

828

Accesibilidad a centros de salud: una revisión conceptual y una medición con el método 2SFCA para la población afiliada en Ciudad de México

Accessibility to health care facilities: a conceptual review and a measure with 2SFCA method for affiliated population from Mexico City

Mateo Carlos Galindo-Pérez ⁽¹⁾

(1) Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias (CRIM). Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
carlosgp@crim.unam.mx; <https://orcid.org/0000-0001-7868-8667>

Resumen

El objetivo de este trabajo es revisar conceptual y metodológicamente el binomio accesibilidad-acceso a servicios de salud y calcular un índice de accesibilidad a centros de salud para Ciudad de México utilizando el método 2SFCA; además, con base en un modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (RGP) se identifica el peso de algunas barreras de tipo aespacial que inciden en la accesibilidad. Los resultados obtenidos revelan que, a escala de ciudad, la población del extremo norte y la periferia urbana límítrofe del sur y sureste de CDMX, aunque cuantitativamente cuentan con la mayor presencia de centros de salud de primer nivel de atención, registran la más baja accesibilidad. Por su parte, la población del centro de la ciudad, con mayor grado promedio de escolaridad y menor marginación urbana, reporta un mayor nivel de accesibilidad.

Palabras clave

Accesibilidad-acceso	Centros de salud
Método 2SFCA	RGP

Abstract

The objective of this paper is to review conceptually and methodologically the binomial accessibility-access to health services. Also, to calculate an accessibility index to health centers for Mexico City using the 2SFCA method; a Geographically Weighted Regression model is also constructed to identify the weight of some aspatial barriers that affect accessibility. The results obtained reveal that, at the city level, the population in the extreme north and the urban periphery bordering the south and southeast of Mexico City, although quantitatively they have the greatest presence of first level health care centers, have the lowest accessibility. On the other hand, the population from core of city with a higher average level of schooling and less urban marginalization reports a higher level of accessibility.

Keywords

Accessibility-access	Health care facilities
2SFCA method	Geographically Weighted Regression
GWR	Mexico City



1 INTRODUCCIÓN

Sin pretender resolver incógnitas teóricas o colocar punto final a debate alguno, este trabajo define como objetivo: revisar conceptual y metodológicamente el binomio accesibilidad-acceso y su vinculación con los servicios de salud. Se considera necesario este repaso para ayudar a aquellos que, desde la academia (estudiantes, académicos) o el diseño y ejercicio de la política pública comienzan a explorar y utilizar estos conceptos. El documento se compone de cuatro apartados; en el primero se revisan, de manera secuencial, los aportes principales que ayudaron a perfilar ambos conceptos; en el segundo, se realiza una medición de accesibilidad a servicios de salud de primer nivel mediante el método 2SFCA *Two-Step Floating Catchment Area* (cálculo de Área de Cobertura Fluctuante en Dos Pasos), tomando como caso de estudio las unidades médicas de la *Secretaría de Salud de la Ciudad de México* (Sedesa) y la población afiliada al Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI). En el tercero se revisan y contrastan los resultados obtenidos de esa medición; y en el cuarto y último apartado, se presentan las respectivas conclusiones. Entre los resultados obtenidos se reconoce la tendencia territorial, a escala de ciudad, de una mayor presencia de centros de salud de primer nivel de atención en el extremo norte y la periferia urbana límitrofe del sur y sureste de CDMX, pero que reporta los menores niveles de accesibilidad. Asimismo, en el centro de la ciudad, la población con mayor grado promedio de escolaridad y menor marginación urbana reportan un mayor nivel de accesibilidad.

2 UN REPASO POR LOS CONCEPTOS ACCESIBILIDAD Y ACCESO A SERVICIOS DE SALUD

El primer elemento a considerar es: en el ámbito académico tanto el término accesibilidad (*accessibility*) como acceso (*access*) fueron importados de la literatura anglosajona. Identificado el ascendente, se rastrea una de las primeras definiciones que corresponde a HANSEN (1959), quien definió accesibilidad: como el potencial de oportunidades para la interacción, que es posible medir en función de la distribución espacial de las actividades (comerciales y de servicios) en el área de una ciudad, en función de un punto(s) determinado(s). En la medición se incluye además el deseo de la población de alcanzar y de las unidades económicas de ser alcanzadas, es decir, de superar la separación espacial. Las nociones contenidas en esta definición se mantendrán vigentes en los aportes posteriores.

Poco después de una década, INGRAM (1971) retomó el concepto de accesibilidad para proponer una medición a partir de dos enfoques: *relativa* e *integral*. La primera (señaló) es posible estimarla a partir de la variable distancia; la segunda (además de la distancia), incluye la oportunidad de accesibilidad, entendida como el tamaño y tipo de la demanda y oferta: número de consumidores, y cantidad y especialización de la actividad económica. Esta contribución amplió la capacidad explicativa del concepto al considerar en la medición no sólo la distribución-interacción entre oferta (usuarios) y demanda (actividades) sino, además, el tamaño y el tipo (jerarquía) de esa oferta y demanda.

VICKERMAN (1974) contribuyó a expandir el concepto al reconocer que, si bien la accesibilidad implica la interacción entre orígenes y destinos, esa interacción opera bajo un *principio de competencia espacial* supeditado al patrón territorial

de distribución de las actividades económicas en el espacio interno de las ciudades. Esto significa que la mayor concentración de actividad (locaciones) y de mayor jerarquía, coincide territorialmente con el centro de las ciudades (el área más accesible) y se reduce hacia la periferia. Este principio tiene su origen en los planteamientos de ALONSO (1960), quien reconoció que la competencia que se genera entre las múltiples actividades económicas por apropiarse de las localizaciones más ventajosas (con mayor poder de atracción), genera un gradiente locacional del centro hacia la periferia de la ciudad.

Por su parte, ADAY y ANDERSEN (1974) al revisar el concepto de acceso, reconocieron imprecisiones en su uso y para corregirlas, propusieron un marco de referencia que incluyó: 1) los elementos que definen la política [por ejemplo, el financiamiento y la organización]; 2) las características del sistema [volumen y distribución de los recursos]; 3) las características de la población que influyen en el uso del servicio [el ingreso]; 4) la forma en que se utiliza el servicio [tipo, lugar, propósito y frecuencia]; y 5) la satisfacción del consumidor, a partir de la cantidad y calidad del servicio recibido.

PENCHANSKY y THOMAS (1981) retoman y afinan la propuesta de Aday y Andersen para definir acceso como el grado de ajuste entre clientes y un sistema; y al vincular dicho concepto con un sistema de salud, reconocen que el acceso a servicios de salud compila cinco dimensiones específicas: 1) disponibilidad (*availability*); 2) accesibilidad (*accessibility*); 3) alojamiento (*accommodation*); 4) alcanzable/conseguible (*affordability*); y 5) aceptabilidad (*acceptability*). De esta forma, la accesibilidad pasó a reconocerse como una dimensión del acceso y no su sinónimo.

Con estas bases conceptuales los aportes posteriores se enfocaron a identificar y examinar los factores que restringen o incrementan la accesibilidad a servicios de salud. Una de las principales contribuciones fue incorporar los conceptos de barrera (*barrier*) y facilitador (*facilitator*) que, en el primer caso, impiden o limitan la accesibilidad y en el segundo, la aumentan o favorecen. Sin embargo, según el contexto, se puede traspasar la frontera entre ambos conceptos; para exemplificar se toma la variable distancia, que puede representar una barrera y un facilitador; es decir, para una persona que reside a cien metros de una unidad médica, la distancia

no representa una barrera sino más bien un facilitador (no hay gasto en transporte, sólo gasto energético y en tiempo, por el desplazamiento al caminar); pero, para una persona que reside a cinco kilómetros, la distancia sí se convierte en una barrera a superar.

Un primer tipo de barreras identificadas fueron las de tipo geográfico, donde interactúan locaciones-individuos a escala de ciudad (distancia y tiempo); y un segundo tipo fueron las barreas no-geográficas, que se vinculan al individuo como la edad, el sexo, el nivel de ingreso y la etnicidad, (JOSEPH y PHILLIPS, 1984). Una de las propuestas más elaboradas de reconocimiento-clasificación de barreras y facilitadores la hizo KHAN (1992), quien reconoció que el acceso a servicios de salud (no utiliza accesibilidad) oscila entre dos enfoques dicotómicos: *espacial-aespacial* y *potencial-revelado*. De estos dos enfoques se desprenden a su vez cuatro categorías: 1) acceso espacial potencial; 2) acceso espacial revelado; 3) acceso aespacial potencial; y 4) acceso aespacial revelado. En el acceso espacial (geográfico) se pondera la variable distancia (y sus variantes, tiempo-costo), y el acceso aespacial (social) enfatiza el peso de las barreras de tipo no espacial, como el nivel de ingreso, el género, la edad, la etnicidad o el idioma. Por su parte, el acceso potencial diseña escenarios probables de uso de servicios de salud; y el acceso revelado se ocupa del diagnóstico del uso de los servicios de salud por parte de la población.

