

<https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1124>

Artículos científicos

La peatonabilidad desde la perspectiva sistémico-sustentable y la calidad de la accesibilidad radial del Parque Central de Ciudad Juárez, México

Pedestrianization from the systemic-sustainable perspective and the quality of radial accessibility of Parque Central in Juárez, México

A pedestre desde a perspectiva sistêmico-sustentável e a qualidade da acessibilidade radial do Parque Central de Ciudad Juárez, México

Diego Adiel Sandoval Chávez

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, México

dsandoval@itcj.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2536-1844>

Aida Yarira Reyes Escalante

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

aida.reyes@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0002-0104-9522>

Ana Córdova y Vázquez

El Colegio de la Frontera Norte, México

acordova@colef.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4551-5123>

Luz Elena Tarango Hernández

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, México

ltarango@itcj.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4194-9709>



Luz Elena Terrazas Mata

Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, México

lterrazas@itcj.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-1396-1751>

Resumen

La peatonabilidad es una característica de las ciudades sustentables. En el caso de Ciudad Juárez, México, se tienen serios rezagos en infraestructura urbana y malas prácticas cívicas que afectan el traslado a pie de las personas hacia el espacio público. El objetivo de este trabajo es evaluar la accesibilidad radial tomando como referencia un parque urbano. La investigación adopta un método de observación directa en las rutas radiales considerando a un adulto sano. El análisis de los datos se basó en una visión sistémica de distinción entre la variabilidad aleatoria y la variabilidad especial con base en la distribución de Poisson y un posterior análisis de criticidad. El estudio se realizó en el entorno construido a un radio de 800 m del Parque Central ubicado en Ciudad Juárez. Se evaluaron seis rutas identificando y registrando los obstáculos fijos y no fijos que impedían o restringían el tránsito caminando. Los resultados revelaron que prevalecen cinco obstáculos de alta criticidad que afectan a la peatonabilidad y, por consiguiente, a la calidad de la accesibilidad radial del parque. Tres de estos obstáculos se asociaron con el estado de las aceras y los dos restantes con el estado de las calles. Se analizan escenarios de gestión para abordar esta problemática y se discute su relevancia. Finalmente, se concluye que el enfoque utilizado es pertinente para el estudio de la calidad de la accesibilidad radial del parque y se sugiere una agenda de investigación para futuros trabajos.

Palabras clave: caminabilidad, entorno construido, entropía urbana, parque urbano, sustentabilidad urbana.

Abstract

Pedestrianization is a key factor for sustainable cities. In the case of Ciudad Juárez, Mexico, there are serious shortcomings in urban infrastructure and poor civic practices that affect the mobility of people on foot to public space. The objective of this work is to evaluate radial accessibility taking an urban park as a reference. The research adopts a direct observation method on radial routes considering a healthy adult. The data analysis was based on a systemic view that distinguishes between random variability and assignable variability adopting Poisson distribution and a subsequent criticality analysis. The study was conducted in the built environment within an 800 m radius of Parque Central located in Juárez. Six routes were evaluated by identifying and recording fixed and non-fixed obstacles that impeded or restricted walking traffic. Results revealed the prevalence of five high criticality obstacles affecting pedestrian walkability and, consequently, the quality of radial accessibility of the park. Three of these obstacles were associated with the condition of the sidewalks and the remaining two with the condition of the streets. Management scenarios to address this issue are analyzed and their relevance is discussed. Finally, it is concluded that the approach used is relevant to the study of the quality of radial accessibility of the park and a research agenda for future work is suggested.

Keywords: walkability, built environment, urban entropy, urban park, urban sustainability.

Resumo

A caminhabilidade é uma característica das cidades sustentáveis. No caso de Ciudad Juárez, no México, há sérios atrasos na infraestrutura urbana e más práticas cívicas que afetam o deslocamento de pessoas para os espaços públicos a pé. O objetivo deste trabalho é avaliar a acessibilidade radial tomando como referência um parque urbano. A pesquisa adota um método de observação direta nas rotas radiais considerando um adulto saudável. A análise dos dados foi baseada em uma visão sistêmica de distinção entre variabilidade aleatória e variabilidade especial com base na distribuição de Poisson e posterior análise de criticidade. O estudo foi realizado no ambiente construído em um raio de 800 m do Central Park localizado em Ciudad Juárez. Seis rotas foram avaliadas identificando e registrando obstáculos fixos e não fixos que impediam ou restringiam o tráfego de pedestres. Os resultados revelaram que prevalecem cinco obstáculos altamente críticos que afetam os

pedestres e, conseqüentemente, a qualidade da acessibilidade radial do parque. Três desses obstáculos estavam associados à condição das calçadas e os dois restantes à condição das ruas. Cenários de gestão para resolver este problema são analisados e sua relevância é discutida. Por fim, conclui-se que a abordagem utilizada é relevante para o estudo da qualidade da acessibilidade radial do parque e sugere-se uma agenda de pesquisa para trabalhos futuros.

Palavras-chave: caminabilidade, ambiente construído, entropia urbana, parque urbano, sustentabilidade urbana.

Fecha Recepción: Agosto 2021

Fecha Aceptación: Enero 2022

Introducción

Las ciudades son sistemas entrópicos abiertos que tienen una intensa interacción con su entorno: de allí obtienen materiales y energía y a la vez allí van a parar muchos de los desechos y energía degradada que generan (Kennedy, Pincetl y Bunje, 2011). Si los sistemas urbanos se dejan de gestionar, aumentará el nivel de entropía de forma desmedida (Pelorosso, Gobattoni y Leone, 2017). La entropía urbana es un fenómeno complejo que trasciende hasta el ámbito multidisciplinar, si bien está ampliamente aceptado que el enfoque de la sustentabilidad urbana es adecuado para su control y disminución (Wu, 2014). Uno de los principales factores en la búsqueda de la sustentabilidad urbana es el atributo caminabilidad (en inglés *walkability*), es decir, el conjunto de condiciones que permiten transitar en el entorno urbano de forma no motorizada, de acuerdo con las capacidades de quien lo transita (Florindo *et al.*, 2019; Forsyth, 2015; Cubukcu, 2013). Este tipo de transporte individual es sustentable porque disminuye el uso de combustibles fósiles y mejora la salud, además de abrir una puerta de oportunidad para vivir la ciudad (Cubukcu, 2013).

En el estudio de la caminabilidad es común considerar un punto de referencia (por ejemplo: centro comercial, parque urbano o centro sanitario) a partir del cual se estudian uno o más trayectos en un rango de longitudes de 500 m a 1500 m, distancia factible de ser recorrida caminando en un tiempo de 10-15 min (Asadi-Shekari, Moeinaddini y Zaly, 2013; Duncan, Aldstadt, Whalen, Melly y Gortmaker, 2011). Cuando se trata específicamente de los espacios verdes, entre los cuales se encuentran los parques urbanos, se ha mostrado que mejores niveles de caminabilidad se asocian a un uso más frecuente e intensivo de estos

espacios (Zuniga *et al.*, 2019). La accesibilidad radial a los espacios de recreación, principalmente los parques urbanos, debe incluir un ambiente libre de dificultades que impidan el caminar hacia ellos. Un parámetro muy conocido se presenta desde la metáfora “espacio 8-80”, que se refiere a que un espacio público es accesible si tanto un infante de ocho años como un adulto mayor de 80 años pueden acceder a pie sin obstáculos que se los impida (Peñalosa, 2018).

Las dimensiones más referidas de la caminabilidad son: Conectividad, Conveniencia, Confortabilidad, Convivencia y Conspicuidad, a las cuales suele agregárseles Coexistencia y Compromiso, referidas como las 7C (Moura, Cambra y Gonçalves, 2017) (tabla 1). Su estudio se aborda desde las disciplinas de la ingeniería o la arquitectura, considerando enfoques basados en la observación directa (listas de auditoría y verificación, inventarios, niveles de servicio, escalas de valoración) y otras herramientas como la encuesta o la entrevista, además del uso de sistemas de información geográfica (SIG) (Moura *et al.*, 2017; Shashank y Schuurman, 2019; Talavera y Soria, 2015; Telega, Telega y Bieda, 2021).

