



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS – INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

EVALUACIÓN DE LA ACCESIBILIDAD A SERVICIOS PÚBLICOS EN LA CDMX USANDO
ANÁLISIS MULTICRITERIO Y SIG

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:
ING. RAÚL XOLALPA NIETO

TUTOR PRINCIPAL
DRA. MAYRA ELIZONDO CORTÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA

CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX., FEBRERO 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

Presidente: Dr. Guillen Burguete Servio Tulio

Secretario: Dr. López y Ortega Eugenio Mario

1 er. Vocal: Dra. Elizondo Cortés Mayra

2 do. Vocal: Dra. Sánchez Larios Hérica

3 er. Vocal: M.I. Resendiz López Héctor Daniel

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: Ciudad Universitaria, CD. MX.

TUTOR DE TESIS:

Dra. Elizondo Cortés Mayra

FIRMA

***Fija tu rumbo a una estrella y podrás
navegar a través de cualquier tormenta.***

-Leonardo Da Vinci

Agradezco

A mi padre Felipe quien me mostró que todas las cosas son comprensibles si tienes la paciencia y el deseo de aprender.

A mi madre Lidia quien forjó en mí una actitud de superación y confío más de una vez en mis capacidades.

A mi hermana Xiomara a quien espero poder inspirar para que logre todo lo que se propone y siempre se supere.

A mis abuelos Felipe e Irma por su amor incondicional y por ser un ejemplo de superación que me inspira cada día.

A mi tía Alma, que jamás dudo en darme apoyo y amor incondicional.

A Gabriela que me ha acompañado desde el inicio de este viaje y me ha brindado su corazón incondicionalmente.

A mis tíos Raúl y Ema, mis primos Raúl y Ruth, que más que tíos y primos; son padres y hermanos.

A la Dra. Mayra quien desde el primer día confió en mí y me brindo su tiempo, conocimiento y apoyo hasta el final.

Índice

Capítulo 1 Accesibilidad a servicios públicos y su relación con la calidad de vida en la Ciudad de México.....	7
Introducción al capítulo.....	7
1.1 Importancia de la accesibilidad a servicios públicos como factor relevante para la calidad de vida en las ciudades.....	7
1.1.1 Aumento poblacional y la accesibilidad a servicios públicos en la Ciudad de México ...	16
1.2 Área de oportunidad detectada.....	17
1.3 Accesibilidad a servicios públicos en la Ciudad de México	18
1.4 Problema de Investigación	21
1.5 Preguntas de investigación.....	21
Capítulo 2 Marco de referencia.....	22
2. 1 Introducción	22
2.2 Marco teórico	22
2.2.1 Perspectivas abordadas en los últimos años	22
2.2.3 Clasificación de métodos y herramientas utilizadas.....	27
2.2.4 Uso de SIG en análisis de accesibilidad a servicios públicos	29
2.2.5 Uso de SIG y MCDA en estudios de accesibilidad a servicios públicos	29
2.3 Objetivo general	31
2.4 Métodos y modelos	31
2.4.1 Proceso analítico jerárquico para asignar pesos a criterios en el índice de accesibilidad a servicios públicos.	32
2.4.2 Sistemas de información geográfica (SIG) para visualizar el índice de accesibilidad a servicios públicos.	35
2.4.3 QGIS como apoyo para visualizar el índice de accesibilidad a servicios públicos.....	38
2.5 Estrategia a seguir en el desarrollo de la investigación.....	39
Capítulo 3 Desarrollo del índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México .	42
3.1 Desarrollo del modelo conceptual de la accesibilidad a servicios públicos.....	42
3.2 Criterios y subcriterios para el índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX..	43
3.3 Obtención de información para los criterios y subcriterios del índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX	45
3.3.1 Datos estructurales	45
3.3.2 Datos para los criterios del índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México.....	47
3.4 Escenarios propuestos para el índice de accesibilidad a servicios públicos.....	51
3.4.1 Asignación de pesos para los criterios del escenario priorizando la seguridad pública ...	52

3.4.2 Asignación de pesos para los criterios del escenario priorizando la salud pública	53
3.4.3 Asignación de pesos para los criterios del escenario priorizando educación	55
3.5 Asignación de pesos para subcriterios del índice de accesibilidad a servicios públicos	56
3.5.1 Subcriterios de salud pública.....	57
3.5.2 Asignación de pesos para los subcriterios de áreas verdes.....	58
3.5.3 Asignación de pesos para los sub criterios de educación	59
3.5.4 Asignación de pesos para los subcriterios de transporte	60
3.6 Validación del Índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México visualizado con QGIS	62
Capítulo 4 Resultados	66
4.1 Análisis del índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX	66
Conclusiones y trabajo futuro	70
Referencias	74

Capítulo 1 Accesibilidad a servicios públicos y su relación con la calidad de vida en la Ciudad de México.

Introducción al capítulo

En este capítulo se genera un contexto dentro del cual, se aborda la importancia de la accesibilidad a servicios públicos para las ciudades. El principal objetivo que se pretende alcanzar con el capítulo, es entender qué es, para qué sirven y cómo es que se han realizado las mediciones acerca de la accesibilidad a distintos servicios públicos en las urbes desde el punto de vista de distintas disciplinas y organizaciones.

También se busca generar en el lector el interés sobre la importancia de tener una medición de la accesibilidad a servicios públicos para una ciudad como lo es la Ciudad de México (CDMX), siendo este un espacio de convivencia pública con características especiales relacionadas con la demanda de servicios bien planificados de transporte, seguridad, educación, salud, recreación, áreas verdes, etc.

1.1 Importancia de la accesibilidad a servicios públicos como factor relevante para la calidad de vida en las ciudades

El tema de la calidad de vida se ha abordado a partir de varias dimensiones: desde el punto de vista de la percepción que tienen las personas o la calidad de vida que pueden ofrecer los lugares. Independientemente de la perspectiva que se aborde, ambas tienen que incluir la salud y el bienestar de la sociedad. Usualmente, dentro de los trabajos formales hasta ahora realizados, la calidad de vida suele ser determinada con base en la evaluación de indicadores demográficos y socioeconómicos.

El término “calidad de vida” muestra una gran complejidad para ser delimitado, pues se encuentra englobado en una gran cantidad de disciplinas distintas, por mencionar algunas: medicina, psicología, urbanismo o ciencias políticas. Cada una de las disciplinas brinda una delimitación de la calidad de vida de acuerdo con sus fronteras de conocimiento. Por esto, intentar realizar un trabajo que integre los distintos puntos de vista resulta una tarea con un alto grado de dificultad.

Day (1978) realizó un trabajo acerca de la calidad de vida enfocado en el individuo, donde se estudiaron criterios dentro de trece áreas temáticas las cuales son: vida familiar, posesiones materiales, salud personal, cuidado de la salud, vida social, desarrollo en el trabajo, vida espiritual, esparcimiento, recreación, gobierno federal y nacional, patrones de consumo, bienes, servicios. El trabajo desarrollado por Abdullah, Salihin & Loganathan (2013) consideró los criterios de educación, salud, empleo, industria, transporte y comunicación. Sin embargo, a pesar de que los criterios anteriormente mencionados son los más recurrentes al

describir la calidad de vida, la percepción de la sociedad puede tener una variación significativa dependiendo de las regiones, países e incluso entre distintas zonas de una ciudad (Rogerson, 1999; Godfrey & Zhou, 1999; Mccrea, Stimson & Western, 2005; Sirgy & Cornwell, 2002). Los criterios se resumen dentro de la figura 1.1.

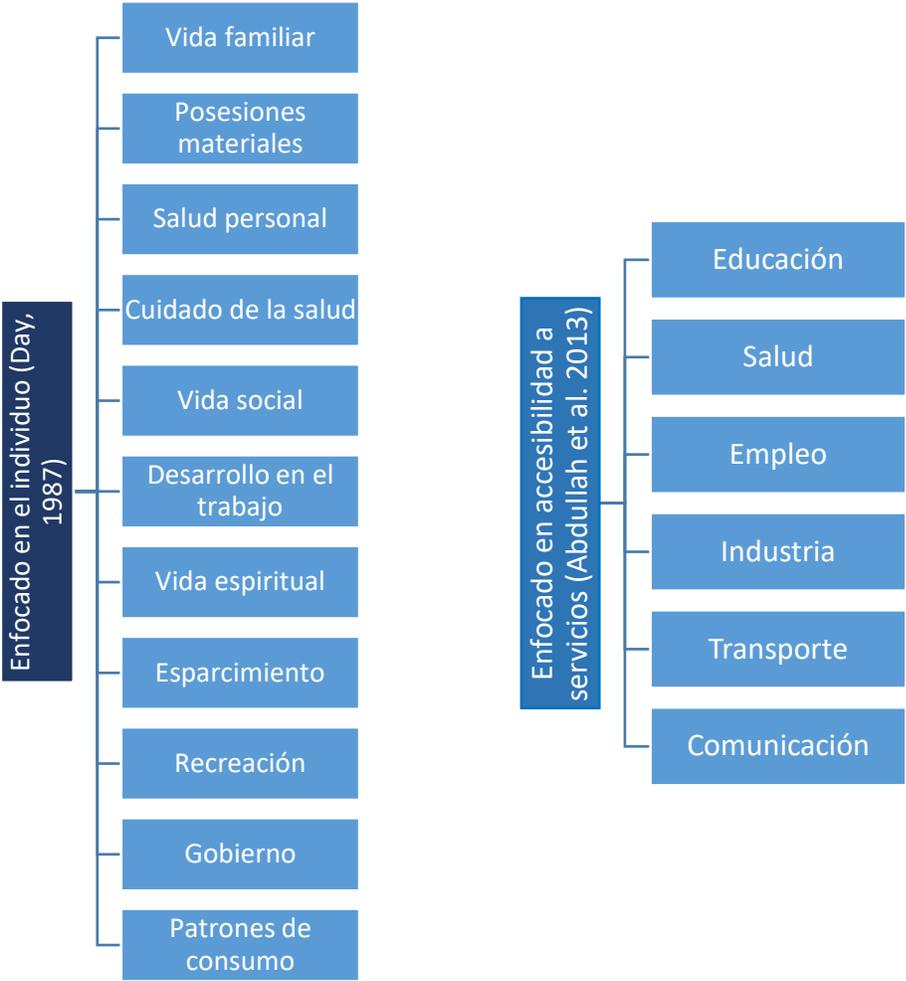


Figura 1. 1 Criterios más usados que componen a la calidad de vida.

Fuente: elaboración con base en los trabajos realizados por Day (1987) y Abdullah et al. (2013).

El término “calidad de vida urbana” comenzó a tomar auge a medida que las ciudades crecían, y en la década de los 60’s fue usado dentro de los ambientes sociales, políticos, económicos, educativos y de salud.

La calidad de vida tiene como objetivo describir una parte de la existencia humana, por esto, se entiende la complejidad al momento de intentar delimitar los alcances del término. Aun

así, para la existencia humana deben lograrse buenas condiciones de vida las cuales se consideran como condiciones objetivas, aunadas a un grado de bienestar que puede ser entendido como las condiciones subjetivas. Basada en esta división, Martínez (2009) realizó una lista que muestra la división entre los criterios objetivos y subjetivos. Los elementos para estimar la calidad de vida urbana basados en Martínez (2009) son:

- **Objetivos:** Vivienda, dimensiones, calidad, ubicación, densidad y tenencia;
- **Subjetivos:** Comunidad, normas y valores, cohesión social, organización, participación y comunicación social.

Setien (1993) propone además un conjunto de elementos concretos que permiten realizar un estudio amplio sobre la calidad de vida urbana, buscando abarcar la mayor parte de las necesidades humanas. Los criterios que propone son los siguientes: salud, renta, trabajo, vivienda, seguridad, educación, familia, medio ambiente, ocio, religión y política.

En la literatura se pueden distinguir dos principales modelos de calidad de vida urbana relevantes para el desarrollo de esta tesis, por una parte se encuentra el modelo clásico que se puede observar en la figura 1.2 y el contemporáneo que se observa en la figura 1.3 (Rinner, 2007).

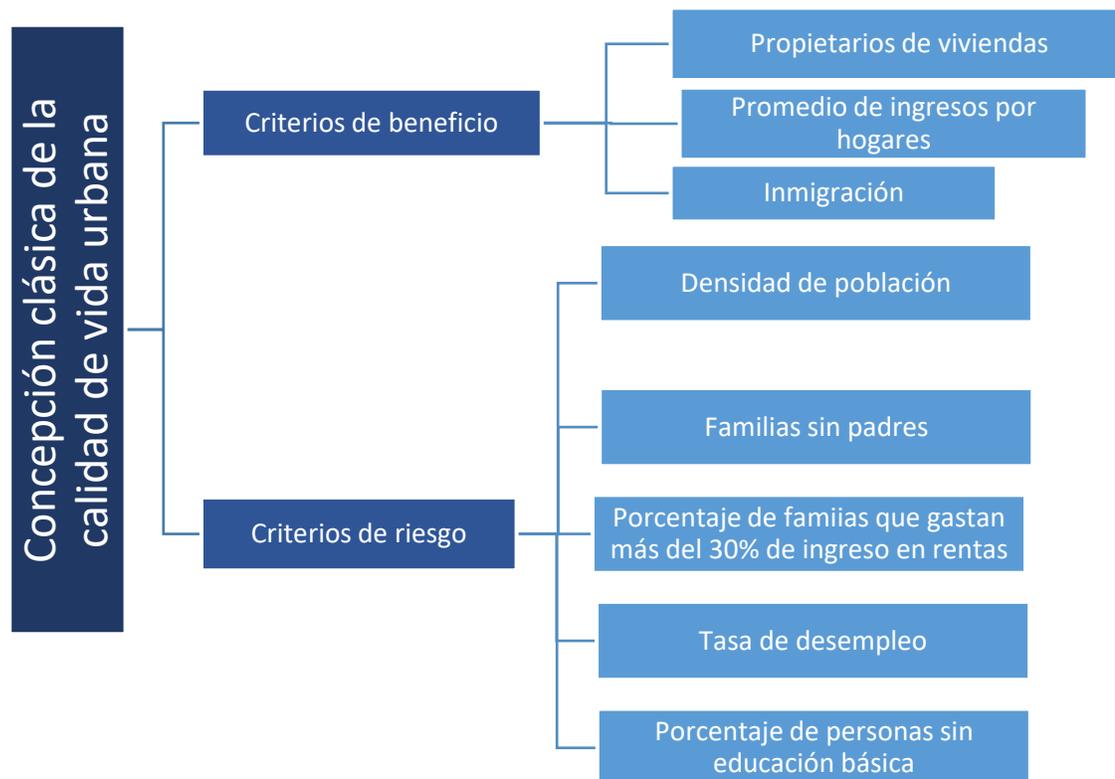


Figura 1. 2 Concepción clásica de los indicadores de calidad de vida urbana.

Fuente: Elaboración con base en el trabajo de Rinner (2007).

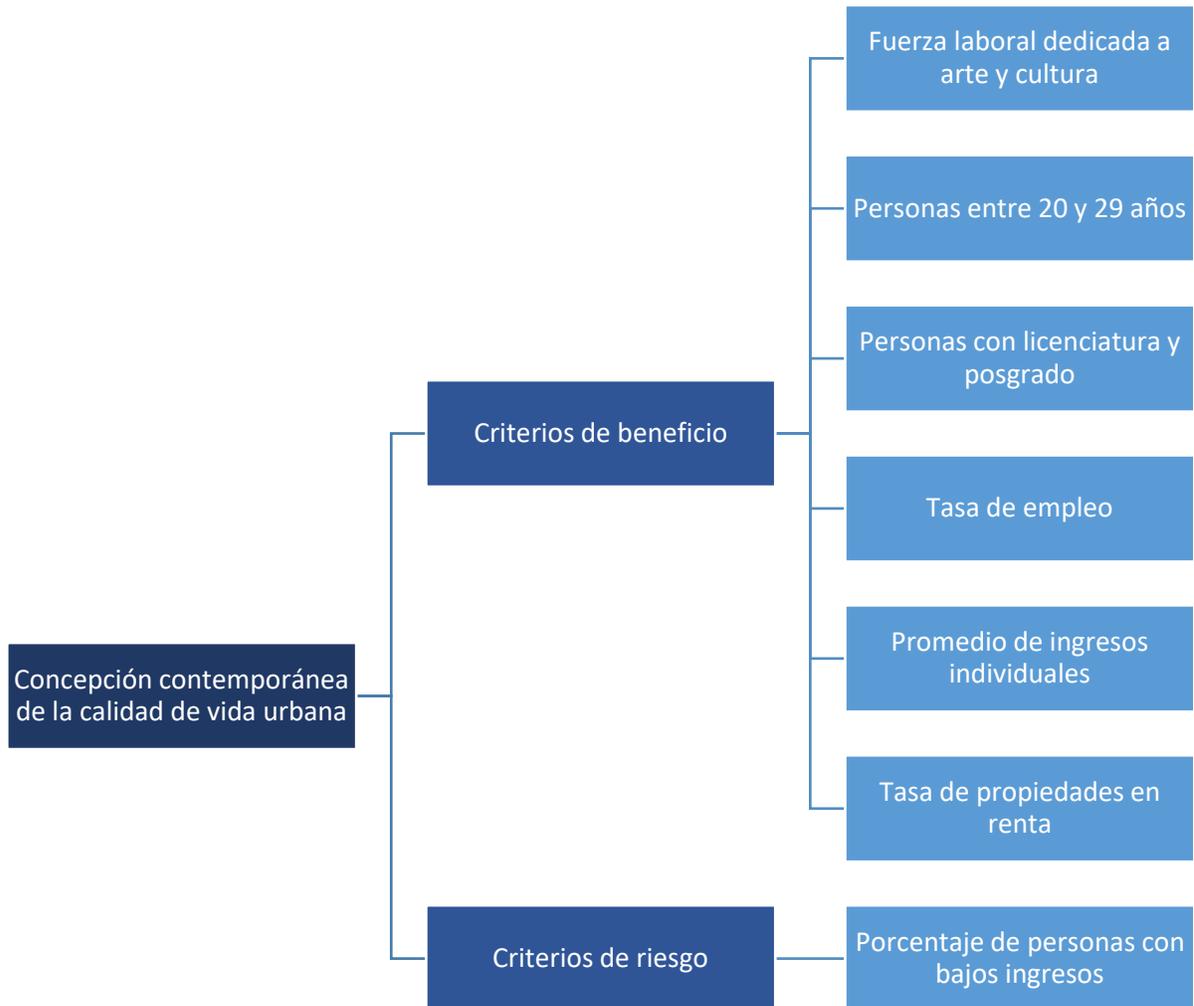


Figura 1. 3 Concepción contemporánea de los indicadores de calidad de vida urbana.

Fuente: Elaboración con base en el trabajo de Rinner (2007).

Las ciudades suelen enfocar sus esfuerzos a aumentar la calidad de vida que pueden ofrecer a sus habitantes, pues no solamente obtienen prestigio al tener un buen resultado en las evaluaciones locales que permiten comparar la calidad de vida en distintas ciudades, sino que poseer una buena calidad de vida también ayuda a atraer y retener a la fuerza laboral productiva. En particular, una buena calidad de vida puede ayudar a retener a la población con un alto nivel de educación, capaz de aportar económicamente a la región, dado que este sector de la población ha mostrado su deseo de migrar a lugares que les ofrezcan una mejor calidad de vida, en estos lugares habitan personas con un alto nivel económico y educativo (Rinner, 2007). La comparación de calidad de vida entre distintas ciudades ha tenido un amplio desarrollo, sin embargo, en los últimos años la medición de la calidad de vida de lugares dentro de la ciudad ha sido cada vez más importante.

Un primer acercamiento al término de calidad de vida es el brindado por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Se menciona que para asegurar la felicidad, relaciones armoniosas y seguridad de los pueblos, se necesita un estado de bienestar físico, mental y social, esto se establece en su constitución (Constitución de la Organización Mundial de la Salud, 2006). En trabajos recientes se han agregado criterios como la fuerza laboral en el ámbito artístico, la cultura y la diversidad sexual (Gertler, Florida, Gates & Vinodrai, 2002).

Tratando un caso latinoamericano relevante, se menciona el trabajo sobre calidad de vida urbana desarrollado por la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC). El índice de calidad de vida urbana que desarrolló, permite medir las distintas condiciones de vida de la población que se generan a partir de la dinámica de transformación de los espacios urbanos causadas por los distintos actores públicos, privados y la sociedad civil; basados en información estadística provista por distintas fuentes oficiales (Orellana, 2017). El índice de calidad de vida urbana realizado por la PUC resulta importante pues brinda una metodología a seguir al realizar un índice de calidad de vida urbana en América Latina.

Los criterios utilizados por la PUC en el índice de calidad de vida urbana, se dividieron en seis grupos distintos: condición laboral, ambiente de negocios, condiciones socio-culturales, conectividad y movilidad, salud y medio ambiente, vivienda y entorno. A continuación se desagregan cada uno de los grupos.

- Condición laboral:
 - Ingreso promedio de los hogares;
 - Porcentaje de pobreza;
 - Porcentaje de ocupados asalariados con contrato de trabajo firmado;
 - Porcentaje de ocupados con jornadas de trabajo superiores a 45 horas;
 - Porcentaje de encuestados con percepción satisfecho y muy satisfecho respecto al empleo.

- Ambiente de negocios:
 - Número de cajeros automáticos por cada 10 mil habitantes;
 - Metros cuadrados obra aprobada de servicios por cada 10 mil habitantes;
 - Número de empleados en hoteles y restaurantes por cada mil habitantes;
 - Porcentaje de población que ha recibido capacitación laboral en el último año.

- Condiciones socio culturales:
 - Porcentaje de participación en organizaciones sociales;
 - Tasa de denuncias por delitos de violencia intrafamiliar;
 - Tasa de embarazos en adolescentes;

- Porcentaje en los concursos de selección para estudios universitarios;
- Porcentaje de personas que usan por lo menos una vez por semana un parque o plaza.
- Conectividad y movilidad
 - Porcentaje de hogares que tienen conexión a internet;
 - Número de accidentes de tránsito por cada 10 mil habitantes;
 - Porcentaje de población que trabaja en la misma delegación que donde reside;
 - Porcentaje de encuestados que considera el estado de las calles y avenidas como buena o muy buena;
 - Porcentaje de encuestados que considera que la congestión vehicular como un problema grave o muy grave en el lugar en el que reside.
- Salud y medio ambiente:
 - Tasa de años de vida potencialmente perdidos por cada mil habitantes de ambos sexos;
 - Número de personas que han sido tratadas por enfermedades respiratorias por cada 10 mil personas;
 - Número de personas que han sido tratadas por depresión por cada 10 mil habitantes;
 - Total de número de camas en hospitales y clínicas por cada mil habitantes;
 - Tasa de mortalidad infantil;
 - Porcentaje de encuestados con percepción de ruido nada grave o no existente.
- Vivienda y entorno:
 - Metros cuadrados de áreas verdes con mantenimiento por habitante;
 - Gasto total del gobierno por cada habitante de la ciudad;
 - Porcentaje de hogares con hacinamiento;
 - Porcentaje de encuestados satisfechos y muy satisfechos con respecto a la seguridad;
 - Porcentaje de encuestados con percepción positiva con respecto a la calidad de lugares sociales u otros lugares para encuentros;
 - Presencia grave o muy grave de perros sin dueño.

Como se puede observar, en la revisión de este trabajo que desarrolló una propuesta sobre un índice de calidad de vida y de accesibilidad a servicios públicos para las urbes, los criterios que se consideran pueden ser muy variados, sin embargo, siempre se integra información que permita describir aspectos básicos de la población: el transporte, la situación económica y social de los lugares que se estudian.