De la propuesta de Khan llama la atención que opte por utilizar el sustantivo acceso y no accesibilidad; para hallar una posible explicación a esta diferencia semántica, quizás sea momento de acudir al diccionario. El diccionario Oxford¹ define accesibilidad como la facilidad para alcanzar/llegar a; mientras que acceso se refiere a la oportunidad/derecho de usar o ver; en ambos casos se trata de algo/alguién físico o virtual. Con estas definiciones se reconoce que accesibilidad implica un desplazamiento físico o virtual, por lo que Khan asume como sinónimos accesibilidad y acceso geográfico; mientras que acceso (por sí sólo) es un atributo o cualidad individual y del conjunto. Esta diferencia lleva a concluir que un individuo A y otro B pueden tener el mismo acceso (oportunidad/derecho de usar), pero tienen diferente accesibilidad, mayor o menor facilidad para alcanzar/llegar en función de la distancia y la disponibilidad. Esta diferencia ratifica el planteamiento de Penchansky y Thomas

¹ <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/us/definition/english/dictionary>

de que la accesibilidad es una dimensión del acceso. La accesibilidad es el efecto y la expresión territorial cuantificable y cualificable del acceso con que cuenta una persona.

Contribuciones posteriores afinaron el concepto de accesibilidad. Por ejemplo, HANDY (1993) al comparar accesibilidad a escala regional y local, la define como la capacidad para realizar viajes útiles y eficaces de un lugar a otro; y por eficacia se entiende el mayor número de lugares útiles y posibles de visitar. En otro trabajo también de HANDY (2020), se señala la propensión de utilizar como sinónimos accesibilidad y movilidad, pero reconoce que una buena movilidad contribuye a una buena accesibilidad, pero una buena movilidad no es la única forma de lograr una buena accesibilidad.

Por su parte, GUAGLIARDO (2004) al reflexionar sobre las cinco dimensiones propuestas por Penchansky y Thomas, considera que las dos primeras (disponibilidad, accesibilidad) son intrínsecamente espaciales, y las tres restantes son aespaciales (alojamiento, alcanzable, aceptabilidad) y las menos estudiadas. Esta diferenciación la fundamenta al concebir la disponibilidad como el número de locaciones (puntos) entre los que un usuario puede elegir; por su parte, accesibilidad implica el desplazamiento (costo monetario, distancia-tiempo) entre usuario-locación. Guagliardo argumenta que disponibilidad y accesibilidad son indisociables y su manejo simultáneo permite construir (y medir) el término de accesibilidad espacial y no sólo accesibilidad.

En cuanto al análisis de barreras y facilitadores, comienza a manejarse la denominación de factores espaciales y aespaciales (equivalentes a las barreras geográficas y no-geográficas) y se clasifican en tres categorías: desventajas socioeconómicas, barreras socioculturales y altas necesidades en salud (WANG y LUO, 2005). Asimismo, al cambiar a una escala barrial, para aquellas personas con algún tipo de discapacidad (física o cognitiva), la arquitectura se constituye como una barrera a superar.

Estudios recientes han identificado y propuesto nuevos tipos de barreras y facilitadores que inciden en los procesos de atención a la salud, entre los que se incluye: la burocracia, la disponibilidad de Internet, y la colaboración y comunicación entre departamentos/áreas y unidades médicas (GEERLIGS et al., 2018; VON DER WARTH et al., 2021). Otras investigaciones han revelado a la corrupción como una barrera para acceder

a los servicios de salud (GALINDO y SUÁREZ, 2023a). Por otra parte, la accesibilidad también lleva implícita una cuestión de escala; de esta manera se reconoce que hay barreras y facilitadores de diferente escala y categoría: ciudad, sociales-personales e institucionales.

Con base en esta revisión se observa que, desde su origen, los conceptos de accesibilidad y acceso han estado estrechamente vinculados, lo que explica por qué la primera labor se enfocó en diferenciarlos; posteriormente, llegaron las precisiones y progresos conceptuales. Después de esta revisión que no busca ser exhaustiva, pero si lo más fundamentada posible, se pasa a la medición de la accesibilidad a servicios de salud de primer nivel de atención para el caso de las unidades médicas de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México (Sedesa) y la población afiliada al INSABI.

3 SOBRE LA MEDICIÓN DE ACCESIBILIDAD A SERVICIOS DE SALUD

Respecto a la medición de la accesibilidad a servicios de salud, múltiples han sido las propuestas; desde los primeros índices en los que la variable distancia constituyía el factor clave; hasta mediciones que, para afinar el resultado, incorporaron elementos como el tipo y tamaño de la demanda y oferta. De esas primeras propuestas y sus precisiones, se ha pasado a otras, de mayor refinamiento metodológico y elaboración estadística, como el método 2SFCA *Two-Step Floating Catchment Area* (cálculo de Área de Cobertura Fluctuante en Dos Pasos) (LUO & WANG, 2003a), cuya particularidad en su procesamiento estadístico no sólo considera la ubicación de la población y las unidades médicas, incluye también el tamaño, concebido como el número de médicos, pero también se puede utilizar el número de consultorios, enfermeras o camas de hospital.

Tal grado de aceptación ha alcanzado el método 2SFCA que se ha replicado a diferentes escalas y lugares: ciudad de Chicago, USA (LUO y WHIPPO, 2012), distrito de Rajasthan, India (KANUGANTI et al., 2016), distritos para la ciudad de Yeda, Arabia Saudita (KHASHOGGI y MURAD, 2021); manzanas para el municipio de Chimalhuacán y el área metropolitana de Toluca, Estado de México (ROJAS et al., 2022; 2023); Hong Kong (XIONG et al., 2022). Pero también, del método 2SFCA se han propuesto ajustes (LUO y WANG, 2003b), mejoras

E2SFCA (LUO y QI, 2009; NGUI y APPARICIO, 2011), adelantos 3SFCA (WAN et al., 2012), modificaciones M2SFCA (DELMATER, 2013) y cálculos inversos i2SFCA (WANG, 2017).

El fundamento del cálculo del índice de accesibilidad está precisamente en la secuencia de pasos. En el primero, para cada unidad médica j se suma la población de todas las localizaciones k (centroídes de manzanas, colonias, distritos, municipios), que están dentro de un umbral de desplazamiento (tiempo de viaje) d_o a partir de j ; este umbral representa el área de cobertura (*catchment area*) de j . De esta forma se obtiene R_j que es el servicio potencial (médicos/población) dentro del área de cobertura.

$$R_j = \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_o\}} P_k}$$

Donde: P_k es la población (demanda) de las localizaciones k que están dentro del área de cobertura ($d_{kj} \leq d_o$); S_j es el número de médicos (oferta) en la unidad médica j ; y d_{kj} es el tiempo de desplazamiento entre k y j . En el segundo paso, para cada población en la localización i se obtienen todas las unidades médicas j que están dentro del umbral de desplazamiento d_o a partir de i (área de cobertura de i); a continuación, se suman las proporciones obtenidas en el paso anterior para las localizaciones i .

$$A_i^F = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_o\}} R_j = \sum_{j \in \{d_{ij} \leq d_o\}} \frac{S_j}{\sum_{k \in \{d_{kj} \leq d_o\}} P_k}$$

En este caso, A_i es la accesibilidad para la población en i ; y d_{ij} es el tiempo de desplazamiento desde una localización i a la unidad médica j . En síntesis, el primer paso equivale a la oferta potencial (médicos/población) de cada unidad médica dentro del área de cobertura; y el segundo paso es la suma de las proporciones en las áreas de servicio solapadas (donde los residentes tienen acceso a múltiples ubicaciones de médicos). Para el cálculo tanto del primer como del segundo paso se emplea una matriz de tiempos de viaje entre pares de ubicaciones (unidad médica-población) expresadas en d_{ij} o d_{kj} . Como resultado, a mayor valor del índice significa una mayor accesibilidad en esa localización.

A continuación, para exemplificar la medición de la accesibilidad con el método 2SFCA se toma como caso de estudio las unidades médicas de primer nivel de la *Secretaría de Salud de la Ciudad de México* (Sedes) y la población afiliada al INSABI en Ciudad de México (CDMX). El índice de accesibilidad se calculó para la distancia caminable de un kilómetro y se dividió en cinco rangos (cuantiles) de menor a mayor valor, que a su vez se sustituyeron por cinco rangos cualitativos (*Muy baja, Baja, Media, Alta, Muy alta*).

4 DATOS Y MÉTODO

La unidad territorial de estudio es CDMX que registra, según el *Censo de Población y Vivienda de México 2020* (INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, INEGI, 2021), una población de 9,14 millones de habitantes distribuidos en 16 alcaldías, que abarcan una superficie de 1460 km² y 60% corresponde al área urbana. La escala de trabajo fue el Área Geoestadística Básica² (AGEB) (*Census Track*) que, en CDMX, para el año censal 2020 suman un total de 2431.

4.1 Unidades médicas

Se mide la accesibilidad a servicios de salud en el primer nivel de atención para la Sedesa, que es la dependencia encargada de suministrar servicios de salud a la población residente en CDMX en los tres niveles de atención: ambulatoria (primer nivel), especialización (segundo nivel) y alta especialización (tercer nivel). La Sedesa depende presupuestalmente de la Secretaría de Salud (SS) federal, pero CDMX la reconoce como organismo propio. Las unidades médicas de esta institución que operan en el primer nivel de atención son los Centros de Salud Tipo I, II y III³ cuyas características generales (nominales) son: Tipo I (T-I). Cuenta con un núcleo básico, que consiste en un médico y dos enfermeras y trabajadoras sociales. Tipo II (T-II). Seis núcleos básicos. Tres médicos, tres enfermeras, cirujano dentista, cuatro auxiliares (administrativo, intendencia, almacén y farmacia), enfermera para CEyE (Central de Equipos y Esterilización), vacunación y curaciones; técnico en estadística en salud, director, administrador, taquimecanógrafo, chofer, técnico laboratorista y trabajadora

2_Un AGEB es una delimitación poligonal que agrupa entre 25 y 50 manzanas (*Census Blocks*); no hay criterio demográfico.

