

Análisis de la conectividad urbana de la ciudad de Hermosillo, Sonora

Urban connectivity analysis in the city of Hermosillo, Sonora

EPISTEMUS

ISSN: 2007-8196 (electrónico)

G. Ramírez-Uribe ¹
 J. F. García Arvizú ²
 A. Ojeda De La Cruz ³
 J. Quintana Pacheco ⁴
 I. Miranda Pasos ⁵

Recibido: 30 / 08 / 2022

Aceptado: 03 / 01 / 2023

Publicado: 26 / 01 / 2023

DOI: <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.247>

Autor de Correspondencia:

Gerardo Ramírez Uribe

Correo: gerardo.ramirez@unison.mx

Resumen

El presente estudio es de tipo no experimental, transversal y descriptivo y tiene como objetivo explicar la relación existente entre la morfología urbana de la ciudad y los ejes viales que la componen, mediante un análisis de sintaxis espacial implementando la herramienta Depthmax. Entre los primeros resultados se destaca que los ejes viales con mayor conectividad se encuentran ubicados en el norte, centro y suroeste de la ciudad; los ejes viales con mayor integración y profundidad se localizan al norte; y los de mayor elección en el centro. Para finalizar, se concluye que mediante la sintaxis espacial es factible analizar las posibles aperturas de zonas verdes; que, gracias a la configuración espacial, la primordial pauta de movilidad de los sujetos, permite realizar modificaciones de peatonización en ámbitos de interés.

Palabras clave: sintaxis espacial, morfología urbana, red urbana.

Abstract

The present study is of a non-experimental, cross-sectional and descriptive type and aims to explain the relationship between the urban morphology of the city and the road axes that compose it, through a spatial syntax analysis implementing the Depthmax tool. Among the first results, it stands out that the road axes with the greatest connectivity are located in the north, center and southwest of the city; the road axes with greater integration and depth are located to the north; and those of greater choice in the center. Finally, it is concluded that through the spatial syntax it is feasible to analyze the possible openings of green areas; which, thanks to the spatial configuration, the main pattern of mobility of the subjects, allows modifications of pedestrianization in areas of interest.

Keywords: spatial syntax, urban morphology, urban network. Incl.

¹ PhD, Departamento de Ingeniería Civil y Minas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, gerardo.ramirez@unison.mx, <https://orcid.org/0000-0001-7036-764X>

² MA, Departamento de Ingeniería Civil y Minas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, fernando.garcia@unison.mx, <https://orcid.org/0000-0001-6543-7017>

³ PhD, Departamento de Ingeniería Civil y Minas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, arturo.ojeda@unison.mx, <https://orcid.org/0000-0002-4513-514X>

⁴ PhD, Departamento de Ingeniería Civil y Minas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, jesus.quintana@unison.mx, <https://orcid.org/0000-0003-1797-6213>

⁵ PhD, Departamento de Ingeniería Civil y Minas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, israel.miranda@unison.mx, <https://orcid.org/0000-0002-0525-9789>

INTRODUCCIÓN

El presente estudio está basado en el desarrollado por Hillier, el cual, en la década de 1970 inició investigaciones sobre la sintaxis espacial, la cual consiste en un enfoque basado en la ciencia. La investigación que utiliza el enfoque de sintaxis espacial ha demostrado que: patrones de movimiento están poderosamente influidos por disposición espacial y patrones de seguridad e inseguridad se ven afectados por el diseño espacial; esta relación da forma a la evolución de los centros y subcentros que hace agradable la ciudad. La sintaxis espacial busca establecer relaciones entre esta composición espacial y características urbanas como el movimiento de personas y vehículos, el valor de la tierra, y la ubicación del comercio (Martínez, 2017). Existen herramientas para el análisis de la sintaxis espacial, entre las que sobresale Depthmapx, esta es una aplicación de software multi-plataforma que realiza un análisis de la red espacial diseñada para entender los procesos sociales en el entorno construido. 'DepthmapX' se basa en el original Depthmap que fue desarrollado por Tasos Varoudis del grupo espacial de la University College London (UCL) (Depthmapx, 2015).

Empíricamente, esta dicotomía entre barreras y permeabilidades se compone tanto de obstáculos al movimiento peatonal (edificios, jardines, piscinas, diferencias de nivel, etc.) como a un sistema de espacio abierto a través del cual se puede realizar dicho movimiento. El sistema de espacios abiertos se puede descomponer analíticamente en espacios convexos y espacios axiales (Holanda, 2002), que afectan la forma en que las personas perciben espacialmente el mundo circundante, un factor que se considera esencial para los movimientos.

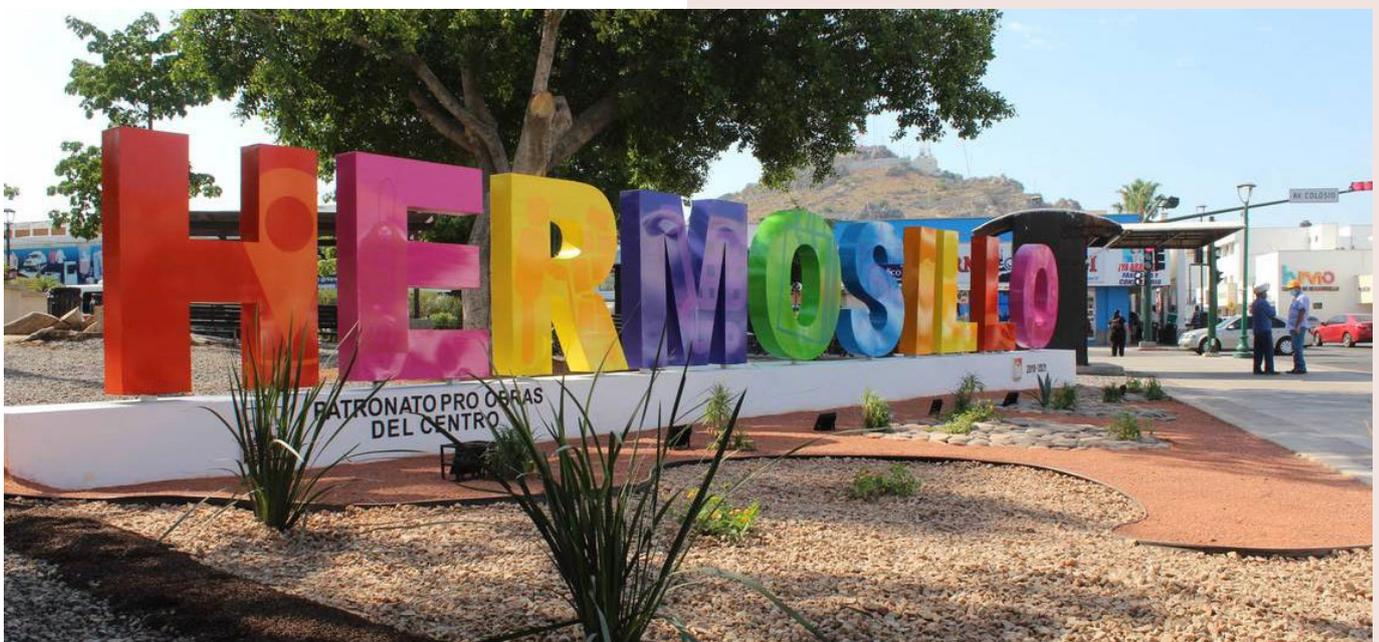
El desarrollo espacial de las áreas urbanas afecta las características del paisaje, así como la percepción estética de las personas. Específicamente, el sprawl da como

