones cuantitativas entre los diferentes tipos de inmuebles declarados patrimonio cultural, existentes en la ciudad.

Palabras clave

Accesibilidad, Cobertura espacial, Geoestadística, GPS, Patrimonio Cultural.

Abstract

This research is supported in primary information for a period longer than one year, with GPS devices (more than 18 million records). We calculate the travel times to be invested to reach the buildings that were declared National Cultural Heritage, and the spatial coverage in terms of population and area were calculated too. Geostatistical techniques are applied in order to find the relationship between the geographic location of the cultural heritage (buildings of great historical value) and operational features offered by the transportation network of the city of Manizales (Colombia). Graphical results are obtained that can explain the time that must be invested to reach a certain building and quantitative comparisons between different types of existing Cultural Heritage in the city.

Keywords

Accessibility, Cultural Heritage, Geostatistics, GPS, Spatial coverage.

1. Introducción

La accesibilidad se define como una medida de la facilidad de comunicación entre asentamientos hu-

manos o actividades, usando un determinado modo de transporte. Es posible encontrar diferentes tipos de análisis de accesibilidad, realizados en variadas épocas, los cuales han sido estudiados y analizados bajo la óptica de la planificación territorial regional y urbana y que han permitido abordar criterios relacionados con: sostenibilidad [1, 2, 3], distribución espacial de las actividades económicas [4, 5], *marketing* [6], , cohesión social [7, 8], operatividad de modos de transporte [9, 10], desarrollo económico [11, 12, 13], plusvalía de la tierra y densidad poblacional [14, 15], por citar algunos ejemplos.

De forma general, la accesibilidad es considerada como un importante factor de competitividad de las diferentes regiones [16], encontrando que las poblaciones más accesibles son las que han referido a través del tiempo un mayor éxito económico; es por ello que el mejoramiento de las infraestructuras de transporte se convierte en un elemento clave de desarrollo económico [17]. El análisis de accesibilidad de un territorio se realiza mediante el empleo de la teoría de grafos [18], la cual utiliza el estudio morfométrico de redes (análisis explicativo, lo anterior permite identificar zonas en las que se presenten menores posibilidades de accesibilidad en relación con la ubicación de uno o varios lugares en particular. Este tipo de análisis está siendo cada vez más involucrado en la evaluación de planes y proyectos de infraestructura [19]. Asimismo, en las últimas décadas, se han desarrollado variadas herramientas informáticas que permiten generar análisis espaciales mediante la relación de bases de datos geográficas; dichas herramientas han mejorado las capacidades analíticas de los investigadores, integrando información geográfica de las diferentes actividades urbanas con información referida a las infraestructuras de transporte e información demográfica, socioeconómica, geoespacial, etc.

En esta investigación se hizo uso de un Sistema de Información Geográfica (SIG) que recoge la información de los diferentes nodos de actividad identificados como componentes del patrimonio cultural declarado en la zona urbana del centro histórico de la ciudad de Manizales, en donde, relacionados

con las características operativas de la red de infraestructuras del transporte y con información sociodemográfica, permite un manejo integral de la información para los análisis de cobertura espacial, proporcionando valores más aproximados y realistas sobre la cobertura que la red de infraestructuras de transporte ofrece a la comunidad dada la posición geográfica de los lugares declarados patrimonio cultural y en relación con las variables área, población y número de inmuebles.

Utilizando las capacidades de visualización geoespacial del SIG se produjeron mapas de la distribución geográfica de los inmuebles de valor patrimonial que permitieron la realización de los estudios de cobertura. Existen muchos ejemplos de análisis de cobertura geoespacial, los cuales han sido desarrollados mediante variados desarrollos informáticos y aplicados en diferentes áreas del conocimiento, como por ejemplo en el área de la demografía y crecimiento urbano [20], agricultura y recursos naturales [21, 22, 23]; área de estudios regionales [24]; área de la salud [25]; entre otras.