Una constante en las investigaciones de caminabilidad es su temporalidad transversal: se estudia en una sola medición el entorno construido y se reporta, según el enfoque adoptado, el estado o grado de caminabilidad que guarda el espacio estudiado (Maghelal y Capp, 2011). Si bien este enfoque es práctico y pertinente, no fue posible identificar estudios que consideren la naturaleza sistémica de la ciudad y que reconozcan que el desarrollo urbano, más que una acción aislada, es un proceso que guarda continuidad y se configura de conformidad con la ejecución de las acciones en las ciudades desde diferentes visiones e ideologías, con intensa interacción, las cuales delinear el perfil de la ciudad e influyen en sus prácticas democráticas (Pinson y Morel, 2016). Esto es: la ciudad es un sistema y como tal es posible ubicarla en el nicho epistemológico de la teoría general de sistemas, siguiendo sus principios y características (von Bertalanffy, 1976).

Tabla 1. Dimensiones del concepto *caminabilidad*

Dimensión	Descripción
Conectividad	Al brindar opciones directas y cortas, los peatones se integran a la red de orígenes y destinos.
Conveniencia	Caminar se vuelve eficiente (en tiempo, dinero y espacio) en relación con otros tipos de transporte.
Confortabilidad	Los atributos del trayecto se adecuan a las capacidades y habilidades de todos los tipos de peatones para facilitar la experiencia del traslado individual.
Convivencia	El grado de interacción con otras personas que caminan. El entorno natural y construido en el que se llevan a cabo las actividades y la recreación.
Conspicuidad	Las rutas peatonales son claras, coherentes y están bien señalizadas.
Coexistencia	El traslado individual coexiste en armonía con otras formas de traslado, sin experimentar sensaciones de inferioridad.
Compromiso	Existe evidencia de involucramiento y responsabilidad de las autoridades locales con los peatones.

Fuente: Moura *et al.* (2017, p. 284)

El sistema abierto ciudad es susceptible de ser afectado por factores internos y externos que influyen en su desempeño hacia el logro de sus objetivos, que en el caso de la sustentabilidad es satisfacer las necesidades actuales sin comprometer las necesidades futuras (Contreras y Aguilar, 2012). Luego, el estado del sistema se vuelve una condición relevante para explicar su desempeño en un momento determinado en relación con una salida o cualidad (*output*). Lo anterior tiene que ver con la configuración del proceso urbano, aquel que transforma insumos tangibles e intangibles (*input*) en *output*.

El estado del entorno urbano construido es factor determinante de la caminabilidad (Zuniga *et al.*, 2017); así, su gestión es pertinente porque puede ser afectado por las condiciones inherentes al proceso urbano (condiciones o causas aleatorias) y por causas especiales (causas externas o asignables). Es claro que el fenómeno de la variación está presente en el proceso urbano y que esta puede ser separada en aleatoria y asignable, es decir, es posible utilizar en su estudio herramientas del control estadístico de procesos (CEP)

(Shewhart, 1986), aunque no necesariamente como técnicas de monitoreo longitudinal, sino que ubicado en la naturaleza transversal de esta tipología de estudios urbanos el CEP puede constituirse en una poderosa herramienta de diagnóstico que brinde rumbo a la gestión.

Con lo antes expuesto, es necesario destacar que el monitoreo del proceso urbano, en cuanto al estado del entorno construido para favorecer la caminabilidad, es un proceso muy lento en su devenir que no puede conducirse con la misma frecuencia con la que se lleva a cabo en los procesos industriales (cada hora o cada turno, por ejemplo) y que sería muy ambicioso abarcar las siete dimensiones de la caminabilidad con este enfoque. La más importante de estas es la que se relaciona con la confortabilidad, es decir, con los atributos de un sitio o trayecto y de qué manera estos permiten el tránsito individual hacia un destino a diferentes grupos de peatones (Moura *et al.*, 2017; Rahaman, Lourenço y Viegas, 2012).

Alrededor de esta dimensión se agrupa el concepto *peatonabilidad*, que se refiere al acto de trasladarse individualmente, de forma independiente o asistida, pero no motorizada, de un origen a un destino en un trayecto en una ciudad y que se relaciona directamente con el entorno construido (Forsyth, 2015; Hussein, 2018; Maghelal y Capp, 2011).

Otra cualidad de suma importancia es la que se refiere a la accesibilidad radial, entendida como la capacidad de traslado autónomo, individual a un destino dentro de 500 m a 1500 m, sin que se presenten obstáculos que lo dificulten o impidan, además garantizando condiciones adecuadas de seguridad y confortabilidad, al tiempo que se procura la inclusión de diversos grupos sociales (Zuniga *et al.*, 2019; Zuniga *et al.*, 2017; Serrano, Jaramillo, Campos y Galindo, 2013; Tal y Handy, 2012).

Planteamiento del problema

La accesibilidad radial está considerada como un elemento fundamental en la sustentabilidad de las ciudades, ya que hace posible el encuentro entre grupos diversos, lo que a su vez refuerza la cohesión ciudadana, la equidad y otros factores sociales, además de que promueve el ejercicio y fomenta la salud (Cambra, 2012; Cubukcu, 2013; Subirats, 2016; Zuniga *et al.*, 2017). La calidad de la accesibilidad radial está en función en gran medida de la peatonabilidad y esta depende del estado del entorno construido.

En Ciudad Juárez, se tienen serios rezagos en infraestructura urbana y malas prácticas cívicas que afectan el traslado a pie de las personas hacia el espacio público. Para el caso del Parque Central, se desconoce la calidad de la accesibilidad radial en su radio de influencia y las estrategias de gestión pertinente para mejorarla. Con base en lo anteriormente expuesto, el objetivo de este trabajo es evaluar la accesibilidad radial tomando como referencia un parque urbano.

Método

El Parque Central de Ciudad Juárez, México, que anualmente recibe entre 1 100 000-1 300 000 visitantes, fue el sitio donde se llevó a cabo el estudio. El espacio comprende una superficie de 20 ha de áreas verdes y cuerpos de agua. El parque se sitúa a 31.73° latitud norte y 106.48° longitud oeste (figura 1). Su oferta incluye instalaciones de recreación, ejercicio, corredores de vegetación, jardín botánico y varias plazuelas para realizar actividades pasivas o de relajación. El parque cuenta con un lago artificial que imprime belleza paisajística y promueve la diversidad; el lago alberga peces (carpas, truchas y bagres), dos especies de tortugas, además de ser utilizado por aves de diversas especies, principalmente patos. Uno de sus mayores atractivos es una jirafa macho, que se ha convertido en el símbolo del parque.

Para evaluar la accesibilidad radial, se eligieron seis rutas al azar en un radio de 800 m alrededor del parque (figura 2), las cuales se ajustaron a la lógica del trayecto en dirección al parque, esto es, buscando la ruta más corta y sin rodeos innecesarios; el tiempo de recorrido de una determinada ruta se estima entre 10-15 min.

Figura 1. Aspectos del Parque Central en Ciudad Juárez, México



Fuente. Elaboración propia

Figura 2. Seis rutas de acceso peatonal al Parque Central en un radio de 800 m

Fuente: Elaboración propia con base en Google Earth

El enfoque fue estudiar el estado del entorno construido relacionado con la peatonabilidad: conocer el contexto de instalaciones urbanas enfocándose en aquellos aspectos negativos que impedían o limitaban el proceso de llegada de usuarios al parque, un ejercicio poco visto en la literatura, cuyos principales referentes son las normativas gubernamentales, que regularmente se enfocan en las personas con discapacidad motriz (Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda [Seduvi], 2016). Al efecto, fue necesario contextualizar el estudio en la realidad de Ciudad Juárez, donde, no obstante estar vigente una ordenanza, predominan marcados rezagos en infraestructura urbana y pavimentación (Instituto Municipal de Investigación y Planeación [IMIP], 2020), así como malas prácticas cívicas (falta de respeto a las calles y aceras) (Sánchez, 20 de marzo de 2019). Con lo anterior, se desarrolló un instrumento de evaluación consensuado por expertos para registrar el estado del entorno construido en relación con la peatonabilidad, por medio del cual se estableció una división entre obstáculos fijos y móviles (tabla 2). Un adulto en condiciones físicas normales recorrió las seis rutas y mediante observación y conteo directo reconoció los obstáculos que encontró en cada una de las seis rutas y los registró en el instrumento. Para cada obstáculo se mantuvo una memoria fotográfica. En este punto, es pertinente aclarar que las seis rutas corresponden a zonas de características socioeconómicas comparables, sin diferencias significativas entre ellas (IMIP, 2021).