Las herramientas hasta ahora desarrolladas han tenido un impacto positivo sobre la evaluación de la calidad de vida de la población (Martínez, 2009) y han mostrado que adaptar las mediciones a los requerimientos específicos de distintas ciudades brinda información que cuenta con un alto nivel de validez, es decir que se puede modelar a la calidad de vida dentro de las ciudades con un alto rango de aceptación por parte de las autoridades locales para desarrollar políticas ya que se toman en cuenta las necesidades locales.

Las áreas urbanas albergan cerca de la mitad de la población mundial. Estas son caracterizadas por poseer un alto grado de urbanización e industrialización, por esto, las ciudades son la base económica del crecimiento de las regiones colindantes (Ulengin, Ulengin, & Guvenec, 2001; Quentin, Didier, Gilles & Vandermoten, 2013). Una de las principales causas de la decadencia en cuestión de la calidad de vida dentro de ciudades con características similares a la Ciudad de México, es sin duda la desigualdad de condiciones y acceso a servicios que existe entre sus habitantes (Plaza, 2013), pues la inversión en infraestructura suele ser orientada a dar prioridad a las zonas de mayor importancia económica dejando de lado zonas con menos desarrollo económico, que se verán segregadas desde el punto de vista de acceso a infraestructura y servicios públicos.

A lo largo del siglo XIX, se registró un gran crecimiento demográfico a nivel mundial, después de este periodo comenzaron a mostrarse efectos emergentes como la insuficiencia de servicios públicos o el aumento en la contaminación. Una vez que las ciudades comenzaron a tener problemas, la población buscó nuevos lugares dónde residir para tener una mejor calidad de vida y condiciones para el desarrollo humano. Esto generó que las personas migraran a las fronteras de las ciudades. Así, la extensión de la mancha urbana creció y algunos de los efectos emergentes fueron un mayor uso de los suelos y una mayor necesidad de recursos, un aumento en la movilidad con transportes privados y en cuestiones sociales comenzó a aparecer la segregación espacial, la cual se entiende como la aglomeración de personas de una misma condición o categoría social, la cual tiene dos características principales que son: en primer lugar, la concentración de los distintos grupos en áreas específicas y en segundo, la homogeneidad social en las distintas áreas. El principal problema que surge con esto es que al haber separación de grupos sociales, se da preferencia a los grupos más privilegiados que se traduce en mejores condiciones para ellos, dejando de lado a los otros grupos de la sociedad.

Los gobiernos comenzaron a desarrollar planes de contingencia a los problemas que se presentaron, sin embargo, las medidas que se tomaron en el momento no fueron enfocadas al desarrollo de la ciudad sino a la corrección de los problemas de manera inmediata sin tener una visión a futuro. Fueron Inglaterra y Francia los países en los que se comenzó a optar por realizar cambios para mejorar las ciudades aportando una mayor cantidad de espacios públicos y sanidad para los habitantes. Se comenzaron a cambiar las políticas de desarrollo urbano tomando consciencia de las condiciones de vida de los habitantes de las urbes.

En los años 20's en los Estados Unidos, se desarrolló una nueva visión de la estructura urbana en la cual se tomaron modelos de la ecología con el objetivo de resolver los problemas de las ciudades. Las urbes se observaron como un sistema, el entorno y su relación con el ambiente formaron parte importante de los estudios. En la década de los 70's, comenzó una preocupación por el deterioro del medio ambiente, por lo cual, se desarrollaron indicadores sobre la sostenibilidad de las ciudades intentando generar conciencia acerca de la racionalización de los recursos. Las grandes ciudades comenzaron a compartir características como el hecho de que dentro de ellas existe una gran diferencia entre las distintas clases sociales y el aumento en los requerimientos de energía, transporte privado y problemas del medio ambiente (Queraltó, 2008).

Camagni (1999) menciona que para encaminar a las ciudades hacia un desarrollo sostenible, se tienen que realizar políticas que tomen en cuenta aspectos económicos, sociales y ambientales con el propósito de realizar planes de desarrollo integral que no descuiden los componentes relevantes dentro de las ciudades.

Dada la preocupación que existía acerca del deterioro de las condiciones de vida para los habitantes de las ciudades, se buscó una manera de conocer la situación de la calidad de vida urbana, por esta razón se comenzaron a desarrollar índices que permitieron en una primera instancia, medir datos vinculados con el bienestar de la población de una ciudad (Gómez & Sabeh, 2007).

Como se menciona en el trabajo realizado por Garrocho y Campos (2006), la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha recomendado a México crear nuevos indicadores que se construyan con base en las necesidades del diseño de políticas y escalas suburbanas para la ciudad de México.

Con base en lo mencionado dentro de este primer capítulo, podemos llegar a la siguiente conclusión: partiendo de que la calidad de vida puede ser observada como un sistema con diferentes componentes inherentes que la describen, entre los cuales se encuentra la segregación espacial que se refiere a la facilidad con la que un individuo puede llegar a un lugar que sirva para su desarrollo. De la segregación espacial se deriva la accesibilidad a servicios públicos, pues su razón de ser es eliminar las dificultades que se lleguen a presentar para que un individuo tenga acceso a los servicios ofrecidos por el estado.

Brian Goodall (1987) brinda una de las definiciones de accesibilidad más aceptadas que se menciona a continuación: "facilidad con la que se puede alcanzar un destino partiendo desde un origen, por lo que se resume como las oportunidades de contacto e interacción entre distintos orígenes y destinos". Además de lo mencionado, se puede dividir la accesibilidad en dos componentes básicos, el primero que tiene que ver con su componente físico, relacionado primordialmente con la distancia geográfica que separa a los usuarios de los servicios públicos; el segundo componente se refiere a la distancia social que separa al

usuario del servicio. Para este trabajo se propone estudiar la accesibilidad desde el acercamiento a su primer componente (geográfico).

Por otro lado, las características geográficas de la información han sido usadas a partir de hace algunos años en distintos trabajos como el desarrollado por Discoli (2010), para darle un mayor significado a esos datos geográficos que se encuentran disponibles, con el objetivo de interpretar mejor la accesibilidad a servicios públicos.

No hay que olvidar que la segregación social y espacial existe dentro de todas las ciudades, y en general se busca mantener niveles similares de accesibilidad a servicios públicos para los habitantes en todo su territorio. Los retos que se tienen al desarrollar una metodología para determinar un nivel de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX incluyen la definición de las áreas de estudio, la selección de los criterios, y el procesamiento de la información. Referente a la importancia de las áreas de estudio, dependiendo del tamaño elegido para las áreas, el nivel de detalle de la información permitirá conocer las características por regiones de la ciudad. Los criterios que se seleccionen harán que un índice de accesibilidad a servicios públicos pueda adaptarse a los distintos requerimientos de las regiones contemplando sus particularidades, mientras que la información obtenida por los procesos de análisis variará dependiendo del tipo de procesamiento que se realice, los modelos seleccionados y el enfoque desde el que se aborde el problema.

Con la ayuda de un índice de accesibilidad a servicios públicos se pueden mostrar las áreas de oportunidad para mejorar las distintas zonas que integran a una ciudad. Normalmente, se componen de criterios que muestran características deseables, para poder alcanzar buenos niveles de servicio a la población teniendo en cuenta criterios sociales, económicos y ambientales. Con la implementación de sistemas que ayuden a tener una representación espacial de los datos, se pueden realizar mejores análisis y se logra contar de una manera más sencilla, con información relevante para los decisores.

Una de las principales herramientas utilizadas en los trabajos que describen la accesibilidad a servicios dentro de las urbes son los índices, que además suelen ser una de las herramientas preferidas para generar información, pues permiten agrupar datos cualitativos y cuantitativos, brindando resultados que son fáciles de interpretar y que ayudan a obtener un conocimiento sistémico de los problemas.

La accesibilidad a servicios públicos para este trabajo será definida como un índice que describe los aspectos urbanos, ambientales y socio-económicos de un área urbana. Este índice puede ser visto como una combinación de parámetros espaciales, sociales y económicos en diferentes escalas geográficas. El tener un índice que se enfoque en estudiar la accesibilidad a servicios públicos ayuda en diferentes sectores de la gestión de una ciudad incluidos la planeación urbana, administración de la infraestructura y la creación de políticas, sin embargo, crear un modelo que interrelacione a todos los criterios es aún un reto (Faisal &

Shaker, 2017). La información relacionada con la utilidad de un índice de accesibilidad a servicios públicos se encuentra resumida en la figura 1.4.



Figura 1. 4 Aplicaciones de un índice de accesibilidad a servicios públicos

Fuente: Elaboración con base en Faisal & Shaker (2017).

Una correcta concepción de un índice, es que se trata de una herramienta que forma parte de un sistema de evaluación en el que se busca medir la eficiencia de criterios de interés. Dentro del desarrollo de los índices, una fase importante es el establecimiento de los criterios que lo conformarán pues estos tienen que ayudar a comparar la información que puedan generar. Bosque (1992) sostiene que a través del uso de índices se puede identificar información que justifique la implementación de políticas y que además permita que las mismas sean evaluadas. Dentro de la realidad social, los instrumentos de análisis que permiten cuantificar ciertos hechos han tenido cada vez mayor importancia, pues permiten delimitar a la realidad compleja.

1.1.1 Aumento poblacional y la accesibilidad a servicios públicos en la Ciudad de México

La cobertura y calidad de servicios que puede ofrecer un gobierno a los habitantes de una ciudad van de la mano de la cantidad de personas a la que deben atender pues, si su capacidad de atención se ve rebasada por la demanda, estos servicios tenderán a bajar en cuanto a calidad, además de que una parte de la población no tendrá acceso a los mismos. Por esta razón, los gobiernos tienen que generar estrategias de desarrollo que contemplen las condiciones demográficas de las regiones. En el caso de México, el país ha tenido un crecimiento desordenado en los últimos treinta años pues pasó de tener poco más de 57 millones de habitantes a más de 100 millones en menos de un siglo (Rubio, Azuara, Jaime y Hernández, 2006).

Rubio *et al.* (2006) mencionan en su trabajo que una de las mayores preocupaciones del gobierno en los últimos períodos ha sido lograr extender la cobertura de los servicios públicos

para la población que se encuentra en constante crecimiento y de una manera particular, dentro de los centros urbanos. Esto provocó que los gobiernos en turno priorizaran la construcción de infraestructura para aumentar el acceso de la población a los servicios como la construcción de escuelas, hospitales, y sistemas hidráulicos. Esta infraestructura, a pesar de ser en un principio benéfica para la población, se realizó a la mayor velocidad posible y sin ningún esquema claro de desarrollo y crecimiento ordenado, lo cual trajo problemas por su falta de sostenibilidad en el largo plazo, por esta razón, algunas acciones tomadas por los gobiernos pasados fueron en contra del desarrollo del país.

En México, 80 de cada 100 personas son habitantes urbanos, esto nos hace entender que la mayor densidad de población dentro del país se encuentra distribuida en las ciudades. A partir de 1960, ocurrió un cambio en la estructura poblacional dentro de México en el que se privilegió una visión de industrialización urbana. Dentro del país, se puede observar un contraste en la distribución geográfica pues una parte de la población rural se encuentra distribuida en una gran cantidad de pequeñas localidades dispersas dentro del territorio nacional y dentro de las ciudades se encuentra una gran concentración de población. Simplemente, dentro de las zonas conurbadas de la Ciudad de México, Monterrey, Puebla y Guadalajara, se alojan cerca de 20 millones de mexicanos. Las principales características del desarrollo urbano han sido la gran desigualdad espacial y la especialización de sus regiones es decir, que ciertas regiones pueden orientar sus actividades económicas a brindar servicios o a la transformación de materias en productos; dentro de los últimos 50 años se ha observado una diferencia significativa en el desarrollo de las grandes ciudades y las zonas rurales.

1.2 Área de oportunidad detectada

El no tener información diferenciada acerca de las diversas regiones de una ciudad, relacionada con el acceso que tienen sus habitantes a los distintos servicios que el gobierno está obligado a brindar como lo son: educación, salud pública, seguridad, transporte público, entre otros; puede provocar el llevar a cabo acciones que no fortalezcan la igualdad de oportunidades, que afecten al desarrollo social y económico de los habitantes de una ciudad.

En vista de lo anterior, se detecta que existe un área de oportunidad en la forma de medir la accesibilidad a los servicios públicos (ASP) dentro de la Ciudad de México, ya que aún no existe un método que integre la información relevante para describir la situación de la ASP en la ciudad.

Con base en los trabajos realizados actualmente por el gobierno de la CDMX, podemos observar que no se ha logrado desarrollar de una manera correcta un índice que ayude a evaluar la ASP. La oferta de servicios dentro de la ciudad puede variar de una manera significativa entre zonas, por ejemplo, en el centro se encuentran colocadas la mayor cantidad de ciclo vías, descuidando a la periferia de la misma. El mismo fenómeno ocurre con una

gran cantidad de infraestructura y servicios. Otro ejemplo es la situación de la seguridad dentro de diferentes zonas de la ciudad, pues los contrastes se hacen notar al encontrar zonas rojas colindantes con zonas residenciales, es decir, que bastan algunas cuadras de separación para que la situación de la seguridad pública se encuentre en muy distintas condiciones.

Los trabajos sobre la ASP en las urbes han evolucionado para poder ofrecer mejor información, con base en ellos nuestra propuesta fue generar un índice que ayude a observar cómo es que varía la ASP dentro las distintas zonas de la ciudad reduciendo el área estudio, tomando como unidad las áreas geográficas estadísticas básicas (AGEBS), lo cual permite ofrecer a mayor detalle las diferencias que existen entre las distintas zonas que componen a la ciudad. Con dicha información se pretendió generar un modelo que brinde información para la toma de decisiones.

Al identificar el área de oportunidad de la medición de la ASP, se encuentra la necesidad de llevar a cabo la presente investigación. Con ella se busca contar con una metodología que permita generar una evaluación integral de la ASP dentro de la ciudad tomando en cuenta los elementos relevantes que son: educación, transporte público, salud, seguridad pública y áreas verdes, para poder brindar información al gobierno y la ciudadanía, realizando una comparación de las distintas AGEBS que permita tener un mayor detalle de la diferencia en accesibilidad a servicios.

Los métodos que se pretenden utilizar comprenden en general un enfoque sistémico sobre la ASP en la Ciudad de México con lo cual, se puedan identificar los distintos criterios y sus relaciones, que deberán integrar a un índice de ASP en la ciudad.

1.3 Accesibilidad a servicios públicos en la Ciudad de México

La ASP en las grandes capitales de países en desarrollo suelen estar relacionadas con características especiales de crecimiento y expansión física, pues el número de población que se tiene que satisfacer con servicios públicos aumenta de tal manera que algunos espacios dentro de las ciudades tienen menos accesibilidad a los servicios públicos.

Dada la magnitud de las grandes ciudades, suelen existir enormes retos para satisfacer a todos los habitantes con los requerimientos que necesitan para poder tener un desarrollo pleno dentro de la sociedad. El crecimiento acelerado y poco planificado suelen ser causas de que los gobiernos locales y estatales no sean capaces de poder brindar los servicios básicos a ciertas zonas de la ciudad.

Los movimientos poblacionales han tenido como resultado el crecimiento físico de la CDMX teniendo una expansión hasta algunos de los municipios colindantes del Estado de México, llegando a ser una de las ciudades más grandes del mundo. Esta expansión en un lapso de tiempo relativamente corto, ha generado una gran cantidad de situaciones emergentes que

mostraron repercusiones sobre los habitantes de la ciudad como lo fueron problemas de desempleo, contaminación, seguridad, suministro de agua, insuficiencia del transporte público, etc.

De acuerdo con la Organización para la Cooperación Económica, en los últimos años México ha mostrado un progreso dentro de los temas de educación, salud y empleo como se puede ver en su documento titulado Índice para una vida mejor, desarrollado en el 2011 (OCDE, 2011). Sin embargo, el país no cuenta con un organismo encargado de medir la accesibilidad a servicios públicos de sus habitantes. En el periodo de gobierno de Felipe Calderón (2006-2012) se creó el programa social llamado “Vivir Mejor”, el cual fue una de las bases de los programas de asistencia social durante todo el sexenio, que tenía como objetivo primordial mejorar las condiciones de vida para los habitantes de México reduciendo las diferencias entre las personas y las regiones del país.

Los 5 objetivos planteados de la estrategia federal “Vivir mejor” fueron:

1. Qué todos los mexicanos pudieran tener alimentación, educación, salud, vivienda, servicios básicos en su hogar y comunidad;
2. Qué las personas estuvieran protegidas ante condiciones de vulnerabilidad y ante riesgos como enfermedades, desempleo o desastres naturales;
3. Qué se redujera la desigualdad entre regiones y al interior de estas, fortaleciendo los lazos comunitarios;
4. Qué las personas tuvieran más y mejores opciones de empleo e ingreso;
5. Qué las acciones que se lleven a cabo respeten el entorno natural de las comunidades.

El INEGI ha presentado una primera versión de un índice de bienestar para cada una de las entidades federativas del país. Cabe destacar que este índice no cumple en sus características para ser un punto de referencia en la evaluación de ASP dado que aún no se encuentra desarrollado a un nivel de detalle que brinde un mejor entendimiento de lo que pasa en las distintas zonas de la ciudad, además no integra todos los criterios relevantes para la CDMX. Los índices que el INEGI desarrolló fueron propuestos por la OCDE en el marco de su iniciativa *Better Life Index*, con lo cual se pueden comparar las distintas entidades federativas en cuestión de las condiciones de bienestar de los ciudadanos. Los índices de bienestar se encuentran englobados en 12 dimensiones de bienestar las cuales se desglosan en la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Dimensiones y criterios que conforman el indicador de calidad de vida para México.

Dimensiones	Criterios
1. Accesibilidad a servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Acceso a servicios de salud; • Hogares con acceso a banda ancha; • Viviendas con acceso a servicios básicos.
2. Comunidad (relaciones sociales)	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de la red social de soporte.
3. Educación	<ul style="list-style-type: none"> • Niveles de educación;

	<ul style="list-style-type: none"> • Deserción escolar; • Habilidades de los personajes.
4. Balance vida-trabajo	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción con tiempo para ocio; • Empleados trabajando muchas horas.
5. Ingresos	<ul style="list-style-type: none"> • El ingreso disponible de los hogares per cápita; • Ingreso equivalente disponible de los hogares; • Tasa de pobreza;
6. Medio ambiente	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación del aire; • Disposición de residuos.
7. Compromiso cívico y gobernanza	<ul style="list-style-type: none"> • Participación cívica y política; • Participación electoral; • Confianza en la aplicación de la ley; • Percepción de ausencia de corrupción en el sistema judicial.
8. Salud	<ul style="list-style-type: none"> • Esperanza de vida al nacer; • Salud autorreportada; • Tasa de obesidad; • Tasa de mortalidad materna; • Tasa de mortalidad infantil.
9. Satisfacción con la vida	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción con la vida.
10. Seguridad	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de homicidios; • Confianza en la policía; • Percepción de la inseguridad; • Tasa de incidencia delictiva.
11. Empleo	<ul style="list-style-type: none"> • Tasa de condiciones críticas de ocupación ; • Tasa de informalidad laboral; • Tasa de desempleo; • Tasa de ocupación. •
12. Vivienda	<ul style="list-style-type: none"> • Habitaciones por persona; • Porcentaje de viviendas con techo de materiales resistentes.

Tener la información de accesibilidad a servicios públicos junto con su componente geográfico disgregado a un nivel más detallado, podría permitir tener un conocimiento nuevo y más completo acerca de cuáles son los lugares dentro de la ciudad que brindan una mejor calidad de vida a sus habitantes, lo cual permitiría saber qué zonas de la ciudad necesitan mejoras y desarrollo, encontrar patrones de comportamiento y relaciones entre las distintas áreas de la ciudad.

El Consejo Nacional de Población (CONAPO) es el organismo del gobierno encargado de realizar la planeación demográfica del país con el fin de incluir a la población en los programas de desarrollo económico y social que se formulen dentro del sector gubernamental y vincular sus objetivos con las necesidades que surgen de los fenómenos demográficos. Por tal razón, este organismo también cuenta con información que sirvió para la realización del índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México.

Además, en México distintas instituciones han trabajado con el gobierno federal y el programa “Hábitat” de la Organización de las Naciones Unidas cuyo principal objetivo es crear un mejor futuro urbano promoviendo asentamientos urbanos sostenibles desde los puntos de vista social y ambiental. Con el trabajo en conjunto de estas instituciones se busca crear observatorios urbanos que desarrollen indicadores que sean de utilidad para la toma de decisiones para la planificación urbana.

1.4 Problema de Investigación

Desarrollar un modelo cuantitativo que tome en cuenta los elementos relevantes que componen la oferta de servicios públicos dentro de la Ciudad de México, integrando los criterios de mayor importancia para el desarrollo de un índice de accesibilidad a servicios a nivel de AGEBS, enfocado en las necesidades particulares de esta ciudad.

1.5 Preguntas de investigación

- A. ¿Qué elementos y con qué relación deben integrar un índice de medición de ASP en la CDMX?
- B. ¿Cuál es el patrón de ASP en la ciudad de México?

Capítulo 2 Marco de referencia

2.1 Introducción

Una vez que el problema que se abordó quedó planteado en el capítulo 1, el siguiente paso fue realizar una búsqueda dentro de la literatura con el objetivo de poder situar a la investigación dentro de un panorama más amplio considerando información que permitió tener referencias acerca de qué estudios se han llevado a cabo sobre temas similares.

Se puso dentro de un contexto al objeto de estudio, realizando una búsqueda de información y brindando un resumen de los puntos relevantes de los documentos consultados relacionándolos con la tesis, para acotar la metodología que se usó para determinar la forma de solucionar el problema y contestar las preguntas de investigación.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Perspectivas abordadas en los últimos años

Se ha acuñado el término “Servicios públicos” pues durante siglos, servicios como educación, salud, comunicación y transporte fueron proporcionados exclusivamente por las autoridades públicas. A pesar de la privatización de ciertos servicios, existe una responsabilidad especial por parte de la administración pública en brindar bienestar a la población (Muscar, 2008).

Cuando se habla de servicios públicos hay una relación con el concepto de “accesibilidad” que se refiere al vínculo que existe entre los servicios y los usuarios. Como menciona Vinson (2004) la infraestructura es un elemento esencial de la accesibilidad. Mosseley (1979) define el concepto de acceso en relación con la proximidad del lugar de residencia del usuario a los servicios públicos. Desde un punto de vista totalmente físico tenemos la definición de Sarkar y Gosh (2000) que describen a la accesibilidad como las dificultades que afronta un individuo para alcanzar la ubicación de un servicio público.

La revisión de distintos trabajos muestra que se han elaborado investigaciones que desarrollan índices de accesibilidad a servicios públicos (IASP), sin embargo es importante puntualizar que estos trabajos se han realizado en otros países y que sus áreas de estudio son demasiado extensas, al grado de no permitir observar el comportamiento detallado de sus índices para comparar distintas zonas en una ciudad. A partir de la búsqueda en la literatura, se identificaron varios autores que abordan el tema de la accesibilidad a servicios públicos desde distintas perspectivas. Las perspectivas encontradas se muestran en la figura 2.1 en donde, además, se observan los elementos importantes que las integran.