Luego de la introducción, la sección 2 presenta brevemente la metodología aplicada para los cálculos de accesibilidad y cobertura geoespacial, en la cual se describe la construcción de la base de datos utilizada. La sección 3 muestra los principales resultados obtenidos y, finalmente, la sección 4 aborda las principales conclusiones obtenidas.

2. Metodología

2.1 Actualización y validación de la red de infraestructuras del transporte

Se instalaron equipos GPS en diferentes modos de transporte (automóvil particular, taxi, motocicleta, camión y transporte público urbano), con el fin de almacenar datos de posicionamiento satelital según un intervalo de tiempo predeterminado (un segundo). La red de análisis está compuesta por más de 12000 arcos y más de 9000 nodos. El proceso de validación de la información permitió actualizar las

bases de datos superponiendo los recorridos registrados por los equipos GPS con aerofotografías y planos cartográficos.

2.2 Georeferenciación del patrimonio cultural

A partir de documentos oficiales como el POT de la ciudad, fue posible determinar el conjunto de nodos de actividad clasificados como componentes del patrimonio cultural. Se identificaron un total de 68 lugares en Manizales con dicha clasificación; el 21 % de estos tienen alcance nacional; el 24 % tiene alcance regional; y el 56 % tienen alcance local. Todos los nodos de patrimonio cultural fueron debidamente georeferenciados en el SIG y es a partir de dicha posición desde la cual se realizan los cálculos geoestadísticos.

Los elementos más representativos del patrimonio cultural de la nación colombiana declarados en la ciudad son: antiguo Hotel Europa (carrera 23 #23-37, declarado en el año 2004); Catedral Basílica de Manizales (frente a la Plaza de Bolívar, entre carreras 22 y 23, declarada en el año 1984); Concentración Escolar Juan XXIII (carrera 23 # 34-35, declarado en el año 2005); conjunto de inmuebles de arquitectura republicana del centro histórico (declarado en el año 1996); edificio de la Gobernación de Caldas (frente a la Plaza de Bolívar, entre las carreras 20 y 21, declarado en el año 1984); escuela de Bellas Artes (carrera 21 # 13-02, declarado en el año 1995); estación del ferrocarril (carrera 23 con calle 41, declarado en el año 1996); el Palacio Arzobispal (carrera 23 con calle 19, declarado en el año 1984); la estación del cable aéreo (carrera 23 #65-32, declarado en el año 1996); la Torre de Herveo (parque Antonio Nariño, declarado en el año 1996), entre otros.

2.3 Cálculo de velocidades de operación

Se hace especial énfasis en el análisis de la velocidad de operación dado que esta variable determina el comportamiento general de la red y se convierte en un elemento clave para los cálculos de accesibi-

lidad. La velocidad de operación se determinó para cada arco de la red a partir de los datos de tiempo obtenidos en forma continua por los equipos GPS. Se analizaron tres parámetros: la velocidad de operación por intervalo de tiempo entre dos puntos; la velocidad de operación promedio de un viaje sobre el i -ésimo arco y la velocidad promedio en el arco para un período de tiempo.

2.4 Cálculo de la accesibilidad media integral

Esta se analizó a partir del vector de tiempo medio de viaje (T_{vi}), el cual representa el tiempo promedio de viaje desde un grupo de nodos establecido (nodos de patrimonio cultural, en este caso) hasta los demás nodos de la red. Para el cálculo, se utilizó un algoritmo del SIG que permite calcular la menor impedancia (distancia para esta investigación) entre un grupo de nodos específico y los demás nodos de la red, conformando una matriz unimodal de impedancias.

A través de esta matriz y conociendo la velocidad de operación promedio de cada arco, se elaboró la matriz de tiempos promedios mínimos de viaje, la cual minimiza el tiempo de viaje entre todos los nodos de la red. Conociendo la velocidad de operación promedio de cada arco, se elaboró la matriz de tiempos promedios mínimos de viaje, en la cual se minimiza el tiempo medio de viaje entre todos y cada uno de los nodos que conforman la red en estudio. El vector de tiempo medio de viaje obtenido ($n \times 1$), se relaciona con las coordenadas geográficas (longitud y latitud) de cada uno de los nodos, con el fin de generar una matriz de orden ($n \times 3$), por medio de la cual se generaron las curvas isócronas de tiempo promedio de viaje para el análisis de la accesibilidad media integral.