Tabla 2. Elementos de evaluación de la accesibilidad radial a 800 m del Parque Central

Obstáculos fijos		Obstáculos móviles	
Acera	Faltante	Acera	Bloqueada por automóvil
	En mal estado		Bloqueada por material
	Bloqueada por elemento fijo		Bloqueada por anuncios
	Demasiado estrecha		Bloqueada por mercancía
Rampa	Faltante	Comercio	Puesto comercial en acera
	En mal estado		Puesto comercial en calle
	Bloqueada por elemento fijo		Mercado o vehículo comercial
Pavimento	Faltante		
	En mal estado	Vehículos	Bloqueando calle
	Suelto o baches		En doble fila
Horadación	Hoyo en acera		Estacionados en batería
	Hoyo en calle	Abandonados	
	Zanja	Vehículo de carga presente	
Discontinuidad en el trayecto	Desvío obligado de ruta lógica	Diversos	Desechos orgánicos de animales
	Puesto de seguridad privada		Postes, árboles o ramas tiradas
	Calle cerrada por seguridad		Contenedores de basura, macetas
	Calle cerrada (otro motivo)		Otros
	Rejas o cerco salvable		
	Tope reductor de velocidad		
	Dren, acequia o arroyo		
Avenida	Avenida principal		
	Puente o paso peatonal		
Diversos	Otros		

Fuente: Elaboración propia

En este caso, la probabilidad de que un obstáculo esté presente en un trayecto determinado depende de la longitud del tramo recorrido. Asimismo, al considerar seis segmentos de igual magnitud en el mismo entorno urbano, se cuenta con una unidad de estudio uniforme. Ahora bien, los obstáculos se presentan con independencia entre las rutas estudiadas. Las anteriores consideraciones son características de los fenómenos que siguen la distribución de Poisson (Walpole, Myers, Myers y Ye, 2012). Por lo tanto, se tiene que la probabilidad de encontrar k obstáculos en una determinada ruta está dada por:

$$p(k, \lambda) = \frac{e^{-\lambda} \lambda^k}{k!} \quad k = 0, 1, 2, \dots \quad (1)$$

En dicha fórmula λ es el parámetro de la distribución de Poisson. Entonces, el círculo que tiene como radio 800 m es el sistema a estudiar y la ruta R_i es la entidad uniforme que se ve afectada por la variación natural o aleatoria, inherente al universo de obstáculos comprendidos dentro del círculo, y la variación especial o relativa, atribuible a los obstáculos específicos de la ruta R_i :

$$S_{t_i} = S_c + S_{R_i} \quad i = 1, 2, \dots, 6 \quad (2)$$

En la fórmula 2, por su parte:

- S_{ti} es la variación total de la ruta i .
- S_c es la variación aleatoria de la región considerada (círculo con radio de 800 m).
- S_{Ri} es la variación especial atribuible a la ruta i .

Ya que en la distribución de Poisson $E(x) = \lambda$ y $V(x) = \lambda$, el rango de S_c es:

$$S_c = \lambda \pm 3\sqrt{\lambda} \quad (3)$$

Este esquema reveló cuáles rutas presentaron un número de obstáculos mayor al rango de la variación aleatoria, lo que permitió conocer el tipo de obstáculos específicos de cada ruta.

Resultados

Los resultados de los recorridos de las rutas en cuanto a la frecuencia de obstáculos se ajustan a una distribución de Poisson ($p < 0.320$) y se muestran en la tabla 3. Las rutas uno, dos y tres se muestran en la figura 3 y las rutas cuatro, cinco y seis se muestran en la figura 4. Los obstáculos fijos con mayor frecuencia son: acera faltante, acera en mal estado,

pavimento suelto o baches, acera bloqueada por elemento fijo y tope reductor de velocidad. Tres de ellos están relacionados con las aceras, un elemento crucial para la accesibilidad radial (Landin, 23 de febrero de 2016). La evaluación inicia analizando la frecuencia con la que se presentan en cada ruta; después, y a fin de discriminar entre la importancia de los obstáculos fijos para la accesibilidad radial, se incorporó en el análisis una ponderación ordinal de criticidad. Este análisis permitió identificar cuán accesible es cada ruta para el traslado al parque caminando.

La figura 5 muestra los resultados del procesamiento de los hallazgos mediante un gráfico basado en la distribución de Poisson, de acuerdo con la ecuación 1. El valor del parámetro λ se estimó en 1.15 obstáculos/ruta. Entonces, de la ecuación 3, los límites inferior y superior de la variación aleatoria inherente a la región estudiada son:

$$S_c = \lambda \pm 3\sqrt{\lambda} = 1.15 \pm 3\sqrt{1.15} = (0, 4.37)$$

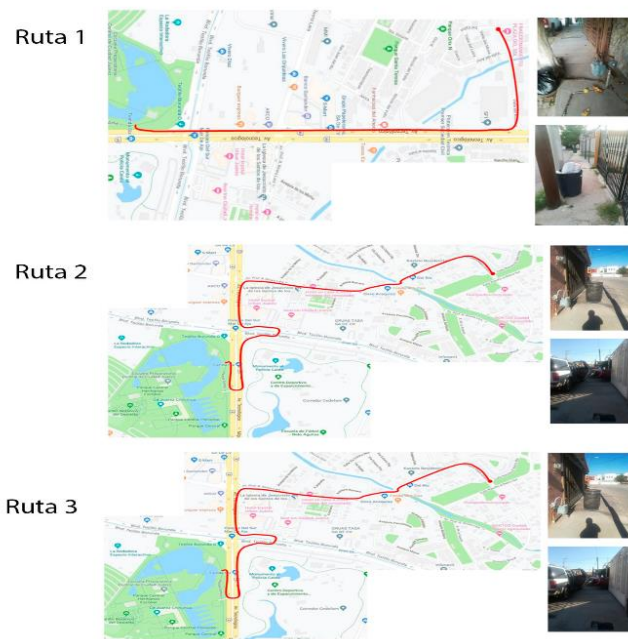
Tabla 3. Frecuencia de inconvenientes y obstáculos fijos y no fijos en el radio de 800 m del
Parque Central

Obstáculos o dificultades fijos		Ruta						Total	NI
		1	2	3	4	5	6		
Acera	Faltante	2	2	12	2	8	3	29	1
	En mal estado	3	0	5	3	4	1	16	2
	Bloqueada por elemento fijo	1	1	2	1	5	3	13	4
	Demasiado estrecha	1	1	0	1	1	1	5	9
Rampa	Faltante	0	1	2	1	2	1	7	8
	En mal estado	1	2	1	1	1	1	7	8
	Rampa bloqueada por elemento fijo	0	0	0	0	0	0	0	19
Pavimento	Faltante	0	1	2	0	1	0	4	10
	En mal estado	0	2	1	0	0	0	3	12
	Suelto o baches	0	0	0	8	2	5	15	3
Horadación	Hoyo en acera	1	3	4	0	0	0	8	7
	Hoyo en acera	2	1	1	1	0	5	10	6
	Zanja	0	0	0	0	0	1	1	16
Discontinuidad en el trayecto	Puesto de seguridad privada	0	1	0	0	0	0	1	16
	Calle cerrada por seguridad	1	2	0	0	0	0	3	12
	Calle cerrada (otro motivo fijo)	0	0	0	0	0	0	0	19
	Rejas o cerco salvable	0	0	0	0	2	0	2	15
	Tope reductor de velocidad	2	9	2	0	0	0	13	4
	Dren, acequia o arroyo	0	1	0	0	0	0	1	16
	Puente peatonal	0	2	0	1	0	0	3	12
	Avenida principal	1	1	1	0	0	1	4	10
	Total	15	30	33	19	26	22	145	
Obstáculos o dificultades no fijos									