3_Se excluyeron clínicas y centros de especialidades, hospitales, así como los consultorios periféricos o temporales.

social. Tipo III (T-III). Seis núcleos básicos. Tres médicos, tres enfermeras, cirujano dentista, rayos X, cuatro auxiliares (administrativo, intendencia, almacén y farmacia), enfermera para CEyE, vacunación y curaciones; técnico en estadística en salud, director, administrador, taquimecanógrafo, chofer, técnico laboratorista y trabajadora social.

Para el inventario de centros de salud y el número de médicos generales en funciones, se consultó el sitio de la *Dirección General de Información en Salud* de la Secretaría de Salud de México (datos para el año 2020) (SS/DGIS, 2020). Para cotejar el inventario de centros de salud se consultó el catálogo de unidades médicas del sitio *Servicios de Salud Pública de la Ciudad de México* (Sedesa, s/f). El conteo de centros de salud y médicos generales se muestra en la FIG. 1. Acotación: el inventario de centros de salud se ajusta al año base 2020, por lo que aquellos centros de salud que iniciaron operaciones después de ese año fueron excluidos.

CENTRO DE SALUD	UNIDADES		MÉDICOS GENERALES	
	TOTAL	%	TOTAL	%
T-I	98	46,4	157	12,0
T-II	47	22,3	324	24,9
T-III	66	31,3	822	63,1
Total	211	100	1303	100

FIG. 1. Ciudad de México: centros de salud y médicos generales de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México (Sedesa). **Fuente:** elaboración propia con base en Sedesa, s/f y SS/DGIS, 2020.

4.2 Datos de población

Los datos de población a escala de AGEB corresponden al año censal 2020 (INEGI, 2021). Dado que se calcula accesibilidad a la Sedesa, la población objetivo que atiende esta institución asciende a 1 178 696 personas, que corresponde al monto de población afiliada a servicios médicos en la Secretaría de Salud, mediante el Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) y que representa 13% de la población total de CDMX. La característica de este segmento de población es que no cuenta con seguridad social, es decir, no está empleada formalmente; se trata de trabajadores temporales, por cuenta propia, subempleados, desempleados y no trabajadores (menores de edad, estudiantes y adultos mayores). Se permite la afiliación a un esquema básico de atención médica, pero sin las prerrogativas de un trabajador formal.

4.3 Cálculo de la distancia y tiempo de desplazamiento

La medición del índice de accesibilidad requiere un insumo base: el tiempo de desplazamiento desde el lugar de residencia de la población (centroide de los 2431 AGEB) hacia las unidades médicas (211 centros de salud); para esta labor se utilizó la cobertura de calles y avenidas de CDMX del *Marco Geoestadístico Nacional 2020* (INEGI, s/f) y la medición de la distancia se realizó en ambiente de sistema de información geográfica (con la herramienta *Fast Shortest Network Paths*). Por tanto, el cálculo del índice de accesibilidad incorpora la distancia vial (transformada en tiempo de desplazamiento) y no la euclíadiana.

Para establecer el tiempo de desplazamiento se consideró que, en las ciudades, el tiempo de viaje caminando a unidades médicas oscila en un rango de entre 15-20 minutos por 1 kilómetro, ya que depende de factores como la edad (Loo y LAM, 2012; BARRANCO y CALONGE, 2023), la ausencia o presencia de alguna enfermedad o discapacidad (WANG et al., 2022), el tipo de camino (pavimento, terracería, empedrado) y sus características (con/sin banqueta, semaforización) (PEREIRA et al., 2020), además de lo accidentado y la pendiente del terreno (SCHWARTZ y DAS, 2019).

Para el caso de Ciudad de México, según la Encuesta Origen-Destino 2017 (INEGI-Setravi-II-UNAM, 2017), para la población que viaja a una clínica u hospital en busca de atención médica y que camina como único modo de transporte, el tiempo promedio de caminata es de 20 minutos. Asumiendo que: 1) racionalmente, la población opta por acudir a la unidad médica más cercana; 2) la distancia es uno de los principales criterios que la población considera para decidir a qué unidad médica acudir; y 3) un kilómetro es la distancia máxima que una persona está dispuesta a caminar desde el lugar de residencia a una unidad médica: el tiempo caminable para el cálculo del índice de accesibilidad se establece en 20 minutos por 1 kilómetro.

4.4 Accesibilidad y regresión espacial

Además de la medición de la accesibilidad, para complementar el análisis se estima el peso de algunas barreras aespaciales mediante la construcción de un modelo de Regresión Geográficamente Ponderada (*Geographically Weighted Regression, GWR*) en el que se designa como variable dependiente: Y) el índice de accesibilidad

(2SFCA); y las variables independientes: X_1 promedio de hijos nacidos vivos, X_2 proporción de población económicamente desocupada; X_3 proporción de población de 15 años y más con primaria completa; X_4 proporción de población de 15 años y más con secundaria completa; y X_5 proporción de población de 18 años y más con estudios posbásicos. Se utilizó el software MGWR 2.1 para identificar las variaciones en los parámetros de regresión estimados (OSMAN et al., 2019).

La decisión de incorporar variables asociadas a la escolaridad se respalda en la evidencia hallada sobre el vínculo entre una mayor escolaridad y mayores ingresos, con una mayor probabilidad de acudir a revisiones médicas y pruebas preventivas, y una menor probabilidad de adquirir adicciones, lo que reduce las tasas de mortalidad y aumenta la esperanza de vida. Por el contrario, una menor escolaridad se ha relacionado con una menor esperanza de vida y una mayor probabilidad de contraer infecciones y adicciones, y de morir por cualquier tipo de enfermedad (KEMNA, 1987; Ross y CHIA-LING, 1995; BRAVEMAN et al., 2011).

Se opta por un modelo de regresión de tipo espacial y no por un modelo de regresión lineal de Mínimos Cuadrados Ordinarios (*Ordinary Least Squares*, OLS), que es el método más frecuentemente utilizado, debido a las deficiencias que se han reconocido, ya que la accesibilidad (además de correlación estadística) implica dependencia espacial dadas las características de una ubicación y la interacción con los vecinos más cercanos (XIONG et al., 2022).

Para ayudar a la presentación e interpretación de los resultados, las 16 alcaldías de CDMX se agruparon para identificar seis sectores urbanos: centro (alcaldías Benito Juárez, Cuauhtémoc, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza) (536 AGEB equivalente a 22% de los AGEB de CDMX), oriente (Iztacalco, Iztapalapa y Tláhuac) (678 y 28%), norte (Azcapotzalco y Gustavo A. Madero) (408 y 17%), poniente (Álvaro Obregón, Cuajimalpa y La Magdalena Contreras) (282 y 12%), sur (Coyoacán y Tlalpan) (363 y 15%) y suroriente (Milpa Alta y Xochimilco) (164 y 7%).

5 RESULTADOS

De manera agregada, los rangos de accesibilidad *Muy baja* y *Baja* contabilizan 56% de las AGEB y 57% de población afiliada. Con accesibilidad *Media* se tiene un conteo de 15% de las AGEB con 25% de población afiliada; y en los rangos de accesibilidad *Alta* y *Muy alta* se tiene 30% de las AGEB y sólo 18% de población afiliada (FIG. 2).

Territorialmente, la mayor accesibilidad a unidades médicas de la Sedesa se observa en el centro de CDMX y la menor accesibilidad en la periferia (FIG. 3). Para ayudar a explicar la distribución de la accesibilidad se calculó la Elipse de Desviación Estándar (EDS) (*Standar Deviational Ellipse*), que ayuda a identificar la tendencia central a la que se ajustan las locaciones (*locations*) en un área y su dispersión en torno al centro (LEFEVER, 1927). Lo que se busca es reconocer el patrón territorial

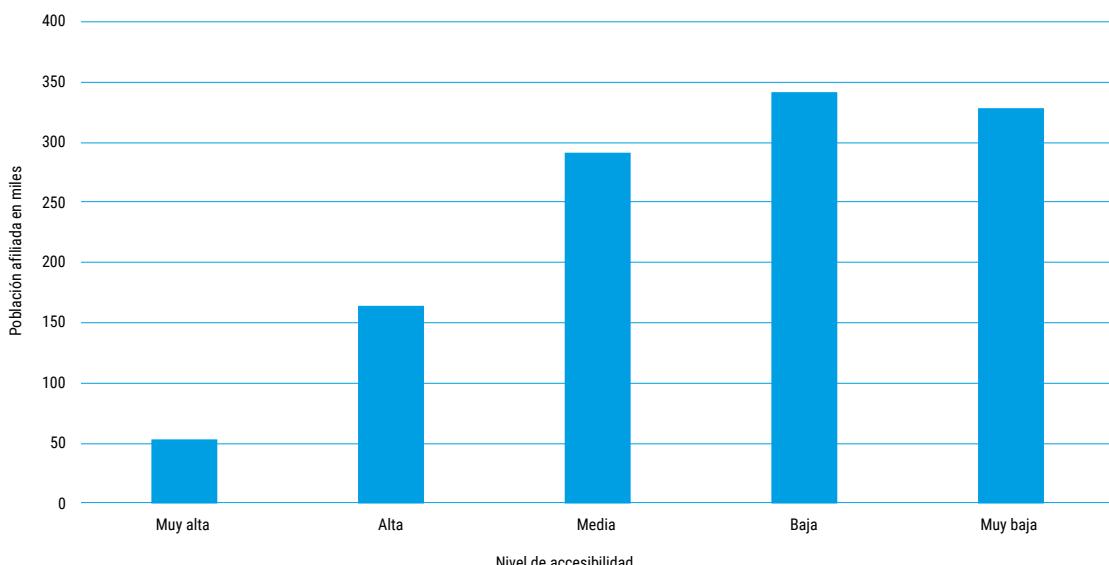


FIG. 2. Ciudad de México: población afiliada según rango de accesibilidad
Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2021.