Perspectivas	Elementos que la integran
Comparación sectorial	<ul style="list-style-type: none"> • Cobertura territorial de oferta de servicios; • Densidad de población; • Organización territorial; • Información de censos regionales; • Aspectos ambientales.
Economía	<ul style="list-style-type: none"> • Medición de la pobreza; • Nutrición de la población; • Acceso a bienes y servicios; • Diferencias demográficas y sociales. •
Percepción social	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción con la vivienda; • Aspectos familiares y personales; • Tiempo de ocio y vida social.

Figura 2. 1 Perspectivas desde las que se estudia a la calidad de vida urbana.

Fuente: Elaboración con base en los documentos consultados.

A continuación, se abordarán las perspectivas que se muestran en la figura 2.1, cada una de ellas tiene relación con la accesibilidad a servicios públicos, sin embargo, tocan el tema desde distintos enfoques por lo que a continuación se detallan:

- a) **Comparación de accesibilidad a servicios públicos por sectores:** Los trabajos realizados bajo esta perspectiva, realizan un análisis de los elementos cualitativos que incurren en el desarrollo de índices en los que se toma en cuenta la accesibilidad a servicios públicos para poder observar las diferencias que existen entre las zonas que componen una ciudad. Además, estas investigaciones toman como principal herramienta de análisis los sistemas de información geográfica. Los principales criterios que se toman en cuenta son los servicios públicos urbanos y su cobertura, la infraestructura, y los aspectos cuantitativos de los criterios medioambientales (Rodríguez & Gómez, 2008; Rinner, 2008; Discoli *et al.*, 2010). En la tabla 2.1 se puede ver un resumen de los trabajos consultados que fueron clasificados dentro de esta perspectiva.

Tabla 2.1 Resumen de trabajos clasificados dentro de la perspectiva de comparación sectorial.

Fuente: Elaboración con base en los documentos consultados.

Autor y año	Aplicación	Criterios considerados dentro del trabajo	Métodos y herramientas utilizados en el trabajo
Rinner C. (2007)	Utilizar los principios de visualización geográfica en conjunto con técnicas de análisis multicriterio aplicándolas a un caso de	<ul style="list-style-type: none"> -Densidad de población; -Tasa de empleo; -Información de censos de la región; -Información de la economía familiar; 	<ul style="list-style-type: none"> -Herramientas de geo visualización (GeoVis); -Métodos de evaluación multicriterio (Método Analítico Jerárquico);

	estudio dentro de vecindarios en Toronto, Canadá.	-Migración e inmigración dentro de la región; -Información sobre el estado de artes y cultura; -Tasa de escolaridad de la población.	-Entrevistas a expertos.
Rodríguez M. & Gómez M. (2008)	Análisis comparativo en el interior de la ciudad de Alcalá de Henares (Madrid)	-Hábitat Urbano; -Servicios y equipamientos; -Organización territorial; -Socio- economía.	-Sistema de Información Geográfica (IDRISI).
Discoli C. et al. (2010)	Exponer aspectos teóricos y conceptuales así como mostrar los primeros resultados de la elaboración de un índice en donde se toman en cuenta los servicios de salud, servicios públicos y servicios urbanos para la región de La Gran Plata dentro de la provincia de Buenos Aires, Argentina.	-Oferta de servicios urbanos e infraestructura; -Servicios de salud; -Servicios de comunicación; -Servicios sociales y urbanos; -Aspectos ambientales -Cobertura territorial de los factores antes mencionados.	-Niveles jerárquicos de integración; -Sistema de ponderaciones relativas; -Lógica difusa; -Sistemas de información geográfica; -Software estadístico SIMSTAT; -Polígonos de Thiessen.
Noguera J. y Ferrandis A. (2014)	Generar un método de medición de la accesibilidad a servicios públicos para áreas rurales en la unión europea.	-Transporte; -servicios postales; -telecomunicaciones; -Provisión de energía; -Provisión de agua potable y tratamiento de aguas residuales; -Educación (Preescolares, primaria, secundaria y universitaria); -Salud; -Seguridad -Ocio y cultura (Espacios públicos, museos, bibliotecas, etc.)	-Percepción de calidad de servicios públicos; -Percepción de accesibilidad a servicios públicos; - <i>Bench marking</i> .

Para este enfoque, un punto importante es la geografía urbana, por lo cual los indicadores que forman parte de los estudios realizados toman información demográfica y socio-económica. En el estudio realizado por Rinner (2007) se muestra que la comparación a nivel geográfico ha sido más estudiada desde la escala de ciudades pero a medida que pasa el tiempo, mantener un mismo nivel de accesibilidad a servicios dentro de los diferentes vecindarios, barrios o colonias se ha hecho más necesario. Dentro de este enfoque, las unidades territoriales con las que se realiza el estudio son muy importantes, por lo cual, un método de selección de dichas unidades es buscar escalas ya establecidas formalmente dentro de los registros del gobierno o instituciones de censos estadísticos, con el objetivo de crear áreas homogéneas.

Los componentes que suelen integrarse a los índices que describen la accesibilidad a servicios públicos desde este punto de vista, son los aspectos estructurales y urbano-sociales. Los aspectos estructurales son los encargados de lograr la consolidación urbana y están conformados por la oferta de servicios alcanzada por la ciudad como electricidad, agua, gas, drenaje, etc. Mientras que los aspectos urbano-sociales son aquellos que cumplen con el resto

de la demanda de una sociedad para desarrollarse dentro de los espacios urbanos como lo son la salud, educación, comunicación, recreación, seguridad, etc. Noguera y Ferrendis (2014) crearon una medición que permite evaluar la accesibilidad de la población a distintos servicios públicos, tomando en cuenta la percepción de la sociedad con base en la satisfacción que tenían con cada uno de los servicios públicos.

De acuerdo con la revisión de trabajos realizados, la mayoría de estudios crean una comparación de la accesibilidad a servicios por sectores y usan como herramienta de análisis a los métodos de decisión multicriterio por su capacidad para poder integrar datos cualitativos y cuantitativos en los análisis de la información. Dentro del trabajo realizado por Rinner (2007) se utilizó el sistema de información geográfica GeoVis junto con la técnica de análisis multicriterio llamada proceso analítico jerárquico (AHP por sus siglas en inglés *Analytical Hierarchy Process*). En la figura 2.2 se muestra una metodología propuesta por Prakash *et al.* (2016) para realizar un análisis de accesibilidad a servicios públicos zonificado, en el cual se tomó información de censos brindados por distintas entidades del gobierno, eso permitió definir escalas geográficas con el objetivo de tener puntos de comparación para las distintas zonas a estudiar. Una vez que tuvo definidos los criterios que conformarían el índice de accesibilidad a servicios públicos (IASP) y la extensión de las áreas de estudio, les otorgó pesos con base en la escala propuesta por Saaty (1980), generó una comparación pareada de los distintos criterios para obtener el índice, dicha información fue representada en forma de mapas.



Figura 2. 2 Metodología para el desarrollo de un índice de accesibilidad a servicios públicos.

Fuente: Elaboración con base en el trabajo de Prakash *et al.* (2016)

b) Evaluación de la accesibilidad a servicios públicos desde un enfoque económico y de contexto social: Para la realización de estos trabajos se tomaron en cuenta criterios como la accesibilidad de la sociedad a distintos tipos de bienes, obteniendo datos principalmente de encuestas y de la revisión de las leyes de la región de estudio, enfocándose en aquella información que indicaba el desarrollo, equidad y la justicia junto con la información que describía las características económicas de los individuos (Jiménez & González, 2013; Greyling & Treganna, 2016).

Tabla 2.2 Resumen de trabajos clasificados dentro de la perspectiva de economía y contexto social. Fuente: Elaboración propia con base en los trabajos consultados.

Autor y año	Aplicación	Criterios considerados dentro del trabajo	Métodos y herramientas utilizados dentro del trabajo
Jiménez W. & González J. (2013)	Evaluación en la ciudad de Bogotá mediante el empleo del índice de pobreza multidimensional	-Medición de la pobreza; -Elaboración de perfiles de pobreza. -Nutrición de la población. Acceso a bienes y servicios: piso, electricidad, agua, saneamiento, combustible para cocinar y matrícula escolar.	-Índice de pobreza multidimensional -Método corte dual. Método de agregación de indicadores multidimensionales. (Foster <i>et al.</i> , 1984)
Greyling T. & Treganna F. (2016)	Cuantificar y analizar la segregación espacial y la accesibilidad a servicios públicos dentro de una región de Sudáfrica. Generando un índice que incluye información sobre indicadores económicos cuantificables e indicadores subjetivos.	-Factores económicos de la región. -Diferencias demográficas y sociales entre regiones; -Infraestructura -Educación, salud, participación política de la sociedad, relaciones sociales; -Acceso a servicios;	-Método de pesos para los distintos Criterios. -Técnica de análisis estadístico multivariado (Análisis de factores); -Análisis de componentes principales; -Método de Nicoletti

Al garantizar el acceso a los bienes primarios desde el punto de vista económico y social, se busca ampliar las posibilidades de los individuos para desarrollarse. De esta forma, se genera una ciudad conformada por individuos que ejercen su libertad y a la vez esto genera una sociedad con un mayor grado de desarrollo y equidad. Al estudiar la accesibilidad a servicios públicos bajo este enfoque, se toman en cuenta criterios como la incidencia de la pobreza en las personas y hogares, así como la falta de acceso a ciertos servicios públicos. Por lo cual, para este tipo de estudios se evalúa el acceso de la sociedad a educación, salud, trabajo, transporte, etc. La accesibilidad a los servicios públicos suele estar asociada con la cobertura, es decir, la cantidad de personas a las que impactarán los servicios, que puede entenderse como una formulación vista desde la oferta pues se enfoca en la capacidad que el estado tiene para ofrecer un servicio y la cantidad de personas que serán impactadas.

Los conceptos importantes para este enfoque están constituidos por bienes primarios, libertad, capacidades humanas y segregación espacial:

- **Bienes primarios:** Una de las principales consideraciones es que, dado el contexto social en el que las personas se desarrollen, es de suponer que los individuos buscan las condiciones óptimas para construir su plan de vida por lo cual, el tener acceso a una estabilidad política que les brinde la oportunidad de realizar su autodeterminación, constituye una de las partes fundamentales en el entorno. Rawls (2006) desarrolló una lista sobre los bienes primarios básicos para una sociedad los cuales son: los derechos y libertades básicas, la libertad de desplazamiento y la libertad para buscar una ocupación que les permite mejorar sus ingresos y riquezas, así como bases sociales de respeto. De esta forma, los bienes primarios hacen mención al estado del ambiente que permite a los individuos poder tener los derechos básicos para poder ejercer sus libertades.
- **Libertad y capacidades humanas:** Para poder lograr estos objetivos, se tiene que partir de un entorno en el que existan garantías de libertad. Algunas de las capacidades con las que tienen que contar los individuos son poder vivir una vida normal y plena, mantener una buena salud, poder realizar un razonamiento sin limitaciones, poder tener relaciones afectivas, vivir de manera respetuosa con otras especies, realizar actividades recreativas y gozar los derechos que se les garantizan. Todo esto para poder desarrollar las capacidades humanas y sociales de los habitantes de la ciudad.
- **Segregación espacial:** Según la propuesta de Rodríguez (2002), segregación se puede clasificar en dos tipos, por una parte desde el punto de vista sociológico como la falta de interacción entre distintos grupos sociales; desde el punto de vista geográfico, ocurre cuando la misma ciudad impulsa el proceso de separación de grupos con barreras espaciales y provocando la exclusión social. Cualquiera de los dos tipos llevará a la degradación de la accesibilidad a servicios de los grupos separados. Esto sucede dado que la segregación dificulta la construcción del tejido social que es un elemento importante para asegurar la equidad en una sociedad, por esta razón si las diferencias entre grupos disminuye se puede esperar una sociedad que brinde a sus participantes las mismas oportunidades de desarrollarse plenamente.

2.2.3 Clasificación de métodos y herramientas utilizadas

Los trabajos revisados dentro de la sección anterior que estudian la accesibilidad a servicios públicos desde distintos enfoques también pueden ser clasificados de acuerdo con los métodos que fueron utilizados, sin embargo, para efectos de esta tesis solamente se tomaron en cuenta aquellos que enfocaron los estudios a la accesibilidad a servicios de las distintas áreas en las ciudades. Los métodos más utilizados fueron la construcción de índices, el apoyo con sistemas de información geográfica (SIG) y las técnicas de análisis multicriterio (MCDA por sus siglas en inglés *Multicriterial Decision Analysis*). La figura 2.3 se muestran los hallazgos en la literatura.

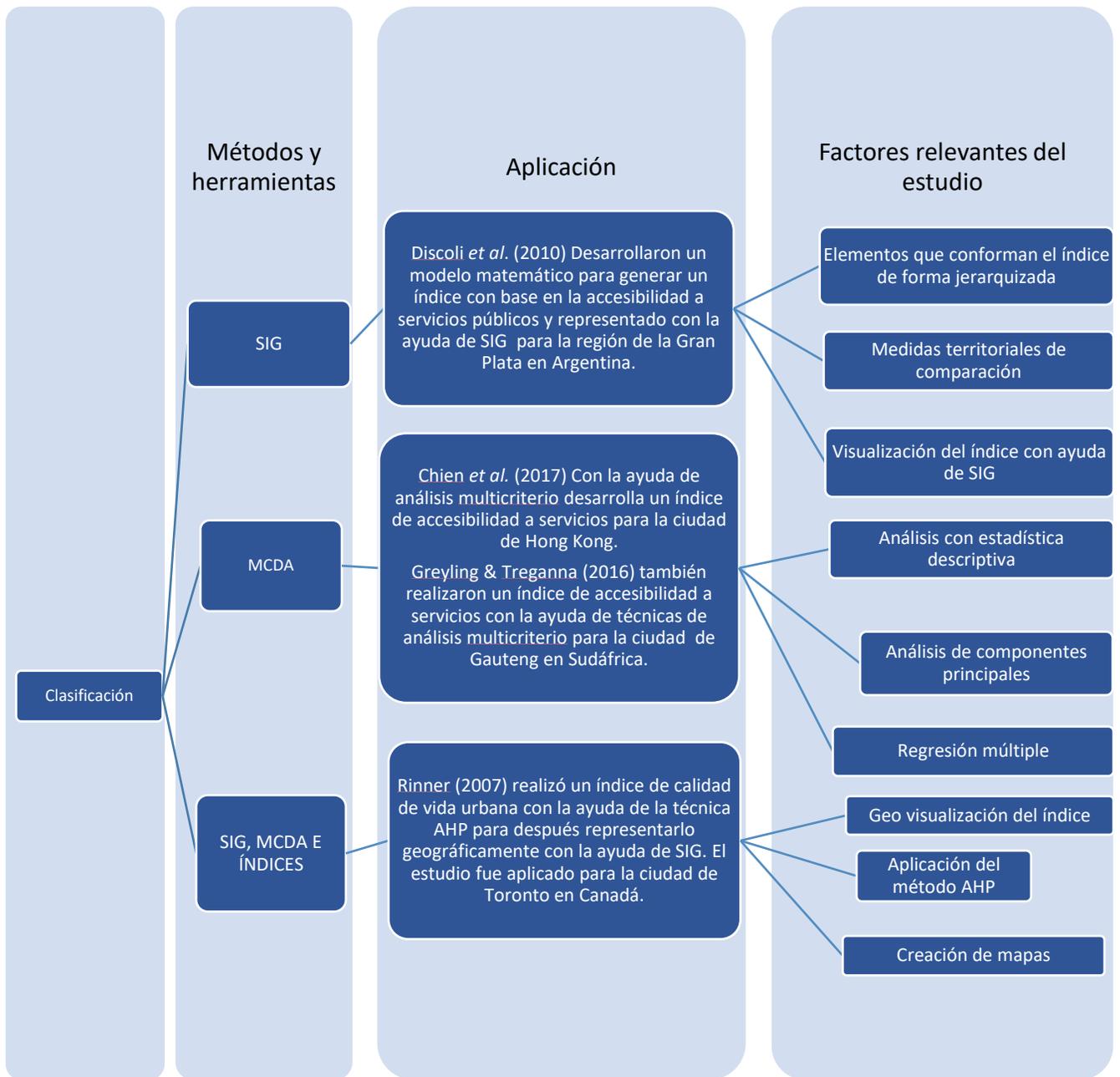


Figura 2. 3 Clasificación de trabajos consultados con base en su metodología.

Fuente: elaboración con base en los documentos consultados

2.2.4 Uso de SIG en análisis de accesibilidad a servicios públicos

Como se observó en la sección anterior la mayoría de autores utilizaron sistemas de información geográfica (SIG) para realizar la interpretación de la información arrojada por los índices de accesibilidad a servicios. Además, demostraron algunas de las ventajas más importantes de los SIG por ejemplo que ayudan a visualizar los datos dentro de mapas, apoya a la comparación de distintos sectores de una ciudad, etc. A continuación, se ahondará más en lo que ha sido desarrollado con la ayuda de los SIG.

Algunos autores interpretan el bienestar de las personas con base en la accesibilidad a distintos servicios públicos, esto les permite realizar modelos que muestran la estructura de los criterios que la conforman. La mayoría de autores recurren a la forma que también desarrollan Discoli *et al.* (2010) en donde los criterios que integran al índice de accesibilidad a servicios públicos se clasifican por niveles de importancia y adicionalmente buscan integrar la información construyendo espacios territoriales que permitan hacer un análisis de los resultados. Utilizan un modelo matemático en el que la accesibilidad a servicios públicos está integrada por distintos criterios y cada uno de ellos tiene un peso distinto de acuerdo con su importancia. La evaluación de dichos criterios se realiza por zonas geográficas, y con la ayuda de SIG se obtiene una visualización de los resultados de la accesibilidad a servicios públicos para la región de la Gran Plata en Argentina como se aprecia en la figura 2.4.

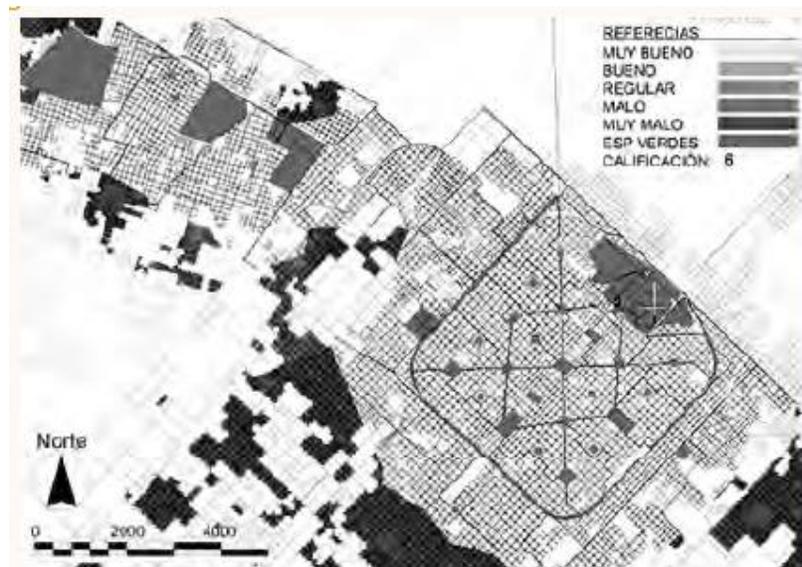


Figura 2. 4 Accesibilidad a servicios públicos para la región de la Gran Plata, Argentina.

Fuente: Discoli *et al.* (2010).

2.2.5 Uso de SIG y MCDA en estudios de accesibilidad a servicios públicos

La aplicación de los métodos de decisión multicriterio junto con los sistemas de información geográfica en los trabajos revisados, muestran algunas de las ventajas más importantes de

aplicarlos juntos, las cuales son: el poder tener una visualización de los índices de accesibilidad, lo que brinda la posibilidad de encontrar patrones que serían difícilmente observables solamente con tablas de información; y referente a las técnicas de análisis multicriterio, dan la posibilidad de usar información que difícilmente podría ser integrada en un mismo índice sin estas técnicas. A continuación se revisarán con más detalle las aplicaciones y ventajas de la utilización de MCDA y SIG en conjunto.

La principal herramienta utilizada de los SIG es la creación de mapas que permiten mostrar en forma sencilla las evaluaciones finales de los métodos multicriterio, una de las principales ventajas al apoyarse en ellas es la posibilidad de explorar distintos escenarios y observar el comportamiento de los resultados de forma clara y comprensible.

La combinación de las técnicas de evaluación multicriterio y las técnicas de geo visualización fue utilizada por Jankowski *et al.* (2001), quien demostró los beneficios de integrar la visualización espacial con las técnicas de análisis de decisiones.

La técnica de análisis multicriterio utilizada por Rinner (2007) fue AHP, este método ha sido también utilizado en conjunto con los SIG para hacer análisis de problemas de localización como en el trabajo realizado por Rinner & Taranu (2006).

Dentro de los trabajos consultados, los métodos a los que más se recurre son los MCDA y para ser más puntuales, el más usado es el AHP, ya que este método permite integrar información que no necesariamente debe estar en la misma escala de medición. Esto da la posibilidad de agregar información de distinta naturaleza que enriquezca los estudios de accesibilidad a servicios públicos. Y también, es muy usual que se usen los SIG como los paquetes de cómputo QGIS o ARCGIS, para darle una interpretación gráfica a la información.

Para finalizar esta sección, se realizó la tabla 2.3 que muestra los elementos que son relevantes y que aportan sustento a la realización de la tesis. Los criterios más utilizados para describir la accesibilidad a servicios públicos son infraestructura, educación, salud, transporte, seguridad y recreación. Esta información suele ser referenciada con escalas espaciales. Los métodos más usados son los de análisis multicriterio y estos están apoyados con herramientas de geo visualización para presentar sus conclusiones.

Tabla 2.3 Bases metodológicas de investigaciones realizadas por distintos autores.

Fuente: Elaboración con base en los documentos de las referencias.

Autor y año	Tipo de perspectiva	Elementos importantes a utilizar en la investigación	Herramientas a utilizar en la investigación
Jiménez W. & González J. (2013)	Economía y contexto social	-Acceso a bienes y servicios.	- Se estudia con base en la accesibilidad a servicios públicos.
Rinner C. (2007)	Comparación por sectores	-Densidad de población; -Información de censos de la región.	-Herramientas de geo visualización; -Método analítico jerárquico.
Greyling T. & Tregenna F. (2016)	Economía y contexto social	-Infraestructura; -Educación, salud; -Acceso a servicios.	-Desde la perspectiva económica la accesibilidad a los servicios es parte

			fundamental del estudio de la calidad de vida en las ciudades.
Rodríguez M. & Gómez M. (2008)	Comparación por sectores	-	-Sistema de información geográfica.
Chien S. et al. (2017)	Contexto Social	-Escala espacial.	-No se tomó información.
Azqueta D. & Escobar L. (2004)	Componente ambiental	-Selección de variables; -Representación de la zona de estudio.	-Sistema de información geográfica.
Discoli C. (2010)	Comparación por sectores	-Oferta de servicios urbanos e infraestructura; -Cobertura territorial de los factores.	-Niveles jerárquicos de integración; -Sistema de información geográfica.
Iglesias S. et al. (2006)	Sustentabilidad	-Microzonación de zonas sísmicas; -Escala espacial; -Análisis integral de vulnerabilidad de zonas sísmicas.	-Sistemas de información geográfica; -Evaluación con criterios cualitativos.

Con base en las distintas metodologías que se observan en los documentos consultados, se observan ventajas al usar métodos de evaluación que toman en cuenta criterios cualitativos por lo que se consideró utilizar el AHP para realizar el análisis de la información, junto con los sistemas de información geográfica. Ya definidas las herramientas a usar dentro del desarrollo de la tesis, se puede plantear el objetivo general de la investigación.