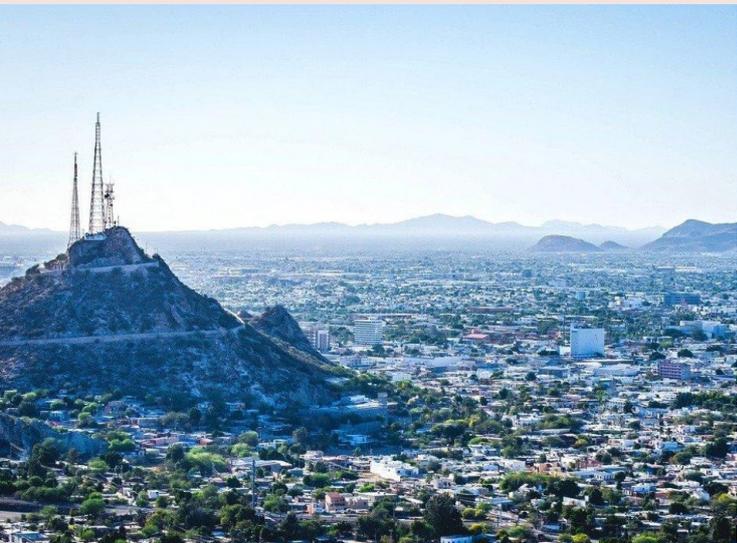
resultado una morfología urbana que es diametralmente opuesta al modelo de ciudad compacta y que asume varios tipos de patrones (Ronchi, 2018).

Planteamiento del problema

Hermosillo es una ciudad en constante crecimiento y los habitantes están acostumbrados a sus nuevas características y aceptar los problemas de su modernismo, se observa la vieja ciudad con las imágenes de lo nuevo, de lo contrastante. La ciudad crece hacia la periferia mientras en el centro se quedan los conflictos; tales como, el estacionamiento en los alrededores del Mercado Municipal, el debate, los comerciantes ocupan los lugares de estacionamiento mientras los clientes. La historia de Hermosillo en la segunda mitad del siglo pasado, son muchas historias dispersas por la ciudad. Posteriormente, el esquema del urbanismo cerrado interpretado como una propuesta de la posmodernidad basadas sus comunicaciones, la producción industrial de la modernidad. La desaparición del barrio es la desaparición del reducto, la aparición del fraccionamiento, la del sistema. Los capitales especulativos sustituyen a los capitales industrial y financiero. Asuntos de la economía que podríamos relacionar con un nuevo modelo en la arquitectura. El funcionalismo, la economía en todos los movimientos de la producción y de la distribución, se recrea en el diseño de edificios pensados para organizar y producir y, en un momento secundario, especular con ellos (Uribe, 2018).

En Sonora, el 80% de la población se encuentra viviendo en las 10 ciudades más grandes del estado, las tres con mayor población son Hermosillo con 29.1%, seguido por ciudad obregón con el 11.2% y Nogales con 8.9%; para el caso de Hermosillo, estos datos representan un crecimiento notable a comparación de la población





que residía en estas ciudades en los años setenta. La tasa de crecimiento poblacional a nivel nacional se encuentra en el 1.4%, mientras que a nivel estatal está en 1.6%, la tasa en la ciudad de Hermosillo se encuentra en el 2.8% de crecimiento anual, estos resultados reflejan que en Hermosillo se tiene una tasa de crecimiento dos veces mayor a la tasa nacional (INEGI, 2020).

OBJETIVO DEL ESTUDIO

Con base en el contexto y problemáticas anteriormente descritos se determina que el objetivo del presente artículo es explicar la relación existente entre la morfología urbana de la ciudad y los ejes viales que la componen, mediante la sintaxis espacial.

Mapas axiales

Los mapas axiales se presentan universalmente a través de escalas, características transculturales en la distribución de longitudes de línea, y "en cualquier mapa axial, hay un gran número de líneas cortas y un pequeño número de líneas muy largas" (Hillier, 2002); estos últimos constituyen un fondo que identifica los intercambios a pequeña escala; el primero, las líneas estructurantes.

También, aparece cierta incertidumbre en el proceso de producción del mapa axial a partir de una pieza de textura urbana real.

En el aspecto metodológico, ha habido un notable florecimiento de nuevos métodos sintácticos de muchas fuentes y lugares. Según estudios realizados por la University College London (UCL), el estudio más significativo de ellos, ha sido (mencionar el estudio), el cual tiene como objetivo investigar los efectos que tiene el diseño de plantas en los paisajes de los hospitales de Kerman con la orientación de los usuarios utilizando técnicas de sintaxis espacial. Al hacerlo, se utilizan la investigación bibliotecaria, la simulación por computadora y el análisis con el software Depthmap del University College London (UCL); así como técnicas de comparación (Geng, 2021).