Acera bloqueada por automóvil	0	2	0	2	0	0	4	2
Acera bloqueada por material de construcción	1	1	0	0	0	0	2	4
Acera bloqueada por anuncios	0	0	0	1	0	1	2	4
Desechos orgánicos	1	0	0	0	0	0	1	6
Mercancía o muebles en la acera	0	0	0	1	0	0	1	6
Puestos de comida movibles en acera	0	0	2	0	1	0	3	3
Otros bloqueos de acera (contenedores de basura, macetas)	3	12	4	12	6	5	42	1
Automóviles bloqueando calle	0	0	0	0	0	0	0	7
Mercados o vehículos comerciales	0	0	0	0	0	0	0	7
Vehículos estacionados en doble fila	0	0	0	0	0	0	0	7
Vehículos estacionados en batería	0	0	0	0	0	0	0	7
Talleres mecánicos o vehículos en reparación	0	0	0	0	0	0	0	7
Vehículos abandonados	0	0	0	0	0	0	0	7
Cajas de tráiler	0	0	0	0	0	0	0	7
Postes o árboles tirados	0	0	0	0	0	0	0	7
Total	5	15	6	16	7	6	55	
Nota: solo se muestran los obstáculos encontrados en alguna ruta.								
NI = Nivel de importancia								

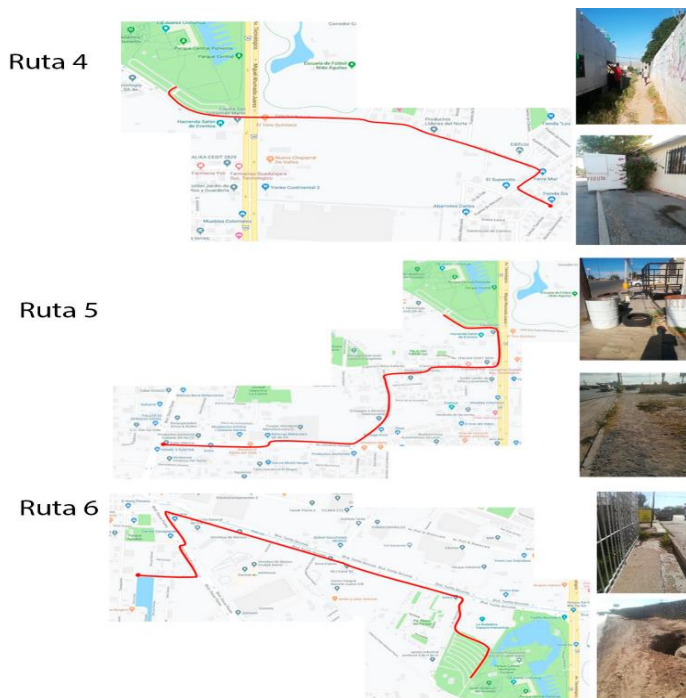
Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Rutas uno, dos y tres y ejemplos de algunos obstáculos



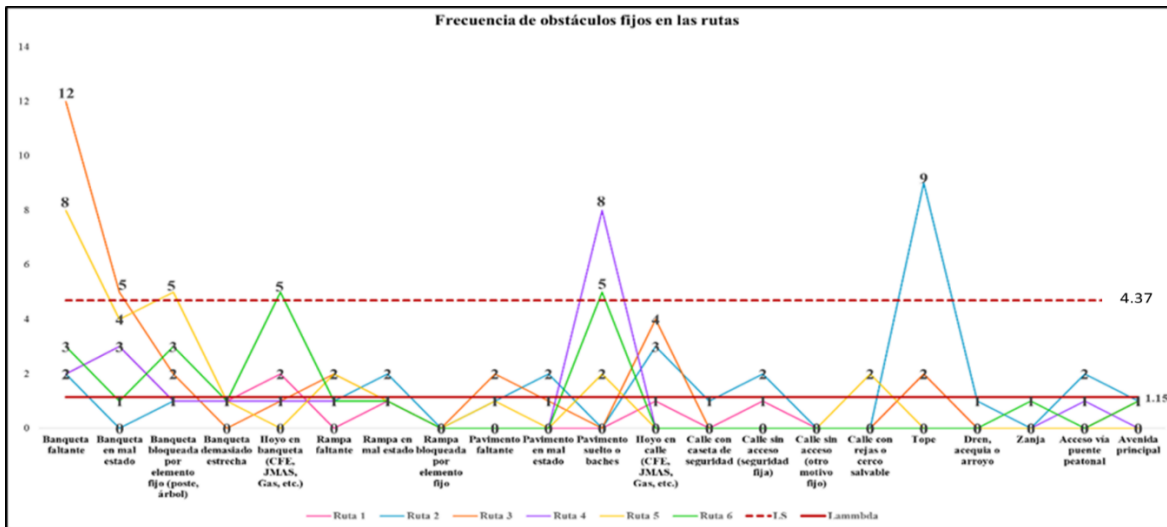
Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Rutas cuatro, cinco y seis y ejemplos de algunos obstáculos



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Frecuencia de obstáculos fijos en las rutas



Fuente: Elaboración propia

El valor del límite superior de S_c se ubica en 4.37 obstáculos. Resaltan las frecuencias de aquellos obstáculos que rebasan este límite y que son atribuibles precisamente a la ruta donde se presentaron. Así, en la ruta uno, se observan frecuencias menores a la frontera con la variación aleatoria, lo que sugiere que no está presente un obstáculo fijo dominante en esta ruta. Por su parte, en la ruta dos el obstáculo fijo "Tope reductor de velocidad" es específicamente atribuible a esta ruta, más allá de la variación aleatoria. Lo mismo pasa con los obstáculos "acera faltante" y "acera en mal estado", que son específicos para la ruta tres. Mientras que el obstáculo fijo "pavimento suelto o baches" destaca en la ruta cuatro. Los obstáculos "acera faltante" y "acera bloqueada" son atribuibles a la ruta cinco. Por último, a la ruta seis le son atribuibles los obstáculos fijos "hoyo en acera" y "pavimento suelto o baches".

La frecuencia con la que se presentan los obstáculos fijos es útil para identificar aquellos que son más comunes en cada trayecto estudiado. Sin embargo, no todos los obstáculos fijos tienen la misma importancia: algunos son insalvables, otros son inevitables pero salvables y otros se pueden evitar durante el trayecto. Se penalizaron los obstáculos fijos con base en un factor de ponderación ($w = 5, 3, 1$), donde 5 es muy crítico, 3 es importante y 1 es no crítico y menos importante. Los resultados se muestran en la tabla 4 y tabla 5; la representación gráfica en la figura 6.

Tabla 4. Obstáculos fijos atribuibles a las rutas consideradas en el radio de 800 m del
Parque Central

Obstáculos o dificultades Fijos	Ruta					
	1	2	3	4	5	6
Acera faltante	2	2		2		3
Acera en mal estado	3	0		3	4	1
Acera bloqueada por elemento fijo (poste, árbol)	1	1	2	1		3
Acera demasiado estrecha	1	1	0	1	1	1
Hoyo en acera (CFE, JMAS, gas, etc.)	2	1	1	1	0	
Rampa faltante	0	1	2	1	2	1
Rampa en mal estado	1	2	1	1	1	1
Rampa bloqueada por elemento fijo	0	0	0	0	0	0
Pavimento faltante	0	1	2	0	1	0
Pavimento en mal estado	0	2	1	0	0	0
Pavimento suelto o baches	0	0	0		2	
Hoyo en calle (CFE, JMAS, gas, etc.)	1	3	4	0	0	0
Calle con caseta de seguridad	0	1	0	0	0	0
Calle sin acceso (seguridad fija)	1	2	0	0	0	0
Calle sin acceso (otro motivo fijo)	0	0	0	0	0	0
Calle con rejas o cerco salvable	0	0	0	0	2	0
Tope	2		2	0	0	0
Dren, acequia o arroyo	0	1	0	0	0	0
Zanja	0	0	0	0	0	1
Acceso vía puente peatonal	0	2	0	1	0	0
Avenida principal	1	1	1	0	0	1
CFE = Comisión Federal de Electricidad JMAS = Junta Municipal de Agua y Saneamiento						

