

ANÁLISIS DE RED URBANA DEL CENTRO HISTÓRICO DE LA CIUDAD DE HERMOSILLO, SONORA, MÉXICO

Urban Network Analysis of the Historic Center of Hermosillo, Sonora, Mexico

EPISTEMUS

ISSN: 2007-8196 (electrónico)

ISSN: 2007-4530 (impresa)

Gerardo Ramírez Uribe ¹
 Jesús Fernando García Arvizú ²
 Arturo Ojeda De La Cruz ³
 Jesús Quintana Pacheco ⁴
 José Refugio Silvestre Ortiz ⁵

Recibido: 28/10/2020

Aceptado: 17/12/2020

Publicado: 25/05/2021

DOI: <https://doi.org/10.36790/epistemus.v14i28.103>

Autor de Correspondencia:

Dr. Gerardo Ramírez Uribe

Correo: guribe@industrial.uson.mx

Resumen

Este artículo presenta un estudio sobre la morfología de la ciudad mediante un análisis de la red urbana de la misma, esta, se realiza con una herramienta Urban Network Analysis (UNA), esta, calcula tres tipos de medidas de redes urbanas: alcance, intermediación y cercanía, el análisis de alcance, capta cuantos edificios circundantes alcanza cada edificio dentro de un radio dado de búsqueda, intermediación, cuenta el número de peatones potenciales que tiene cada edificio, y cercanía, indica lo contiguo que un edificio se encuentra a todos los demás edificios circundantes dentro de una distancia dada. El objetivo del artículo es analizar el espacio público dentro de una red urbana. El aporte principal de UNA es mostrar el comportamiento que tiene la estructura urbana en temas de conectividad, intermediación, cercanía dentro de su entorno y con los habitantes del ámbito de estudio.

Palabras clave: análisis de red urbana, medidas de centralidad, sistemas de información geográfica, urbanismo, morfología urbana..

Abstract

This article presents a study on the morphology of the city through an analysis of the urban network of the same, this, is carried out with an Urban Network Analysis (UNA) tool, this, calculates three types of measurements of urban networks: reach, intermediation and proximity, the scope analysis, captures how many surrounding buildings each building reaches within a given search radius, intermediation, counts the number of potential pedestrians that each building has, and proximity, indicates how contiguous a building is to all the other surrounding buildings within a given distance. The aim of the article is to analyze the public space within an urban network. UNA's main contribution is to show the behavior of the urban structure in terms of connectivity, intermediation, proximity within its environment and with the inhabitants of the study area.

Keywords: urban network analysis, centrality measures, geographic information systems, urban planning, urban morphology.

¹ Universidad de Sonora, Correo: gerardo.ramirez@unison.mx

² Universidad de Sonora, Correo: fernando.garcia@unison.mx

³ Universidad de Sonora, Correo: arturo.ojeda@unison.mx

⁴ Universidad de Sonora, Correo: jesus.quintana@unison.mx

⁵ Universidad de Sonora, Correo: jose.silvestre@unison.mx

INTRODUCCIÓN

En contraste con el papel de los planificadores urbanos como técnicos que trabajan de forma independiente, el modelo de planificación comunicativa representa el papel social y político del planificador [1], para ayudar a la labor de los planificadores públicos y privados, el rango de aplicaciones de los sistemas de información geográfica (SIG) se puede ampliar en gran medida mediante la adición de algunas capacidades de análisis de datos [2]. Técnicas más potentes de análisis de datos son realmente necesarias para apoyar a las actividades intensivas en conocimiento, como la planificación urbana [3].

Herramientas como el análisis de la red urbana, utilizadas por Hu, en su estudio, "Planificación de la red del sistema de logística subterránea urbana con diseño de eje y radio: enfoque de dos fases basado en grupos", en donde, el propósito de este estudio es proponer un método eficaz de modelado y optimización para la planificación de una red del sistema de logística subterránea hub-and-radio en una región urbana. [4].

La herramienta Urban Network Analysis (UNA) incorpora tres características importantes que la hacen particularmente adecuada para el análisis espacial en redes de calles urbanas.