METODOLOGIA

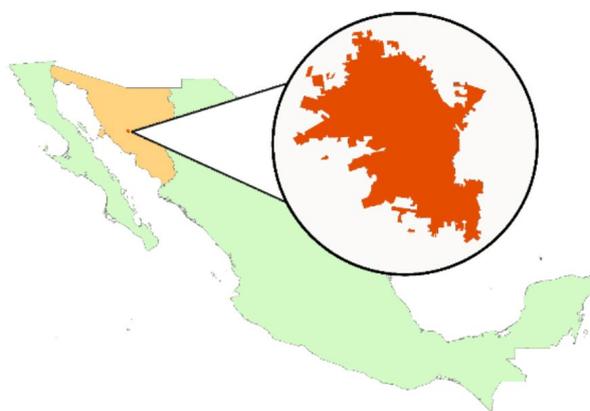
A continuación, se presenta el apartado metodológico, en el cual se describe el sujeto y tipo de estudio de la presente investigación, así como las bases conceptuales e instrumento utilizado para el análisis de la sintaxis espacial.

Descripción del sujeto de estudio

Hermosillo a concentrado la mayor velocidad en el crecimiento poblacional registrado en el estado, lo cual tiene implicaciones sobre el aumento de requerimiento de vivienda y de servicios públicos como drenaje, alcantarillado y alumbrado público, factores que a la vez aceleran el crecimiento de la mancha urbana (Lagarda et al, 2009).

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

Figura 1. Localización de Hermosillo, Sonora, México.



Fuente: Elaboración propia.

Para su fácil análisis, el Instituto Municipal de Planeación (IMPLAN, 2018), ha delimitado áreas de estudio, las cuales han sido clasificadas por su ubicación geográfica, estas se muestran en la Figura 2. Posteriormente, dentro de las conclusiones de este documento se hará uso de estas delimitaciones para su fácil comprensión.

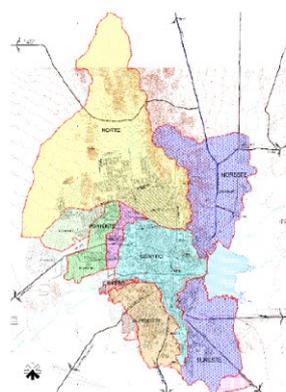


Figura 2. Clasificación de ámbitos de estudio de la ciudad de Hermosillo, Sonora. Fuente: IMPLAN, 2018.



Temporalidad del estudio

El estudio es de tipo no experimental, transversal y descriptivo, debido a que no es necesaria la manipulación de variables, la recolección de datos se llevó a cabo entre los meses de marzo a agosto del 2018, el propósito original es realizar análisis de integración de isovistas al igual que la integración de podrían calcularse las líneas axiales. Ahora se ha desarrollado en varias direcciones diferentes, por lo que se ha convertido en más cerca de un sistema GIS tradicional con funciones de análisis para gráficos incorporados. Al hacerlo, ha adquirido características disponibles en otro software de sintaxis espacial, incluidas nuevas medidas y análisis del espacio, incluyendo herramientas basadas en agentes, generación de mapas axiales y análisis de segmentos angulares (Turner, 2007).

BASES CONCEPTUALES E INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Sintaxis espacial

La sintaxis espacial, originada en la década de 1970 por Bill Hillier y sus colegas en The Bartlett School of Architecture, University College London, es una teoría y un método para el análisis espacial relaciones. En su contexto más amplio, la sintaxis espacial es un conjunto de técnicas que se pueden aplicar individualmente y en diferentes combinaciones entre sí. La combinación de estas diferentes técnicas analíticas depende de la(s) pregunta(s) de investigación o diseño urbano y planificación, para uno o varios sistemas urbanos bajo escrutinio (van Nes, 2021).

Conectividad

El análisis de conectividad de Space Syntax ha asegurado que la calle Al Souk era un eje principal para los



visitantes, y que se vio afectada negativamente por el uso comercial no planificado y el desorden de los vendedores, que han confundido la imagen del núcleo histórico (Hegazi, 2019). Para determinar el nivel de conectividad, cálculos del número total de configuraciones espaciales contenidas en la línea axial de las localidades de estudio. La determinación de la configuración del espacio se realiza observando el número de líneas axiales conectadas a la línea axial que se va a calcular para determinar el número de posibles interacciones que ocurren en el espacio. La configuración de cantidad de espacio indicará entonces el valor de conectividad propiedad de la línea axial (Navastara, 2018).

Integración

Otra variable es la integración, los valores de integración presentan un medio viable para determinar el uso del espacio a través de una evaluación cuantitativa de la permeabilidad de una configuración espacial. Los valores de integración también son representativos de la fortaleza o debilidad de las relaciones sociales dentro de un espacio. El grado de diferencia entre tres o más espacios como en (1) se llama factor de diferencia:

$$H = -(a/t \times \ln(a/t) + b/t \times \ln(b/t) + c/t \times \ln(c/t)) \quad (1)$$

donde H es el factor de diferencia no relativizado para tres espacios: a, b y c en la configuración y t es la suma de los tres espacios, es decir, $t = \sum(a+b+c)$. H puede relativizarse entre $\ln 2$ y $\ln 3$ para obtener el factor de diferencia relativa (H^*), que varía entre 0 y 1. $H^* = 0$ corresponde a la diferencia máxima, es decir diferenciación funcional fuerte, mientras que $H^* = 1$ corresponde a la mínima o nula diferenciación funcional (Sanni-Anibire et al, 2018).