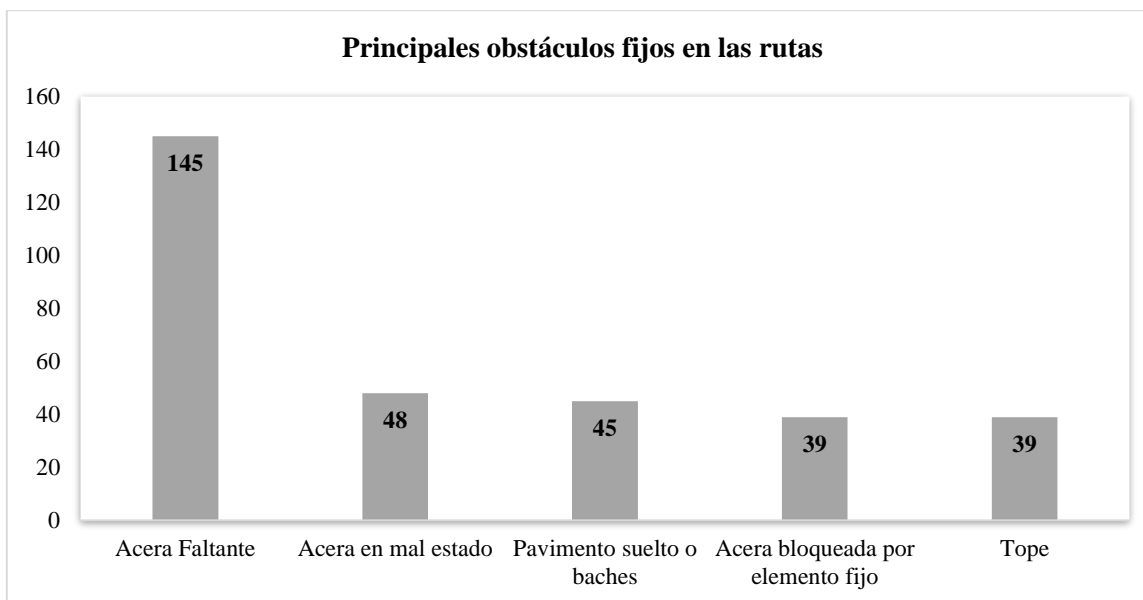
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Penalización de obstáculos fijos en las rutas consideradas

Obstáculos o dificultades Fijos	W	Ruta						Total	NI
		1	2	3	4	5	6		
Acera faltante	5	10	10	60	10	40	15	145	1
Acera en mal estado	3	9	0	15	9	12	3	48	2
Acera bloqueada por elemento fijo	3	3	3	6	3	15	9	39	4
Acera demasiado estrecha	3	3	3	0	3	3	3	15	10
Hoyo en acera (CFE, JMAS, gas, etc.)	3	6	3	3	3	0	15	30	7
Rampa faltante	5	0	5	10	5	10	5	35	6
Rampa en mal estado	3	3	6	3	3	3	3	21	8
Rampa bloqueada por elemento fijo	3	0	0	0	0	0	0	0	20
Pavimento faltante	5	0	5	10	0	5	0	20	9
Pavimento en mal estado	3	0	6	3	0	0	0	9	13
Pavimento suelto o baches	3	0	0	0	24	6	15	45	3
Hoyo en calle (CFE, JMAS, gas, etc.)	1	1	3	4	0	0	0	8	15
Calle con caseta de seguridad	1	0	1	0	0	0	0	1	19
Calle sin acceso (seguridad fija)	5	5	10	0	0	0	0	15	10
Calle sin acceso (otro motivo fijo)	5	0	0	0	0	0	0	0	20
Calle con rejas o cerco salvable	1	0	1	0	0	2	0	3	16
Tope	3	6	27	6	0	0	0	39	4
Dren, acequia o arroyo	3	0	3	0	0	0	0	3	16
Zanja	3	0	0	0	0	0	3	3	16
Acceso vía puente peatonal	3	0	6	0	3	0	0	9	13
Avenida principal	3	3	3	3	0	0	3	12	12
Total		49	95	123	63	96	74	500	
<p>w = Factor de ponderación NI = Nivel de importancia</p>									

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Principales obstáculos de nivel crítico en las rutas



Fuente: Elaboración propia

En virtud de que no se cumple con los supuestos del análisis de varianza (Anova) paramétrico, se adoptó el Anova de Kruskal-Wallis con la prueba *post hoc* Holm-Bonferroni tanto ponderando las rutas como el tipo de obstáculo fijo, el cual resultó significativo ($p < 0.000$). En el caso de las rutas, se encontraron diferencias significativas en el total de las penalizaciones ($p < 0.001$), lo que dio como resultado que se conformaran cuatro subconjuntos de homogeneidad. El primer conjunto lo conforma la ruta uno, con el menor monto de penalización. El segundo grupo se compone de las rutas seis, dos y cuatro, que no presentan diferencias significativas entre ellas y que también cuentan con menores montos de penalizaciones. En el tercer grupo está la ruta cinco con un monto de penalización significativamente mayor a las anteriores. Por último, la ruta tres conforma el cuarto grupo y se distingue por tener un monto de penalización significativamente mayor al resto de las rutas.

Desde la perspectiva del tipo de obstáculo fijo, se encontraron dos grupos de homogeneidad relevantes ($p < 0.000$). En el primer grupo, “acera faltante” contribuye de manera significativa al mayor monto de penalización: se ubica en primer lugar. En el otro grupo homogéneo, las categorías: “acera en mal estado”, “pavimento suelto o baches”, “acera bloqueada por elemento fijo y tope” se ubican del segundo al cuarto sitio, respectivamente,

empatadas en cuarto lugar estas dos últimas. Los demás tipos de obstáculos son menos relevantes para este análisis.

Los obstáculos móviles durante el trayecto son coyunturales. La mayoría se presenta por errores, omisiones, incumplimientos de la normatividad local o simplemente malos hábitos ciudadanos. No obstante, para efectos de acceder al parque, son factores que inciden negativamente. Por mucho, más de 10 veces en relación con el segundo lugar, la categoría “otros bloqueos de acera” (que incluye elementos móviles, tales como macetas no fijas y contenedores de basura, principalmente) se posiciona en primer lugar. Muy de lejos le siguen “acera bloqueada por automóvil” y “puesto móvil de comida en acera”.

Una vez identificados los principales obstáculos y su criticidad, es pertinente recordar que los gobiernos locales usualmente tienen diagnosticados los problemas de su ámbito de competencia. La constante que impide su solución radica en las restricciones presupuestales, sobre todo en materia de espacios verdes urbanos y sus entornos (Aalbers, Kamphorst y Langers, 2019; Jansson, Vogel, Fors y Randrup, 2019; Sainz y Martínez, 2021). En este caso, la autoridad local de Ciudad Juárez tiene más a la mano la intervención en los obstáculos fijos y parece tener al menos tres alternativas a la vista para mejorar la accesibilidad del parque:

a) La primera sería mejorar la accesibilidad radial en lo general, lo que de suyo rebasaría la capacidad presupuestaria del municipio, ya que la ciudad sufre de problemas sistémicos de degradación del entorno construido y malas prácticas ciudadanas que tomaría tiempo revertir (IMIP, 2021; Sánchez, 20 de marzo de 2019).

b) La segunda alternativa sería llevar todos los obstáculos con frecuencias superiores a cuatro precisamente a este nivel y llegar a una condición sistémica de peatonabilidad para todas las rutas; sin embargo, este rumbo de acción parece carecer de sentido común, ya que sería un despropósito, por ejemplo, reparar un bache (de los cinco que se encontraron) simplemente para cumplir con esta condición.

c) La tercera alternativa sería reparar o subsanar las cinco categorías de obstáculos que resultaron más críticos; esta alternativa sería focalizada y no requeriría de una partida presupuestal mayor o extraordinaria.