2.5 Análisis de coberturas

El área urbana de la ciudad de Manizales asciende a 35,1 Km², su población es de 361.422 habitantes (año 2010) y el número de viviendas es de 83.868 unidades. La información de área, población y nú-

mero de viviendas se desagregó en 115 barrios que conforman la ciudad. Mediante el uso del GIS, se relacionaron las curvas de tiempos medios de viaje obtenidas para cada modo de transporte con la información demográfica. Lo anterior, permitió realizar estimaciones de qué porcentaje de la población, del área y del número de viviendas, se encuentra cubierto por una determinada curva isócrona.

3. Resultados y análisis

Dentro de los requerimientos especiales se incluye la presentación de tablas, figuras, ecuaciones, referencias, unidades, abreviaturas y acrónimos.

En la Figura 1 se observan las curvas de tiempos medios óptimos e ideales de viaje que representan los tiempos que deben ser invertidos para alcanzar los nodos de actividad patrimonio cultural.

Se observa un amplio sector de la ciudad cubierto por la curva de 0 a 5 minutos; la curva se expande a lo largo del eje estructurante de movilidad oriente – occidente y viceversa, conformado por canales de movilidad primarios, indicando que desde dichos sectores, es posible alcanzar un nodo de actividad de tipo cultural si se invierten hasta 5 minutos de tiempo medio de viaje. Se observa que el sector noroccidente de la ciudad, es el que refiere la necesidad de invertir más tiempo medio de viaje para alcanzar un nodo de actividad patrimonio cultural, aproximadamente 25 minutos, indicando la ausencia de nodos de esta categoría. Prácticamente, el resto de la zona urbana de la ciudad puede alcanzar un nodo patrimonio cultural en tiempos medios de viaje menores a 10 minutos.

Los análisis de cobertura de las variables área, población y número de viviendas, permiten estable-