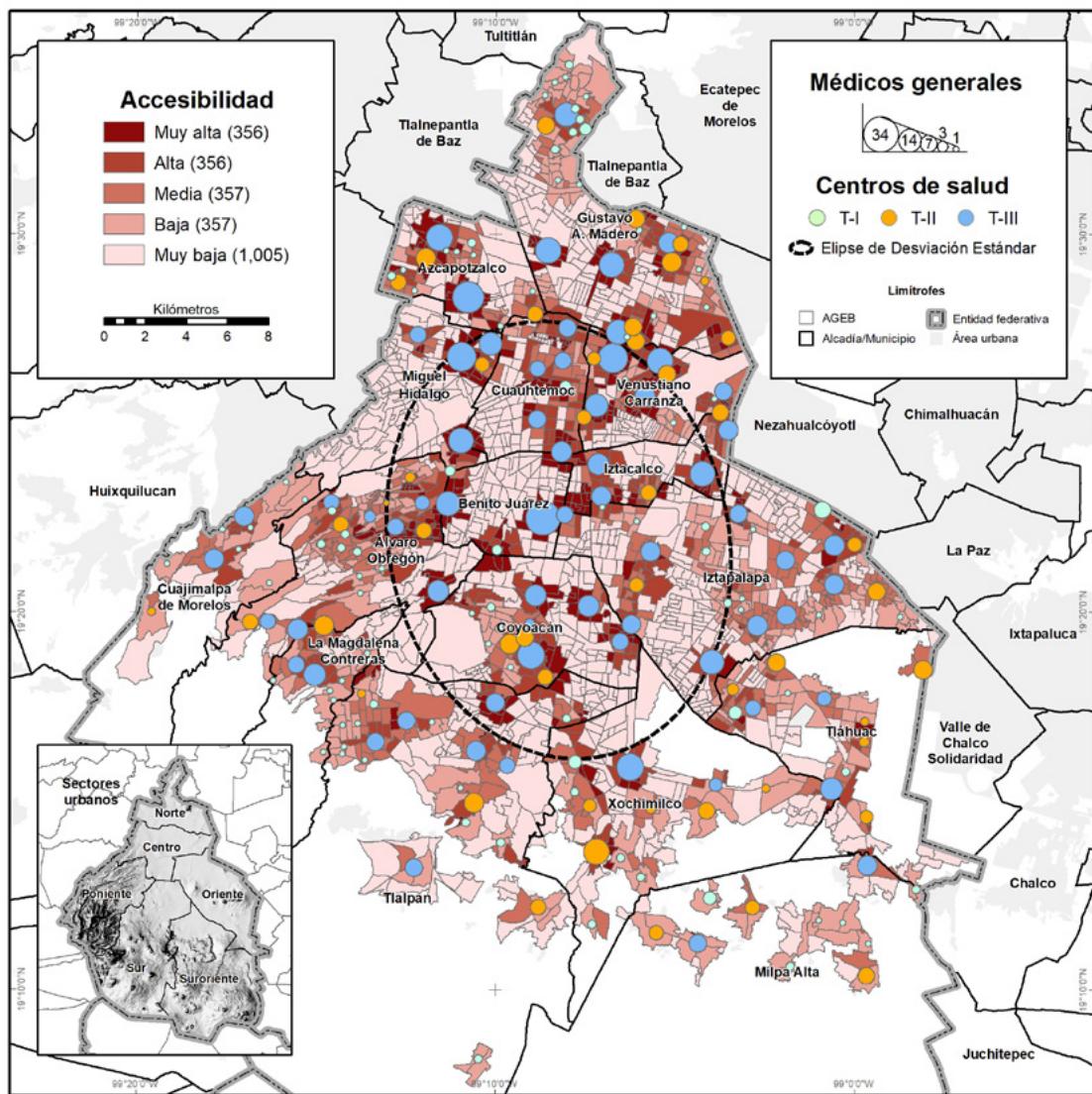


FIG. 3. Ciudad de México: Índice de accesibilidad (2SFCA) a centros de salud de la Secretaría de Salud de la Ciudad de México (SEDESA) por Área Geoestadística Básica (AGEB)

Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2021, INEGI, s/f, Sedesa, s/f y SS/DGIS, 2020

(centro-periferia) de concentración y despliegue al que se ajusta la ubicación de las unidades médicas de primer nivel de la Sedesa.

La EDS presenta un eje con alineación centro-sureste; al agregar centros de salud, médicos y población afiliada, se obtiene que: 1) sólo 26% de centros de salud, 36% de médicos y 27% de la población afiliada, se localizan dentro de la EDS; 2) en promedio, 19% de los centros de salud T-I y T-II (de menor jerarquía) y 20% de sus médicos, se localizan dentro de la EDS; 3) 42% de los centros de salud T-III (de mayor jerarquía) y 45% de sus médicos se localizan dentro de la EDS; es decir, en el área central de CDMX (FIG. 4). Como

dato adicional, dentro de la EDS la tasa de médicos por cada mil habitantes es de 1.5 y fuera es de 1.0.

Este patrón territorial de la accesibilidad a centros de salud de primer nivel se explica con uno de los principales planteamientos de la teoría del lugar central (CHRISTALLER, 1966), adaptada a escalas metropolitanas (KRUGMAN, 1995; FUJITA et al., 1999): a mayor especialización del bien o servicio, menor número de lugares que los ofrecen; se explica así que aquellos centros de salud de mayor jerarquía (por el número de médicos y la variedad de servicios médicos que ofrecen), sean menor en número (GALINDO, 2016). Por

CENTRO DE SALUD	DENTRO		FUERA		TOTAL	
	UNIDADES	MÉDICOS	UNIDADES	MÉDICOS	UNIDADES	MÉDICOS
T-I	17	30	81	127	98	157
T-II	10	67	37	257	47	324
T-III	28	371	38	451	66	822
Total	55	468	156	835	211	1303
PORCENTAJE						
T-I	17,3	19,1	82,7	80,9	100	100
T-II	21,3	20,7	78,7	79,3	100	100
T-III	42,4	45,1	57,6	54,9	100	100
Total	26,1	35,9	73,9	64,1	100	100

FIG. 4. Conteo de centros de salud y médicos generales dentro/fuera de la Elipse de Desviación Estándar (EDS)

Fuente: elaboración propia con base en Sedesa, s/f y SS/DGIS, 2020

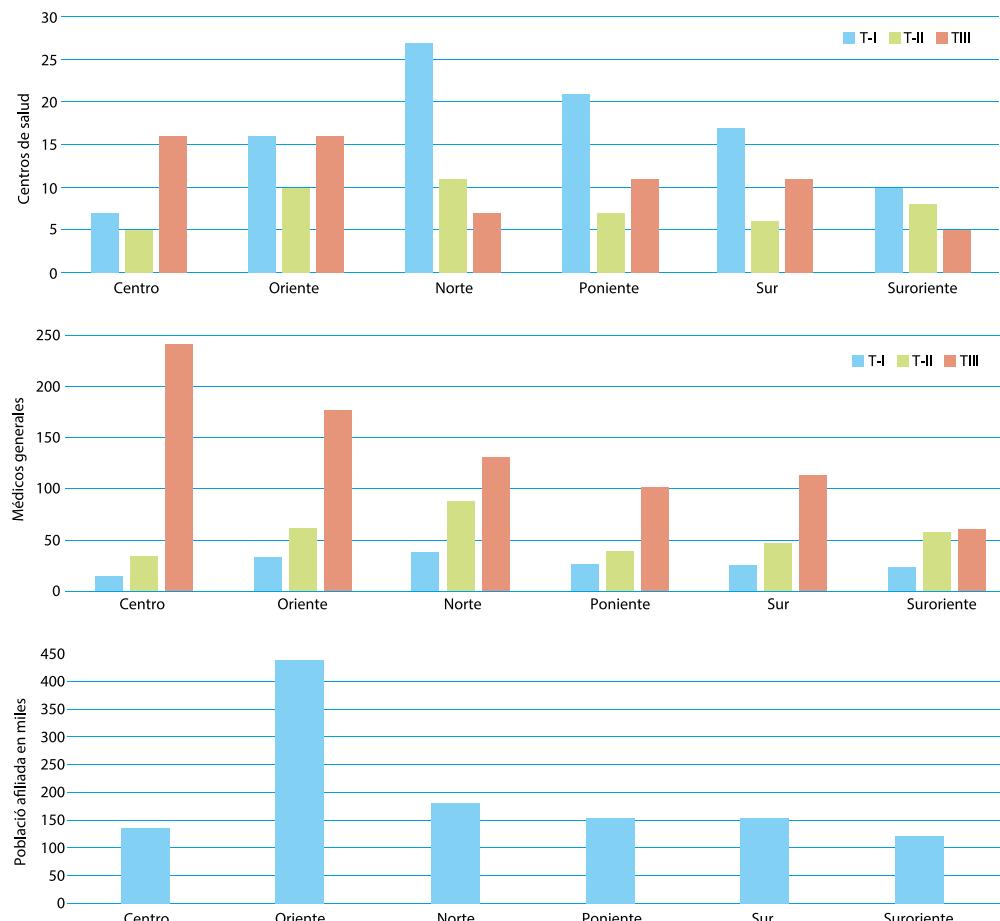


FIG. 5. Ciudad de México: centros de salud, médicos generales y población afiliada por sector urbano

Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2021, Sedesa, s/f y SS/DGIS, 2020

lo tanto, teóricamente esta diferencia jerárquica deberá tener su reflejo territorial: mayor presencia de centros de salud (y de mayor jerarquía) en el centro de la ciudad y una reducción hacia la periferia (y de menor jerarquía), lo que corrobora que la accesibilidad opera bajo un *principio de competencia espacial* (VICKERMAN, 1974), que a su vez condiciona la movilidad de la población que busca atención médica y la dirección del flujo entre orígenes y destinos (GALINDO y SUÁREZ, 2023b).

Aunando en la *Baja y Muy baja* accesibilidad que, como se indicó, se ajusta a un patrón territorial periférico, hacia el perímetro urbano de CDMX, tanto norte como sur, la topografía se convierte en una variable explicativa: al norte, las estribaciones de la Sierra de Guadalupe; al sur, la cordillera del Ajusco, zonas donde la presencia de barrancas y la pendiente del terreno obstaculizan la movilidad peatonal y vehicular. Asimismo, los asentamientos humanos en estas zonas son (en muchos casos) ocupaciones de terreno ejidal o

ESTADÍSTICO	GWR	OLS
AICc	4723,798	6740,437
R ² ajustada	0,692	0,036
Suma de los mínimos cuadrados	580,976	2311,749
Residual del Índice de Moran	-0,013	0,125
Significancia (p value)	0,022	0,000
z-score	-2,29	23,38

FIG. 6. Comparación de los modelos de regresión: Geographically Weighted Regression (GWR) y Ordinary Least Squares (OLS)

Fuente: elaboración propia con base en Oshan et al., 2019.

invasiones de suelo de conservación, por lo tanto, carecen (proporcionalmente) de la infraestructura urbana básica (agua entubada, drenaje, energía eléctrica) por lo que registran los mayores niveles de marginación urbana dentro del contexto de CDMX (CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN, CONAPO, 2023).

A escala urbana, la baja accesibilidad se explica también por la ubicación de los centros de salud en vías interiores (calles locales), apartadas de avenidas principales, por lo que llegar a esas unidades médicas se dificulta aún más debido a que las rutas de transporte público no circulan por esas vías lo que, por un lado, incrementa el tiempo de viaje a servicios de salud y por otro, condiciona la accesibilidad a caminar o por medio de vehículos particulares y transporte público privado (taxis, lo que incrementa el costo del desplazamiento) (GALINDO et al., 2023; GALINDO y SUÁREZ, 2023b).

Por sector urbano, al agregar el total de médicos generales y centros de salud por tipo, se detecta que los sectores norte, oriente y poniente

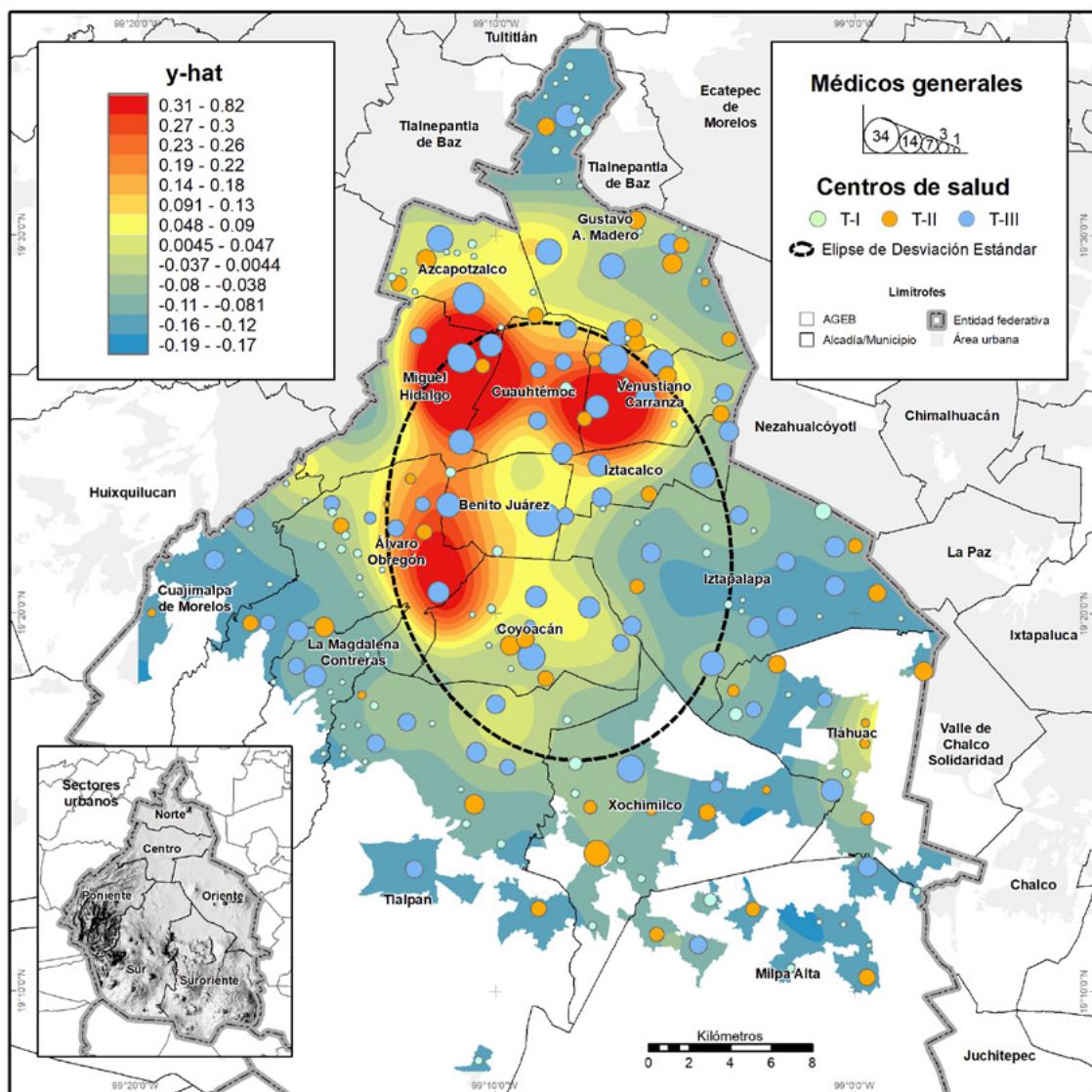


FIG. 7. Ciudad de México: distribución de los valores de predicción (y-hat)

Fuente: elaboración propia con base en INEGI, s/f, Oshan et al., 2019, Sedesa, s/f y SS/DGIS, 2020

	EST.	S.E.	T (EST.-S.E.)	PR(> T)
(Intercept)	-0,000	0,020	-0,000	1,000
Promedio de hijos nacidos vivos	-0,113	0,039	-2,878	0,004
Población económicamente desocupada	-0,075	0,020	-3,688	0,000
Población de 15 años y más con primaria completa	0,116	0,056	2,094	0,036
Población de 15 años y más con secundaria completa	-0,384	0,057	-6,738	0,000
Población de 18 años y más con estudios posbásicos	-0,257	0,069	-3,704	0,000

FIG. 8. Modelo Geographically Weighted Regression (GWR)

Fuente: elaboración propia con base en Oshan et al., 2019

registran la mayor presencia de centros de salud, pero son los sectores centro, oriente y norte los que registran el mayor número de médicos generales. En cuanto a población, los sectores oriente y suroriente concentran 47% de la población afiliada de CDMX y, si se agrega la población del sector sur, el monto del asciende a 60% (FIG. 5). Estas cifras son evidencia de cierto desequilibrio espacial (*spatial mismatch*) entre las decisiones de localización de los centros de salud (oferta) y la población afiliada (demanda).

Para afinar el análisis de la accesibilidad se presenta el resultado obtenido del modelo GWR; y para apreciar lo robusto del modelo, el resultado se compara con el modelo OLS (FIG. 6). En primer lugar, el modelo OLS es significativamente estadístico, pero el valor de la R^2 sugiere un pobre ajuste (0.036), mientras que el modelo GWR reporta una R^2 ajustada mucho mayor (0.692). Por su parte, el valor AICc, que es un parámetro de referencia para estimar el error de predicción (BRUNSDON et al., 1996), en el modelo GWR fue 30% más bajo que en el modelo OLS. Respecto a la determinación de errores, la suma de mínimos cuadrados del modelo GWR fue 75% menor que en el modelo OLS. Asimismo, el modelo GWR por el valor residual del índice de Moran global (I de Moran) y la puntuación z (z-score) obtenida (negativa, lo que indica un patrón disperso), la probabilidad de que el patrón espacial observado sea resultado de procesos aleatorios es muy baja. Por lo tanto, la incorporación de la dimensión espacial al modelo de regresión mejora la evaluación estadística del índice de accesibilidad. Con base en este resultado, se reconoce que sí hay efecto de algunas características aespaciales de la población sobre la accesibilidad a centros de salud.