City Lab Form (CLF) ha probado recientemente la herramienta UNA utilizando los datos obtenidos de los estudios de campo detallados en dos sitios comparativos dentro del distrito de Bugis en Singapur, en el cual, se encontró mayor actividad peatonal en Albert Market, Bugis Street y Bugis Junction - principales destino de compras en la zona. También hay un pico de actividad cerca de la Arab Street y Haji Lane, ambas calles históricas, alineadas casi continuamente con tiendas de mayor tradición. También

se encontró que los restaurantes, vendedores ambulantes, y bares están agrupados cerca de los minoristas, así, como también, los caminos peatonales que les llevan. La concentración más alta se encuentra entre Albert Market y el Food Center. En otros análisis se encontró que las personas que visitan la zona de compras, pasan por 86 negocios antes de llegar a su destino, 58 de los cuales son minoristas, 20 lugares para comer, 8 oficinas, y 3 de servicios. Se realizaron análisis de alcance, análisis gravitacional, análisis de intermediación, cercanía y rectitud, estos análisis se llevaron a cabo con una accesibilidad de rango de 600 metros a pie alrededor de los lugares de estudio [5].

El análisis de alcance capta cuántos edificios circundantes alcanza cada edificio dentro de un Radio dado de búsqueda sobre la red [6]. Presentado por primera vez por Hansen, la medida de intermediación puede ser usado para cuantificar el número de peatones potenciales que tiene cada edificio. Para los activistas, la centralidad de intermediación describe el estado de la persona activa y la capacidad de controlar los recursos [7]. Cuanto mayor sea el intermedio, más personas activas estarán asociadas, y es uno de los indicadores más importantes para describir la capacidad de las fuentes puente en la red [8]. La intermediación de los nodos está relacionada positivamente con el grado del nodo. Cuando el grado es pequeño, la intermediación de los nodos tiene una amplia distribución. Algunos nodos con grado pequeño pueden tener una gran intermediación [9]. La configuración de las calles entre los edificios determina las condiciones de adyacencia y proximidad entre los habitantes de un área y sus espacios públicos [10]. Estos fenómenos incluyen patrones de movimiento, sensibilidad y la interacción; densidad, uso de la tierra y el valor de la tierra; el crecimiento urbano y la diferenciación social [11].



En la fase más reciente de la actividad de planificación urbana, se están desarrollando directrices sobre ciudades inteligentes dentro de Perspektive München y formarán un marco para la realización concreta de todos los proyectos de ciudades inteligentes dentro de las fronteras de la ciudad. Actualmente, se están llevando a cabo proyectos en tres distritos de la ciudad, que involucran diferentes áreas de servicio de ciudades inteligentes. Estas distinciones ilustran las limitaciones prácticas de un enfoque holístico para la transformación de ciudades inteligentes [12].

Los espacios públicos cualquiera puede usarlos, pero los gobiernos controlan cómo se pueden usar. Los ejemplos de espacios públicos incluyen carreteras, plazas públicas, parques, playas, bibliotecas públicas e Internet. Estos espacios se pueden usar por una variedad de razones, como dar a las personas un lugar para reunirse y participar en la libertad de expresión. Los gobiernos no pueden evitar la aplicación de un control social sobre el uso de los espacios públicos, y sus limitaciones a menudo generan controversias [13].

El objetivo del presente artículo es el de analizar el espacio público del Centro Histórico de Hermosillo como base para la construcción de una red urbana, observar el comportamiento que tiene la morfología urbana con la densidad de población del ámbito de estudio, aplicando el análisis de la red urbana.

1.1 Sobre el ámbito de estudio.

Hermosillo es una ciudad en constante crecimiento y los que habitan en ella están acostumbrados a sus nuevas características y a aceptar los problemas del modernismo, la ciudad crece hacia la periferia mientras en el centro permanecen los problemas simples, como los estacionamientos en los alrededores del mercado municipal, los comerciantes ocupan los lugares de los estacionamientos, mientras, los clientes no encuentran de ellos.