Profundidad

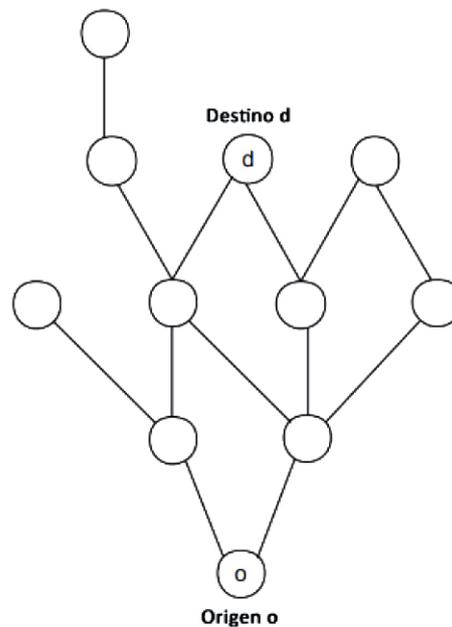
La profundidad topológica desde el espacio privado hasta el espacio público se cuenta considerando cuántos espacios separan la entrada del edificio y el espacio público más cercano. Si hay una entrada directa desde un edificio a la calle, la profundidad topológica es igual a 0. Si hay otro espacio (por ejemplo, un espacio semiprivado como un mini jardín o un área con césped), la profundidad topológica es igual a 1. Si hay dos espacios separando el espacio principal (segmento de la calle) de la entrada del edificio, entonces la profundidad topológica igual a 2. También, se pueden formar dos espacios de separación en el caso de que los espacios estén separados por cercas o setos casi transparentes o no transparentes u otro elemento. El espacio se percibe en la investigación solo cuando un ser humano parado en cualquier rincón interior del espacio puede ver todos los demás rincones de este espacio. Otros estudios presentan una metodología mixta para mapear y analizar la conectividad espacial de los caminos cotidianos que unen la puerta de entrada de las ubicaciones de trabajo y hogar de un individuo con la calle comercial principal local. Estas vías incluyen calles públicas, carriles semiprivados, callejones y escaleras (Thai, 2022).

Elección

Por último, la medida de elección vino originalmente de visualizar la red espacial como un gráfico justificado. Considere el gráfico simple que se muestra en la Figura 3 en el que un espacio, la raíz, se marca "o", que significa origen, y otro se marca "d" para el destino, lo que indica que estamos interesados en el movimiento entre estos dos espacios. Primero, imagine que el gráfico es una red flexible. Recogemos "o" y "d", tiramos de la red con fuerza. Todos los nodos que se encuentran en las rutas más simples entre

"o" y "d" son entonces ajustados, y los demás se cuelgan. Eliminamos los nodos colgantes sueltos ya que no están en las rutas más simples entre "o" y "d", y luego tomamos cada nivel en la red estrecha y estiramos cada uno a su ancho natural. La medida de elección determina la cantidad de movimiento que pasa a través de cada elemento espacial en viajes más cortos o simples entre todos los pares de elementos espaciales en un sistema (de nuevo hasta cierto radio y dada una definición de distancia), y por lo tanto corresponde a la interrelación matemática. A menudo decimos que la integración representa el potencial de movimiento de un espacio, y elegimos el potencial de movimiento total, señalando también que las dos medidas corresponden a los dos elementos básicos en cualquier viaje: seleccionar un destino de un origen (integración), y elegir una ruta, y así los espacios para pasar entre el origen y el destino (Hillier, 2012).

Figura 3. Origen y destino en el espacio.



Fuente: Depthmap, 2015.

En otros estudios, tienen como propósito evaluar y comparar la calidad espacial de los hospitales de ambos países utilizando un enfoque de sintaxis espacial y observación de campo. Muchos estudios examinaron la calidad espacial de los hospitales, pero falta una investigación comparativa entre los hospitales chinos y australianos (Geng, 2021).

Estudio axial de la ciudad a través de la herramienta depthmap

Una de las herramientas informáticas capaz de realizar análisis en sintaxis espacial es Depthmapx, este software es una herramienta para el análisis topográfico, en el cual, las

capas a analizar son archivadas mediante la yuxtaposición de los gráficos, a lo que también los gráficos son analizados.

Los análisis posibles en Depthmapx, son: Convex Space Analysis, Axial Line Analysis, Segment Analysis, Visibility Graph Analysis (incluyendo isovist y campos isovist) (Depthmapx, 2015).

Estos son gráficos donde los nodos son líneas y bordes son intersecciones entre líneas, es decir, los gráficos secundarios desarrollados a partir de mapas representados en el gráfico.

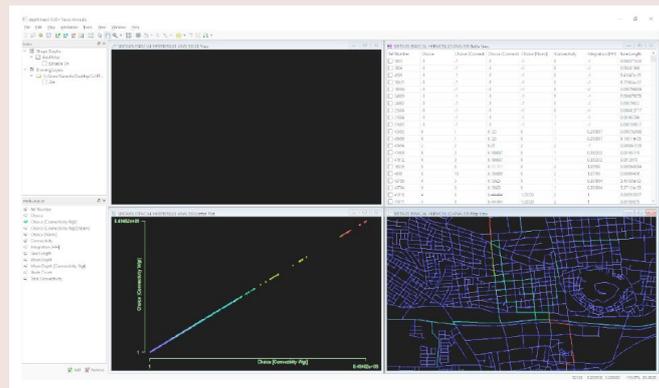
El procedimiento para realizar el análisis axial es el siguiente:

1. Archivo, nuevo.
2. Mapa, importación (elija uno de los archivos DXF con líneas axiales).
3. Mapa, Mapa convertir dibujos. En "nuevo tipo de mapa", seleccione "mapa axial".
4. Herramientas, Axial.
5. El resultado del análisis axial es el estudio Elección, Conectividad, Integración y Profundidad.
6. Algunas líneas axiales son en color rojos y los no ligados son azules. En la columna de la conectividad con los valores 0 son las líneas no ligados. Igualmente, líneas con el valor -1 son también líneas no ligados. Los valores de conectividad varían desde 1 a 8, entre mayor sea este valor, mayor será el valor de la medida de estudio en el eje vial, para valores mayores el eje vial se tornará de color rojo y entre menos sea el valor de conectividad el eje vial se tornará de color azul intenso.
7. Archivo, Guardar como (dar el nombre al archivo, por ejemplo "mapa axial de caso de estudio").

En la Figura 4, se muestra la interface de Depthmapx, dividida en tres esquemas: el mapa axial, el gráfico del comportamiento de las medidas de sintaxis espacial, y la tabla de resultados de las medidas. A continuación, se

describen los materiales y métodos, los cuales muestran la elaboración y aplicación que permiten la fiabilidad y calidad de los resultados del estudio.