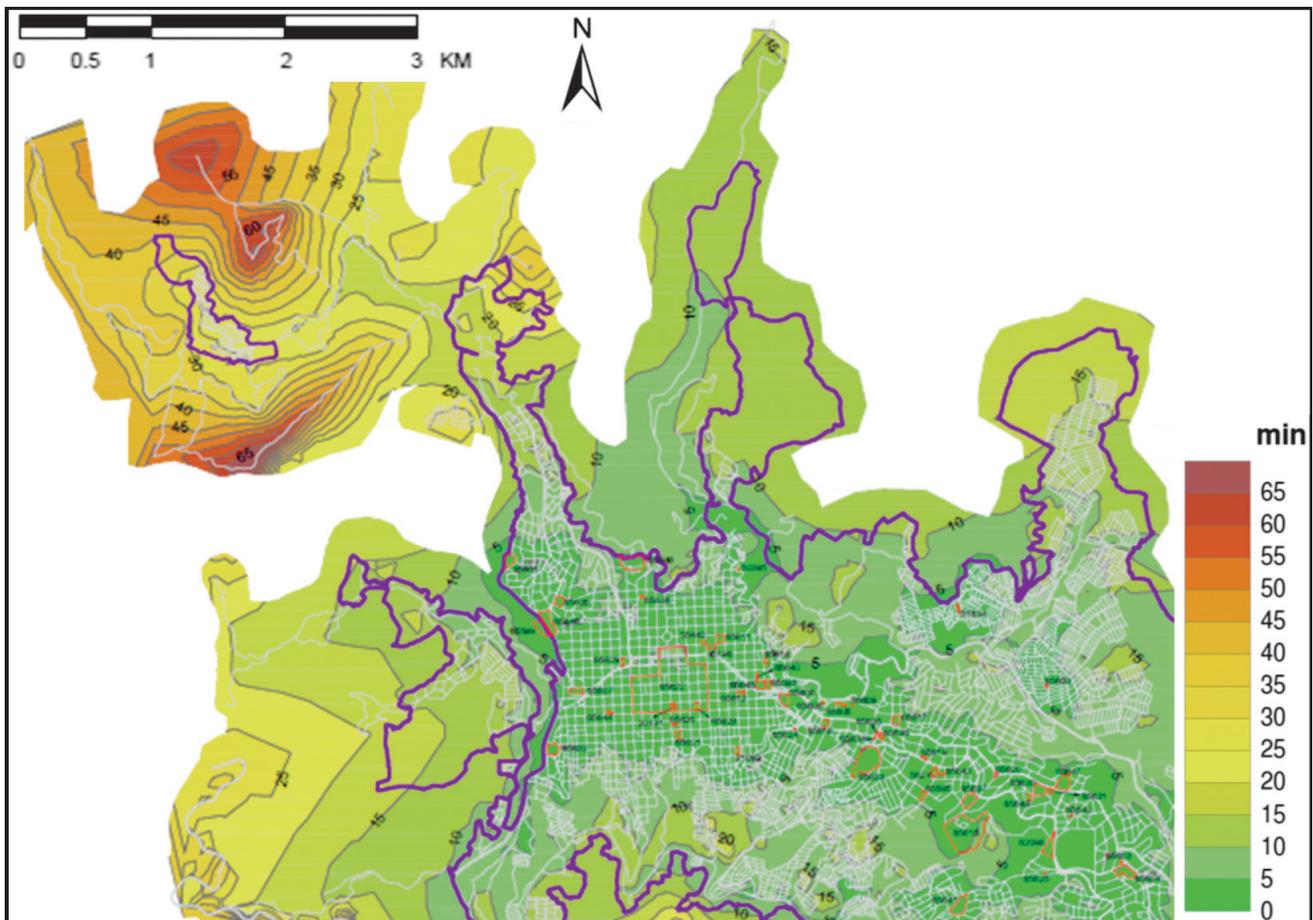


Figura 1. Tiempos medios óptimos e ideales de viaje hacia los nodos de actividad cultural.

cer conclusiones respecto a los sectores donde se concentra dicha actividad en relación con las características operativas de la red vial. En la Figura 2 se observa la distribución de los porcentajes de cobertura de las variables área, población y número de viviendas cubiertas, según el tiempo medio de viaje.

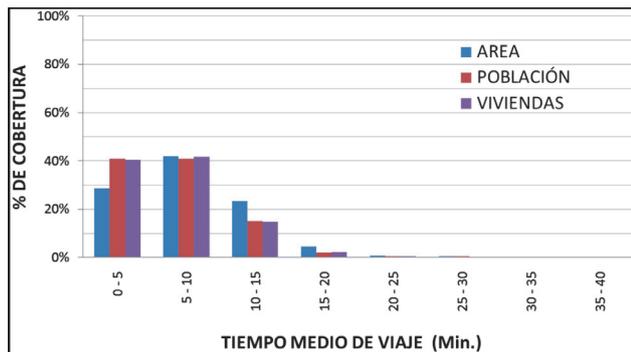


Figura 2. Distribuciones de los porcentajes de área, población y número de viviendas cubiertas por las curvas de tiempos medios óptimos e ideales de viaje para los nodos de actividad de tipo cultural.

Se obtuvo que el 29 % del área, el 41 % de la población y el 40 % del número de viviendas de la ciudad alcanzarían un nodo de actividad de tipo patrimonio cultural si se invierten entre 0 y 5 minutos de tiempo medio de viaje, valores de cobertura mayores a los encontrados para otros nodos de actividad como administrativo y universitario. Se encontró que la mayor cobertura se da para tiempos medios óptimos e ideales de viaje de entre 5 y 10 minutos, con valores de cobertura de aproximadamente el 40 % en cada variable.

4. Conclusiones

La realización de este tipo de análisis permite diagnosticar la cobertura que se tendría de cierto nodo de actividad en diferentes tiempos medios óptimos e ideales de viaje o de capacidad de respuesta, lo cual lleva al análisis de las diferentes áreas que adolecen de la ausencia de un cierto nodo de actividad.