Para validar espacialmente el resultado estadístico, se trasladó al mapa el valor de predicción (y-hat) de la variable dependiente (estimado con el modelo GWR) (KIM y GRAEFE, 2021); se busca identificar tendencias y patrones de

comportamiento espacial del índice de accesibilidad. Para mostrar el gradiente de predicción se optó por una representación de hot-spots (puntos calientes), a través de una función de ponderación simple del inverso de la distancia (interpolación espacial). Lo que se observa es que la mayor probabilidad de registrar *Alta* o *Muy Alta* accesibilidad a centros de salud de la Sedesa corresponde a la población residente del centro y poniente de la ciudad; por su parte, la mayor probabilidad de *Baja* o *Muy baja* accesibilidad corresponde a la población residente de los sectores norte, oriente y la periferia urbana limítrofe sur de CDMX (FIG. 7). Con este resultado se identifican escenarios potenciales de accesibilidad a centros de salud de la Sedesa y se comprueba que el patrón territorial de distribución centro-periferia, al que se ajusta la localización de las unidades de primer nivel de atención de la Sedesa, incide directamente en los niveles de accesibilidad.

Respecto al comportamiento de las variables independientes y las correlaciones estadísticas, se encontró que: a menor número de hijos, mayor la probabilidad de una *Alta* accesibilidad a centros de salud. En este caso el efecto es circular ya que, si un mayor número de hijos incrementa la demanda de servicios de salud, entonces se provoca la saturación del servicio (en proximidad), lo que reduce aún más la accesibilidad (FIG. 8).

También se halló que a menor proporción de población económicamente activa desocupada, mayor accesibilidad a centros de salud. La dependencia económica de menores de edad, personas adultas mayores, así como de población estudiantil se refleja necesariamente en la imposibilidad de destinar recursos económicos para buscar atención médica privada. Por lo tanto, en aquellas zonas de la ciudad donde hay (proporcionalmente) mayor población dependiente económicamente es menor la accesibilidad a centros de salud de la Sedesa, por la saturación del servicio.

Por su parte, el nivel de escolaridad se correlaciona con el nivel de accesibilidad a centros de salud, de la siguiente manera: a mayor proporción de población de 15 años y más con primaria completa, mayor accesibilidad; a menor proporción de población de 15 años y más con secundaria completa, mayor accesibilidad; y a menor proporción de población de 18 años y más con estudios posbásicos, mayor accesibilidad. La dirección estadística de estas correlaciones resulta contraintuitiva, ya que indica que aquellos sectores de población con menor nivel de escolaridad tienen mayor accesibilidad. Pero es aquí donde la

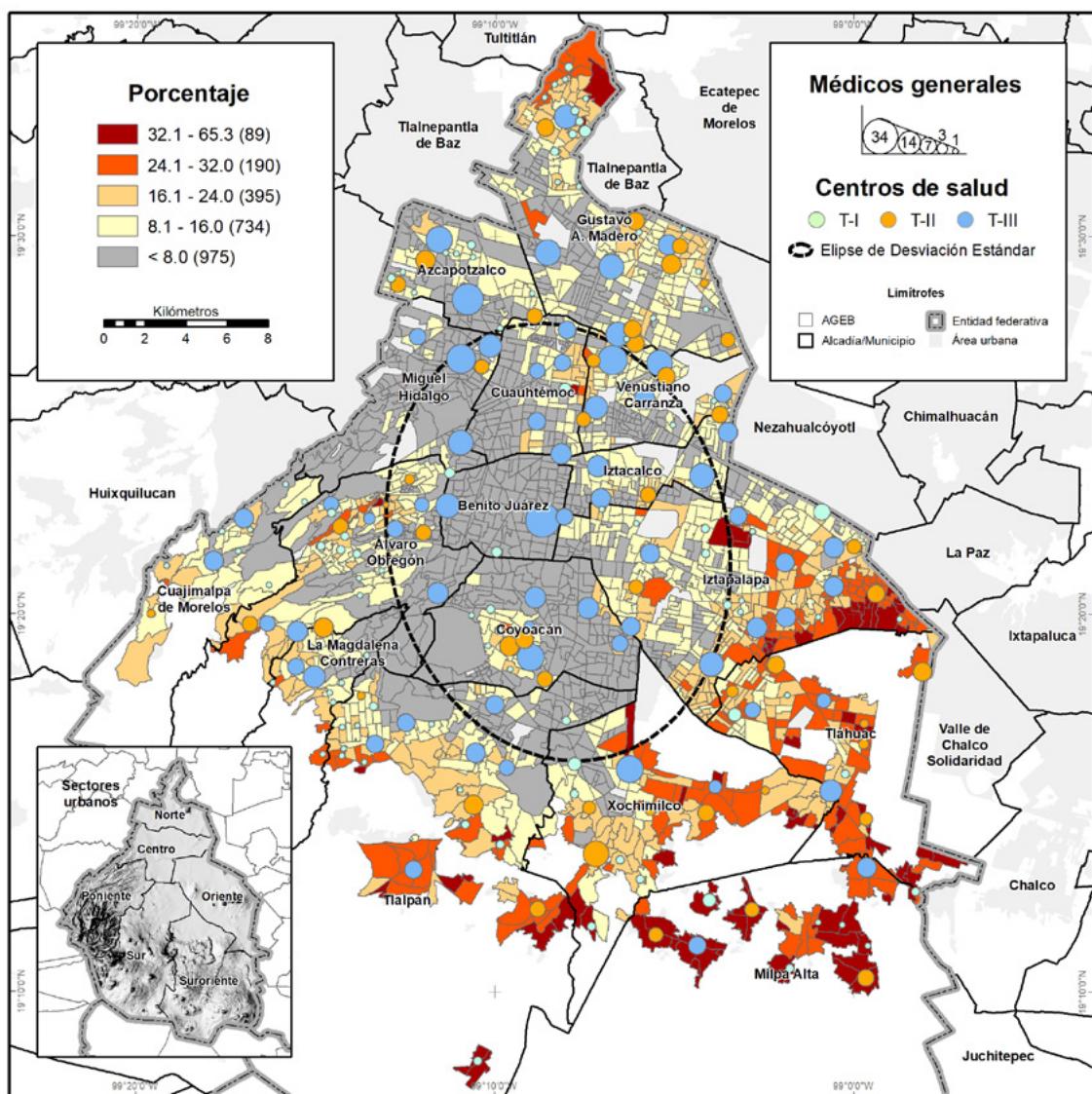


FIG. 9. Ciudad de México: porcentaje de población afiliada respecto al total de población en el Área Geoestadística Básica (AGEB)
Fuente: elaboración propia con base en INEGI, 2021, INEGI, s/f, Sedesa, s/f y SS/DGIS, 2020.

variable territorial se incorpora y contribuye a la explicación: la localización de unidades médicas de la Sedesa favorece, en proximidad, a la población de menor nivel educativo, pero por tamaño del servicio (número de médicos) se favorece a la población de mayor nivel educativo; por lo tanto, la mayor accesibilidad corresponde a la zona central de la ciudad.

Para apoyar este último punto se calcula el porcentaje que el monto de población afiliada representa de la población total en el AGEB (Fig. 9); se busca identificar las zonas de CDMX con mayor demanda relativa de servicios de salud de la Sedesa. Las mayores concentraciones relativas se

distribuyen en el extremo norte y en la periferia límitrofe de los sectores oriente, sur y sureste. Se reconoce así una relación inversa: hay presencia de centros de salud con bajo número de médicos en donde la demanda es mayor. Este patrón territorial inverso se explica con base en la ley de asistencia inversa (*Inverse Care Law*) de HART (1971), quien reconoció que la disponibilidad (*availability*) de médicos y atención médica (cantidad y calidad) tiende a variar inversamente con los requerimientos de la población; es decir, en aquellos lugares donde hay mayor demanda de servicios de salud, por cantidad de población y tipo de padecimientos, la oferta del servicio es menor.

La síntesis del contenido hasta aquí presentado ayuda a reconocer las siguientes tendencias: 1) los centros de salud T-I y T-II, aunque con mayor despliegue en la periferia de la ciudad, cuentan con la menor presencia de médicos y atienden menor número de padecimientos; 2) el anterior punto significa que: las mayores concentraciones de población afiliada localizadas en la periferia cuentan con mayor cobertura, pero menor servicio, lo que explica su baja accesibilidad a servicios de salud; 3) en términos generales, casi la mitad de los centros de salud T-III (con mayor presencia de médicos y capacidad para atender mayor número de padecimientos) empata territorialmente con el centro de la ciudad, donde es menor la demanda del servicio. Como otras investigaciones han reconocido, el método 2SFCA contribuye a identificar áreas de poca población en áreas de alta accesibilidad (YANG et al., 2006), lo que significa que una baja demanda de servicio contribuye a una alta accesibilidad.