Figura 4. Interface del software de sintaxis espacial Depthmapx.



Fuente: Elaboración propia realizada con Depthmap.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos del análisis de las medidas de sintaxis espacial en la ciudad de Hermosillo, Sonora, se muestran a continuación.

Sintaxis espacial en el entorno urbano de Hermosillo

La sintaxis espacial determina los principales factores visuales y morfológicos de la trama urbana que desempeñan un papel fundamental en el establecimiento del equilibrio entre la imagen de la ciudad como un fenómeno físico, y a su vez, esta imagen creada por la difusión comercial y turística (Lazo, 2012).

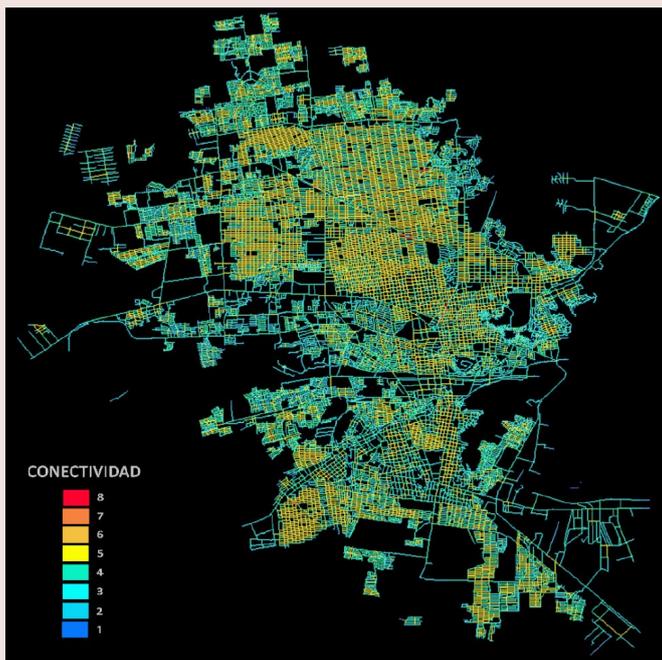
Sintaxis espacial conectividad

Los resultados de la medida de conectividad muestran en el mapa axial que la mayoría de los ejes viales localizados en el centro histórico de la ciudad tienen un



valor 5 de conectividad; la mayoría de los de los ejes viales que contienen más conexiones se encuentran aislados del centro histórico de la ciudad y cada uno de ellos integran esqueletos axiales aislados, formándose así, los siguientes esqueletos: en el sur de la ciudad, las calles Nardo Final y Juan Romero, localizadas en la colonia Arcoíris; en el centro de la ciudad, se presenta una fuerte conectividad en las calles Abelardo L. Rodríguez, José María Yáñez y Abelardo L. Rodríguez, Concepción L. de Soria y San Luis Potosí; en el poniente de la ciudad, la calle Fernando Bernal, localizada en la colonia El Llanito, muestra una conectividad alta; finalmente, en el norte de la ciudad es donde se observan más esqueletos axiales con conectividad alta, en las calles, Leocadio Salcedo, Guadalupe Victoria, Ángel García Aburto y General Miguel Plata, localizadas en la colonia Balderrama. También, el esqueleto axial formado por Villa Hidalgo, de las Torres, ubicadas en la colonia Lomas de Linda Vista, así como las calles Atardeceres y Donato Guerra, en la colonia Mártires de Cananea. Respecto a los ejes viales con poca o nula conectividad se encuentran en la periferia de la ciudad, las calles con mayor conectividad se muestran en color rojo y tienen una conectividad de 8; mientras que las de menor conectividad son los ejes viales en color azul y tienen un valor de 1, esto se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Sintaxis espacial conectividad de la ciudad de Hermosillo, Sonora.



Fuente: Elaboración propia.

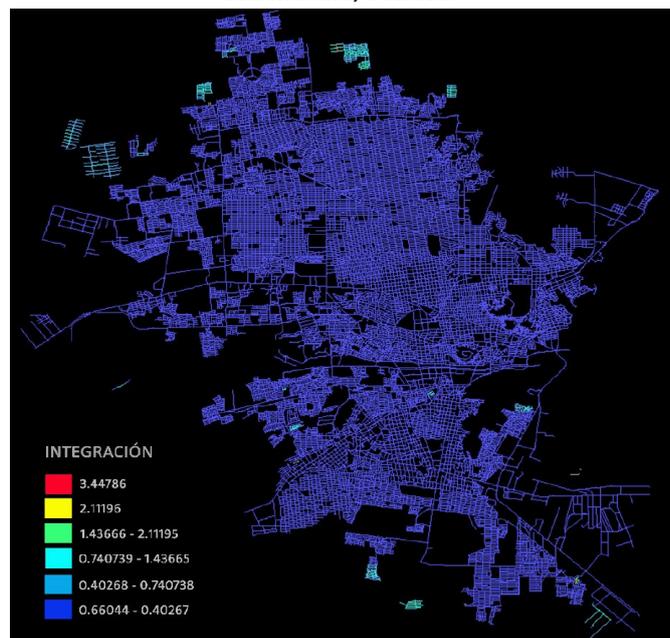
Sintaxis espacial integración

Los resultados para la integración de los ejes axial muestran fuerte tendencias en valores altos y medios en la periferia de la ciudad, estas, se encuentran localizadas lejos



del centro, a excepción del esqueleto axial conformado por Real de San Pablo, Los Mesquites, y los Pablitos, ubicada en la colonia Las Villas. Cabe mencionar que la mayoría de la ciudad tienen valores bajos en integración, puesto que en la Figura 6 se puede observar que esta diferencia es mediante la intensidad del color azul, con valores bajos de integridad de 0.066044 y los valores altos de la medida de integración oscilan entre 1.43666 y 3.44786.