2.3 Objetivo general

Proponer un índice de accesibilidad a servicios públicos (IASP) tomando en cuenta los requerimientos de servicios de transporte, educación, seguridad, áreas verdes y salud de la CDMX, evaluando los criterios que formarán parte del índice con ayuda del proceso analítico jerárquico, realizando el análisis a una escala delimitada por las áreas geográficas básicas de la ciudad y visualizando los resultados con la generación de gráficos con el paquete de cómputo QGIS, para poder observar el estado de la accesibilidad a servicios públicos y que esta información sea útil para la toma de decisiones.

2.4 Métodos y modelos

Con base en los documentos revisados en la sección dos de la tesis y como se planteó dentro del objetivo general, los métodos que se utilizarán para la generación de un IASP, serán el proceso analítico jerárquico apoyado en el software *super decisions*¹ y se usará el sistema de información geográfica QGIS para la elaboración de mapas que presenten los resultados del índice.

¹ Se ahonda más sobre el software *Super decisions* en la sección 2.4.1 de esta tesis

2.4.1 Proceso analítico jerárquico para asignar pesos a criterios en el índice de accesibilidad a servicios públicos.

MAUT (Multi-Attribute Utility Theory) es parte de la teoría de utilidad, es ampliamente utilizado en el mundo angosajón y se basa en la hipótesis principal de que cada decisor trata de optimizar, consciente o implícitamente una función que agrega todos los puntos de vista. Esto significa que las preferencias de un decisor se pueden representar mediante una función llamada función de utilidad U .

La teoría de utilidad tiene algunas limitaciones, denotemos por A al conjunto de p alternativas a_i ($i:1, \dots, p$) y a F por el conjunto de q criterios f_j ($j=1, \dots, Q$). Las evaluaciones de las alternativas $f_j(a_i)$ se transforman primero en contribuciones de utilidad marginal, denotadas por U_j , para evitar problemas de escala:

$$\forall(a_i) = U(f_1(a_i), \dots, f_q(a_i)) = U_1(f_1(a_i)), \dots, U_q(f_q(a_i))$$

De aquí se deriva el término *modelo aditivo*, este modelo es el más popular y ampliamente utilizado.

Los puntajes de utilidad marginal se agregan luego con una suma ponderada y así obtenemos la función de utilidad aditiva general:

$$\sum_{j=1}^q U_j(f_j(a_i)) \cdot w_j$$

Donde $U_j(f_j) \geq 0$ es una función no decreciente y w_j representa el peso del criterio f_j que generalmente satisface la restricción de normalización:

$$\sum_{j=1}^q w_j = 1$$

Los pesos representan compensaciones, es decir, la cantidad que un decisor está dispuesto a asignarle a un criterio, con tal de ganar una unidad en el otro criterio. La suma ponderada “simple” es un caso de este modelo en donde todas las funciones U_j son todas funciones lineales. Y lo que la teoría de utilidad quiere encontrar es el óptimo de Pareto.

Pero para encontrar el óptimo de Pareto se deben cumplir supuestos difíciles:

- Simplemente que el óptimo exista;
- Que exista una condición de independencia entre las preferencias;
- Comportamientos específicos en las funciones U_j .

El proceso analítico jerárquico (AHP) es particularmente útil cuando no se puede construir una función de utilidad.

El AHP fue desarrollado a finales de los años 60 por Thomas Saaty quien a partir de sus experiencias formuló un método que ayudara a los responsables de las organizaciones y sus procesos en la toma de decisiones. Puesto que este método presenta una simplicidad y una gran utilidad en infinidad de problemas, se ha hecho muy popular. Existen diversos trabajos realizados con este método, además existen muchos programas computacionales que tienen como base el proceso analítico jerárquico (Osorio *et al.* 2008).

Técnicamente hablando, el AHP es un método matemático creado para poder evaluar distintas alternativas considerando varios criterios, la experiencia y el conocimiento de los actores involucrados pasan a ser igual de importantes que los datos a utilizar durante el proceso. Osorio *et al.* (2018) enlistan las siguientes ventajas:

- a) el método permite analizar el efecto de los cambios en niveles superiores sobre los niveles inferiores;
- b) brinda un conocimiento amplio del sistema y permite tomar en cuenta el punto de vista de todos los actores, sus objetivos y propósitos;
- c) brinda la oportunidad de generar estrategias flexibles a los cambios que puedan presentar los elementos.

Como se mencionó en la sección anterior, el AHP utiliza comparaciones entre pares de los elementos, lo cual permite crear matrices a partir de dichas comparaciones y con la ayuda del álgebra matricial se establecen prioridades con elementos de un nivel sobre un nivel inferior, con el objetivo de poder generar una jerarquía en los elementos que forman parte del objetivo global.

A continuación, se muestra la escala propuesta por Saaty (1989) la cual permite realizar la comparación pareada de los criterios:

- Asignar valor de 1, cuando los criterios son de la misma importancia;
- Asignar valor de 3, cuando exista una importancia moderada de un criterio con respecto a otro;
- Asignar valor de 5, cuando exista una fuerte importancia de un criterio respecto a otro;
- Asignar valor de 7, cuando exista una importancia demostrada de un criterio sobre otro;
- Y para finalizar, asignar un valor de 9 cuando exista una extrema importancia de un criterio sobre otro.

Existen distintas combinaciones con dichos valores para generar escalas que no tengan tantas opciones pudiendo reducirse incluso solamente a tres opciones en la escala de Saaty.

A partir de los valores asignados por la escala de Saaty se pueden construir matrices con propiedades recíprocas en donde cada valor de comparación por pares es dado como p_{ij} posee la propiedad recíproca ($p_{ij} = \frac{1}{p_{ji}}$).

La notación del método brindada por Osorio *et al.* (2008) es la siguiente:

- Para i objetivos dado $i=1, 2, \dots, m$; se determinan sus respectivos pesos p_i ;
- Para cada objetivo i , se comparan las $j=1, 2, \dots, n$ alternativas y se determinan los pesos p_{ij} con respecto al objetivo i ;
- Se determina el peso final de la alternativa P_j con respecto a todos los objetivos de la siguiente manera:
$$P_j = p_{1j}p_j + p_{2j}p_j + \dots + p_{mj}p_j .$$

Las alternativas se ordenan de acuerdo con su peso final P_j de manera descendente, la alternativa con mayor valor simboliza a la alternativa más preferida. Como lo menciona Saaty (2001), el método AHP tiene tres funciones básicas:

1. **Estructurar problemas complejos:** Saaty recurrió a la estructuración jerárquica de los problemas para poder dividir los problemas complejos en subproblemas. Esta es una de las principales virtudes del método, pues descompone un objetivo en criterios más simples sin descuidar la relación con el problema inicial.
2. **Medición en escalas:** el método AHP permite integrar criterios subjetivos y objetivos, por ejemplo estimaciones numéricas, verbales o gráficas, esto brinda una gran flexibilidad que hace que se tenga un amplio campo de aplicaciones. Esto se logra dado que el método tienen una escala general que puede ser usada en cualquier situación y hace que la aplicación del método sea sencilla.
3. **Síntesis:** el método AHP fue concebido bajo el enfoque sistémico. Las decisiones se analizan a partir de la descomposición jerárquica de sus criterios y en ningún momento se pierde de vista al objetivo general, las interdependencias entre los criterios y alternativas siempre están presentes, por lo tanto, la solución obtenida es sobre el sistema y no una porción del mismo.

Los cálculos para realizar el proceso analítico jerárquico suelen ser realizados con la ayuda de programas de cómputo como Excel, sin embargo también existe software especializado para realizar el proceso analítico jerárquico. El software llamado *super decisions*, fue creado por la *Creative Decision Foundation* establecida en 1996 por Thomas Saaty y su esposa, y el equipo que desarrolló el software fue el mismo que desarrolló el método propuesto por Saaty. Este software se especializa en AHP, para entregar los pesos de cada uno de los elementos analizados. Dado que la manipulación de la información en este software es sencilla, y el acceso a él es libre, es una de las mejores opciones para facilitar la aplicación de AHP.

2.4.2 Sistemas de información geográfica (SIG) para visualizar el índice de accesibilidad a servicios públicos.

El desarrollo de los SIG comenzó en los años 60's, siendo Canadá el primer país que generó un sistema de información geográfica llamado "*Canadian Geographical System*" en el año de 1967. Star & Estes (1990) definen a los SIG como herramientas que utilizan datos georreferenciados, por lo cual es posible almacenar la información de manera cartográfica. Una definición más actual es brindada por Quirós (2011) quien menciona que en la actualidad el concepto es demasiado amplio por la cantidad de fines que pretende, sin embargo y de manera muy general el término acoge el conjunto de técnicas y tecnologías de manejo de la información procedente del espacio, tanto del espacio geográfico, como de cualquier tipo de fenómeno por muy abstracto o convencional que sea siempre y cuando tenga una distribución espacial, y sea cual sea la disciplina científica dedicada a su estudio.

El almacenar información y ligarla espacialmente a una superficie, es la principal característica de los SIG, con ellos se pueden tomar distintas capas de información y combinarlas lo cual les da una gran facultad de análisis. Por la gran capacidad de los sistemas de información geográfica estos se han usado en distintas áreas como la administración territorial, análisis de redes, logística, ruteo, análisis demográfico, exploración de recursos y modelos de transporte.

Los SIG se evalúan de acuerdo con su utilidad y su usabilidad, el término utilidad se refiere a la capacidad que tiene un programa computacional para resolver una tarea y si la funcionalidad del mismo es suficiente. El término usabilidad se refiere al esfuerzo que el operador del programa tiene que realizar para poder operarlo, además de que debe cumplir con los siguientes aspectos: facilidad de aprendizaje para su uso, eficiencia, memoria computacional necesaria para poder operar, que el programa tenga pocos errores y que el usuario se encuentre satisfecho con su uso.

El proceso realizado por los sistemas de información geográfica cubre: la manipulación y adquisición de datos, brindar a los datos un formato para ser procesados, georreferenciación, compilación y documentación del proceso de análisis. Existe una gran cantidad de operaciones analíticas que se pueden realizar con los SIG que generalmente son clasificadas en funciones básicas o avanzadas. Las funciones básicas tienen un amplio rango de aplicaciones, pues son más fáciles de adaptar a las diferentes necesidades que las funciones avanzadas. Algunos ejemplos de las funciones básicas que se pueden desarrollar son: mediciones físicas, clasificaciones, operaciones escalares y análisis de conectividad. Las funciones básicas pueden ser desarrolladas por muchos de los SIG, y como tal, son concebidas como operaciones que pueden construir relaciones entre objetos espaciales. Las funciones avanzadas son principalmente el análisis de la información para modelar mapas cartográficos.

En la figura 2.5 se observa un diagrama que representa el proceso de modelación en los SIG, en el cual se muestran las relaciones que se tienen en cada paso. En primer lugar, se parte de

la observación del sistema para realizar un análisis del problema que dará como resultado un modelo conceptual a estudiar el cual a su vez tendrá que enriquecerse con la observación continua del sistema real. Una vez desarrollado un buen modelo conceptual se procederá a realizar un diseño lógico que dará como resultado un modelo que englobe las relaciones existentes entre los componentes identificados en el modelo conceptual. Durante este paso se debe verificar la congruencia del modelo lógico con el modelo conceptual propuesto y con el sistema real para evitar fallas en el diseño. Una vez desarrollado el modelo lógico se procederá a realizar la implementación de la información al sistema digital el cual dará como resultado una estructura del modelo y de los datos sobre una plataforma digital. El resultado final del proceso de modelación dará como resultado la estructura funcional del problema para poder ser analizado por las herramientas que los programas computacionales brinden.

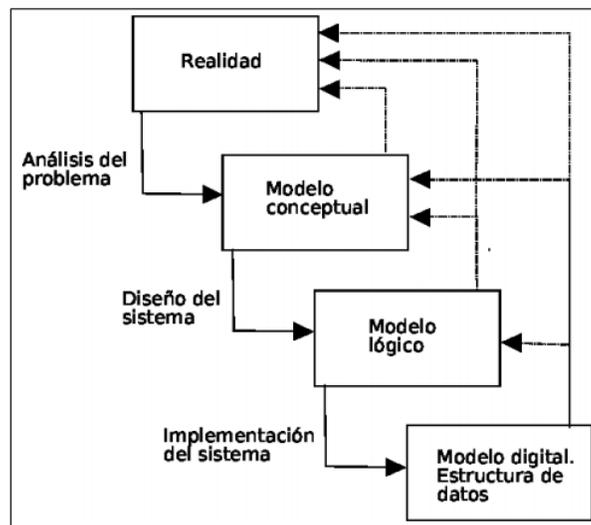


Figura 2.5 Proceso de modelación en SIG.

Fuente: Alonso (2013).

Otra de las características que poseen los SIG es que la información geográfica analizada puede ser presentada en dos formatos de datos: en forma vectorial o de ráster, ambos formatos tienen características propias. Sin embargo, la principal diferencia que existe entre ellos es que los datos raster se guardan en forma de píxeles mientras que los datos vectoriales se guardan como formas geométricas pudiendo ser puntos, que representan entidades geográficas muy pequeñas como ubicación de pozos, postes de teléfono medidores de corriente; líneas, que representan información sobre elementos con fronteras definidas como mares, fronteras políticas, costas, carreteras o curvas de nivel; y polígonos que representan la forma y ubicación de entidades con formas homogéneas como estados, distritos, parcelas, tipos de suelo, etc. Se puede decir que los datos vectoriales tienen una mejor definición cuando se trata de delimitar áreas, pero para realizar análisis de distintos tipos de datos, los raster dan una mayor versatilidad al momento de trabajar. Los datos raster tienen un menor peso en la memoria de procesamiento de las máquinas, por lo cual, el tiempo de proceso de las computadoras suele ser menor en comparación con los datos vectoriales. Los SIG buscan

dar una representación a la realidad al simplificarla con el objetivo de que se le pueda interpretar y se tenga un fácil entendimiento a los fenómenos que ocurren. Los modelos que los SIG brindan podrían ser categorizados como modelos de interpretación con los cuales se intenta describir a los objetos espaciales del entorno.

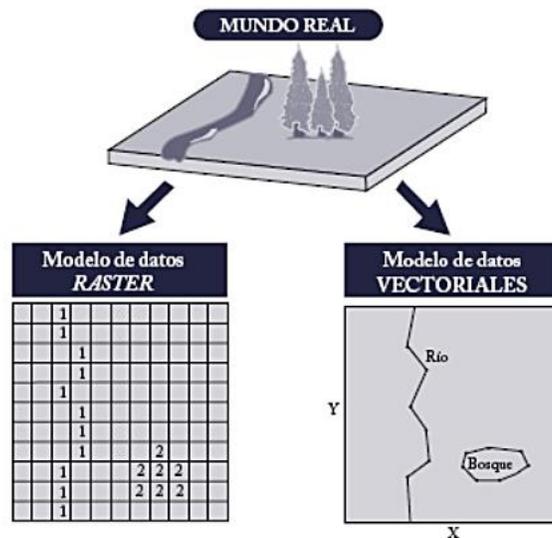


Figura 2. 6 Modelo de la realidad según el tipo de datos.

Fuente: http://www.catalonia.org/cartografia/Clase_08/Sistemas_SIG/What_is_GIS_01.html

Existe un debate acerca de cuál modelo es más conveniente y dependerá en gran medida del tipo de estudio y el enfoque que se le dé. De manera pragmática, se considera que los modelos vectoriales son más adecuados para la representación de variables cualitativas mientras que los formatos raster son mejores para la representación de superficies. Otra de las diferencias que presentan es que el modelo vectorial suele tener tiempos de análisis más lentos en comparación con los raster, sin embargo, el incremento en la potencia computacional actual ha hecho que esta diferencia sea cada vez menos notoria.

Dado que la tesis se centra en el conteo de la infraestructura destinada a ofrecer servicios públicos dentro de ciertas zonas de la ciudad, se decidió utilizar la información con el formato de los modelos vectoriales además la información no es muy difícil de procesar por lo que no se tendría ningún problema en el análisis computacional.

La utilización de los SIG en el cálculo de los índices a escala urbana ha permitido realizar análisis más detallados dotándolos de una característica de georreferenciación, esto permite hacer una comparación de datos de manera más sencilla y ayuda a identificar patrones que difícilmente podrían ser apreciados sin su ayuda, como dependencia entre distintas zonas, barreras geográficas, etc. Se puede decir que el uso de los sistemas de información ha ayudado a realizar avances en el conocimiento de la geografía pues con ellos se han generado nuevas formas de interpretar los resultados.

El término con el Rinner (2007) conoce a la combinación de GIS y MCDA es “*Geographic Information System-based Multicriteria Decision Analysis*” (GIS-MCDA). El proceso que se realiza combina y transforma datos georeferenciados, sumado a las preferencias de los tomadores de decisiones para obtener un mapa final que considera todas las reglas de decisión que sean relevantes para el problema.

Los SIG tienen una limitación en cuanto al análisis de datos, sin embargo, al integrar las técnicas de análisis multicriterio se logra obtener una herramienta de análisis que tiene como principal ventaja el uso de los juicios de valor con respecto a las alternativas y criterios del problema. Los métodos que más se han adoptado en los GIS-MCDA son los de optimización, pues los modelos de investigación de operaciones que comenzaron a desarrollarse en los años 40’s tuvieron un incremento en su uso en los años 60’s cuando la computación comenzó a hacerse relevante.

A partir de la fusión de las técnicas multicriterio y los sistemas de información geográfica, las aplicaciones dentro de investigaciones y trabajos que abarcan los temas de esa disciplina han ido en aumento.

Dentro del marco de trabajo de las técnicas de decisión multicriterio descrito por Malczewski (1999), hay varios rubros en donde el analista tiene que tomar decisiones para definir los parámetros del modelo, entre ellos se incluyen: tomar la decisión de los criterios importantes, la estandarización de los criterios, crear las reglas de decisión y asignar los pesos a los criterios. Dependiendo de las decisiones en la definición de los puntos anteriores, los resultados de las evaluaciones variarán. La integración de un sistema que permita visualizar los resultados brinda un soporte al dar además, una valoración visual del análisis. De esta manera se puede identificar la diferencia que se deriva del cambio en la valoración de los criterios. La visualización geográfica de los resultados ayuda a explotar la capacidad humana del procesamiento de información con base en imágenes para poder descubrir patrones dentro de los datos espaciales.

2.4.3 QGIS como apoyo para visualizar el índice de accesibilidad a servicios públicos

Existe una gran cantidad de SIG sin embargo, el seleccionado para la aplicación dentro de esta tesis fue QGIS. Este software contiene características que fueron requeridas para este trabajo. En primer lugar se pueden procesar cerca de 70 formatos de información distinta por lo cual tiene una gran versatilidad para trabajar con información obtenida de distintas fuentes. Tiene una simplicidad de uso que hace que muchas de las funciones puedan ser realizadas sin conocimientos avanzados del software.

Existe una gran cantidad de librerías gratis en internet que permiten que QGIS extienda su capacidad de análisis, estas aplicaciones extra no tienen costo, por lo cual, no es necesario adquirir una licencia para tener acceso a todo su potencial. Además cuenta con una gran cantidad de paquetes que facilitan la manipulación y análisis de los datos por ejemplo, se pueden realizar cálculos matemáticos o análisis estadísticos y permite generar clasificaciones de los datos principalmente con escalas de colores.

2.5 Estrategia a seguir en el desarrollo de la investigación

Con base en el sustento teórico y metodológico que aportan los trabajos revisados se propone la metodología a seguir para el desarrollo de la tesis. Los métodos seleccionados para realizar el análisis de la información están conformados por el método analítico jerárquico y el sistema de información geográfica QGIS. En la figura 2.7 se observa un diagrama de flujo que muestra los pasos propuestos a seguir dentro del trabajo.

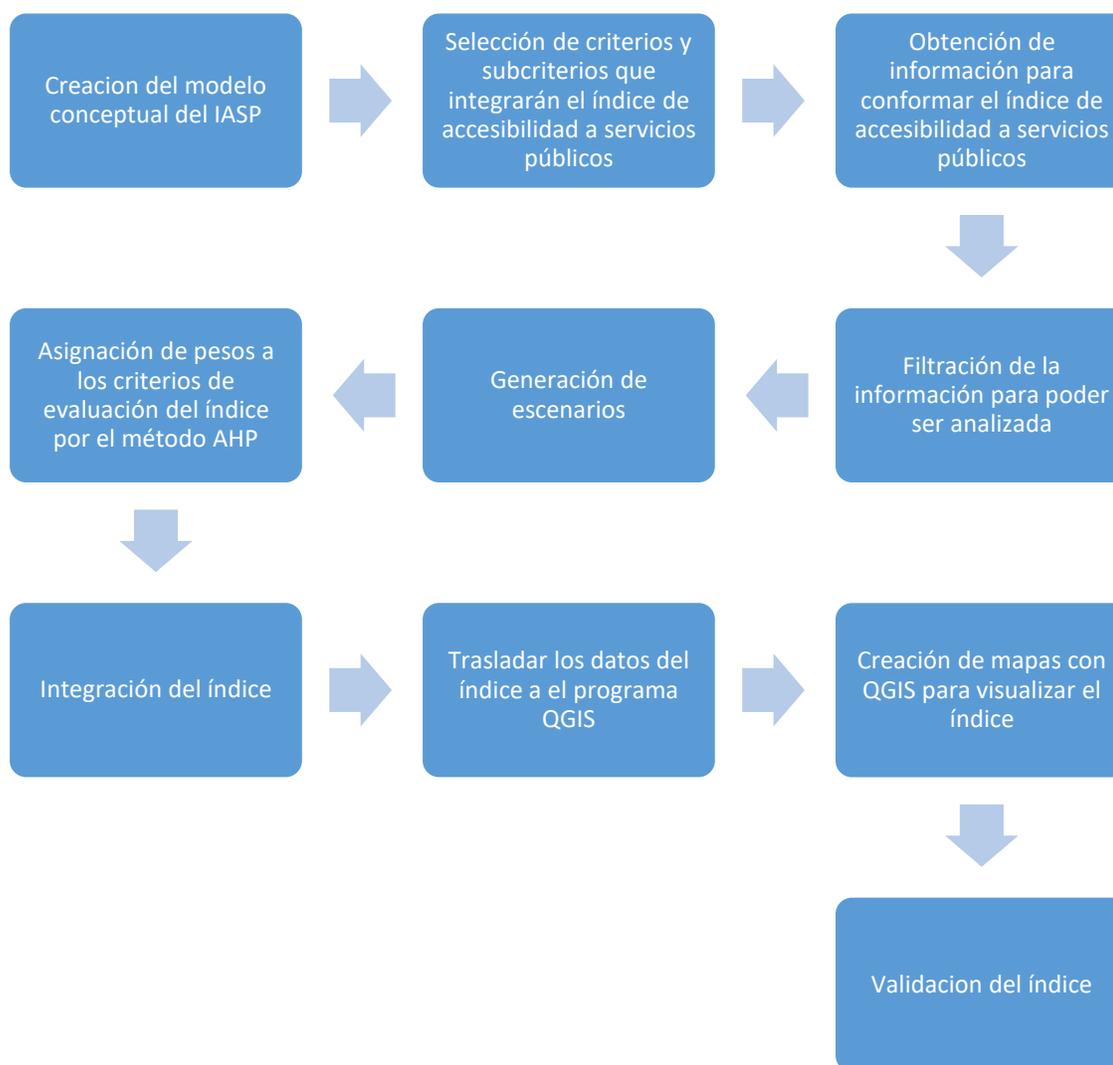


Figura 2. 7 Estrategia para el desarrollo del índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX.