El desarrollo urbano basado en los fraccionamientos continua desde los ochenta hasta la actualidad, mientras los restos de los barrios, como en el viejo casco histórico de

la ciudad van pasando al sector de servicios en un amplio abanico de presentaciones de avenidas principales [14].

En la Figura 1 se muestra la localización geográfica de los ámbitos de estudio en la ciudad de Hermosillo, Sonora.



Figura 1. Localización del Centro Histórico de Hermosillo, Sonora, México.

1.2 Densidad de Población.

La evaluación de la morfología urbana en términos espaciales es crucial para la política urbana, mientras que las métricas del paisaje son clave para una comprensión integral de los diferentes patrones de desarrollo urbano [15].

A medida que aumenta la población, aumenta la demanda de construcción de viviendas. De ahí que los gobiernos formulen las diferentes políticas para atender las necesidades habitacionales [16]. Las poblaciones pueden tener una mejor comprensión de cómo trabajar en planes y políticas para ayudar a los habitantes de una manera correcta [17]. Los atributos del entorno construido de la densidad de población y proximidad a centros de actividad se identifican como características principales de una ciudad compacta. [18].

De hecho, debido al rápido crecimiento de las ciudades en las últimas décadas, ha avanzado el crecimiento disperso en terrenos no urbanizados alrededor de las ciudades y áreas metropolitanas, o expansión urbana [19]. El crecimiento requiere un urbanismo con un conocimiento profundo de las preferencias de hábitos y su comportamiento para mejorar la calidad de vida de las personas. [20]. El urbanismo integrado permitiría a los residentes acceder a todos los elementos importantes de su vida diaria, desde lugares de trabajo hasta visitas a parques y viajes escolares, en distancias cortas y accesibles a pie [21].

En la Figura 2, se muestra la densidad de población del Centro Histórico de Hermosillo, por manzana, cabe mencionar que en este ámbito de estudio se percibe poca población, esto debido a que las edificaciones tienen un uso de suelo comercial, la mayor parte de la población se concentra al norte y al sur del Centro Histórico de Hermosillo.



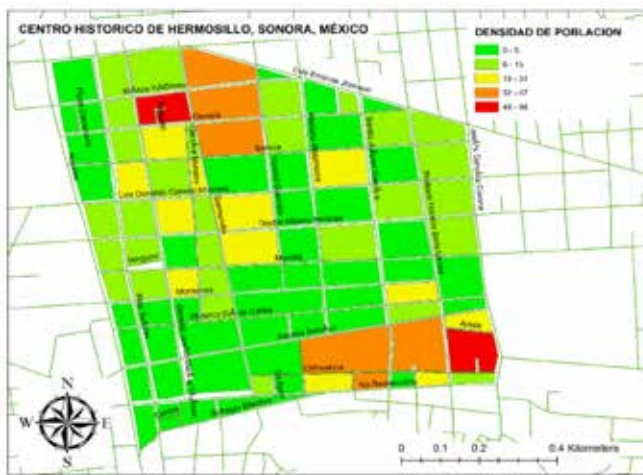


Figura 2. Densidad de población por manzana del Centro Histórico de Hermosillo.

METODOLOGÍA

2.1. Medidas de centralidad en la red urbana.

Las medidas de centralidad otorgan la oportunidad de analizar la morfología urbana y los indicadores, a continuación, se describe cada una de ellas.

2.1.1 Alcance.

El análisis de alcance capta cuantos edificios circundantes alcanza cada edificio dentro de un radio dado de búsqueda.