La tabla 6 resume los escenarios disponibles para la autoridad municipal y la forma en la que cambiaría el análisis estadístico si se llevaran a cabo.

Tabla 6. Escenarios de gestión de la calidad de la accesibilidad radial del Parque Central

Alternativa	Promedio de obstáculos (λ)	Límite de variación aleatoria	Puntos de penalización	Diferencia con la alternativa original	Comentario
No hacer nada, estado actual.	1.15	4.37	500	Redundante	Peatonabilidad comprometida, baja calidad de accesibilidad radial.
Llevar los obstáculos más críticos a una frecuencia de cuatro.	0.952	3.88	401	Obstáculos: n. s. Penalización: : n. s.	Peatonabilidad comprometida, baja calidad de accesibilidad radial. La mejora es marginal, no significativa.
Reparar por completo los cinco obstáculos más críticos.	0.698	3.21	289	Obstáculos: $p < 0.019$ Penalización: : $p < 0.026$	Mejora significativa de la peatonabilidad, mejora de la calidad de la accesibilidad radial.
n. s. = No significativo					

Fuente: Elaboración propia

Para el tercer escenario, la prueba de Kruskal-Wallis entre rutas y obstáculos no resultó significativa ($p < 0.410$ y $p < 0.214$, respectivamente), lo que sugiere que no se destacaría una ruta u obstáculo en particular en el radio considerado. Si la autoridad municipal se concentra en reparar o subsanar los cinco obstáculos fijos derivados del análisis estadístico y de criticidad, se mejoraría significativamente la peatonabilidad y, por consecuencia, la calidad de la accesibilidad radial del parque. Es preciso aclarar que la

evaluación económica de las alternativas presentadas está más allá del propósito de este artículo.

Discusión

El análisis estadístico de Poisson, considerando que la ciudad es un sistema y que el entorno construido, que en gran medida define la peatonabilidad, puede ser estudiado como un proceso en el que es factible separar las condiciones inherentes a la dinámica de la ciudad misma (variación aleatoria) de las causas atribuibles a determinadas rutas (variación especial o atribuible), reveló estrategias eficaces de gestión para el Gobierno municipal.

La mejora de la calidad de la accesibilidad del Parque Central se manifiesta al combinar el análisis estadístico y el de criticidad, lo que permite enfocarse en los factores relevantes, en este caso los obstáculos que más negativamente afectan la peatonabilidad. El radio de 800 m que se consideró para el análisis no es un entramado de una diversidad de rutas, ya que el parque se localiza, por un lado, en la intersección de dos avenidas principales de la ciudad; y por otro, las rutas que se alejan de las trayectorias lógicas de acceso al parque no definen su accesibilidad radial. Esto es, las rutas consideradas en este estudio, o segmentos de estas, serían las que ulteriormente la gran mayoría de las personas utilizaría para caminar al parque dentro del radio de estudio.

De la gran diversidad de obstáculos que limitan la peatonabilidad y afectan la calidad de la accesibilidad radial, tres se refieren a las aceras, un elemento esencial, no solo para la peatonabilidad, sino para la sustentabilidad urbana en su conjunto y hasta para la democracia misma, como algunas investigaciones lo han destacado (Gunn, Lee, Geelhoed, Shiell y Giles, 2014; Landin, 23 de febrero de 2016; Osama y Sayed, 2017; Vallejo, Cantillo y Rodriguez, 2020). Entonces, el enfoque adoptado en este trabajo reitera la importancia de las aceras, sobre todo para los grupos vulnerables de la población, además de brindar rumbo a la gestión gubernamental hacia su mejoramiento (Duan, Wagner, Zhang, Wulff y Brehm, 2018; Guo *et al.*, 2019).

En el mismo tema, el mal estado actual de las aceras y los obstáculos no fijos presentes obligan a las personas a caminar por las calles. En este sentido, los dos restantes obstáculos críticos que también se revelaron del análisis son abordables sin que signifiquen un gasto excesivo para la autoridad. Así, el pavimento suelto y los baches son factibles de ser

reparados como parte del programa rutinario de bacheo de la ciudad. Por otra parte, los topes reductores de velocidad son la causa de fallas mecánicas y de congestionamiento de automotores en las calles; es frecuente que los topes reductores sean colocados por los vecinos sin el cumplimiento de la ordenanza municipal (Juárez, 2021). Estos obstáculos pueden ser removidos y en su lugar colocar señalética y vigilancia vial temporal en lo que los automovilistas se apegan a la normatividad y a las nuevas condiciones.

En lo que respecta a los obstáculos no fijos, se trata de un problema recurrente en la ciudad (Sosa, 2015). En este sentido, la educación cívica es un factor fundamental para ir convenciendo a los ciudadanos de respetar las aceras y las calles, de forma que se permita el libre tránsito de personas caminando. Al respecto, el Gobierno municipal mantiene una campaña agresiva para hacer buen uso de las aceras (Sánchez, 20 de marzo de 2019; El Diario de Juárez, 13 de abril de 2019), solo cabe esperar que estos esfuerzos continúen y que cada vez haya más conciencia ciudadana acerca de la importancia y los beneficios de caminar la ciudad con aceras libres de obstáculos.

En términos generales, este enfoque tiene como fortaleza el que el análisis es simple y los resultados son fácilmente aplicables en áreas donde el entorno construido puede ser identificado y registrado dentro de un radio caminable. Otra ventaja es que proporciona un perfil de criticidad que permite reconocer obstáculos con mayor trascendencia y enfocar los esfuerzos de gestión municipal en los aspectos más relevantes que inciden en la peatonabilidad. Por otra parte, quizás sea menos pertinente para el estudio de polígonos urbanos completos o rutas muy extensas, fuera del rango caminable de 800 m. Para tales enfoques, quizás sea más adecuado el abordaje con SIG, bases de datos oficiales o aplicaciones de teléfonos inteligentes (Telega *et al.*, 2021; Yun, Zegras y Palencia, 2019).

Los resultados encontrados permitieron identificar que los recursos desarrollados son insuficientes o la gestión inadecuada, el estado de conservación del entorno construido se ve disminuido, la infraestructura urbana se daña y la población se ve perjudicada por esta degradación; este grado de desorden está directamente asociado con la disminución de la sustentabilidad urbana (Fistola, Gargiulo y La Rocca, 2020).

En la temática de exclusividad y accesibilidad del parque se encontró que las características cumplen con las necesidades de que el parque urbano sea incluyente y accesible como un territorio de encuentro y de interacción que fomenta la diversidad, la cohesión social y promueve la salud física y mental, al tiempo que fortalece la sustentabilidad

de la ciudad (Grilli, Mohan y Curtis, 2020; Shashank y Schuurman, 2019). Los resultados revelan que la dinámica del proceso urbano en materia de peatonabilidad es lenta. Y en este sentido, la literatura incluye un conjunto de estudios de caso con temporalidad transversal y con diferentes técnicas en los cuales la importancia de la peatonabilidad se pone de manifiesto (Humberto *et al.*, 2019; Maghelal y Capp, 2011; Shashank y Schuurman, 2019).

Conclusiones

En el contexto de su naturaleza sistémica y entrópica, la ciudad procesa recursos y energía, además de requerir acciones de gestión para mantener su funcionalidad y frenar su deterioro. Se concluye que el estudio revela la existencia de recursos insuficientes debido a la gestión inadecuada. Derivado de lo anterior, el estado de conservación del entorno construido se ve disminuido, la infraestructura urbana se daña y la población se ve perjudicada por esta degradación.

Entonces, se concluye que la adecuada gestión del entorno construido es fundamental para permitir el traslado de personas a pie (peatonabilidad) dentro del radio de influencia del parque, por lo que este abordaje urbano definió que la calidad de la accesibilidad radial de un espacio público es débil si no existe una gestión que la considere una prioridad. Además, se evidenciaron las condiciones existentes en el momento del estudio, lo que pone de manifiesto la importancia de esta investigación y sus aportaciones inmediatas al problema existente.