Descripción de las etapas de la estrategia

Creación del modelo conceptual del IASP

Para tener un mejor entendimiento y abordar el problema de mejor manera se realizó un modelo conceptual de la accesibilidad a servicios públicos, que considere los criterios importantes para la Ciudad de México, con el objetivo de tener una mejor comprensión de las relaciones y dependencias que existen entre ellos, este primer paso se realizó con un punto de vista sistémico.

Selección de criterios y subcriterios

Con base en el modelo conceptual para el IASP, se seleccionaron los criterios más importantes basados en la literatura revisada dentro del capítulo dos de la tesis, otro factor importante fue la disponibilidad de la información dentro de las bases de datos de la Ciudad de México.

Búsqueda de información

Una vez delimitados los criterios que conforman el índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX, se procedió a realizar la búsqueda de información dentro de las instituciones de estadística nacional y local, teniendo como principales proveedores al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). La información que se buscó dentro de las bases de datos de estas instituciones está ligada a los criterios de evaluación que se definieron en el paso anterior. El requerimiento específico para que la información fuera útil al desarrollo de la tesis, fue que se encontrara ligada a algún componente espacial pudiendo ser, alcaldías de la ciudad o áreas estadísticas geográficas básicas (AGEBS), esto nos ayudó con los pasos posteriores al darle a los resultados una caracterización geográfica.

Filtración de información

En estricta teoría, la información que brindan las instituciones gubernamentales debería estar estandarizada, con un mismo formato de captura para hacer más sencillo el uso de la misma, sin embargo, en muchas ocasiones la información que se encuentra disponible tiene que ser sujeta a un proceso de estandarización y limpieza con el objetivo de poder ser usada para su análisis. En este caso se dedicó tiempo para el tratamiento de las bases de datos. El objetivo de este proceso fue tener una base de datos estandarizada que facilitó el desarrollo de los procesos de análisis posteriores.

Creación de escenarios

Se propusieron tres escenarios distintos con base en el plan de desarrollo del gobierno federal para el sexenio 2018-2024, con el objetivo de observar el comportamiento del índice brindándole distintas entradas de información, los escenarios elegidos fueron: el primero priorizando a la seguridad pública sobre los demás criterios, el segundo escenario fue el que priorizó a la educación pública y el tercero priorizó la salud pública. La asignación de los

pesos fue realizada con base en los conocimientos del tutor y propios adquiridos en la investigación, es importante resaltar que el principal objetivo de esta tesis es el mostrar el funcionamiento de índice propuesto para generar distintos escenarios.

Aplicación de AHP

Una de las fases más importantes para el proceso analítico jerárquico fue la comparación pareada de los criterios. Estos fueron jerarquizados por orden de importancia, cada uno de los componentes del índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX. Por esta razón, el proceso de comparación de criterios estuvo basado en la premisa de realizar distintos escenarios que mostraran el comportamiento del índice priorizando de diferente forma a los criterios.

Una vez que se tuvo recopilada la información sobre la comparación pareada de los criterios se pudo realizar el proceso analítico jerárquico. Este proceso se realizó con la ayuda del programa computacional *super decisions*, y como resultado del análisis se tuvo una serie de pesos asignados para cada uno de los criterios que conformarían el índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX.

Integración del índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX

Con los pesos de los criterios obtenidos por AHP y las bases de datos estandarizadas, se pudo proceder a realizar la integración del índice, haciendo una ponderación de cada uno de los criterios de evaluación para cada una de las AGEBS que conforman a la ciudad. Como resultado de este proceso se obtuvo una base de datos con una calificación del índice para cada una de las AGEBS.

Trasladar datos del índice de accesibilidad a servicios públicos a QGIS

La base de datos obtenida de la integración de las bases de datos y los pesos de los criterios fue trasladada a QGIS con el objetivo de obtener una visualización del índice. El programa QGIS también ayudó a realizar una escala de colores que clasificó los resultados del índice de accesibilidad a servicios, para que la interpretación de los resultados fuese enriquecida.

Creación de mapas

Como penúltimo paso del proceso, se realizaron mapas que contienen los resultados de la integración del índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad mostrado con la escala de colores desarrollada con ayuda de QGIS.

Validación del índice

Para realizar la validación del índice, se realizó una comparación de los resultados del índice con información socioeconómica de la ciudad para observar si existieron patrones que se asemejarán a la información del perfil socioeconómico desarrollado en el 2009 por el gobierno federal².

Capítulo 3 Desarrollo del índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México

Dentro de este capítulo se desarrollan los pasos indicados dentro de la estrategia generada en el capítulo anterior, con el objetivo de obtener un índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México que integre las variables significativas para la región, tomando como unidad de análisis las AGEBS establecidas por las instituciones gubernamentales de estadística y geografía del país, se busca obtener información con un mayor detalle de las variaciones en la accesibilidad de la población a servicios públicos en las distintas zonas de la urbe.

3.1 Desarrollo del modelo conceptual de la accesibilidad a servicios públicos

La técnica seleccionada para realizar el modelo conceptual de la accesibilidad a servicios públicos fue un mapa mental desarrollado con base en el modelo propuesto por Buzan (1996), esta técnica ha sido de las más aceptadas para sintetizar información y obtener una estructura general de los sistemas analizados.

El tema central de interés para el caso particular de esta tesis fueron los criterios que conformarían un índice de accesibilidad a servicios públicos. Referente a la información de la que fueron tomados los conceptos y palabras clave, fue recabada del capítulo 2. A continuación se hará mención de los autores y su contribución a esta tesis.

Rinner (2007), Rodríguez y Gómez (2008) y Discoli (2010), realizan un análisis de comparación sectorial, los criterios que toman en cuenta para desarrollar sus trabajos son: los servicios públicos urbanos, infraestructura y aspectos cuantitativos medioambientales. Los criterios que conforman a los servicios públicos urbanos son: servicios de salud, servicios de comunicación, educación, recreación y seguridad. En lo referente a la infraestructura, se tomaron los criterios de agua, gas, drenaje y organización territorial. Los criterios que conforman los aspectos cuantitativos medioambientales son: densidad de población, tasa de empleo, censos regionales, economía familiar, migración e inmigración, tasa de escolaridad e información ambiental.

Hernández (2009) y Azqueta y Escobar (2004) desarrollan sus investigaciones bajo el enfoque de la sustentabilidad y los tres criterios que toman en consideración son los aspectos de calidad ambiental, bienestar e identidad. Los subcriterios que forman parte del criterio de calidad ambiental son presión al medioambiente, consumo de recursos, uso del suelo, requerimientos de energía, gestión de los residuos urbanos, contaminación del ambiente. En lo que respecta al criterio de bienestar, se engloban subcriterios como la provisión y calidad de empleo, salud, cultura, educación, accesibilidad a vivienda, calidad de la estructura urbana, la accesibilidad a bienes económicos. Por último, en lo referente al criterio de identidad, toma subcriterios como las relaciones sociales y la libertad política. El modelo conceptual se puede observar en la figura 3.1.

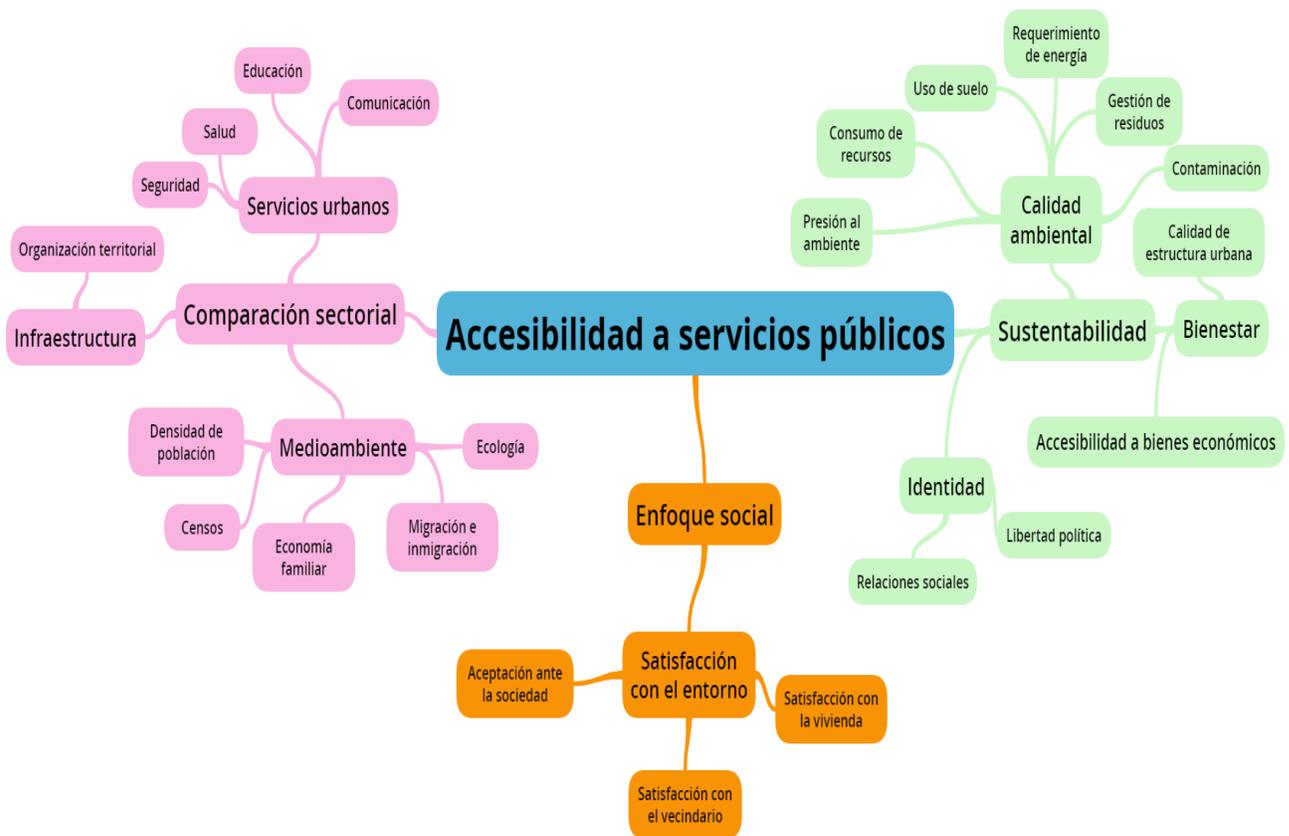


Figura 3. 1 Modelo conceptual de enfoques de la accesibilidad a servicios públicos.

Fuente: Elaboración con base en los documentos consultados en la sección 3.1.1

3.2 Criterios y subcriterios para el índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX

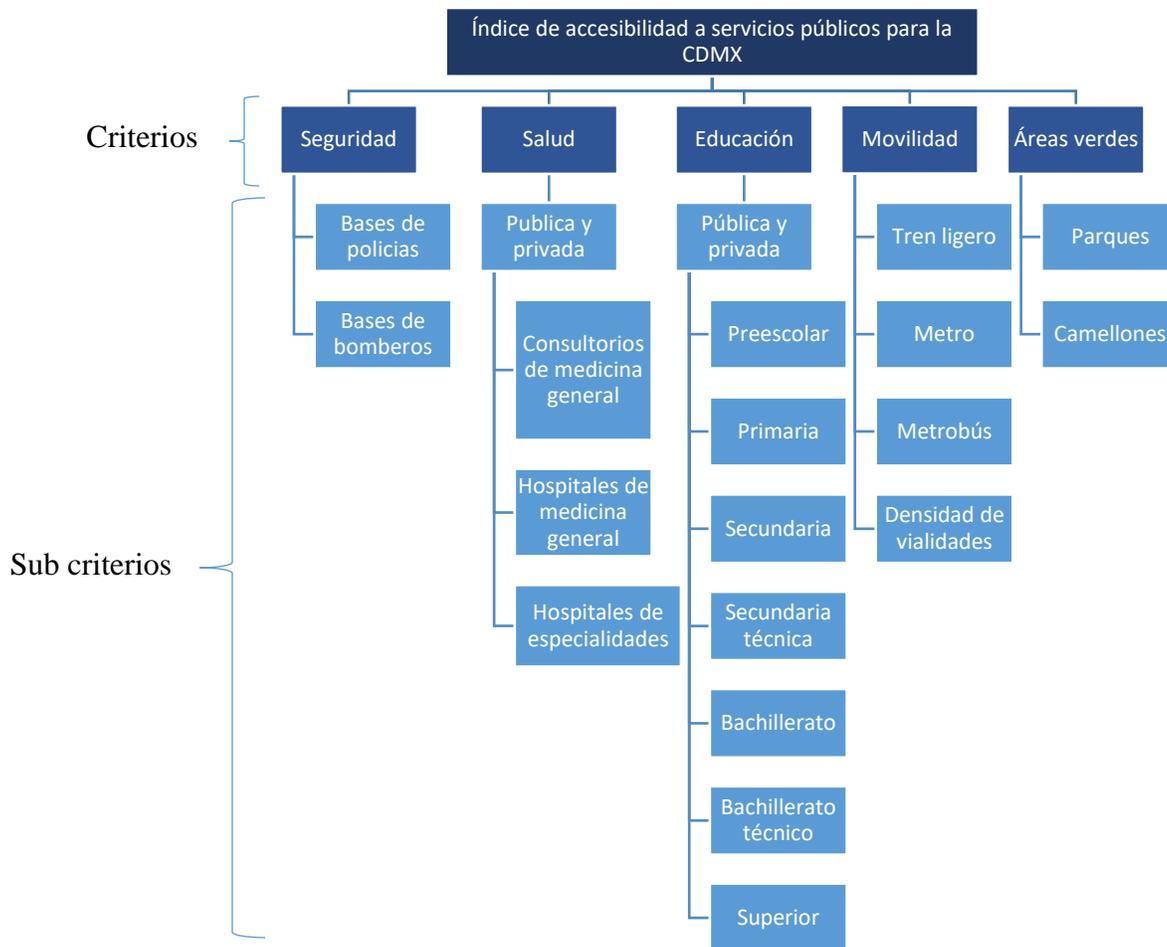
Con base en los autores consultados dentro del marco de referencia de la presente tesis, se obtuvo información relevante de cómo son concebidos los servicios públicos siendo aquellos que brinda el estado y cuyo objetivo es mejorar las condiciones de las zonas en beneficio de la sociedad. Al enfocarnos en la rama de la comparación sectorial, se seleccionaron aquellos criterios de los que existe información dentro de las instituciones de estadística y geografía locales y nacionales.

Para el desarrollo de la presente tesis, la accesibilidad a servicios públicos estará comprendida por los siguientes criterios: seguridad, salud, áreas verdes, educación y movilidad, estos rubros están presentes en la mayoría de trabajos formales que se han desarrollado para la realización de los índices contruidos con base en la accesibilidad a servicios públicos como se ha mostrado en la literatura consultada dentro del capítulo dos.

Cada uno de los criterios seleccionados se compone a su vez de distintos subcriterios los cuales fueron elegidos con base en la disponibilidad de información en las bases de datos de estadística del gobierno. A continuación, se detalla cada uno de los criterios y sus subcriterios correspondientes:

- Seguridad pública: Para abarcar este criterio se seleccionaron dos subcriterios en primer lugar, las instalaciones destinadas como bases de policías y en segundo lugar las instalaciones destinadas como bases de bomberos.
- Salud pública: Este criterio cuenta con una mayor cantidad de información por parte de las instituciones de estadística gubernamentales, los subcriterios elegidos fueron las instalaciones públicas y privadas de consultorios de medicina general, hospitales de medicina general y hospitales de especialización.
- Educación pública: Los subcriterios elegidos son las instalaciones públicas y privadas de educación preescolar, primaria, secundaria, secundaria técnica, bachillerato, bachillerato técnico y superior.
- Movilidad pública: Los subcriterios seleccionados para la evaluación de la movilidad pública fueron las instalaciones en las que se encuentran estaciones de los siguientes sistemas de transporte: Tren ligero, metro y metrobús. Además, se tomó en cuenta la densidad de vialidades primarias y secundarias.
- Áreas verdes: Los parques y camellones fueron los subcriterios seleccionados que describirán el criterio de áreas verdes para la CDMX.

Dentro de la figura 3.2 se observa la estructura jerárquica del índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México. En el primer nivel se encuentra el índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX, en el segundo nivel se encuentran los criterios de salud, seguridad, educación, transporte; para el tercer nivel se colocaron los subcriterios que describen a cada criterio propuesto.



3. 2 Jerarquía del índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México propuesto para el desarrollo de esta tesis.

Esta información se toma como válida pues se encuentra apegada a lo que se encuentra dentro de la literatura consultada dentro del segundo capítulo, dado que estos criterios han sido usados dentro de otros estudios de accesibilidad a servicios públicos. Además, los datos disponibles que describen esta información provienen de instituciones de censos y estadísticas federales.

3.3 Obtención de información para los criterios y subcriterios del índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX

3.3.1 Datos estructurales

La información básica para realizar el estudio fueron los datos estructurales con los que se caracterizó cada una de las zonas en la ciudad, por lo cual se recurrió a la base de datos del INEGI en donde se encuentra disponible la información del XII censo general de población y vivienda 2000 de la Ciudad de México. De acuerdo con la descripción que brinda el

instituto, esta base de datos contiene una representación digital de las localidades de la Ciudad de México que al día del censo contaban con 2,500 o más habitantes, o bien que eran las cabeceras municipales; a estas localidades se les conoce como localidades urbanas. Los datos cartográficos obtenidos consisten en archivos digitales con información alfanumérica y vectorial que representa a las 4,028 localidades urbanas del país, existentes a la fecha del censo. Para fines operativos censales y estadísticos, estas localidades urbanas se subdividen en áreas geo estadísticas básicas urbanas (AGEBS urbanas), cuyo cubrimiento nacional está constituido por poco más de 40,000 AGEBS urbanas, en donde se considera a las casi un millón cien mil manzanas que conforman el país. Para el caso de la Ciudad de México, está constituida por poco más de 2,000 AGEBS. El archivo al que se tiene acceso contiene una representación gráfica digitalizada de las AGEBS urbanas y de las manzanas de la ciudad. La visualización de la información obtenida del INEGI es representada con ayuda del software QGIS para crear el mapa que se muestra en la figura 3.3.

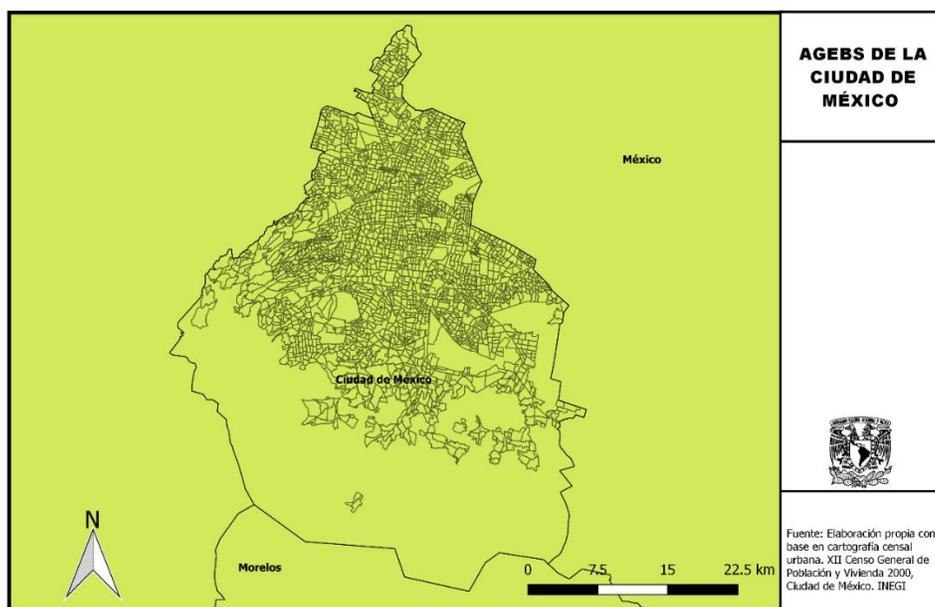


Figura 3. 3 Mapa de AGEBS pertenecientes a la Ciudad de México.

Fuente: Elaboración propia con base en la cartografía censal urbana XII, censo general de población y vivienda 2000, Ciudad de México. INEGI

La densidad de población también es un dato que brinda una estructura al estudio, por lo cual se recurrió a la herramienta de descarga masiva de datos que tiene el INEGI, que pone a disposición datos del banco de indicadores, inventario nacional de viviendas y microdatos. Además, brinda la posibilidad de filtrar la información por año, tema y formato para poder ser utilizados en forma local en cualquier equipo de cómputo. Se obtuvo la base de datos del censo de población del año 2010, esta base de datos contiene información de la población caracterizada por sexo y rango de edades, sin embargo para el desarrollo de esta tesis la base de datos se simplificó para que la variable significativa fuera la población total por AGEBS. Esta base de datos fue analizada con la ayuda de programa QGIS y la interpretación gráfica de los datos se puede ver en la figura 3.4

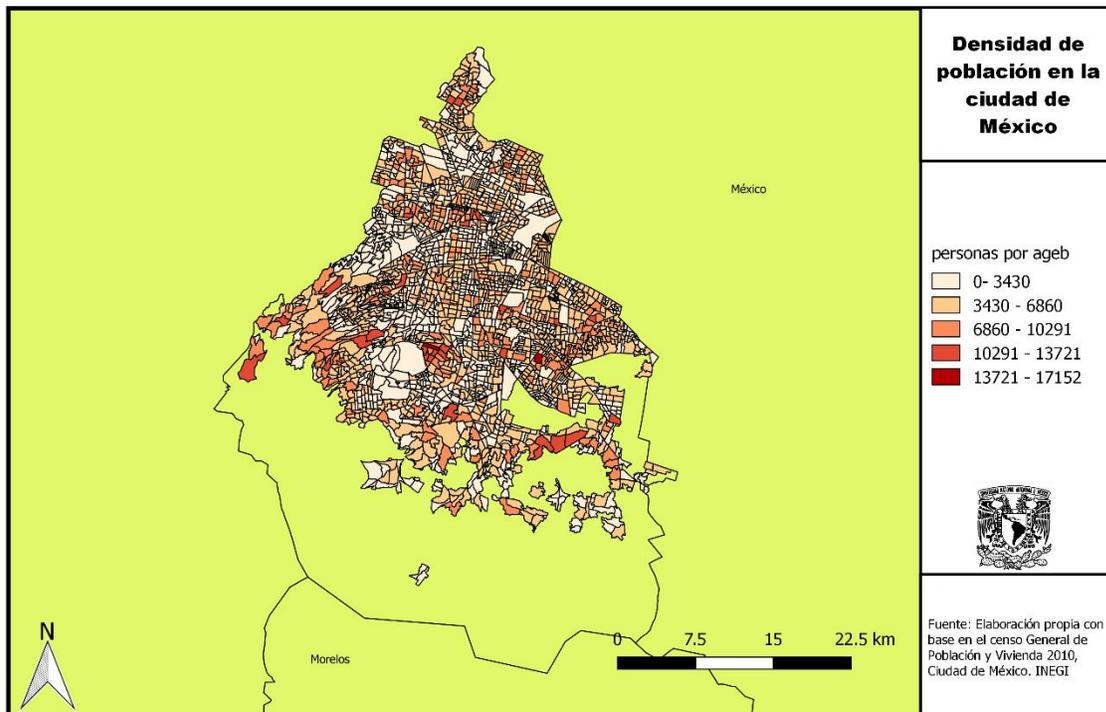


Figura 3. 4 Mapa de densidad de población por AGEBS para la Ciudad de México

Fuente: elaboración propia con base en el censo general de población y vivienda 2010, INEGI.