La medida de alcance, está dado por, $R^r[i]$, del edificio i en un grafo G , describe el número de edificios en G que están al alcance de i por el camino de la distancia más corta de la mayoría de las r , está definido por la Ecuación 1:

Ecuación 1. Rango del Edificio

$$R^r[i] = |\{j \in G - \{i\} : d[i, j] \leq r\}|$$



Donde:

$d[i, j]$: es la distancia del camino más corto entre los nodos i y j en G , $|S|$ es la cardinalidad de S . si los nodos en G se han calculado, el alcance se ha definido por la Ecuación 2:

Ecuación 2. Medida de Alcance

$$\text{Alcance } [i]^r = \sum_{j \in G - \{i\} : d[i, j] \leq r} W[j]$$

Donde $W[j]$ es el peso del nodo j . La Figura 3 muestra como el alcance es calculado visualmente. Una flecha se traza a partir de cada edificio en todas las direcciones en la red hasta que la calle radio límite r es el alcance. El índice de alcance corresponde al número de destinos j (representado por pequeños puntos) que se encuentran con los radios en la red de las calles.

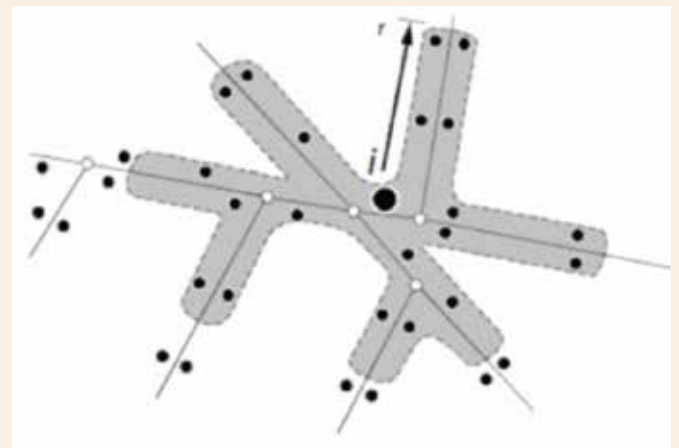


Figura 3. La ilustración muestra la medida de alcance.

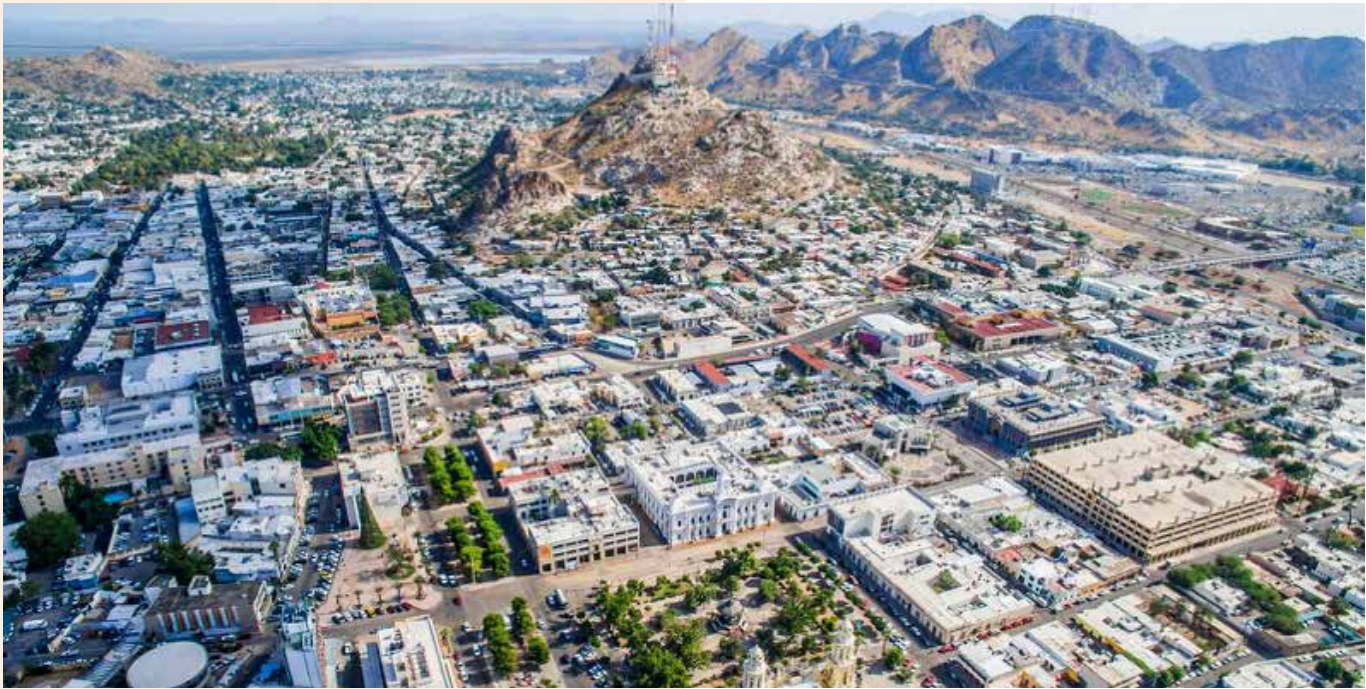
2.1.2. Intermediación.