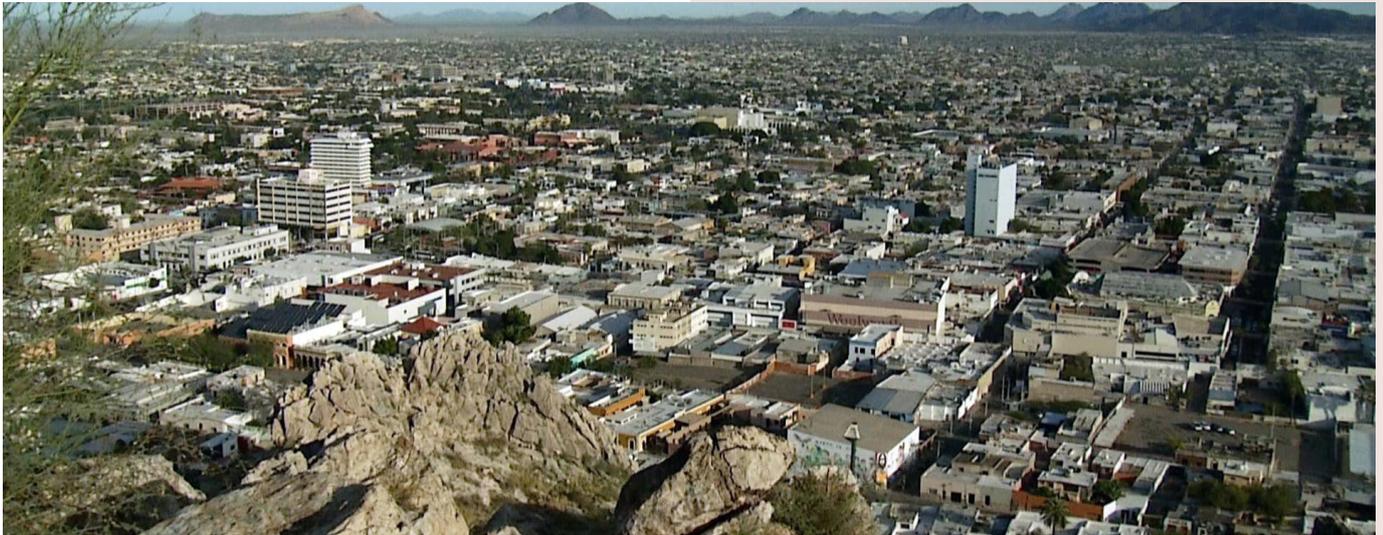
Figura 6. Sintaxis espacial integración de la ciudad de Hermosillo, Sonora.



Fuente: Elaboración propia.

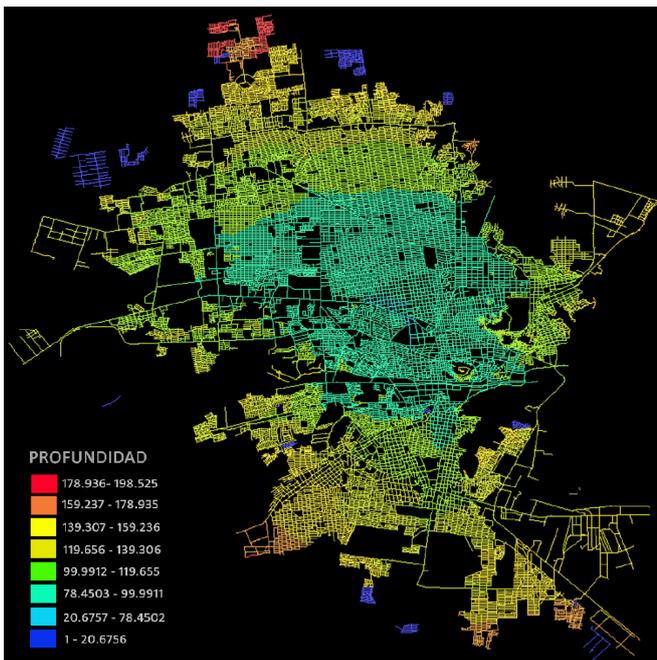
Sintaxis espacial profundidad

En cuanto al estudio de la profundidad, los ejes viales menos profundos, tal y como se muestra en la Figura 7,



se encuentran en el centro de ciudad, aumentando su valor a medida que se alejan del centro, los valores más altos son localizados en la periferia, a excepción de las colonias Las Cuevas, California Residencial, Paseo Villas del Turín, Fraccionamiento Villa Verde sección V, para el norte de la ciudad y para el sur las colonias Quintas del Sol, Fraccionamiento Haciendas del Sur. Los valores más altos de profundidad se representan en color rojo y los más bajos en color azul, con valores altos de 198.525 y bajos de 1.

Figura 7. Sintaxis espacial profundidad de la ciudad de Hermosillo, Sonora.



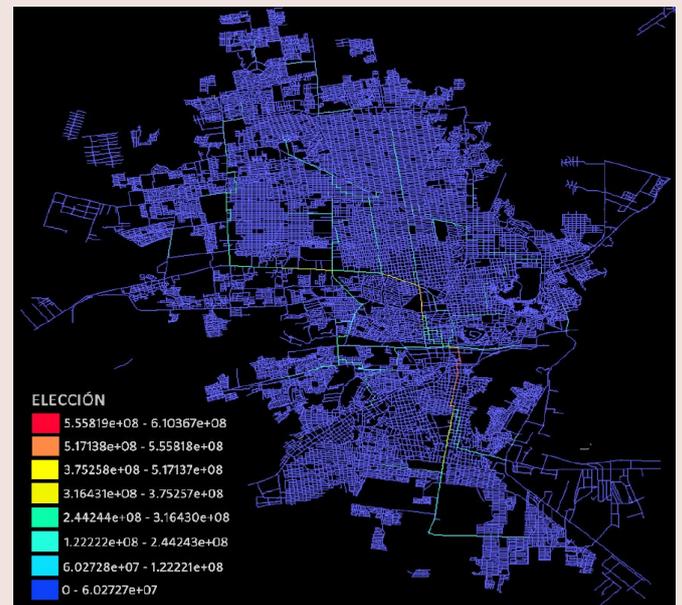
Fuente: Elaboración propia.