3.3.2 Datos para los criterios del índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México

3.3.2.1 Movilidad pública en la Ciudad de México

El primer criterio en el que se enfoca la búsqueda de información es el acceso a la movilidad pública dentro de la Ciudad de México. El INEGI brinda dentro de su base de datos llamada “Conjunto de Datos Vectoriales de la Serie Topográfica Escala 1:1'000,000”³, un conjunto de información vectorial que modela la red de vías de comunicación del país en la cual se encuentran: carreteras primarias, carreteras secundarias, autopistas y calles. Esta información permitió realizar un modelo de las vías de comunicación con las que cuenta la Ciudad de México.

Sin embargo, esta información por sí sola no permite hacer una comparación de magnitudes entre las distintas AGEBS, pues no se encuentra estandarizada. Por esta razón, se realizó un proceso para obtener la densidad de vialidades, tomando en cuenta que la red vial tiene una medida lineal se dividió entre el área total de cada AGEB del estudio.

Para obtener el área que cubre cada AGEB, se realiza el proceso de análisis de áreas de polígonos para los datos vectoriales con la ayuda del programa QGIS. Para obtener los kilómetros de vialidades delimitados por cada AGEB se realizó un proceso de análisis llamado “suma de longitudes de líneas dentro de un polígono”. Una vez obtenida la

3 <https://datos.gob.mx/busca/dataset/conjunto-de-datos-vectoriales-de-informacion-topografica-escala-1-1000-000>

información de densidad de vialidades se estandarizó para que tuvieran una calificación de 0 a 1, esto quiere decir que la AGEB que obtenga un 1 será aquella que tenga la mayor densidad de vialidades, esto se hizo dividiendo la densidad vial por AGEB entre el mayor dato de densidad vial. La interpretación de estos datos estandarizados se puede visualizar dentro de la figura 3.5

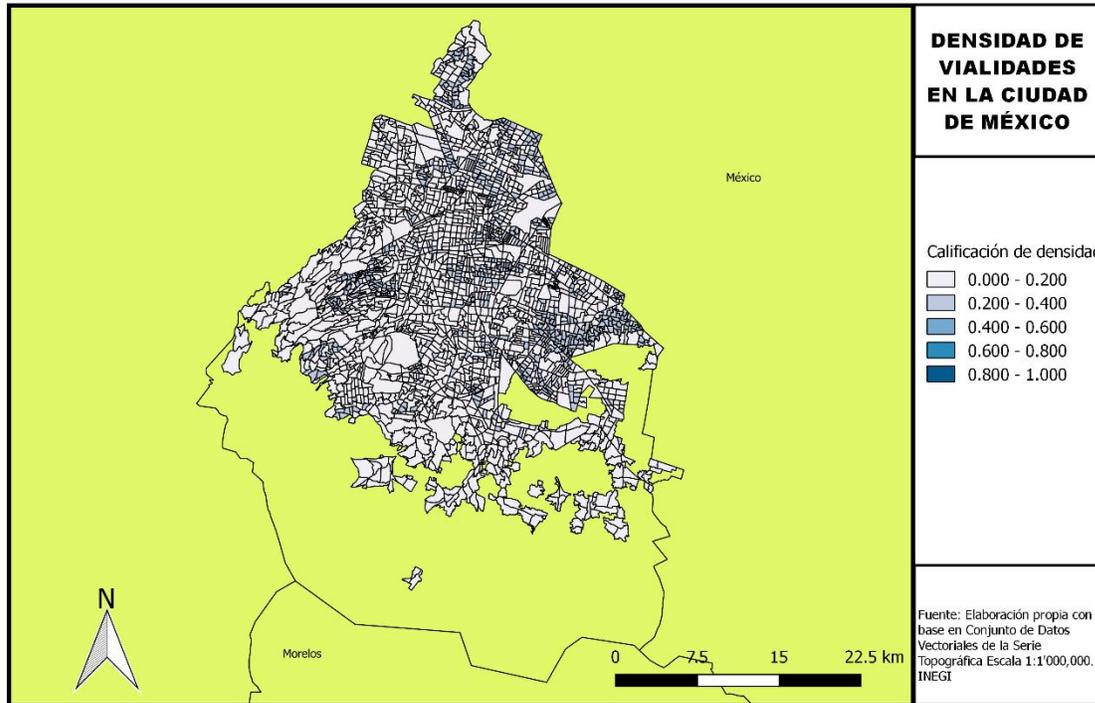


Figura 3. 5 Calificación estandarizada de la densidad de vialidades por AGEBS.

Fuente: elaboración propia con base en el conjunto de Datos Vectoriales de la Serie Topográfica Escala 1:1'000,000. INEGI

Continuando con el criterio de accesibilidad a los sistemas de transporte, también se tuvo acceso a información brindada por el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)⁴ que recopila información de las entidades que tienen alguna actividad que aporta a la economía del país. Esta base de datos es muy densa pues incorpora una gran cantidad de distintas actividades, sin embargo para referirnos a los sistemas de transporte público, se filtró esta base de datos para obtener solamente información acerca de las estaciones del metro, tren ligero y metrobús. Se contabilizó el número de estaciones con las que cuenta cada una de las AGEBS y se realizó un proceso similar al de la densidad de vialidades al dividir el número de estaciones de transporte público de cada AGEB entre el máximo número de estaciones de transporte público contabilizadas para una AGEB, de esta manera se tuvo una calificación para cada AGEB entre 0 y 1, la representación gráfica de esta información se puede visualizar dentro de la figura 3.6.

4 <http://en.www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

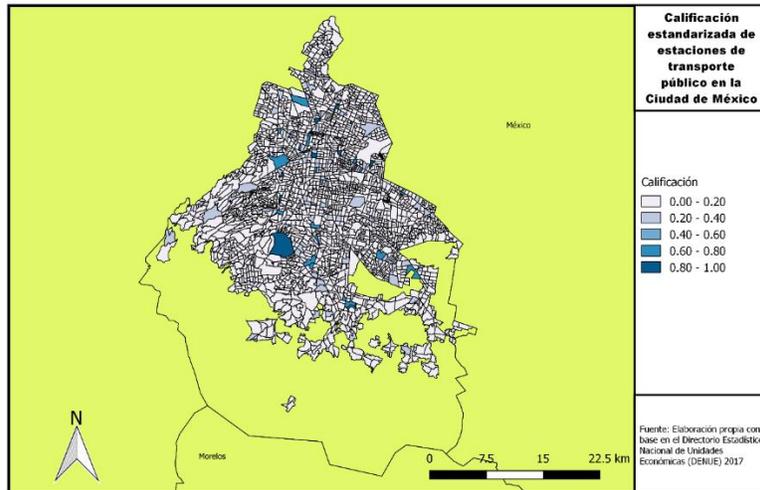


Figura 3. 6 Calificación estandarizada para estaciones del transporte público en la Ciudad de México

Fuente: elaboración propia con base en el directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE) 2017.

3.3.2.2 Salud pública en la CDMX

La base de datos del DENUE sirvió para obtener información acerca de la infraestructura disponible para brindar servicios de salud divididos en consultorios de medicina general, hospitales generales y hospitales de especialidades.

Para poder utilizar la información de la infraestructura destinada a servicios de salud dentro del índice de accesibilidad a servicios públicos (IASP) se realizó un tratamiento similar al de los criterios anteriores. En primer lugar, se contabilizó por cada una de las AGEBS el número de lugares destinados para brindar servicios de salud pública, una vez contabilizado, se obtuvo la AGEB con la mayor cantidad de lugares. Después, se dividió el dato de instalaciones de cada una de las AGEBS entre el mayor dato, para tener un estándar entre 0 y 1. La representación gráfica de esta información se puede observar en la figura 3.7.

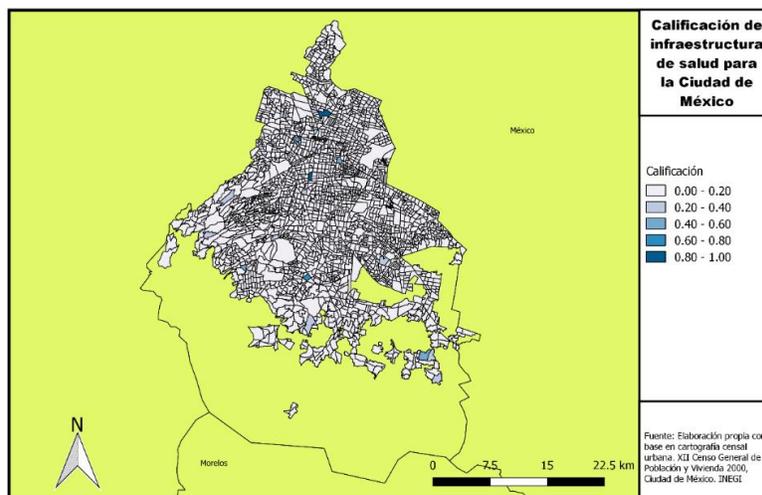


Figura 3.7 Calificación estandarizada para la infraestructura de salud para la Ciudad de México

Fuente: elaboración propia con base en el directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE) 2017.

3.3.2.3 Educación pública en la CDMX

La información acerca de la infraestructura disponible para educación fue obtenida también de la base de datos del DENUE. Esta fue disgregada en nivel preescolar, primario, secundario, nivel medio superior, y superior. Como con los criterios anteriores, se tuvo que estandarizar esta información para que pudiera ser utilizada dentro del IASP por lo que se realizó un conteo de la infraestructura destinada para la educación por cada una de las AGEBS, una vez contabilizado, se dividió el resultado del conteo de cada AGEB entre el mayor resultado para tener un estándar entre 0 y 1.

La representación gráfica de la información estandarizada de la infraestructura destinada a la educación se encuentra dentro de la figura 3.8.

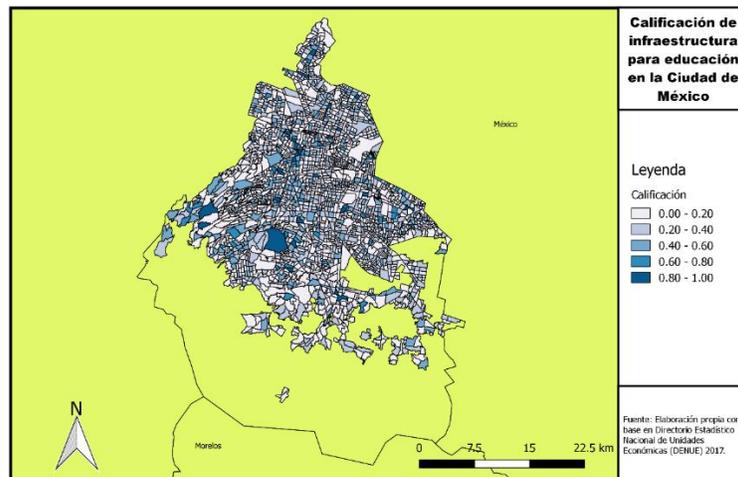


Figura 3.8 Calificación estandarizada de infraestructura para educación en la Ciudad de México

Fuente: elaboración propia con base en el directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE) 2017.

3.3.2.4 Áreas verdes en la CDMX

Los datos correspondientes a las áreas verdes fueron obtenidos de la base de datos del DENUE y fueron divididos en parques y camellones. El proceso para estandarizar esta información fue en primer lugar obtener el área de las superficies consideradas como verdes con la ayuda del software QGIS, una vez obtenida esta información se procedió a dividir la superficie de área verde en cada AGEB entre la superficie total de la AGEB, esto nos da visibilidad de cuál es el porcentaje de la superficie cubierta por áreas verdes. El resultado de la división nos da un resultado ente 0 y 1 por lo que de esta forma puede ser integrado al IASP.

La representación gráfica de la información estandarizada para las áreas verdes se visualiza dentro de la figura 3.9

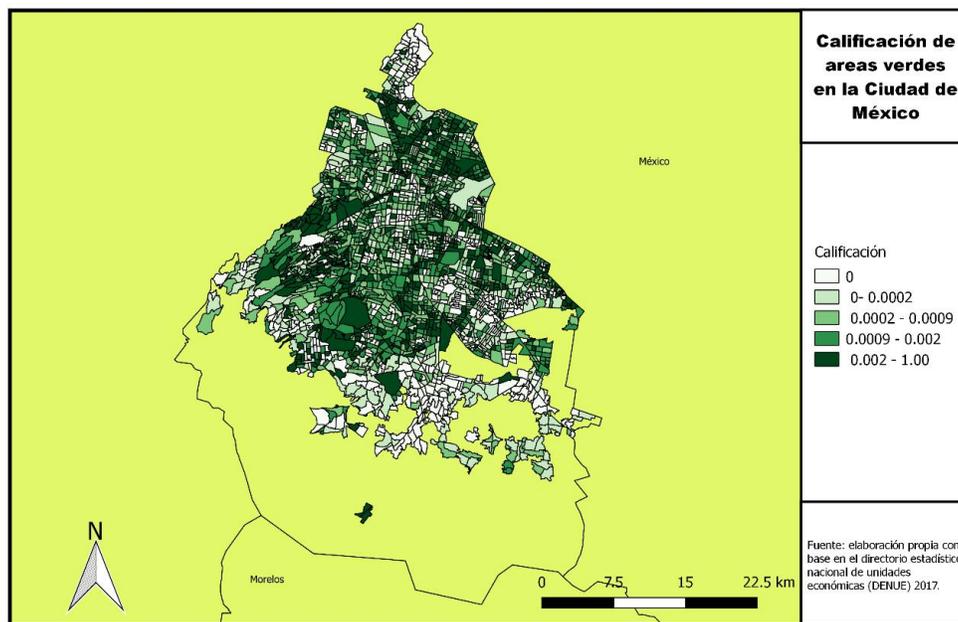


Figura 3.9 Mapa de densidad de áreas verdes y camellones en la Ciudad de México.

Fuente: elaboración propia con base en el directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE) 2017.

3.3.2.5 Seguridad pública en la CDMX

Para el criterio de seguridad pública, los subcriterios seleccionados fueron las bases de policía y bases de bomberos, estas instalaciones nos dan una idea de la cobertura de la seguridad pública dentro de la ciudad. El tratamiento de la información fue el mismo que el usado para los criterios anteriores, primero se contabilizaron las bases de bomberos y policías disponibles en cada una de las AGEBS, después se seleccionó la AGEB con la mayor cantidad de bases, se dividió el resultado de cada AGEB entre el mayor, con el objetivo de estandarizarlo entre 0 y 1.

La información de cada AGEB con respecto a sus criterios y subcriterios, se guardó en una base de datos en una tabla de Excel, para su uso en pasos posteriores.

3.4 Escenarios propuestos para el índice de accesibilidad a servicios públicos

El propósito de crear distintos escenarios es demostrar que el modelo propuesto sirve para medir la accesibilidad a servicios públicos y que reacciona correctamente a la asignación de distintos pesos para sus criterios. Así como validar que los resultados del índice correspondan a la realidad.

Con base en las prioridades del gobierno federal correspondiente al sexenio 2018-2024³ se proponen los siguientes escenarios:

³ https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019

1. Priorizar la educación;
2. Priorizar la salud;
3. Priorizar la seguridad pública.

Como se mencionó anteriormente se seleccionaron estos escenarios debido a que sus criterios asociados han tomado relevancia en el desarrollo de la Ciudad de México en los últimos años.

Los pesos de los criterios fueron asignados con base en los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la tesis, la experiencia profesional y la revisión de literatura, la asignación de estos pesos fue únicamente con el propósito de mostrar el comportamiento del índice bajo distintas condiciones.

A continuación, se mostrarán los pesos asignados a los distintos escenarios, en el primero la asignación de pesos de los criterios se realizó priorizando la seguridad pública sobre los otros criterios. Para poder obtener los pesos de los criterios y los pesos de los sub criterios, se realizaron comparaciones pareadas de cada uno de ellos.

3.4.1 Asignación de pesos para los criterios del escenario priorizando la seguridad pública

Para la asignación de pesos priorizando la seguridad pública se realizó una comparación pareada de cada uno de los criterios que comprenderán el IASP, dándole mayor importancia a la seguridad pública sobre la salud, áreas verdes, educación, transporte y movilidad como se puede observar en la figura 3.10. Dentro de este escenario el segundo criterio más importante es la salud ya que se le dio más importancia que a las áreas verdes, educación, transporte y movilidad.

	A - Importance - or B?	Equal	How much more?
1	<input checked="" type="radio"/> Seguridad pública or <input type="radio"/> Salud	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Seguridad pública or <input type="radio"/> Áreas verdes	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Seguridad pública or <input type="radio"/> Educación	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input checked="" type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
4	<input checked="" type="radio"/> Seguridad pública or <input type="radio"/> Transporte y movilidad	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input checked="" type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
5	<input type="radio"/> Salud or <input checked="" type="radio"/> Áreas verdes	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
6	<input type="radio"/> Salud or <input type="radio"/> Educación	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
7	<input type="radio"/> Salud or <input type="radio"/> Transporte y movilidad	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
8	<input type="radio"/> Áreas verdes or <input checked="" type="radio"/> Educación	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
9	<input checked="" type="radio"/> Áreas verdes or <input type="radio"/> Transporte y movilidad	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
10	<input checked="" type="radio"/> Educación or <input type="radio"/> Transporte y movilidad	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
CR = 8.1% OK			

Figura 3.10 Comparación pareada de los criterios de accesibilidad a servicios públicos en la ciudad priorizando la seguridad pública.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Una vez que se hizo la comparación de los criterios se procedió a realizar la matriz de comparación pareada que se muestra dentro de la figura 3.11 esta matriz sirve como un paso previo para obtener la importancia de cada uno de los criterios.

critérios	Seguridad pública	Salud	Áreas verdes	Educación	Transporte y movilidad
Seguridad pública	1	3	6	7	8
Salud	0.33	1	2	6	2
Áreas verdes	0.17	0.5	1	0.5	1
Educación	0.14	0.17	2	1	2
Transporte	0.12	0.5	1	0.5	1

Figura 3. 11 Matriz de comparación pareada estandarizada para la comparación de criterios priorizando la seguridad pública

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos con el programa en línea AHP super decisions.

Partiendo de la matriz de comparación pareada priorizando la seguridad pública se obtuvo la importancia de cada uno de los criterios, en primer lugar se encuentra la seguridad pública, que era lo que se pretendía para el primer escenario con un 53.4% de importancia, en segundo lugar se encuentra la salud con un 23.2%, después está la educación con un 9.2%, áreas verdes con un 7.3% y el transporte con un 6.9%. Esta información se encuentra resumida en la figura 3.12.

critérios	Importancia
Seguridad pública	53.4%
Salud	23.2%
Áreas verdes	7.3%
Educación	9.2%
Transporte	6.9%

Figura 3. 12 Importancia de los criterios del índice de calidad de vida con base en la comparación priorizando la seguridad pública.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos con el programa en línea AHP super decisions.

3.4.2 Asignación de pesos para los criterios del escenario priorizando la salud pública

Para el escenario en el que se prioriza a la salud pública sobre los otros criterios se realizó la comparación pareada de la siguiente manera, en primer lugar, la salud pública fue más importante que la educación, el transporte, la seguridad pública y las áreas verdes. La educación fue más importante que el transporte, la seguridad y las áreas verdes, el transporte fue más importante que la seguridad pública y las áreas verdes. La comparación fue realizada con la ayuda del programa *super decisions* y se puede observar en la figura 3.13.

	A - Importance - or B?		Equal	How much more?							
1	<input checked="" type="radio"/> Salud pública	or <input type="radio"/> Educación	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Salud pública	or <input type="radio"/> Transporte	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Salud pública	or <input type="radio"/> Seguridad Pública	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input checked="" type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
4	<input checked="" type="radio"/> Salud pública	or <input type="radio"/> Áreas verdes	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input checked="" type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
5	<input checked="" type="radio"/> Educación	or <input type="radio"/> Transporte	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input checked="" type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
6	<input checked="" type="radio"/> Educación	or <input type="radio"/> Seguridad Pública	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input checked="" type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
7	<input checked="" type="radio"/> Educación	or <input type="radio"/> Áreas verdes	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input checked="" type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
8	<input checked="" type="radio"/> Transporte	or <input type="radio"/> Seguridad Pública	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
9	<input checked="" type="radio"/> Transporte	or <input type="radio"/> Áreas verdes	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
10	<input checked="" type="radio"/> Seguridad Pública	or <input type="radio"/> Áreas verdes	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9

Figura 3.13 Comparación pareada de los criterios de la calidad de vida urbana priorizando la salud pública.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Una vez que se hizo la comparación de los criterios se procedió a realizar la matriz de comparación pareada que se muestra dentro de la figura 3.14 esta matriz sirve como un paso previo para obtener la importancia de cada uno de los criterios en este escenario.

Criterios	Salud	Educación	Transporte	Seguridad pública	Áreas verdes
Salud	1	3	5	8	7
Educación	0.33	1	3	7	4
Transporte	0.20	0.333	1	2	2
Seguridad pública	0.12	0.14	0.5	1	1
Áreas verdes	0.14	0.25	0.5	1	1

Figura 3.14 Matriz de comparación pareada estandarizada para la comparación de criterios priorizando la salud pública.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Partiendo de la matriz de comparación pareada priorizando la salud pública se obtuvo la importancia de cada uno de los criterios, en primer lugar se encuentra la salud pública con un 52.2% de importancia que era lo que se pretendía para el segundo escenario, en segundo lugar se encuentra la educación con un 26.5%, después está el transporte con un 10.2%, áreas verdes con un 6% y seguridad con un 5.2%. Esta información se encuentra resumida en la figura 3.15.

Criterios	Importancia
Salud pública	52.2%
Educación	26.5%
Transporte	10.2%
Seguridad	5.2%
Áreas verdes	6%

Figura 3. 15 Importancia de los criterios del índice de calidad de vida con base en la comparación priorizando la salud pública.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

3.4.3 Asignación de pesos para los criterios del escenario priorizando educación

Para el tercer escenario en la comparación pareada se priorizó la educación pública sobre la salud, el transporte, seguridad y áreas verdes, el segundo criterio más importante fue la salud sobre el transporte, seguridad y áreas verdes. Por último se consideró al transporte igual de importante que la seguridad pero más importante que las áreas verdes.

La comparación se realizó con ayuda del programa *super decisions* y se muestra dentro de la figura 3.16.

	A - Importance - or B?		Equal	How much more?
1	<input checked="" type="radio"/> Educación or <input type="radio"/> Salud		<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
2	<input checked="" type="radio"/> Educación or <input type="radio"/> Transporte		<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input checked="" type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
3	<input checked="" type="radio"/> Educación or <input type="radio"/> Seguridad pública		<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input checked="" type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
4	<input checked="" type="radio"/> Educación or <input type="radio"/> Áreas verdes		<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
5	<input checked="" type="radio"/> Salud or <input type="radio"/> Transporte		<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
6	<input checked="" type="radio"/> Salud or <input type="radio"/> Seguridad pública		<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
7	<input checked="" type="radio"/> Salud or <input type="radio"/> Áreas verdes		<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
8	<input checked="" type="radio"/> Transporte or <input type="radio"/> Seguridad pública		<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
9	<input checked="" type="radio"/> Transporte or <input type="radio"/> Áreas verdes		<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
10	<input checked="" type="radio"/> Seguridad pública or <input type="radio"/> Áreas verdes		<input type="radio"/> 1 <input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9	
CR = 5.2% OK				

Figura 3.16 Comparación pareada de los criterios de la calidad de vida urbana priorizando educación.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Una vez que se hizo la comparación de los criterios se procedió a realizar la matriz de comparación pareada que se muestra dentro de la figura 3.17 esta matriz sirve como un paso previo para obtener la importancia de cada uno de los criterios en este escenario.