La medida de intermediación es típicamente usada para estimar el potencial de peatones entre distintos edificios de la red. Si el análisis se pondera por atributos Peso Nodo, entonces intermediación puede capturar el potencial de los transeúntes de ese grupo demográfico en particular edificio. Si uno o más de esos caminos se encuentran entre dos nodos, como suele ser el caso en una cuadrícula rectangular en las calles. La medida intermediación se define por la Ecuación 3:

Ecuación 3. Medida de Intermediación

$$\text{Intermediación } [i]^r = \sum_{J, k \in G - \{i\} : d[i, j] \leq r} \frac{n_{jk}[i]}{n_{jk}} \cdot W[j]$$

Donde $\text{Intermediación } [i]^r$, es la intermediación del edificio i dentro del radio de búsqueda r ; $n_{jk}[i]$ es el número de caminos más cortos desde el nodo j hasta el nodo k pasando por el nodo i , y n_{jk} es el número total de caminos más cortos desde j hasta k . La intermediación del edificio



i es procesado considerando todos los valores de los edificios j,k dentro de las distancias r para cada uno de ellos, es no es procesado, esto es porque no se ha considerado ningún viaje entre dos edificios, si no, solamente el radio r. Si se conocen los edificios j,k dentro de r para cada uno, y el camino más corto desde j hasta k (o k hasta j), que pasan por el edificio i, entonces, j y k se confirman como la distancia r desde i.

2.1.3 Cercanía.

El indicador de cercanía, indica lo contiguo que un edificio se encuentra a todos los demás edificios circundantes dentro de una distancia dada. Esta medida se define por la Ecuación 4:

Ecuación 4. Medida de Cercanía

$$\text{Cercanía } [i]r = \frac{1}{\sum_{j \in G - \{i\}: d[i,j] \leq r} (d[i,j] w[j])}$$

2.2. Etapas del cálculo.

El procedimiento para el cálculo de cualquiera de las tres métricas de centralidad (alcance, intermediación o cercanía) mediante la herramienta UNA, se encuentra estructurada en cinco etapas (Figura 4). Primeramente, la creación de una tabla con información de densidad de población adjunta a la capa de las manzanas a analizarse. El segundo paso, se selecciona las medidas de centralidad que se desea calcular. El tercer paso, se especifican los pesos, los atributos de construcción de peso se recuperan del archivo de puntos de entrada para que se puedan usar como parte de los cálculos de centralidad. En cuarto

paso, el cálculo de centralidad se ejecuta para calcular todas las métricas especificadas. Finalmente, en el paso 6, los resultados del análisis se visualizan en el entorno de ArcMap.



Figura 4. Procedimiento para el cálculo de las medidas de centralidad

2.3 Funcionamiento de UNA en Arcgis.

Las funciones principales de los SIG como cualquier sistema de información son básicamente tres: ingreso de



datos, análisis y salidas de información. Para efectos de esta tesis indicaremos las funciones relativas al análisis de información [22]. En Figura 5 se muestra la caja de herramientas de UNA para Arcgis.