Sintaxis espacial elección

En tema del análisis de elección, la Figura 8 muestra que la ciudad presenta valores altos de elección de

6.10367e+08 representados en color rojo intenso y valores bajos de 0 representados en color azul. En la ciudad el esqueleto axial con mayor análisis de elección está conformado por los ejes viales Cultura, Agustín de Vildosola y Paseo Rio Magdalena, calles cercanas al Cerro de la Campana, también el Blvd. Luis Encinas, García Morales y Antonio Quiroga presentan valores altos para el análisis de elección, así como el Blvd. Lazaro Cardénas localizado en el norte de la ciudad. Finalmente, para el sur de la ciudad se observa valores altos para el esqueleto axial conformado por las calles Manuel J. Clouthier y Jaudel Zamora Ledesma, en las colonias Santa Fe y Altares.

Figura 8. Sintaxis espacial elección de la ciudad de Hermosillo, Sonora.



Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los hallazgos revelan que la integración de los ejes axial muestra fuerte tendencias en valores altos y medios

en la periferia de la ciudad, en el documento "El desarrollo de la configuración espacial residencial para la privacidad visual en las viviendas iraníes, un enfoque de sintaxis espacial" (Ravari, 2022) se menciona que, la reducción en la integración espacial corresponde al aumento de la segregación que permite una mayor privacidad visual. El estudio sustenta que, incluso con las limitaciones en la escala de la casa y la reducción en el número de nodos, como se evidencia en el diseño de la distribución residencial moderna, el nivel eficiente de privacidad visual aún es alcanzable con respecto a los estándares exigidos por la cultura local.

Los resultados de la medida de conectividad muestran en el mapa axial que la mayoría de los ejes viales localizados en el centro histórico de la ciudad tienen mayor conectividad, la mayoría de los de los ejes viales que contienen más conexiones se encuentran aislados del centro histórico de la ciudad, Hegazi menciona que gracias al análisis de conectividad fue posible sugerir la reubicación requerida del mercado y los vendedores ambulantes a las calles menores de Rosetta, Egipto (Hegazi, 2019).

En cuanto al estudio de la profundidad, los ejes viales menos profundos, se encuentran en el centro de ciudad, Arslan realizó un estudio en treinta casas para ser analizadas a los efectos de este estudio para revelar las diferencias considerando la profundidad espacial, la interpenetración y la densidad para definir organizaciones más implícitas que puedan expandirse constantemente y acomodar diferentes espacios funcionales en un espacio abierto con la ayuda de identificadores espaciales (Arslan, 2017).

Finalmente, para el sur de la ciudad se muestran los valores más alto en el indicador de elección, este describe

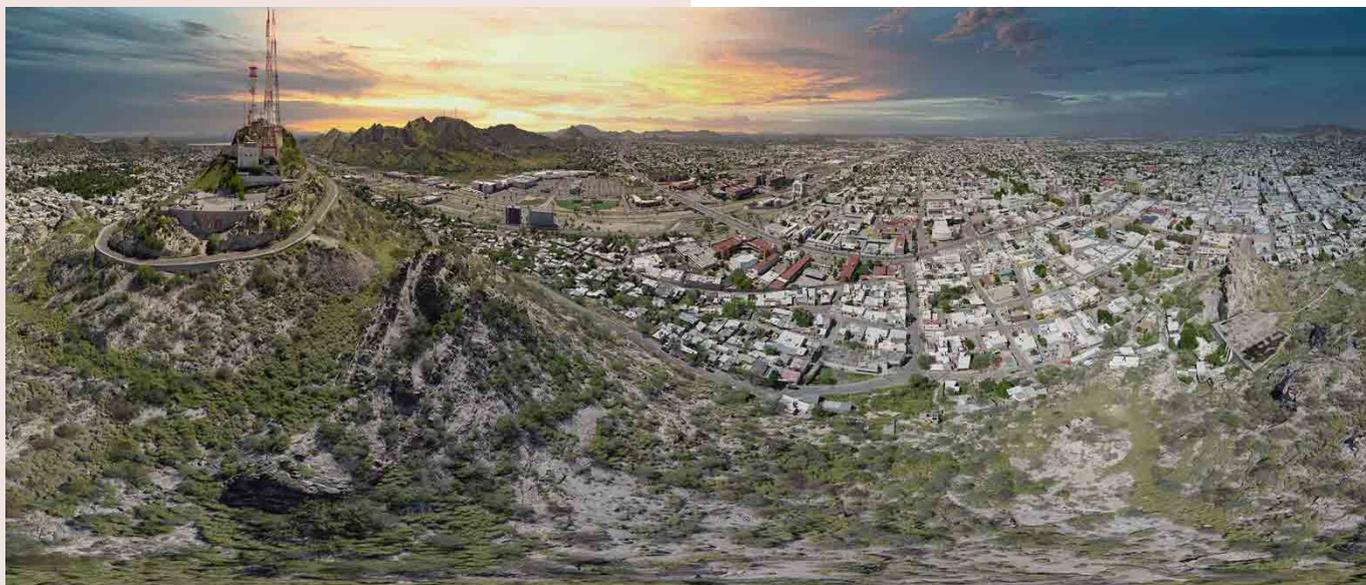
la probabilidad de que pase por el segmento en los viajes y, por lo tanto, es potencial como ruta, de todos los segmentos a todos los demás. De nuevo, este atributo espacial puede definir el tipo de uso del suelo que encajaría mejor en este espacio, posiblemente ciertos usos del suelo requerirían espacios con una alta integración valor (Lida, 2005).

CONCLUSIONES

Los resultados que se obtienen en sintaxis espacial pueden aportar gran información para la toma de decisiones en temas de planificación urbana o mejora de algún ámbito de estudio, puesto que la sintaxis aporta una visión más amplia en cuanto al comportamiento de la red urbana, cara a probables modificaciones o análisis a realizarse en distintos programas de mejora urbana.

Siguiendo las delimitaciones en la ciudad, realizadas por Depthmap se muestran los valores más altos de las medidas para cada ubicación geográfica de la ciudad, en donde se observa que, los ejes viales con mayor conectividad se encuentran ubicados en el norte, centro y suroeste de la ciudad; los ejes viales con mayor integración y profundidad se localizan al norte de la ciudad; y los de mayor elección en el centro de la ciudad.