Al llegar a este punto del análisis, una cuestión es fundamental de señalar: los mayores niveles de accesibilidad se observan en el centro de CDMX, pero en esta zona de la ciudad predomina la población con menor número de hijos promedio, cuenta con trabajo formal (por lo que tiene acceso a servicios de salud de otro tipo de instituciones, públicas y privadas), asimismo, registra los mayores niveles de escolaridad (y de ingresos), pero es la población que menos recurre a la atención médica que brindan los centros de salud de la Sedesa. En resumen, la zona central de CDMX registra la mayor accesibilidad a centros de salud de la Sedesa, pero es la zona donde menos población afiliada hay a dicha institución y, por lo tanto, donde (proporcionalmente) menos se requiere el servicio.

6 CONCLUSIÓN

Los planteamientos fundacionales del concepto de accesibilidad se han mantenido a lo largo de la historia del concepto; los aportes posteriores representan refinamientos conceptuales y metodológicos. En el campo de la medición de la accesibilidad a servicios de salud, el uso de los sistemas de información geográfica permitió avances importantes hasta llegar a propuestas de medición como el método 2SFCA *Two-Step Floating Catchment Area* (cálculo de Área de Cobertura Fluctante en Dos Pasos).

Como resultado de la medición de la accesibilidad a unidades médicas de la Secretaría de

Salud de la CDMX (Sedesa), se halló evidencia para concluir que los mayores niveles de accesibilidad se registran en la zona central de la ciudad, donde la población registra el menor número promedio de hijos y de población desempleada, los mayores niveles de escolaridad y que menos acude a los centros de salud de la Sedesa para atender cuestiones de salud. Por su parte, en la periferia de CDMX, la población tiene un mayor promedio de hijos, menor escolaridad, la dependencia económica también es mayor, pero esta población residente de la periferia cuenta con los más bajos niveles de accesibilidad a centros de salud.

La distribución de los centros de salud se refleja en la movilidad de la población que busca atención médica, ya que para una persona un centro de salud con veinte médicos a tres kilómetros de distancia (mayor probabilidad de obtener atención médica), le resulta más accesible (no con mayor acceso), que un centro de salud a quinientos metros, pero con un solo médico. Este nivel de accesibilidad condicionará a la persona a realizar un mayor desplazamiento para conseguir atención médica.

Una de las contribuciones que se obtiene de este trabajo de medición de la accesibilidad a centros de salud de la Sedesa es que permite emitir una valoración, con un sólido respaldo empírico, sobre el impacto que tienen las decisiones de localización de unidades médicas para la población afiliada en CDMX. Asimismo, las variaciones espaciales y las barreras espaciales identificadas con la medición de la accesibilidad ayudan a perfilar algunos de los requerimientos cuantitativos y cualitativos de servicios de salud.

En cuanto a política pública, para incrementar el nivel de accesibilidad en las zonas de la ciudad donde más se requiere (la periferia), se sugiere incrementar la jerarquía (entendida como número de médicos) de algunos centros de salud (de T-I pasar a T-II, y de T-II pasar a T-III) para aumentar la cobertura. Por su parte, en el centro de la ciudad se recomienda mantener la jerarquía y, de aquellos centros de salud con menor demanda, traspasar recursos materiales y humanos a aquellos centros de salud con sobredemanda. En segundo lugar, deben de comenzar los estudios de diagnóstico para relocalizar unidades de salud; esta política de salud ya es una realidad en países como Inglaterra (AXON, 2017). En tercer lugar, ubicar nuevos centros de salud con base en criterios de cobertura (demanda revelada) y no sólo de disponibilidad

terreno para construcción o de recursos. Por último, se debe tener en cuenta que a la saturación actual de los servicios de la Sedesa (en algunas zonas de la ciudad), se debe de incorporar la presión extra que ejercerá la demanda de la población abierta⁴ de CDMX (2,48 millones

de personas) y de algunos municipios conurbados del Estado de México. Como se puede apreciar, en materia de política pública, el reto de brindar servicios de salud al conjunto de la población sigue vigente.

⁴ *Población abierta* se denomina al segmento de población no trabajadora o trabajadora por cuenta propia, que declaró no recibir servicio de salud de ninguna institución, por lo que no puede denominarse población afiliada (SHCP, 2000).

7 BIBLIOGRAFÍA

- ADAY, L.A. & ANDERSEN, R. (1974): A Framework for the Study of Access to Medical Care. *Health Services Research*, 9(3), 208-220.
- ALONSO, W. (1960): A theory of the urban land market. *Papers and Proceedings of The Regional Science Association*, 6(1), 149-157.
- AXON, S. (2017): Relocation, relocation: perspectives on the spatio-temporal impacts of health services transitions. *The Geographical Journal*, 183(3), 272-284. <http://doi.org/10.1111/geoj.12214>
- BARRANCO-MARTÍN, M. DEL C., & CALONGE-REILLO, F. (2023). Accesibilidad de las personas mayores en entornos metropolitanos: conjunto de capacidades en el Área Metropolitana de Guadalajara (México). *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 55(218), 1107-1130. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2023.218.7>
- BRAVEMAN, P. & EGERTER, S. & WILLIAMS, D.R. (2011): The social determinants of health: coming of age. *Annual Review of Public Health*, 32: 381-98. <http://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-031210-101218>
- BRUNSDON, C. & FOTHERINGHAM, A.S. & CHARLTON, M.E. (1996): Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity. *Geographical Analysis*, 28(4), 281-298. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1996.tb00936.x>
- CHRISTALLER, W. (1966): *Central places in southern Germany*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. (Traducción del libro de 1933, *Die Zentralen Orte in Süddeutschland* por Carlisle W. Baskin):
- CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN, CONAPO (2023): *Índices de marginación urbana 2020*. Consejo Nacional de Población, México. <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginalacion-2020-284372> [21/09/2023]
- DELAMATER, P.L. (2013): Spatial accessibility in suboptimally configured health care systems: A modified two-step floating catchment area (2SFCA) metric. *Health & Place*, 24, 30-43. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2013.07.012>
- FUJITA, M., KRUGMAN, P. & VENABLES, A. (1999): *The Spatial Economy. Cities, Regions, and International Trade*. Cambridge: MIT Press.
- GALINDO, M.C. (2016): *Soy derechohabiente, pero la clínica está muy lejos. Accesibilidad a servicios de salud en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*. Colección Posgrado 72. Coordinación de Estudios de Posgrado. UNAM. México
- GALINDO, M.C., REYES, V.A. & SUÁREZ, M. (2023): Localización de clínicas y hospitales en la jerarquía vial de Ciudad de México. *Economía, Sociedad y Territorio*. 23(73):809-840. <http://dx.doi.org/10.22136/est20232015>
- GALINDO, M.C. & SUÁREZ, M. (2023a): Corrupción, unidades médicas, desigual oportunidad a la salud e impacto del coronavirus en México. En: Lozano, F & Valdivia, M. & Mendoza, M.A. (coords). *Pandemia y desigualdades sociales y económicas en México*. Tomo I. Colección: La década COVID en México. Los desafíos de la pandemia desde las ciencias sociales y las humanidades. UNAM. México. pp. 373-400. https://decadacovid.humanidades.unam.mx/wp-content/uploads/DCM_tomo-1_pandemia-desigualdades-sociales.pdf
- GALINDO, M.C. & SUÁREZ, M. (2023b): Movilidad cotidiana a unidades médicas: escenario antes y durante la primera ola del coronavirus en Ciudad de México. En: Suárez, M. & Ziccardi Contigliani, A. (coords). *Ciudades mexicanas y condiciones de habitabilidad en tiempos de pandemia*. Tomo XII. Colección: La década COVID en México. Los desafíos de la pandemia desde las ciencias sociales y las humanidades. UNAM. México. pp. 153-186. https://decadacovid.humanidades.unam.mx/wp-content/uploads/DCM_tomo-12_ciudades-mexicanas.pdf
- GEERLIGS, L., RANKIN, N.M., SHEPHERD, H.L. & BUTOW, P. (2018): Hospital-based interventions: a systematic review of staff-reported barriers and facilitators to implementation processes. *Implementation Science*, 13(36). <https://doi.org/10.1186/s13012-018-0726-9>
- GUAGLIARDO, M.F. (2004): Spatial accessibility of primary care: concepts, methods and challenges. *International Journal of Health Geographics*, 3:3. <http://www.ij-healthgeographics.com/content/3/1/3>
- HANDY, S. (1993): Regional Versus Local Accessibility: Implications for Nonwork Travel. *Transportation Research Record*, 1400, 58-66. <https://escholarship.org/uc/item/2z79q67d>
- HANDY, S. (2020): Is accessibility an idea whose time has finally come? *Transportation Research Part D*, 83, 102319. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102319>
- HANSEN, W.G. (1959): How accessibility shapes land use. *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2). 73-76. <https://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- HART, J.T. (1971): The Inverse Care Law. *The Lancet*, 1, 401-412 [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(71\)92410-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(71)92410-X)
- INGRAM, D.R. (1971): The concept of accessibility: a search for an operational form. *Regional Studies*, 5, 101-107.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, INEGI. (2021): *Censo de Población y Vivienda 2020*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, México. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/> [21/09/2023]
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, INEGI. (s/f): *Marco Geoestadístico Nacional. Censo de Población y Vivienda 2020*, México. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463807469> [21/09/2023]
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA, INEGI. - Secretaría de Transporte y Movilidad, SETRAVI - Instituto de Ingeniería, II. (2017): *Encuesta Origen Destino en Hogares de la Zona Metropolitana del Valle de México 2017*. México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Secretaría de Transporte y Vialidad del Distrito Federal, Instituto de Ingeniería, UNAM. México. [21/09/2023]
- JOSEPH, A.E. & PHILLIPS, D.R. (1984): *Accessibility and utilization. Geographical perspectives on health care delivery*, Harper and Row Publishers. New York.
- KANUGANTI, S., SARKAR, A.K. & SINGH, A.P. (2016): Quantifying Accessibility to Health Care Using Two-step Floating Catchment Area Method (2SFCA): A Case Study in Rajasthan. *Transportation Research Procedia*, 17, 391-399. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.11.080>
- KEMNA, H. (1987): Working conditions and the relationship between schooling and health. *Journal of Health Economics*, 6, 189-210. [https://doi.org/10.1016/0167-6296\(87\)90008-7](https://doi.org/10.1016/0167-6296(87)90008-7)
- KHAN, A.A. (1992): An integrated approach to measuring potential spatial access to health care services. *Socio-Economic Planning Science*, 26, 275-287. [https://doi.org/10.1016/0038-0121\(92\)90004-O](https://doi.org/10.1016/0038-0121(92)90004-O)
- KHASHOGGI, B.F. & MURAD, A. (2021): Use of 2SFCA Method to Identify and Analyze Spatial Access Disparities to Healthcare in Jeddah, Saudi Arabia. *Applied Sciences*, 11, 9537. <https://doi.org/10.3390/app11209537>