Criterios	Educación	Salud	Transporte	Seguridad pública	Áreas verdes
Educación	1	3	6	8	4
Salud	0.33	1	4	3	4
Transporte	0.17	0.25	1	1	2
Seguridad pública	0.12	0.33	1	1	2
Áreas verdes	0.25	0.25	0.5	0.5	1

Figura 3.17 Matriz de comparación pareada estandarizada para la comparación de criterios priorizando educación.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Partiendo de la matriz de comparación pareada priorizando la educación se obtuvo la importancia de cada uno de los criterios, en primer lugar se encuentra la educación con un 51.9% de importancia que era lo que se pretendía para este tercer escenario, en segundo lugar se encuentra la educación con un 24.4%, después está el transporte con un 8.6%, áreas verdes con un 6.5 y seguridad con un 8.6%. Esta información se encuentra resumida en la figura 3.18.

Criterios	Importancia
Educación	51.9%
Salud	24.4%
Transporte	8.6%
Seguridad pública	8.6%
Áreas verdes	6.5%

Figura 3.18 Importancia de los criterios del índice de calidad de vida con base en la comparación priorizando educación.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions

3.5 Asignación de pesos para subcriterios del índice de accesibilidad a servicios públicos

A continuación se desarrolla la asignación de pesos para los sub criterios que integran al IASP para la Ciudad de México, estos pesos fueron tomados en cuenta en los tres escenarios propuestos, es decir, lo que cambio en cada escenario fue el peso de los criterios y no de los sub criterios. La asignación de pesos fue con base en el contexto, conocimientos y experiencia del tutor y propios, cabe resaltar que esta asignación de pesos puede ser modificada para generar aún más escenarios, sin embargo esta parte se dejará como trabajo futuro.

3.5.1 Subcriterios de salud pública

Para los subcriterios de la salud pública se realizó una comparación pareada con el objetivo de obtener los pesos de cada uno de ellos, en primer lugar a los consultorios de medicina general se les dio igual importancia que los hospitales de medicina general, los consultorios de medicina general tienen más importancia que los hospitales de especialidades, y los hospitales de medicina general son más importantes que los hospitales de especialidades. Esta comparación se realizó con la ayuda del programa *super decisions* y puede ser observada en la figura 3.19.

A - Importance - or B?		Equal	How much more?							
1	<input checked="" type="radio"/> Consultorio de medicina general or <input type="radio"/> Hospital general	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Consultorio de medicina general or <input type="radio"/> Hospital de especialidades	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input checked="" type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Hospital general or <input type="radio"/> Hospital de especialidades	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input checked="" type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
CR = 1.3% OK										

Figura 3. 19 Comparación pareada de los sub criterios del criterio de salud.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP *super decisions*.

Una vez que se hizo la comparación de los subcriterios de salud pública se procedió a realizar la matriz de comparación pareada que se muestra dentro de la figura 3.20 esta matriz sirve como un paso previo para obtener la importancia de cada uno de los subcriterios en este escenario.

	Consultorio de medicina general	Hospital general	Hospital de especialidades
Consultorio de medicina general	1	1	5
Hospital general	1	1	7
Hospital de especialidades	0.2	0.142857	1

Figura 3. 20 Matriz de comparación pareada estandarizada para la comparación de subcriterios del criterio de salud.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea *super decisions*.

Partiendo de la matriz de comparación pareada para los subcriterios de salud se obtuvo la importancia de cada uno de ellos, en primer lugar se encuentran los hospitales de medicina general con un 48.69%, en segundo lugar están los consultorios de medicina general con un 43.52% y en tercer lugar los hospitales de medicina general con un 7.78%. Esta información se encuentra resumida en la figura 3.21.

subcriterios	Importancia
Consultorio de medicina general	43.52%
Hospital general	48.69%
Hospital de especialidades	7.78%

Figura 3.21 Importancia de los sub criterios del criterio de salud.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

3.5.2 Asignación de pesos para los subcriterios de áreas verdes

Para los subcriterios de áreas verdes se realizó una comparación pareada con el objetivo de obtener los pesos de cada uno de ellos, y se le dio la misma importancia a los parques y camellones. Esta comparación se realizó con la ayuda del programa *super decisions* y puede ser observada en la figura 3.22.

A - Importance - or B?		Equal	How much more?									
1	<input checked="" type="radio"/> Parques	or	<input checked="" type="radio"/> Camellones	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 9
CR = 0% OK												

Figura 3.22 Comparación pareada de los sub criterios del criterio de áreas verdes.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Una vez que se hizo la comparación de los subcriterios de áreas verdes se procedió a realizar la matriz de comparación pareada que se muestra dentro de la figura 3.23 esta matriz sirve como un paso previo para obtener la importancia de cada uno de los subcriterios en este escenario.

	Parques	Camellones
Parques	1	1
Camellones	1	1

Figura 3.23 Matriz de comparación pareada estandarizada para la comparación de subcriterios del criterio de áreas verdes.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Partiendo de la matriz de comparación pareada para los subcriterios de áreas verdes se obtuvo la importancia de cada uno de ellos, la importancia para los parques y camellones es del 50%. Esta información se encuentra resumida en la figura 3.24.

Sub criterios	Importancia
Parques	50%
Camellones	50%

Figura 3.24 Importancia de los subcriterios del criterio de áreas verdes.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP priority calculator de Business Performance Management Singapore.

3.5.3 Asignación de pesos para los sub criterios de educación

Para los subcriterios de educación pública se realizó una comparación pareada con el objetivo de obtener los pesos de cada uno de ellos, en primer lugar se le asignó la misma importancia a preescolar, primaria y secundaria, a la educación preescolar se le dio más importancia que a la educación media superior y que la educación superior, a la educación primaria se le asignó la misma importancia que a la educación secundaria y más importancia que a la educación media superior y superior, a la educación secundaria se le dio más importancia que la educación media superior y superior, por último a la educación media superior se le dio más importancia que a la educación superior. Esta comparación se realizó con la ayuda del programa *super decisions* y puede ser observada en la figura 3.25.

	A - Importance - or B?	Equal	How much more?
1	<input checked="" type="radio"/> Preescolar or <input type="radio"/> Primaria	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Preescolar or <input type="radio"/> Secundaria	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Preescolar or <input type="radio"/> Media superior	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
4	<input checked="" type="radio"/> Preescolar or <input type="radio"/> Educación superior	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
5	<input checked="" type="radio"/> Primaria or <input type="radio"/> Secundaria	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
6	<input checked="" type="radio"/> Primaria or <input type="radio"/> Media superior	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
7	<input checked="" type="radio"/> Primaria or <input type="radio"/> Educación superior	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
8	<input checked="" type="radio"/> Secundaria or <input type="radio"/> Media superior	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
9	<input checked="" type="radio"/> Secundaria or <input type="radio"/> Educación superior	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input checked="" type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
10	<input checked="" type="radio"/> Media superior or <input type="radio"/> Educación superior	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
CR = 2.2% OK			

Figura 3.25 Comparación pareada de los sub criterios del criterio de educación.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Una vez que se hizo la comparación de los subcriterios de educación se procedió a realizar la matriz de comparación pareada que se muestra dentro de la figura 3.26 esta matriz sirve como un paso previo para obtener la importancia de cada uno de los subcriterios en este escenario.

	Preescolar	Primaria	Secundaria	Media superior	Educación superior
Preescolar	1	1	1	3	5
Primaria	1	1	1	3	5
Secundaria	1	1	1	5	5
Media superior	0.333333	0.333333	0.2	1	3
Educación superior	0.2	0.2	0.2	0.333333	1

Figura 3. 26 Matriz de comparación pareada estandarizada para la comparación de subcriterios del criterio de educación.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Partiendo de la matriz de comparación pareada para los subcriterios de educación se obtuvo la importancia de cada uno de ellos, en primer lugar la educación secundaria con un 30.99%, en segundo lugar la educación preescolar 27.24%, para la educación primaria 27.24%, después la educación media superior con un 9.5% por último la educación superior con un 4.9%. Esta información se encuentra resumida en la figura 3.27.

Sub criterios	Importancia
Preescolar	0.272448
Primaria	0.272448
Secundaria	0.309967
Media superior	0.09565
Educación superior	0.049487

Figura 3. 27 Importancia de los sub criterios del criterio de educación.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

3.5.4 Asignación de pesos para los subcriterios de transporte

Para los subcriterios de transporte se realizó una comparación pareada con el objetivo de obtener los pesos de cada uno de ellos, en primer lugar se le asignó la misma importancia al metro, metrobús y tren ligero, y al metro se le asignó más importancia que a la densidad de vialidades, al tren ligero se le asignó una mayor importancia que a la densidad de vialidades y por último al metrobús se le asignó una mayor importancia que a la densidad de vialidades. Esta comparación se realizó con la ayuda del programa *super decisions* y puede ser observada en la figura 3.28.

	A - Importance - or B?	Equal	How much more?
1	<input checked="" type="radio"/> Metro or <input type="radio"/> Tren ligero	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
2	<input checked="" type="radio"/> Metro or <input type="radio"/> Metrobús	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
3	<input checked="" type="radio"/> Metro or <input type="radio"/> Densidad de vialidades	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
4	<input type="radio"/> Tren ligero or <input type="radio"/> Metrobús	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
5	<input checked="" type="radio"/> Tren ligero or <input type="radio"/> Densidad de vialidades	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2 <input checked="" type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
6	<input type="radio"/> Metrobús or <input type="radio"/> Densidad de vialidades	<input type="radio"/> 1	<input checked="" type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 7 <input type="radio"/> 8 <input type="radio"/> 9
CR = 0.8% OK			

Figura 3.28 Comparación pareada de los sub criterios del criterio de transporte.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Una vez que se hizo la comparación de los subcriterios de transporte y movilidad se procedió a realizar la matriz de comparación pareada que se muestra dentro de la figura 3.29 esta matriz sirve como un paso previo para obtener la importancia de cada uno de los subcriterios en este escenario.

	Metro	Tren ligero	Metrobús	Densidad de vialidades
Metro	1	1	1	2
Tren ligero	1	1	1	3
Metrobús	1	1	1	2
Densidad de vialidades	0.5	0.333333	0.5	1

Figura 3. 29 Matriz de comparación pareada estandarizada para la comparación de subcriterios del criterio de transporte.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

Partiendo de la matriz de comparación pareada para los subcriterios de transporte y movilidad se obtuvo la importancia de cada uno de ellos, en primer lugar el tren ligero con un 31.2%, en segundo lugar el metro y el metrobús con un 28.03%, por último la densidad de vialidades con un 12.72%. Esta información se encuentra resumida en la figura 3.30.

Sub criterios	Importancia
Metro	28.03
Tren ligero	31.2%
Metrobús	28.03%
Densidad de vialidades	12.72%

Figura 3.30 Importancia de los sub criterios del criterio de transporte.

Fuente: Elaboración propia con el programa en línea AHP super decisions.

3.6 Validación del Índice de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México visualizado con QGIS

El resultado de la evaluación del índice de accesibilidad a servicios públicos para cada una de las AGEBS se trasladó al programa QGIS para crear los tres mapas del índice de accesibilidad a servicios públicos.

En la figura 3.31 se puede observar el resultado del índice priorizando la seguridad pública.

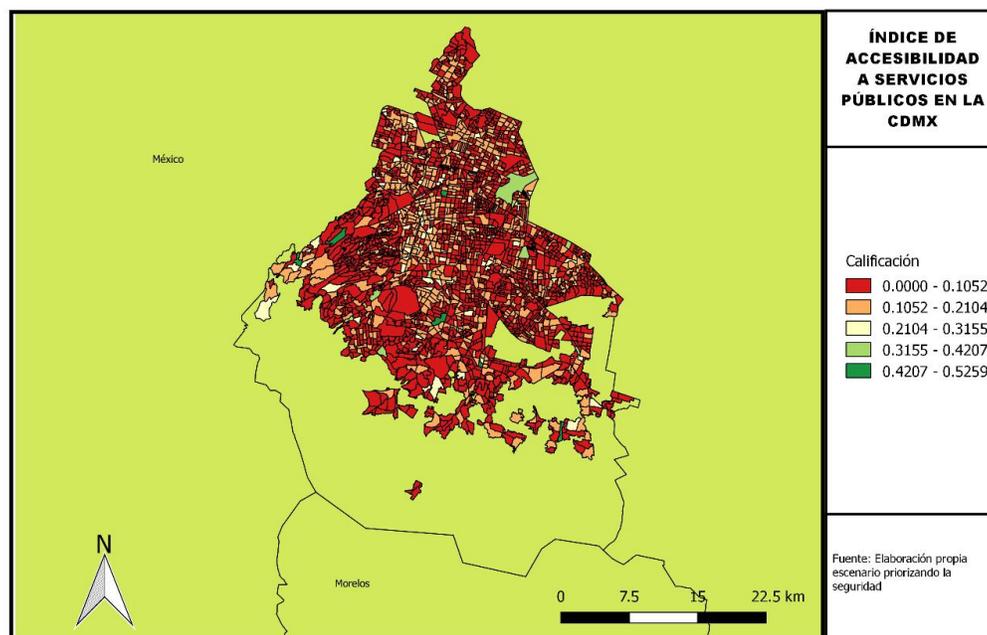


Figura 3.31 Mapa del índice de accesibilidad a servicios públicos priorizando el criterio de seguridad pública.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 3.32 se puede observar el resultado del índice priorizando la educación pública.

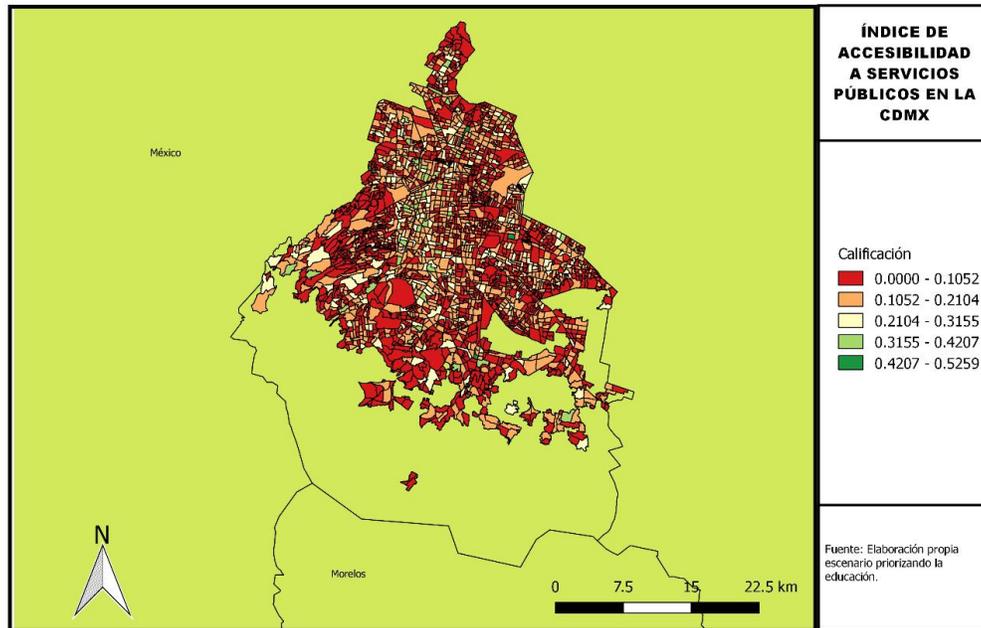


Figura 3.32 Mapa del índice de accesibilidad a servicios públicos priorizando la educación pública.

Fuente: elaboración propia.

En la figura 3.33 se puede observar el resultado del índice priorizando la salud pública.

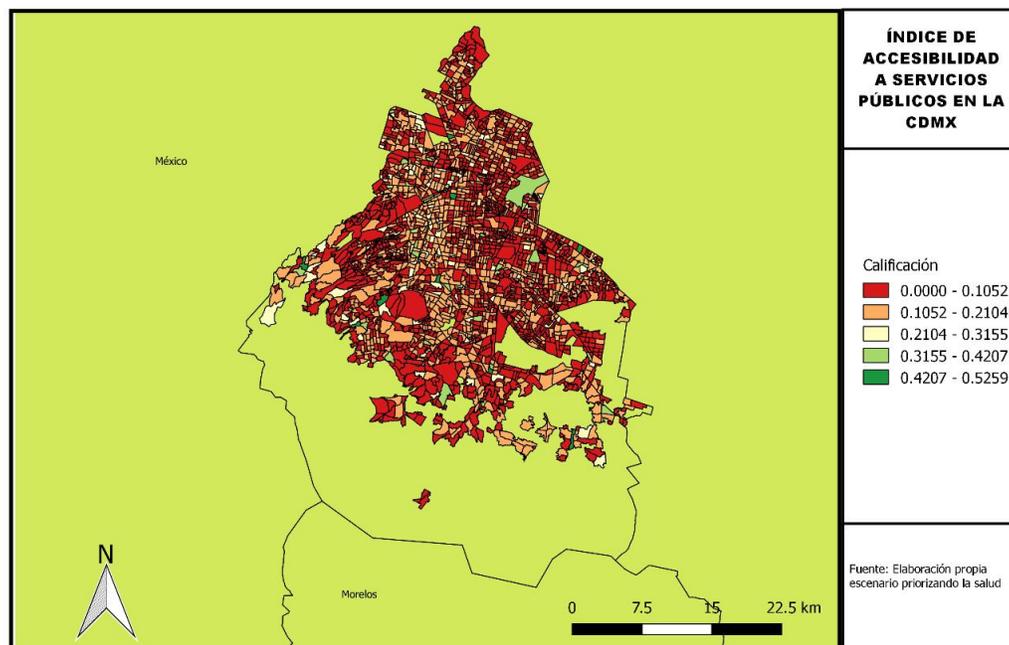


Figura 3.33 Mapa del índice de accesibilidad a servicios públicos priorizando la salud pública.

Fuente: elaboración propia.

A continuación se muestra el Perfil socioeconómico publicado en 2009² por la cámara de diputados, en donde se mencionan las alcaldías junto con su ingreso per cápita.

PIB per Cápita por Delegación
(Dólares ajustados, 2005)

Delegación	PIB per cápita anual (dólares PPC)
Benito Juárez	27,824
Cuajimalpa de Morelos	25,407
Miguel Hidalgo	21,549
Coyoacán	19,724
Tlalpan	15,375
Cuauhtémoc	15,117
Azcapotzalco	15,096
Álvaro Obregón	13,651
Iztacalco	12,998
Gustavo A. Madero	12,920
Venustiano Carranza	12,773
La Magdalena Contreras	11,747
Xochimilco	11,158
Iztapalapa	10,481
Tláhuac	10,155
Milpa Alta	7,689

Figura 3.31 PIB de las delegaciones del Distrito Federal

Fuente: Centro de estudios de las Finanzas Públicas de la cámara de diputados. Índice de desarrollo Humano 2005.

Comparando la información del ingreso per cápita y la información del índice que se encuentra representada dentro de los mapas de los escenarios del IASP, se puede observar que en efecto existe una relación entre el ingreso per cápita y la accesibilidad a servicios públicos en las zonas de la ciudad, pues las zonas que mejor accesibilidad tienen son aquellas donde habitan las personas con mayores ingresos, tal es el caso de las ahora alcaldías Benito Juárez, Cuajimalpa y Miguel Hidalgo.

También en el documento del perfil socioeconómico, se mencionan las alcaldías con mayor marginación: Iztapalapa, Tláhuac y Xochimilco. Que comparando con los resultados del índice, también son estas alcaldías las que tienen una accesibilidad a servicios públicos muy mala.

En el Índice de desarrollo humano desarrollado por las Naciones Unidas el año 2017⁴, se puede observar que de igual forma las alcaldías que muestran un mejor resultado son Benito Juárez, Miguel Hidalgo y Cuajimalpa. Mientras que las que obtienen peores resultados son Tlahuac, Xochimilco, Iztapalapa y Milpa Alta, información que se puede observar en la figura 3.32, que se asemeja a los resultados del IASP propuesto dentro de esta tesis.

4 <https://www.undp.org/content/dam/mexico/docs/Publicaciones/PublicacionesReduccionPobreza/InformesDesarrolloHumano/UNDP-MX-PovRed-IDHmunicipalMexico-032014.pdf>

Dimensiones de desarrollo humano en el Distrito Federal (2010)					
Índice componente	Valores máximos		Valores mínimos		Promedio estatal
	Índice	Municipio	Índice	Municipio	
Salud (s)	0.915	Benito Juárez	0.866	Xochimilco	0.884
	0.914	Coyoacán	0.864	Cuajimalpa de Morelos	
	0.899	Cuauhtémoc	0.848	Milpa Alta	
Educación (E)	0.965	Benito Juárez	0.757	Iztapalapa	0.811
	0.904	Miguel Hidalgo	0.755	Tláhuac	
	0.881	Coyoacán	0.702	Milpa Alta	
Ingreso (I)	0.875	Benito Juárez	0.728	Iztapalapa	0.774
	0.840	Miguel Hidalgo	0.720	Tláhuac	
	0.829	Cuajimalpa de Morelos	0.685	Milpa Alta	

Figura 3.32 Dimensiones de desarrollo humano en el Distrito Federal (2010)

Fuente: Índice de desarrollo humano, ONU (2017).

Por lo tanto se puede concluir que en efecto, el índice propuesto se asemeja a los datos del perfil socioeconómico de la ciudad, por tal razón, se puede decir que se trata de un modelo valido que muestra resultados que se asemejan a datos existentes.

Capítulo 4 Resultados

4.1 Análisis del índice de accesibilidad a servicios públicos para la CDMX

A continuación se presentarán los principales hallazgos que surgieron con el desarrollo de esta tesis. En primer lugar, se brinda una forma de medir la accesibilidad a servicios públicos dentro de la ciudad desde el punto de vista de la segregación geográfica, es decir la facilidad con la que las personas pueden tener acceso a los servicios públicos.

Para el gobierno federal de Mexico correspondiente al sexenio de 2018-2024 ha sido una prioridad asegurar la accesibilidad a los servicios públicos de toda la población pues se han creado programas que fueron incluidos en el “Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024”⁵, y lugares de discusión como el “Primer foro de accesibilidad Ciudad de México” realizado el 28 de agosto de 2019. Estos se enfocan principalmente en dos sectores de población, en primer lugar los grupos marginados social y económicamente, que se refiere a las personas de bajos recursos o personas con rasgos étnicos particulares como poblaciones indígenas o afro mexicanos. Y en segundo lugar, personas con capacidades diferentes, que han sido históricamente olvidadas.

Esta tesis puede ser tomada como referencia para atacar los problemas del primer sector desprotegido de la población, que son las personas marginadas social y económicamente, ya que este índice está diseñado para evaluar la infraestructura disponible y puede utilizarse para generar un desarrollo más equitativo, atacando primordialmente los problemas de accesibilidad. Nos permitiría por ejemplo, delimitar cual sería la mejor forma de generar la distribución de puntos estratégicos de seguridad pública, o identificar las zonas en donde se encuentre una menor cantidad de escuelas.