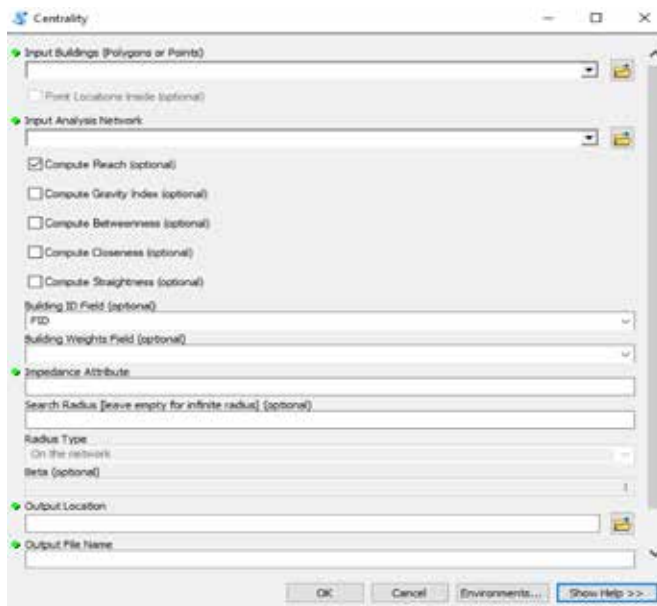


Figura 5. Caja de Herramientas UNA en Arcgis.

RESULTADOS

La caja de herramientas de análisis de redes urbanas se puede utilizar para calcular la red urbana de edificaciones: alcance, intermediación y cercanía. A continuación, se muestran los resultados de cada uno de ellos en los ámbitos de estudio.

3.1 Alcance.

El resultado del análisis se observa que las edificaciones en color rojo tienen mayor alcance que las edificaciones en color verde. En el análisis se observa que el 90% de las manzanas tienen un alto alcance en el Centro Histórico de Hermosillo, a excepción, de las manzanas ubicadas entre Luis Encinas, Sonora y Garmendia, Vicente Guerrero, y la ubicadas entre No Relección, Serdán y Jesús García Corona, Mariano Abasolo, cabe mencionar, que este ámbito de

estudio tiene un alto uso comercial, actualmente, existen 1391 comercios, la variación del indicador de alcance por manzana se muestra en la Figura 6.

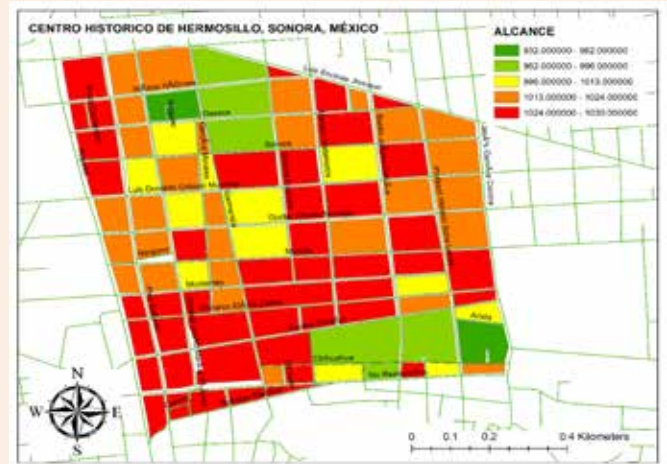


Figura 6. Indicador de alcance por manzana para el Centro Histórico de Hermosillo.

3.2 Intermediación.

Para el análisis de intermediación en el Centro Histórico de Hermosillo, arrojo resultados de que el 65% de las manzanas tienen edificaciones con intermediación baja, al contrario de las manzanas ubicadas en Garmendia y Dr. Alberto Noriega, como también las manzanas localizadas en Aquiles Serdán, Garmendia, Benito Juárez y No Relección tienen una intermediación alta, se observa que las manzanas con mayor intermediación son las que contienen edificaciones con casa habitación, a mayor intermediación, mayor cantidad de peatones captan las manzanas, las edificaciones de este ámbito estudio tienen un mayor uso comercial, como se muestra en la Figura 7.