Para concluir, mediante la sintaxis espacial es posible analizar las posibles aperturas de zonas verdes; que, gracias a la configuración espacial, la primordial pauta de movilidad de los sujetos, permite realizar modificaciones de peatonización en ámbitos de interés; mejoras en el tráfico vial de coches, fortalecer programas turísticos, factibilidad de nuevos comercios en la ciudad, ya que estos, requieren flujo peatonal en ejes viales, el cual faciliten la accesibilidad a dichos comercios.



Lo anterior se respalda, mediante lo concluyente por parte de Lamiquiz (2011) en su tesis doctoral, en donde menciona que la mayoría de los autores de la sintaxis espacial argumentan que la accesibilidad configuracional, a través de su influencia en el movimiento, podría afectar la distribución del uso de la tierra; por lo tanto, podría venir antes de que la influencia de la densidad y el uso de la tierra se mezclen con los peatones.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Martínez, "Configuración espacial de la ciudad de Cartago y su relación con volúmenes vehiculares", *Revista Infraestructura Vial*. 2017, vol. 19, No. 34, págs. 18-27.
- [2] Depthmapx, Recuperado 18 de Enero, 2015, de <http://www.spacesyntax.net/>.
- [3] F. Holanda, "O espaço de exceção". Brasília: Editora Universida de Brasília, 2002, pp. 97.
- [4] S. Ronchi, "Un indicador de morfología urbana para la planificación del paisaje en Lombardía (Italia)", *Gestión de la Calidad Ambiental*. 2018, vol. 29, No. 4, págs. 623-642. <https://doi.org/10.1108/MEQ-05-2017-0048>
- [5] J. Uribe, "Hermosillo Siglo XX". 2ª ed. Publicaciones la Diligencia, 2018.
- [6] INEGI. (2020). Panorama sociodemográfico de Sonora 2020. Recuperado el 30 de noviembre de 2021, de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/son/poblacion/>
- [7] B. Hillier, "A theory of the city as object: or, how spatial laws mediate the social construction of urban space". *Urban Design International*, 2002.
- [8] S. Geng, "Análisis comparativo de entornos hospitalarios en Australia y China utilizando el enfoque de sintaxis espacial", *Revista internacional de patología y adaptación de la construcción*. 2021, vol. 39, No. 3, pp. 525-546. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-04-2020-0031>
- [9] Lagarda, I., Noriega, J., & Vázquez, M. (2009). *Hermosillo a traves de los mapas*. Hermosillo, Sonora: El autentico S.A. de C.V.
- [10] IMPLAN, Recuperado 30 de Julio, 2018, de http://implanhermosillo.gob.mx/metro/pdf/D1_CUENCAS.pdf.
- [11] A. Turner, "UCL Depthmap 7: From Isovist Analysis to Generic Spatial Network Analysis". *New Developments in Space Syntax Software*, ITU Faculty of Architecture, Istanbul 2007.
- [12] A. van Nes, "Introduction to Space Syntax in Urban Studies", Springer, 2021, pp. 5-265.
- [13] Y.S. Hegazi, "Reimaginar el núcleo histórico de Rosetta a través de la sintaxis espacial", *Archnet-IJAR*. 2019, vol. 13, No. 3, pp. 645-669. <https://doi.org/10.1108/ARCH-05-2019-0109>
- [14] A.M. Navastara, "Application of space syntax method to measure spatial connectivity in campus of Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)", *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2018, num. 202, doi: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/202/1/012015>
- [15] M.O. Sanni-Anibire, M.A. Hassanain, A.S. Mahmoud, W. Ahmed, "An evaluation of the functional performance of research and academic laboratories using the space syntax approach", *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 2018, Vol. 36 No. 5, pp. 516-528. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-04-2018-0028>
- [16] HMH. Thai, "Mapeo y medición de la conectividad espacial de los caminos hacia los negocios

- en el hogar dentro de contextos urbanos informales", *Archnet-IJAR*. 2022, vol. 16, No. 1, pp. 90-111. <https://doi.org/10.1108/ARCH-02-2021-0034>
- [17] B. Hillier, "Normalización de la opción de ángulo mínimo en Depthmap y cómo abre nuevas perspectivas en el análisis global y local del espacio de la ciudad". *The Journal of Space Syntax*, 2012, Vol. 3, pp. 155-160.
 - [18] S. Geng, "Análisis comparativo de entornos hospitalarios en Australia y China utilizando el enfoque de sintaxis espacial", *Revista internacional de patología y adaptación de la construcción*. 2021, vol. 39, No. 3, pp. 525-546. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-04-2020-0031>.
 - [19] Depthmapx, Recuperado 18 de Enero, 2015, de <http://www.spacesyntax.net/>.
 - [20] F. Lazo, "City's imaginary / imaginary for the city. The paradigm of the commercial image in the tourist city. Barcelona Case". *Universidad Politenica de Catalunya*, 2012, pp. 1-19.
 - [21] K. Ravari, "The development of residential spatial configuration for visual privacy in Iranian dwellings, a space syntax approach". *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 2022, <https://doi.org/10.1108/IJBPA-05-2021-0080>.
 - [22] Y.S. Hegazi, "Re-imagining Rosetta historic core through Space Syntax", 2019, *Archnet-IJAR*, Vol. 13 No. 3, pp. 645-669.
 - [23] A. Arslan, "Small House Spatiality: A Comparative Space Syntax Application", *Open House International*, 2017, Vol. 42 No. 2, pp. 58-67. <https://doi.org/10.1108/OHI-02-2017-B0009>.
 - [24] S. Lida, "Network and Psychological Effects in Urban Movement", In A.G. Cohn & A.D. Mark (eds), *COSIT 2005, LNCS 3693*, 2005, pp. 475-490.
 - [25] F. Lamiquiz, "Implicaciones de la accesibilidad configuracional en la movilidad peatonal. El caso de Madrid". *Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid*, 2011, pp. 5-410.

Cómo citar este artículo:

Ramírez Uribe, G., García Arvizu, J. F., Ojeda de la Cruz, A., Quintana Pacheco, J., & Miranda Pasos, I. (2022). Análisis de la conectividad urbana de la ciudad de Hermosillo, Sonora. *EPISTEMUS*, 16(33). <https://doi.org/10.36790/epistemus.v16i33.247>