Observando los resultados gráficos obtenidos, se concluye que es el sector noroccidental de la ciudad el cual refiere unas características de accesibilidad más deficientes respecto a la ubicación geográfica del patrimonio cultural de la ciudad; asimismo, se observa que es sobre el eje estructurador de la ciudad sobre el cual se presentan coberturas con menores tiempos medios de viaje. Igualmente, se concluye que es preocupante que en el mencionado sector noroccidental es donde, precisamente, se encuentra la mayor y más significativa cantidad de inmuebles considerados patrimonio nacional, haciendo de éste un factor que puede contribuir en el incremento de las deficiencias para su reconocimiento. Esta situación deberá considerarse para implementar las acciones necesarias para cumplir con lo establecido por la Ley 1185 del 2008 y el Decreto 763 de 2009 de la República de Colombia, actos legislativos que establecen la obligatoriedad de implementar planes especiales de manejo y protección en los cuales se determinen diagnósticamente las posibles situaciones de riesgo de los inmuebles declarados como patrimonio local o nacional.

Es posible concluir que dadas las características de operación de la red vial actual, los sitios declarados patrimonio cultural en la ciudad de Manizales, pueden ser alcanzados en un 100 % de cobertura de las variables área, población y número de viviendas si se invierten aproximadamente hasta 25 minutos de tiempo medio de viaje. Asimismo, se concluye que desde los sitios declarados patrimonio cultural de la ciudad de Manizales hay una cobertura superior al 90 % de las tres variables analizadas para tiempos medios óptimos e ideales de viaje de hasta 15 minutos.

Es necesaria la actualización periódica de la información con el fin de establecer la necesidad o no de algún nodo de actividad en particular. Mediante la metodología abordada en esta investigación fue posible una actualización minuciosa de la red de infraestructuras del transporte de la ciudad de Manizales, lo cual demuestra las inmensas ventajas de combinar el uso de GIS con tecnologías de monitoreo satelital (GPS).

Se resalta que los datos de velocidad de operación usados para el cálculo de las curvas isócronas son datos reales y no asumidos como en la gran mayoría de análisis de accesibilidad.

Es la primera vez que se realizan este tipo de estudios en nuestra ciudad, teniendo que las herramientas GIS proporcionan una interface gráfica que permite realizar análisis de accesibilidad, siendo esta una práctica que ha ganado popularidad últimamente y la cual puede ser usada también para conocer los cambios de accesibilidad dado el desarrollo de las infraestructuras para el transporte.

Se concluye que este tipo de análisis es un apoyo técnico que muestra un panorama general de las condiciones de accesibilidad de un territorio, que en cualquier momento puede apoyar la toma de decisiones respecto a modificaciones que se deseen realizar a la red vial o a los sistemas de transporte que lo usan y, sobre todo, para establecer en qué áreas de la ciudad se deben aunar esfuerzos para ofrecer una mejor accesibilidad y aumentar la calidad de vida de los habitantes, todo esto relacionado con los diferentes usos del suelo y nodos de actividad presentes en un área urbana.