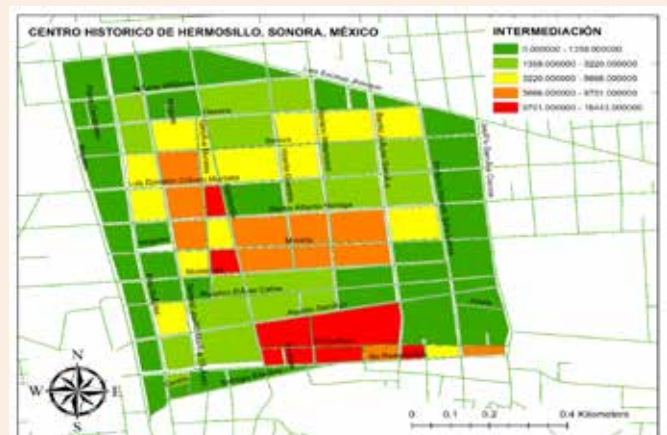


Figura 7. Indicador de intermediación por manzana para Centro Histórico de Hermosillo.

1.3 Cercanía.

El resultado del análisis se observa que las edificaciones en color verde tienen menor cercanía que las edifica-

ciones en color rojo. En la Figura 8 se muestra que el 65% de las manzanas localizadas en el Centro Histórico de Hermosillo tienen una cercanía alta.

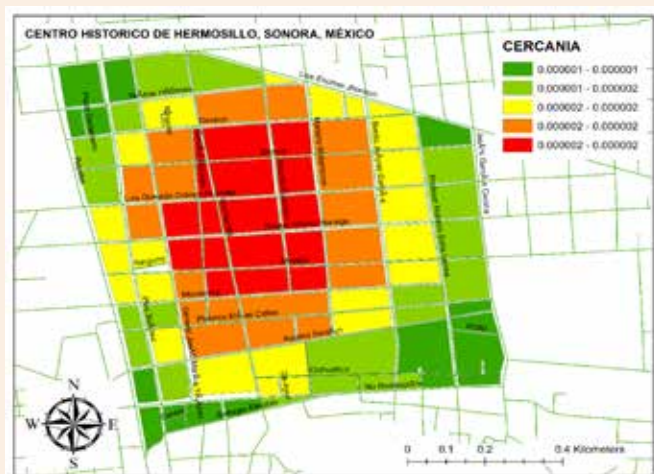


Figura 8. Indicador de cercanía por manzana para el Centro Histórico de Hermosillo.

CONCLUSIONES

No se encontró evidencia de que el nivel de conexión de la red urbana basado en el alcance se mantiene en equilibrio en el ámbito de estudio, esto debido posiblemente a que las colonias que presentan comercio tanto variado como cotidiano no tienen un alcance alto para las edificaciones de las manzanas con esta característica, a diferencia a las colonias que en su mayor parte contienen edificaciones con viviendas utilizadas para casa habitación, contrariamente a los resultados arrojados por la medida de intermediación, todos los ámbitos de estudio presentan valores bajos para este indicador, estos resultados no reflejan lo que se observa en la realidad en el Centro Histórico de Hermosillo, posiblemente porque la población que frecuenta este ámbito pertenece a las demás colonias de la ciudad, también se observó manzanas con alto valores de esta medida en los ámbitos de estudio se encuentra localizados geográficamente en el centro del mismo. La medida de centralidad de cercanía se observa que los niveles altos de este indicador empiezan en el centro de cada una de las colonias analizadas y disminuyen a medida que se van alejando del punto inicial.

El estudio utiliza datos morfológicos urbanos para explorar el resultado del conocimiento, y el patrón de red de colonias emblemáticas de la ciudad de Hermosillo, Sonora, también, proporciona una nueva fuente de datos y un canal para la investigación de redes urbanas en la ciudad.

BIBLIOGRAFÍA

[1] S. Sen, K. Umamoto, A. Koh, V. Zambonelli, "Diversity and social justice in planning education: a synthesis of topics, pedagogical approaches, and educational goals in planning syllabi", *Journal of Planning Education and Research*, 2017, Vol. 37 No. 3, pp. 347-358.