- KIM, M.K. & GRAEFE, D. (2021): Geographically Weighted Regression to Explore Spatially Varying Relationships of Recreation Resource Impacts: A Case Study from Adirondack Park, New York, USA. *Journal of Park and Recreation Administration*, 39(2), 43-63. <https://doi.org/10.18666/JPRA-2020-10515>
- KRUGMAN, P. (1995): *The Self-Organizing Economy*. Wiley-Blackwell.
- LEFEVER, D.W. (1927): Measuring Geographic Concentration by Means of the Standard Deviations Ellipse. *American Journal of Sociology*, 32(1), 88-94. <https://www.jstor.org/stable/2765249>
- LOO, B.P.Y. & LAM, W.W.Y. (2012): Geographic accessibility around health care facilities for elderly residents in Hong Kong: a microscale walkability assessment. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 39(4), 629-646. <https://doi.org/10.1068/b36146>
- LUO, W. & WHIPPO, T. (2012): Variable catchment sizes for the two-step floating catchment area (2SFCA) method. *Health & Place*, 18(4), 789-95. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2012.04.002>
- LUO, W. & QI, Y. (2009): An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians. *Health & Place*, 15(4), 1100-1107. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2009.06.002>
- LUO, W. & WANG, F. (2003a): Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: synthesis and a case study in the Chicago region. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 30, 865-884. <https://doi.org/10.1068/b29120>
- LUO, W. & WANG, F. (2003b): Spatial accessibility to primary care and physician shortage area designation: a case study in Illinois with GIS approaches. Skinner, R. & Khan, O. (Eds.): *Geographic Information Systems and Health Applications*, Idea Group Publishing, Hershey, PA, 260-278.
- NGUI, A.N. & APPARICIO, P. (2011): Optimizing the two-step floating catchment area method for measuring spatial accessibility to medical clinics in Montreal. *BMC Health Services Research*, 11(1), 1-12. <http://www.biomedcentral.com/1472-6963/11/166>
- OSHAN, T.M., LI, Z., KANG, W., WOLF, L.J. & FOTHERINGHAM, A.S. (2019): MGWR: A Python Implementation of Multiscale Geographically Weighted Regression for Investigating Process Spatial Heterogeneity and Scale. *International Journal of Geo-Information*, 8(269). <https://doi.org/10.3390/ijgi8060269>
- PENCHANSKY, R. & THOMAS, W. (1981): The concept of access. Definition and relationship to consumer satisfaction. *Medical Care*, 19(2), 127-140. <https://www.jstor.org/stable/pdf/3764310.pdf>
- PEREIRA, M.F., ALMENDRA, R., VALE, D.S. & SANTANA, P. (2020): The relationship between built environment and health in the Lisbon Metropolitan area - can walkability explain diabetes' hospital admissions? *Journal of Transport & Health*, 18, 100893. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2020.100893>
- ROJAS, K.T., CHÁVEZ, T. & GARROCHO, C. (2022): Ciudad y COVID-19: accesibilidad de población adulta mayor a unidades médicas. Chimalhuacán, Estado de México. *Frontera Norte*, 34. <https://doi.org/10.33679/rfn.v11i.2300>
- ROJAS, K.T., CHÁVEZ, T., GARROCHO, C. & MEJÍA, A. (2023): Adultos mayores y unidades de salud en el Área Metropolitana de Toluca 2020-2022: accesibilidad y localización. *Estudios Socioterritoriales. Revista de Geografía*, 33, 1-16. <https://doi.org/10.37838/unicen/est.33-145>
- ROSS, C.E. & CHIA-LING, W. (1995): The links between education and health. *American Sociological Review*, 60(5), 719-745. <http://www.jstor.org/stable/2096319>
- SCHWARTZ, M. & DAS, S. (2019): Interpreting non-flat surfaces for walkability analysis. *SIMAUD'19: Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design*, 30, 1-8. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/3390098.3390128>
- SECRETARÍA DE SALUD DE LA CIUDAD DE MÉXICO, SEDESA. (s/f): *Unidades de vacunación*. Servicios de Salud Pública de la Ciudad de México, Gobierno de la Ciudad de México. <https://sersalud.cdmx.gob.mx/sspcdmx/centros-de-salud.php>
- SECRETARÍA DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO, SHCP. (2000): *Antología de la planeación en México. Tomo 14. Alimentación, abasto, desarrollo urbano y vivienda, salud, educación y procuración de justicia (1983-1988)*, Secretaría de Hacienda y Crédito Público y Fondo de Cultura Económica, México.
- SECRETARÍA DE SALUD, SS & DIRECCIÓN GENERAL DE INFORMACIÓN EN SALUD, DGIS. (2020): *Datos abiertos. Recursos en Salud Sectorial 2020*. Secretaría de Salud/Dirección General de Información en Salud, México. http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/da_recursos_gobmx.html
- VICKERMAN, R.W. (1974): Accessibility, attraction, and potential: a review of some concepts and their use in determining mobility. *Environment and Planning A*, 6, 675-691.
- VON DER WARTH, R., KAISER, V., REESE, C., BRÜHMANN, B.A. & FARRIN-GLATTACKER, E. (2021): Barriers and facilitators for implementation of a complex health services intervention in long-term care homes: a qualitative study using focus groups. *MC Geriatrics*, 21, 632. <https://doi.org/10.1186/s12877-021-02579-y>
- WAN, N., ZOU, B. & STERNBERG, T. (2012): A three-step floating catchment area method for analyzing spatial access to health services. *International Journal of Geographical Information Science*, 26(6), 1073-1089. <https://doi.org/10.1080/13658816.2011.624987>
- WANG, F. (2017): Inverted two-step floating catchment area method for measuring facility crowdedness. *The Professional Geographer*, 70(2), 251-260. <https://doi.org/10.1080/00330124.2017.1365308>
- WANG, F. & LUO, W. (2005): Assessing spatial and nonspatial factors for healthcare access: towards an integrated approach to defining health professional shortage areas. *Health and Place*, 11, 131-146. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2004.02.003>
- WANG, Y., TSAI, T.C., DUNCAN, D. & JI, J. (2022): Association of city-level walkability, accessibility to biking and public transportation and socio-economic features with COVID-19 infection in Massachusetts, USA: An ecological study. *Geospatial Health*, 17(s1), 1017. <https://doi.org/10.4081/gh.2022.1017>
- XIONG, X., JING LI, V., HUANG, B. & HUO, Z. (2022): Equality and social determinants of spatial accessibility, availability, and affordability to primary health care in Hong Kong, a descriptive study from the perspective of spatial analysis. *BMC Health Services Research*, 22, 1364. <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08760-2>
- YANG, D.H., GOERGE, R. & MULLNER, R. (2006): Comparing GIS-Based Methods of Measuring Spatial to Health Services. *Journal of Medical Systems*, 30(1). <https://doi.org/10.1007/s10916-006-7400-5>

8 LISTADO DE ACRÓNIMOS/SIGLAS

AGEB	Área Geoestadística Básica
CDMX	Ciudad de México
CEyE	Central de Equipos y Esterilización
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DGIS	Dirección General de Información en Salud
EDS	Elipse de Desviación Estándar
GWR	<i>Geographically Weighted Regression</i>
II	Instituto de Ingeniería
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
INSABI	Instituto de Salud para el Bienestar
OLS	<i>Ordinary Least Squares</i>
RGP	Regresión Geográficamente Ponderada
SEDESA	Secretaría de Salud de la Ciudad De México
SETRAVI	Secretaría de Transporte y Movilidad
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SS	Secretaría de Salud
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
2SFCA	<i>2SFCA Two-Step Floating Catchment Area</i>

9 AGRADECIMIENTOS

El autor agradece las críticas constructivas recibidas, comentarios y sugerencias realizados por las personas evaluadoras anónimas, que han contribuido a mejorar y enriquecer el manuscrito original.