La dinámica del proceso urbano en materia de peatonabilidad encontrada reveló que es lenta. Consecuentemente, el estudio concluye que la problemática prevalente abona en su gestación a las escasas investigaciones que consideran la condición sistémica del entorno construido en el área de influencia de un parque urbano y, por lo tanto, se contribuye a la disponibilidad de elementos de discusión de las afectaciones directas sobre los accesos a los parques urbanos de gran escala. Lo anterior lleva a concluir que este trabajo y el abordaje de la visión sistémica e incorporación de la perspectiva innovadora de análisis, no solo puso de manifiesto los factores críticos que afectan la calidad de la accesibilidad radial del Parque Central, sino que adicionalmente reveló líneas de acción de gestión eficaces para el gobierno municipal. Por lo anterior, se concluye que el enfoque de CEP, no obstante ser una técnica de monitoreo longitudinal, es pertinente para identificar el estado de la peatonabilidad y

evaluar la calidad de la accesibilidad radial hacia un espacio público en un ejercicio de temporalidad transversal, por lo que su uso es recomendable.

Contribuciones a futuras líneas de investigación

Para finalizar, se recomienda estudiar el uso de aplicaciones inteligentes, georreferenciadas en tiempo real, o al menos con un corto tiempo de retraso (Guo *et al.*, 2019; Moura *et al.*, 2017; Telega *et al.*, 2021). Lo anterior permitiría a un peatón visualizar desde su dispositivo móvil la ruta más accesible para llegar al parque, o bien anticipar eventualidades en el trayecto. Este estudio puede complementarse con una investigación longitudinal que muestre el progreso o degradación del proceso urbano en relación con el entorno construido, lo que por ahora constituye un gran hueco en la literatura, al menos en Latinoamérica. Se recomienda también estudiar los eventuales modelos de gobernanza para mejorar la peatonabilidad, la calidad de la accesibilidad radial y la calidad del espacio verde urbano en lo general (Sainz y Martínez, 2021). La participación de la ciudadanía, en confluencia con la autoridad municipal, es quizás la mejor estrategia de gestión de largo plazo para incrementar la peatonabilidad del área de influencia del Parque Central y mejorar la calidad de la accesibilidad radial, reforzando los servicios medioambientales, sociales y económicos que brinda el parque.

Referencias

- Aalbers, C. B. E. M., Kamphorst, D. A. and Langers, F. (2019). Fourteen local governance initiatives in greenspace in urban areas in the Netherlands. Discourses, success and failure factors, and the perspectives of local authorities. *Urban Forestry & Urban Greening*, 42, 82-99. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.04.019>.
- Asadi-Shekari, Z., Moeinaddini, M. and Zaly, M. (2013). Non-motorised Level of Service: Addressing Challenges in Pedestrian and Bicycle Level of Service. *Transport Reviews*, 33(2), 166-194. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.775613>.
- Cambra, P. (2012). Pedestrian Accessibility and Attractiveness Indicators for Walkability Assessment. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/Pedestrian-Accessibility-and-Attractiveness-for-Cambra-Ordenamento/ee089f66f347e662905d92ef1bbe16d7d74a9aa1?p2df>.
- Centro Estatal de Autonomía Personal y Ayudas Físicas [Ceapat]. (1996). Concepto europeo de accesibilidad. Recuperado de http://www.ceapat.es/InterPresent2/groups/imserso/documents/binario/concepto_europeo_de_accesibili.pdf.
- Cubukcu, E. (2013). Walking for Sustainable Living. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 85, 33-42. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.SBSPRO.2013.08.335>.
- El Diario de Juárez. (13 de abril de 2019). Multan a más de 10 mil 200 automovilistas por estacionarse en banquetas. *El Diario.mx*. Recuperado de <https://diario.mx/juarez/multan-a-mas-de-10-mil-200-automovilistas-por-estacionarse-en-banquetas-20190413-1502207>.
- Duan, Y., Wagner, P., Zhang, R., Wulff, H. and Brehm, W. (2018). Physical activity areas in urban parks and their use by the elderly from two cities in China and Germany. *Landscape and Urban Planning*, 178, 261-269. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2018.06.009>.
- Duncan, D. T., Aldstadt, J., Whalen, J., Melly, S. J. and Gortmaker, S. L. (2011). Validation of Walk Score® for Estimating Neighborhood Walkability: An Analysis of Four US Metropolitan Areas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(11), 4160-4179. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/ijerph8114160>.

- Fistola, R., Gargiulo, C. and La Rocca, R. A. (2020). Rethinking vulnerability in city-systems: A methodological proposal to assess “urban entropy.” *Environmental Impact Assessment Review*, 85. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2020.106464>.
- Florindo, A. A., dos Anjos, J. P., Vizeu, L., Roque, D., Souza, B., Antunes, M., Gunn, L., Mavoa, S., Turrell, G. and Goldbaum, M. (2019). Walking for transportation and built environment in Sao Paulo city, Brazil. *Journal of Transport & Health*, 15. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.JTH.2019.100611>.
- Forsyth, A. (2015). What is a walkable place? The walkability debate in urban design. *Urban Design International*, 20(4), 274-292. Retrieved from <https://doi.org/10.1057/udi.2015.22>.
- Grilli, G., Mohan, G. and Curtis, J. (2020). Public park attributes, park visits, and associated health status. *Landscape and Urban Planning*, 199. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.103814>.
- Gunn, L. D., Lee, Y., Geelhoed, E., Shiell, A. and Giles, B. (2014). The cost-effectiveness of installing sidewalks to increase levels of transport-walking and health. *Preventive Medicine*, 67, 322-329. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.YPMED.2014.07.041>.
- Guo, S., Song, C., Pei, T., Liu, Y., Ma, T., Du, Y., Chen, J., Fan, Z., Tang, X., Peng, Y. and Wang, Y. (2019). Accessibility to urban parks for elderly residents: Perspectives from mobile phone data. *Landscape and Urban Planning*, 191, 103642. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2019.103642>.
- Humberto, M., Laboissière, R., Giannotti, M., Marte, C. L., Cruz, D. A. and Primon, H. (2019). Walking and walkability: do built environment measures correspond with pedestrian activity? *Ambiente Construído*, 19(4), 23-36. Retrieved from <https://doi.org/10.1590/s1678-86212019000400341>.
- Hussein, N. (2018). The Pedestrianisation and Its Relation with Enhancing Walkability in Urban Spaces. *Journal of Contemporary Urban Affairs*, 2(1), 102-112. Retrieved from <https://doi.org/10.25034/ijcua.2018.3666>.
- Instituto Municipal de Investigación y Planeación [IMIP]. (2020). Vialidades con y sin pavimento en el municipio de Juárez. Recuperado de <https://www.imip.org.mx/imip/node/78>,

- Instituto Municipal de Investigación y Planeación [IMIP]. (2021). *Radiografía socioeconómica del municipio de Juárez 2020, así comenzó 2021*. Ciudad Juárez, México: Instituto Municipal de Investigación y Planeación. Recuperado de <https://www.imip.org.mx/imip/files/radiografia/Radiografia2020-2021.pdf>.
- Jansson, M., Vogel, N., Fors, H. and Randrup, T. B. (2019). The governance of landscape management: new approaches to urban open space development. *Landscape Research*, 44(8), 952-965. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/01426397.2018.1536199>.
- Juárez, C. (3 de abril de 2021). Ilegal que ciudadanos pongan topes en calles. *Netnoticias.mx*. Recuperado de <https://netnoticias.mx/juarez/ilegal-que-ciudadanos-pongantopos-en-calles/>.
- Kennedy, C., Pincetl, S. and Bunje, P. (2011). The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. *Environmental Pollution*, 159(8-9), 1965-1973. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.10.022>.
- Landin, J. M. (23 de febrero de 2016). Las banquetas de México. *Nexos*. Recuperado de <https://labrujula.nexos.com.mx/?p=698>.
- Maghelal, P. K. and Capp, C. J. (2011). Walkability: a review of existing pedestrian indices. *URISA Journal*, 23(2), 5-20. Retrieved from <https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=10458077&v=2.1&it=r&id=G ALE%7CA283455689&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext>.
- Moura, F., Cambra, P. and Gonçalves, A. B. (2017). Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon. *Landscape and Urban Planning*, 157, 282-296. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.002>.
- Osama, A. and Sayed, T. (2017). Evaluating the impact of connectivity, continuity, and topography of sidewalk network on pedestrian safety. *Accident Analysis & Prevention*, 107, 117-125. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.AAP.2017.08.001>.
- Pelorusso, R., Gobattoni, F. and Leone, A. (2017). The low-entropy city: A thermodynamic approach to reconnect urban systems with nature. *Landscape and Urban Planning*, 168, 22-30. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2017.10.002>.