[2] L.G. Anselin, "Spatial statistical analysis and geographical information systems". In: Fischer M.M., Nijkamp P (Eds.) *Geographic information systems, spatial modelling, and policy evaluation*. Berlin, Springer, 1993, pp. 35-49.

[3] D. Malerba, "Mining Census and Geographic Data in Urban Planning Environments", *Universita degli Studi di Bari*, 2003, pp. 1-5.

[4] W. Hu, J. Dong, B. Hwang, R. Ren, Z. Chen, "Network planning of urban underground logistics system with hub-and-spoke layout: two phase cluster-based approach", *Engineering, Construction and Architectural Management*, 2020, Vol. 27 No. 8, pp. 2079-2105.

[5] A. Sevtsuk, "Mapping the elastic public realm", *City Form Lab*, 2014, pp. 3-21.

[6] A. Sevtsuk, "Capturing Urban Intensity", *City Form Lab*, 2010, pp. 1-11.

[7] W. Hansen, "How Accessibility Shapes Land Use". *Journal of the American Planning Association*, Vol. 25, 1959, pp. 73-76.

[8] H. Yu, X. Cao, Z. Liu, Y. Li, Y. "Identifying key nodes based on improved structural holes in complex networks", *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 2017, Vol. 486, pp. 318-327.

[9] Q.C. Xu, Z. Su, Z.J. Xu, D.F. Fang, B. Han, "Analysis to reveal evolution and topological features of a real mobile social network", *Peer-To-Peer Networking and Applications*, 2017, Vol. 10 No. 6, pp. 1344-1353.

[10] B. Hillier, "The Social Logic of Space", Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

[11] B. Hillier, "Space is the Machine", Cambridge: Cambridge University Press, 1996, pp. 9-12.

[12] O. Gassmann, J. Böhm, M. Palmié, "Smart City Lighthouse Projects", *Smart Cities*, Emerald Publishing Limited, 2019, pp. 67-151.

[13] K. Leigh, "Social Control and the Politics of Public Spaces", Rabe-Hemp, C.E. and Lind, N.S. (Ed.) *Political Authority, Social Control and Public Policy*, Emerald Publishing Limited, 2019, Vol. 31, pp. 95-108.

[14] J. Uribe, "Hermosillo Siglo XX", *Publicaciones La Diligencia*, 2018, Vol. 2, pp. 96-101.

[15] S. Ronchi, S. Salata, A. Arcidiacono, "An indicator of urban morphology for landscape planning in Lombardy (Italy)", *Management of Environmental Quality*, 2018, Vol. 29 No. 4, pp. 623-642.

[16] S. Ghaedrahmati, M. Zarghamfard, "Housing policy and demographic changes: the case of Iran", *International Journal of Housing Markets and Analysis*, 2020, <https://doi.org/10.1108/IJHMA-06-2019-0064>

[17] M. Janssen, H. van der Voort, A. Wahyudi, "Factors influencing big data decision-making quality", *Journal of Business Research*, 2017, Vol. 70, pp. 338-345.

[18] K. Ewedairo, P. Chhetri, F. Jie, "Estimating transportation network impedance to last-mile delivery: A Case Study of Maribyrnong City in Melbourne", *The International Journal of Logistics Management*, 2018, Vol. 29, No. 1, pp. 110-130.

[19] M. Paydar, E. Rahimi, "Determination of urban sprawl's indicators toward sustainable urban development", *Smart and Sustainable Built Environment*, 2018, Vol. 7 No. 3/4, pp. 293-308.

[20] J.C. Castillo, E. Goicochea, M. Chong, M. Rodriguez, "Inmegacity characterization: trends and realities", *Management Research*, 2019, Vol. 17 No. 2, pp. 187-204.

[21] F. Wiedmann, Y. Wang, "Investigating integrated urbanism in Chinese edge cities: the case of Yizhuang Development Area", *Open House International*, 2020, Vol. 45 No. 1/2, pp. 23-38.

[22] A. Moreno, "Sistemas y análisis de la información geográfica: manual de autoaprendizaje con ArcGIS". Madrid: Ra-Ma, 2005.