Referencias

1. Cheng, J., Bertolini, L. and Clercq, F. (2007) Measuring Sustainable Accessibility. Transportation research Board: Journal of the Transportation Research Board, 2017, 16-25.
2. Vega, A. (2011) A multi-modal approach to sustainable accessibility in Galway. Regional Insights, 2(2), 15-17.
3. Escobar, D., García, F. i Cadena, C. (2013) Political determinants and impact analysis of using a cable system as a complement to an urban transport system. Proceedings of 1st International Conference on Innovation and Sustainability – ICOIS 2013. Redesigning Relationships for Government, Business and Community. Kuala Lumpur (Malaysia).
4. Krugman, P. (1991) Increasing returns and economic geography. Journal of Political Economy, 99(3), 483–499.
5. Fujita, M., Krugman, P. i Venables, A. (1999) The Spatial Economy. Cities, Regions and International Trade. MA: MIT Press, Cambridge.
6. Geurs, K., & Ritsema van Eck, J. (2001). Accessibility Measures: Review and Applications. Evaluation of Accessibility Impacts of Land-use Transport Scenarios, and Related Social and Economic Impacts. Consultado el 04 de agosto de 2011, En: <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/408505006.pdf>
7. Schürman, C., Spiekermann, K. i Wegener, M. (1999) Accessibility indicators. Berichte aus dem Institut für Raumplanung, 39, IRPUD, Dortmund.
8. López, E., Gutierrez, J. i Gómez, G. (2008) Measuring regional cohesion effects of large-scale transport infrastructure investment: an accessibility approach. European Planning Studies, 16(2), 277–301.
9. Geurs, K. i Van Wee, B. (2004) Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. Journal of Transport Geography, 12 (2), 127-140.
10. Escobar, D. i García, F. (2012) Territorial Accessibility Analysis as a Key Variable for Diagnosis of Urban Mobility: A Case Study Manizales (Colombia). Procedia - Social and Behavioral Sciences. 48(0), 1385-1394.
11. Rietveld P. i Nijkamp P. (1993) Transport and regional development. En: J. Polak and A. Heertje, Editors, European Transport Economics, European Conference of Ministers of Transport (ECMT), Blackwell Publishers, Oxford.
12. Vickerman, R., Spiekermann, K. i Wegener, M. (1999) Accessibility and economic development in Europe. Regional Studies, 33, 1-15.
13. MacKinnon, D., Pirie, G. i Gather, M. (2008) Transport and economic development. En R. Knowles, J. Shaw, & I. Docherty (Edits.), Transport Geographies: Mobilities, Flows and Spaces, Blackwell Publishers, Oxford.
14. Alonso, W. (1964) Location and Land Use. MA: Harvard University Press, Cambridge.
15. Kotavaara, O., Antikainen, H. i Rusanen, J. (2011) Population change and accessibility

- by road and rail networks: GIS and statistical approach to Finland 1970–2007. *Journal of Transport Geography*, 19(4), 926-935.
16. Biehl, D. (1991) The role of infrastructure in regional development. *Infrastructure and Regional Development*, Pion Editors.
 17. Holl, A. (2007) Twenty years of accessibility improvements. The case of the Spanish motorway building programme. *Journal of Transport Geography*, 15 (4), 286-297.
 18. Petrus, J. i Segui, J. (1991) *Geografía de Redes y Sistemas de Transporte*. Editorial Síntesis, Madrid.
 19. Gutierrez, J., Condeco-Melhorado, A. i Martín, J. (2010) Using Accessibility indicators and GIS to assess spatial spillovers of transport infrastructure investment. *Journal of Transport Geography*, 18, 141-152.
 20. Huiping, L. i Qiming, Z. (2010) Developing urban growth predictions from spatial indicators based on multi-temporal images. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29, 580-594.
 21. Gellrich, M. i Zimmermann, N. (2007) Investigating the regional-scale pattern of agricultural land abandonment in the Swiss mountains: A spatial statistical modelling approach. *Landscape and Urban Planning*, 79, 65-76.
 22. Tassinari, P., Carfagna, E., Benni, S. i Torregiani, D. (2008) Wide-area spatial analysis: A firts methodological contribution for the study of changes in the rural built environment. *Biosystems Engineering*, 100, 435-447.
 23. Arcidiacono, C. (2010) A model to manage crop-shelter spatial development by multi-temporal coverage analysis and spatial indicators. *Biosystems Engineering*, 107, 107-122.
 24. Straatemeier, T. (2008) How to plan for regional accessibility?. *Transport Policy*, 127-137.
 25. Hernandez, J., Rodriguez, M., Rodriguez, N., Santos, R., Morales, E., Cruz, C., y otros (2002) Cobertura geográfica del sistema mexicano de salud y análisis espacial de la utilización de hospitales generales de la Secretaria de salud en 1998. *Salud pública de México*, 44 (6), 519-532.