- Peñalosa, G. (2018). Creando ciudades exitosas y saludables para todos. Congreso Internacional de Parques Urbanos. <https://www.youtube.com/watch?v=TrsAQF-cNus>
- Pinson, G. and Morel, C. (2016). The Neoliberal City – Theory, Evidence, Debates. *Territory, Politics, Governance*, 4(2), 137-153. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/21622671.2016.1166982>.
- Rahaman, K. R., Lourenço, J. M. and Viegas, J. M. (2012). Perceptions of Pedestrians and Shopkeepers in European Medium-Sized Cities: Study of Guimarães, Portugal. *Journal of Urban Planning and Development*, 138(1), 26-34. Retrieved from [https://doi.org/10.1061/\(asce\)up.1943-5444.0000094](https://doi.org/10.1061/(asce)up.1943-5444.0000094).
- Sainz, J. and Martinez, A. L. (2021). Governance of Urban Green Spaces across Latin America - Insights from Semi-Structured Interviews to Managers Amid COVID-19. *SSRN Electronic Journal*. Retrieved from <https://doi.org/10.2139/ssrn.3782285>.
- Sánchez, M. (20 de marzo de 2019). Banquetas no son para estacionarse: pide Cabada respetar reglamento. *Puente Libre.mx*. Recuperado de http://puentelibre.mx/noticia/banquetas_no_son_para_estacionarse_pide_cabada_respetar_reglamento/.
- Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda [Seduvi]. (2016). *Manual de normas técnicas de accesibilidad*. Ciudad de México, México: Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. Recuperado de http://www.data.seduvi.cdmx.gob.mx/portal/images/banners/banner_derecho/documentos/Manual_Normas_Tecnicas_Accesibilidad_2016.pdf.
- Serrano, M. F., Jaramillo, L. F., Campos, C. A. y Galindo, N. J. (2013). Instrumento para la evaluación de la accesibilidad con criterios de diseño universal. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (39), 143-151.
- Shashank, A. and Schuurman, N. (2019). Unpacking walkability indices and their inherent assumptions. *Health and Place*, 55, 145-154. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2018.12.005>.
- Shewhart, W. A. (1986). *Statistical Method from the Viewpoint of Quality Control*. New York, United States: Dover Publications.

- Sosa, L. del C. (2015). Padece la ciudad anarquía en el uso de banquetas - El Diario. Diario de Juárez. https://diario.mx/Local/2015-03-02_ed3c7bf6/padece-la-ciudad-anarquia-en-el-uso-de-banquetas/
- Contreras, R. y Aguilar, O. C. (2012). Desarrollo sostenible (semblanza histórica). *Revista del Centro de Investigación de la Universidad La Salle*, 10(37), 101-121. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.lasalle.mx/index.php/recein/article/view/102/293>.
- Subirats, J. (2016). Explorar el espacio público como bien común. Debates conceptuales y de gobierno en la ciudad fragmentada. En Ramírez, P. (coord.^a), *La reinención del espacio público en la ciudad fragmentada* (pp. 99-134). Ciudad de México, México: Universidad Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Sociales.
- Tal, G. and Handy, S. (2012). Measuring Nonmotorized Accessibility and Connectivity in a Robust Pedestrian Network. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2299(1), 48-56. Retrieved from <https://doi.org/10.3141/2299-06>.
- Talavera, R. and Soria, J. A. (2015). Q-PLOS, developing an alternative walking index. A method based on urban design quality. *Cities*, 45, 7-17. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.cities.2015.03.003>.
- Telega, A., Telega, I. and Bieda, A. (2021). Measuring Walkability with GIS—Methods Overview and New Approach Proposal. *Sustainability*, 13(4), 1883. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/SU13041883>.
- Vallejo, J. A., Cantillo, V. and Rodriguez, A. (2020). A perception-based cognitive map of the pedestrian perceived quality of service on urban sidewalks. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behavior*, 73, 107-118. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.TRF.2020.06.013>.
- von Bertalanffy, L. (1976). *General System Theory* (1st ed.). New York, United States: George Braziller.
- Walpole, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L. y Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ciencias e ingeniería* (9.^a ed.). Naucalpan de Juárez, México: Pearson Educación.
- Wu, J. (2014). Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, 125, 209-221. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.01.018>.

- Yun, H. Y., Zegras, C. and Palencia, D. H. (2019). “Digitalizing Walkability”: Comparing Smartphone-Based and Web-Based Approaches to Measuring Neighborhood Walkability in Singapore. *Journal of Urban Technology*, 26(3), 3-43. Retrieved from <https://doi.org/10.1080/10630732.2019.1625016>.
- Zuniga, A. A., Orr, B. J., Gimblett, R. H., Chalfoun, N. V., Guertin, D. P. and Marsh, S. E. (2017). Neighborhood Design, Physical Activity, and Wellbeing: Applying the Walkability Model. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(1), 76. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/IJERPH14010076>.
- Zuniga, A. A., Stoker, P., Gimblett, R. H., Orr, B. J., Marsh, S. E., Guertin, D. P. and Chalfoun, N. V. (2019). Exploring the influence of neighborhood walkability on the frequency of use of greenspace. *Landscape and Urban Planning*, 190. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2019.103609>.

Rol de Contribución	Autor (es)
Conceptualización	Diego Adiel Sandoval Chávez (principal), Ana Córdova y Vázquez (apoya), Aida Yarira Reyes Escalante (apoya).
Metodología	Diego Adiel Sandoval Chávez (principal), Aida Yarira Reyes Escalante (apoya), Luz Elena Terrazas Mata (apoya).
Software	Diego Adiel Sandoval Chávez (principal), Aida Yarira Reyes Escalante (igual), Luz Elena Tarango Hernández (apoya).
Validación	Aida Yarira Reyes Escalante (principal), Ana Córdova y Vázquez (apoya), Diego Adiel Sandoval Chávez (apoya)
Análisis Formal	Diego Adiel Sandoval Chávez (principal), Aida Yarira Reyes Escalante (apoya), Luz Elena Terrazas Mata (apoya).
Investigación	Diego Adiel Sandoval Chávez (principal), Aida Yarira Reyes Escalante (igual), Ana Córdova y Vázquez (igual), Luz Elena Tarango Hernández (apoya), Luz Elena Terrazas Mata (apoya).
Recursos	Aida Yarira Reyes Escalante (principal), Luz Elena Terrazas Mata (apoya), Luz Elena Tarango Hernández (apoya)
Curación de datos	Diego Adiel Sandoval Chávez (principal), Aida Yarira Reyes Escalante (igual), Luz Elena Tarango Hernández (apoya), Luz Elena Terrazas Mata (apoya).
Escritura - Preparación del borrador original	Diego Adiel Sandoval Chávez (principal), Ana Córdova y Vázquez (apoya), Aida Yarira Reyes Escalante (apoya).
Escritura - Revisión y edición	Aida Yarira Reyes Escalante (principal), Ana Córdova y Vázquez (apoya), Diego Adiel Sandoval Chávez (apoya).
Visualización	Aida Yarira Reyes Escalante (principal), Diego Adiel Sandoval Chávez (apoya).
Supervisión	Diego Adiel Sandoval Chávez (principal), Ana Córdova y Vázquez (apoya), Aida Yarira Reyes Escalante (apoya).
Administración de Proyectos	Diego Adiel Sandoval Chávez (principal), Ana Córdova y Vázquez (apoya), Aida Yarira Reyes Escalante (apoya).
Adquisición de fondos	Diego Adiel Sandoval Chávez (principal), Ana Córdova y Vázquez (apoya), Aida Yarira Reyes Escalante (apoya).