Regresando al Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024), en él se menciona lo siguiente “el gobierno federal impulsará una nueva vía hacia el desarrollo para el bienestar, una vía en la que la participación de la sociedad resulta indispensable y que puede definirse con este propósito: construiremos la modernidad desde abajo, entre todos y sin excluir a nadie”. Bajo esta premisa, se busca generar una igualdad de condiciones, por lo cual, intrínsecamente se busca también una igualdad en la accesibilidad de los ciudadanos a todos los servicios que le brinden un bienestar.

Una de las bondades técnicas de esta tesis, es que aporta una referencia para dar calificaciones objetivas a cada uno de los criterios que conforman el IASP. La elaboración de la información del índice conllevó implícitamente un gran desafío, sin embargo, con el método AHP, se redujo la dificultad de esta tarea gracias a su capacidad de transformar apreciaciones subjetivas en una jerarquización completamente objetiva.

El IASP muestra la información en un grado de detalle mayor tomando como unidad de estudio las áreas geográficas estadísticas básicas, que busca ayudar a uno de los objetivos

⁵ https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019

principales para el desarrollo de las localidades de México evitando la exclusión de algunos grupos sociales al acceso a los servicios públicos.

Un resultado que salta a la vista dentro de los tres escenarios es que en efecto dentro de la CDMX existe una diferencia en la accesibilidad a los servicios públicos dependiendo de la zona, esto podría darnos una idea de que el desarrollo de la infraestructura urbana ha sido históricamente reservada para ciertos sectores en los que se ha favorecido su accesibilidad a los servicios públicos. El problema que se genera va más allá de que no se tenga una estación de transporte público cercano a casa o que no haya una universidad en la delegación, esto genera una diferencia en las oportunidades de desarrollo y libertades de las personas, pues invierten más dinero, esfuerzo y tiempo en realizar las mismas actividades que personas que habitan en zonas con mejores condiciones de accesibilidad.

El valor promedio del índice para los distintos escenarios son los siguientes: priorizando la seguridad pública (figura 3.31) es 0.1019 con una desviación estándar de 0.0012, priorizando la educación pública (figura 3.32) 0.2054 con una desviación estándar de 0.0032 y priorizando la salud pública (figura 3.33) 0.1724 y una desviación estándar de 0.054. Esto nos muestra que la infraestructura para ofrecer educación, es la más desarrollada en la ciudad por lo tanto la educación es el servicio que dentro de estos tres escenarios es la que menos crea una segregación espacial, pues es más accesible a toda la población. Por otro lado, en el escenario que prioriza la seguridad pública es el que muestra el menor resultado promedio del IASP esto quiere decir que es el servicio que tiene menos infraestructura en la ciudad, y por lo tanto uno de los servicios que más desarrollo necesita. Por otro lado, la infraestructura destinada a la salud pública se encuentra en un punto medio entre la educación y la seguridad, esto quiere decir que a pesar de que no es el servicio público menos desarrollado, aún necesita más crecimiento para asegurar una mejor accesibilidad para la población.

También se pueden observar algunos resultados interesantes en el comportamiento del índice, en primer lugar, se percibe que el centro de la ciudad suele mostrar un mejor resultado, esto pasa dentro de los tres escenarios propuestos, puede deberse a que en general el desarrollo de la infraestructura para la ciudad suele enfocarse en mayor medida a esta zona de la ciudad pues históricamente esta zona ha sido el foco económico en la CDMX. Este comportamiento se puede observar en las figuras 4.1, 4.2 y 4.3, se enfoca la zona centro pues se aprecia una menor cantidad de zonas rojas, que son aquellas en las que se necesita un mayor desarrollo de la infraestructura de servicios públicos.

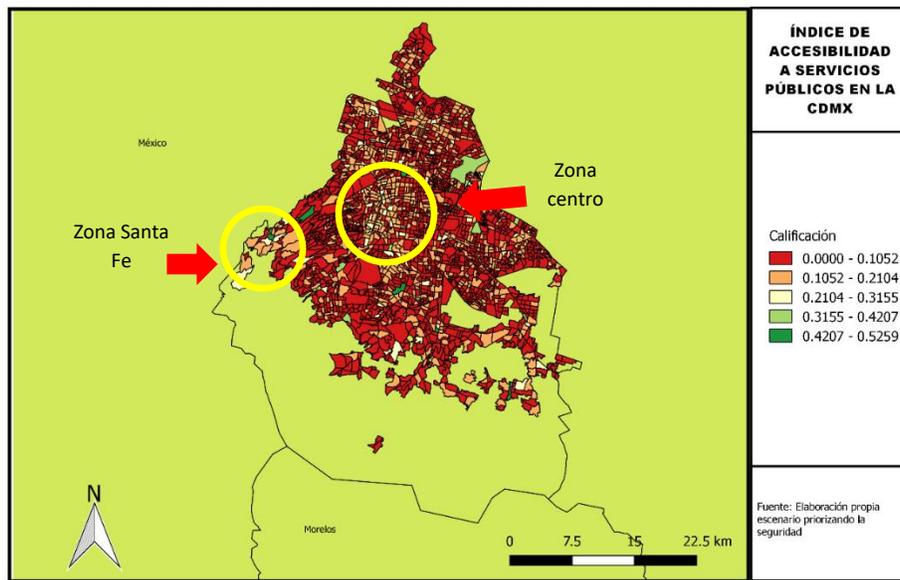


Figura 4.1 Mapa del IASP priorizando la seguridad pública, resaltando las zonas con mejores resultados de la CDMX.

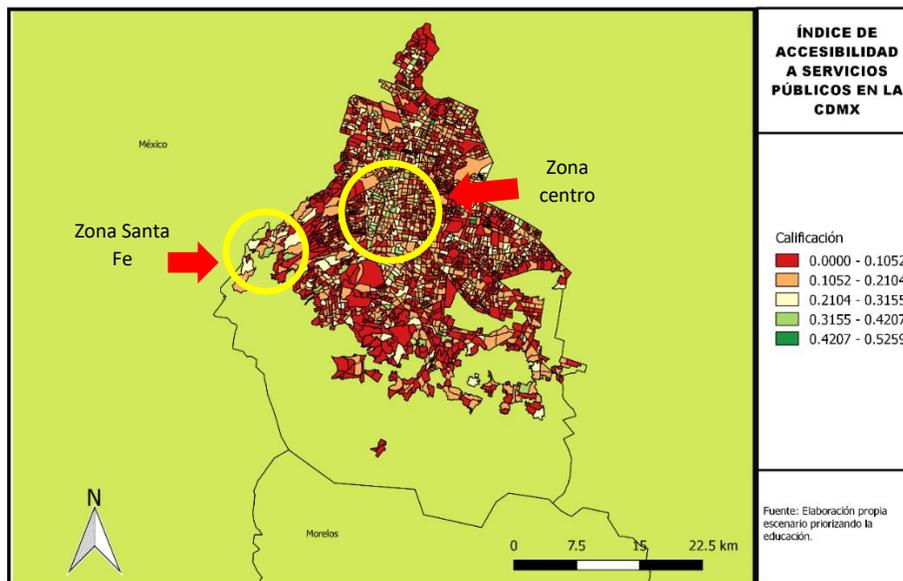


Figura 4.2 Mapa del IASP priorizando la educación pública, resaltando las zonas con mejores resultados de la CDMX.

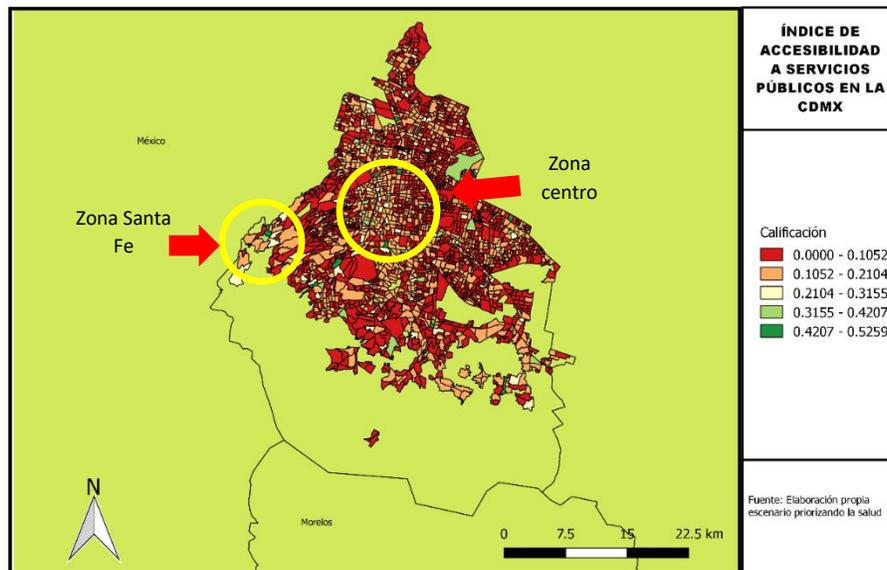


Figura 4.3 Mapa del IASP priorizando la salud pública, resaltando las zonas con mejores resultados de la CDMX.

Otro comportamiento observable dentro de los tres escenarios fue que entre más lejos del centro de la ciudad nos situemos menor será el IASP, esto quiere decir que la accesibilidad a los servicios públicos será más difícil para aquellos que habiten en esas zonas. Este comportamiento tiene algunas excepciones por ejemplo, la zona poniente de la ciudad (Santa Fe), es donde el IASP muestra mejores resultados que las zonas que la rodean. Este resultado puede deberse a que a pesar de que esta zona se encuentra retirada del centro de la ciudad, ha tenido un desarrollo económico muy importante lo cual ha hecho que se genere una gran cantidad de inversión pública y privada que ha mejorado la infraestructura que facilita la accesibilidad a servicios públicos en esta zona. Este resultado también concuerda con lo que mencionan Aguilar & Mateos (2011) que mencionan la preponderancia de los estratos altos y medios hacia la zona poniente y sur poniente de la ciudad, mientras que los estratos bajos predominan en la zona oriente y norte de la ciudad.

Dentro de los tres escenarios se puede observar una inequidad en cuestión de accesibilidad a servicios públicos para la Ciudad de México, ya que existen zonas que con base en el IASP se encuentran marcadamente en mejores condiciones que otras, esto provoca que las condiciones no sean las mismas para todos los sectores de la sociedad.

Conclusiones y trabajo futuro

Uno de los principales objetivos del gobierno federal del sexenio 2018-2024 es el mejorar la accesibilidad a todo tipo de servicios a poblaciones históricamente olvidadas, por esta razón es importante generar propuestas que busquen dar solución a estos temas, y que dichas propuestas no tengan otro objetivo más que el mejorar las condiciones de vida de los habitantes de las ciudades y localidades que conforman a México.

Esta tesis busca aportar una herramienta para obtener información y conocimiento acerca de las brechas sociales que se han formado con el desarrollo desigual de la ciudad pues por muchos años se ha ignorado a ciertas zonas que la conforman, aunado a que debido al crecimiento acelerado de la misma la oferta de servicios públicos no pudo igualarse al crecimiento de la población. Por otro lado, las inversiones para el desarrollo urbano fueron enfocadas solamente en zonas específicas, y esto se pudo observar dentro de las figuras 4.4, 4.5 y 4.6 ya que es visible cómo se forman “manchas” en la ciudad en donde las condiciones de accesibilidad a servicios públicos son mejores que las zonas que las rodean.

Además, este índice que nos muestra la situación de accesibilidad a servicios públicos dentro de la CDMX y toma en cuenta a los distintos tipos de servicio y analizándolos en conjunto. Esta tesis brinda una opción para realizar la toma de decisiones dentro de la ciudad, que permita tener un panorama más amplio de la situación y que dé un entendimiento que englobe los criterios más relevantes.

Gracias a la incorporación del análisis multicriterio se pueden generar distintos escenarios tomando en cuenta distintos puntos de vista de manera sencilla, por lo cual, se podría adaptar para brindar información a los programas incluidos dentro del Plan Nacional de Desarrollo (2019-2024) como los que se enlistan a continuación:

- **Desarrollo urbano y vivienda:** El objetivo principal de este programa es realizar el mejoramiento urbano de ciudades principalmente en la frontera norte y polos turísticos para aminorar el contraste entre zonas con desarrollos urbanos exclusivos y colonias marginadas.
- **Derecho a la educación:** Con esta estrategia el gobierno federal se compromete a mejorar las condiciones materiales de las escuelas del país y a garantizar el acceso universal a la educación, enfocándose principalmente en la educación media y superior.
- **Salud para toda la población:** Millones de personas no tienen acceso a ninguna de las de las instituciones o modalidades del sistema de salud pública, por lo cual se creara el Instituto Nacional de Salud para el Bienestar con el cual se dará el servicio a todas las personas no afiliadas al IMSS o ISSSTE.
- **Creación del banco del bienestar:** Se creará este banco tomando como base la estructura del Banco de Ahorro Nacional y Servicios Financieros (Bansefi), cuyo propósito será el ofrecer servicios bancarios a los beneficiarios de programas sociales y evitar el mal uso de los recursos. Planean ampliar en al menos 500 sucursales más para alcanzar un total de 7,000 en todo el territorio nacional.

- Construcción de caminos rurales: Con este programa se busca mejorar la cobertura de caminos principalmente en 350 cabeceras municipales en Oaxaca y Guerrero. Con lo cual se reactivaran economías locales, desalentará la migración y generará empleos.

Si bien en el desarrollo de esta tesis, se logró realizar una propuesta para evaluar la accesibilidad a servicios públicos en la CDMX, aún se debe trabajar más para que pueda ser utilizada en la toma de decisiones. Se tomaron en cuenta los criterios más relevantes de servicios públicos, pero aún falta información de otros como el alumbrado público, limpieza, drenaje, etc. Si se lograra incorporar más información, el índice describiría de mejor manera las condiciones en las que se encuentra la ciudad con base en la infraestructura destinada a brindar servicios públicos. Una de las principales dificultades a la que nos enfrentamos al incorporar datos de otros servicios públicos es la disponibilidad y la usabilidad, si bien ya hay una gran cantidad de información recabada por las instituciones de geografía y estadística del país, aún falta estandarizarla para que pueda ser utilizada de manera simple, dado que al momento de realizar esta tesis se tuvo que dar un tratamiento y limpieza a la información para que pudiese ser integrada.

Como se mencionó en el primer capítulo, la realización del IASP para la CDMX a nivel AGEB brinda un mayor detalle del comportamiento del índice, lo cual permite tener mayor información para la toma de decisiones a nivel local si se quisiera igualar la accesibilidad a los servicios públicos en todas las zonas de la ciudad. Es importante resaltar que este nivel de detalle no siempre es el más adecuado, por ejemplo, con las estrategias de desarrollo de un país, tener este grado de detalle probablemente no serviría para generar estrategias, pues la cantidad de información que arrojaría sería demasiado detallada y no agregaría valor. Aun así, también puede adecuarse el tamaño de las áreas de estudio con base en las necesidades de cada situación. Por tal razón, es prudente realizar un análisis que demuestre las necesidades intrínsecas del problema antes de decidir utilizar cierto tipo de medidas geográficas, pues se puede cometer el error de utilizar un alto grado de detalle en un trabajo que no lo necesita y que se traduce en un aumento en esfuerzo de limpieza de datos, interpretación de resultados o aumento de costos para la elaboración del estudio.

Dentro del desarrollo del IASP, solamente se realizó el conteo del número de infraestructura disponible dentro de cada AGEB esto nos da una idea general del estado de la accesibilidad en las zonas de la ciudad, sin embargo cierta infraestructura como las estaciones del metro, hospitales o escuelas, pueden dar el servicio a otras zonas colindantes y no solamente a la que la alberga, esto nos brinda la posibilidad de generar un trabajo futuro que tome en cuenta la cobertura de los servicios públicos y no solamente la cantidad de infraestructura disponible en una zona específica.

También dentro de los tres escenarios desarrollados, se observa una gran cantidad de zonas rojas esto puede deberse a que el estándar que se tomó en cuenta para evaluar a las AGEBS, fue aquella que tuviese mejor calificación en cada uno de los subcriterios, probablemente por

esta razón se obtienen resultados tan poco equitativos entre las zonas, por esta razón se plantea generar un nuevo estudio que incorpore otras formas de definir los estándares que se toman como base para evaluar cada uno de los subcriterios que conforman el índice.

Como es bien sabido, dentro de la ciudad existen distintos asentamientos irregulares que no se encuentran registrados en las bases de datos de las instituciones de estadística, entra así un tema a discusión en el desarrollo de la tesis que es el siguiente: ¿cómo delimitar qué parte de la población se debe tomar en cuenta para el desarrollo de estos índices o si se debe contemplar a la totalidad de la población no importando que se encuentren establecidos irregularmente? Al tratarse de un tema social, es importante contar con el apoyo de especialistas en el tema, pues como podemos darnos cuenta entra en discusión hasta qué punto debe brindarse servicios públicos a estas zonas si en un principio se encuentran establecidas irregularmente. Aun así, estas personas habitan en la ciudad, y se deben tomar en cuenta para las estrategias de desarrollo que los gobiernos quieran implementar, pues a fin de cuentas estas personas son las que presentan una mayor desigualdad cuando se habla de acceso a servicios públicos. Para enriquecer esta tesis, como trabajo futuro podría realizarse un estudio enfocado solamente en estas áreas para conocer con mayor detalle los requerimientos específicos para estas zonas.

Otra aplicación que se le puede dar a esta tesis, es darle un enfoque que se encargue de mejorar la accesibilidad a otro de los grupos vulnerables de la CDMX que son las personas con capacidades diferentes, pues este también ha sido un sector de la población que se ha dejado de lado en el desarrollo de infraestructura. En primera instancia se podría adecuar el índice para que muestre qué zonas de la ciudad cuentan con las mejores condiciones de accesibilidad para estas personas, y como segundo punto, qué zonas son las que necesitan mayor desarrollo en este tema.

Las medidas que se deben tomar para disminuir la segregación deben buscar la convergencia social disminuyendo las diferencias de acceso a servicios, vías, parques, etc. Por lo tanto, muchas de las responsabilidades para disminuir la segregación en las ciudades recaen en la capacidad del estado para poder asegurar las garantías de derechos sociales y libertades civiles, además de asegurar el acceso a los servicios públicos. Este fenómeno social suele ser más visible dentro de las grandes ciudades como la CDMX en donde existen barreras tanto sociales como físicas que dificultan la interacción de los habitantes de la ciudad y que limitan el acceso a ciertos servicios, tal es el caso de la barrera que se forma por las grandes avenidas como Av. Periférico que marca simbólicamente límites sociales, en donde el desarrollo ha sido más marcado al interior de las áreas que limita, y las barreras impuestas socialmente como los límites dentro de la ciudad donde comienzan zonas de riesgo mejor conocidas como zonas rojas, tal es el caso de la colonia Tepito, la zona Lagunilla entre otras, conocidas por el rezago en la calidad de vida de sus habitantes.

Con base en el trabajo realizado por Monkkonen (2012), en donde mencionan distintos puntos: el primero de ellos, menciona que existe una relación significativa entre la segregación y el tamaño de la ciudad, pues entre más grande sea el área de una ciudad también será mayor la segregación. Además, menciona que los hogares con ingresos bajos y empleos

informales tienden a vivir en la periferia de la ciudad, mientras que aquellos hogares con ingresos más altos se encuentran concentrados generalmente en el centro de la ciudad. Ambos puntos, son comprobables con los mapas generados del IASP, pues el área que cubre la ciudad de México es muy grande con una superficie de cerca de 1500 km², y se puede observar una gran diferencia en la accesibilidad a servicios públicos entre las distintas zonas de la ciudad dentro los resultados de los tres escenarios propuestos. También se puede observar las diferencias en el resultado del índice para las zonas céntricas en donde el resultado del índice fue mejor que las zonas de la periferia de la ciudad.

Un resultado inesperado que surge y se puede observar en los tres escenarios, es que dentro de la zona sur oriente de la ciudad comprendida principalmente por la delegación Tláhuac que históricamente ha tenido un rezago en cuestión de accesibilidad a servicios, aparece con zonas con un valor del IASP entre 0.3 y 0.4 que son resultados arriba de la media de la ciudad, esto puede deberse en gran medida al desarrollo que ha tenido la zona a raíz de la construcción de la línea 12 del sistema de transporte colectivo metro, que trajo consigo un desarrollo económico a la zona.

Referencias

Abdullah, W., Salihin, W., & Loganathan, N. (2013). Quality of life sustainability using geographic information system (GIS): A case study from East-Coast of Peninsular Malaysia. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(8), 308.

Aguilar & Mateos (2011). Diferenciación sociodemográfica del espacio urbano de la Ciudad de México. *Revista EURE*. Vol 37.

Alonso F. (2013). *Sistemas de información geográfica*. Universidad de Murcia. España.

Andrieko, G. *et al.* (2002). Testing the usability of interactive maps in commonGIS. *Cartography and geographic information science*, 29, 325-342.

Arora, A., Florida, R., Gates, G.J. and Kamlet, M. (2000). Human capital, quality of place and location. Report prepared on behalf of Heinz Endowments and Sustainable.

Bosque, J. (1992). *Sistemas de Información Geográfica*. 2ª Edición (1997). Editorial Rialp, Madrid.

Azqueta, D. & Escobar, L. (2004) Calidad de vida urbana. Dpto. de fundamentos del análisis económico. Universidad de Alcalá de Henares. 217-239.

Banai, R. (1993). Fuzziness in geographical information systems: Contribution from the analytic hierarchy process. *International Journal of Geographical Information Science*, 7:315–329.

Bhatti S. *et al.* (2016). Spatial interrelationships of quality of life with land use/land cover, demography and urbanization. *Springer science*. DOI: 10.1007/s11205-016-1336-z

Benayoun *et al.* (1966). Une methode pour guider le choix en presence de vue multiples. *Sema*. Direction scientifique, note de travail no. 49. Paris.

Booyesen, F. (2002) An overview and evaluation of composite índices of development. *Social indicators research*, 79(3), 405-419.

Brans *et al.* (1986). How to select and how to Rank projects: The PROMETHEE methods. *European journal of operational research* 24: 228-238.

Bryson N. & Mobolurin A. (1994). An approach to using the analytic hierarchy for solving multiple criteria decision making problems. *European journal of operation research*.

Buzan, T. (1996). El libro de los mapas mentales. Urano. Barcelona, España.

Carmona, J.A. (1997). Los indicadores sociales hoy. Madrid. CIS.

Camagni, R. (1999) El desarrollo urbano sostenible: Razones y fundamentos de un programa de investigación. Papeles de economía, Madrid.

Chien, S. *et al.* (2017) Personal and neighbourhood indicators of quality of urban life: A case study of Hong Kong. Department of geography. The university of Hong Kong DOI: 10.1007/s11205-017-1579-3

Constitución de la Organización Mundial de la Salud (2006). Constitución de la Organización Mundial de la Salud. [online] Documentos básicos, suplemento de la 45ª edición. Consultado en : http://www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp.pdf [Acceso 11 Sep. 2017].

Quentin D., Didier P., Gilles V.H., Vandermoten C., (2013). Is bigger better? Economic performances of European cities, 1960–2009. *Cities*, 35:237–254. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275113001078>. Acceso 22 agosto 2017.

Day, R. L. (1978). Beyond Social Indicators: Quality of Life at the Individual Level. *Marketing and the Quality of Life*. Chicago: American Marketing Association, 11-18

De Regules S. (2017). Sismos. Revista de divulgación de la ciencia de la UNAM ¿Cómo ves?

Discoli C., San Juan G., Martini I., Ferreyro C., Dicroce L., Barbero D., y Esparza J. (2010) Metodología para la evaluación de la calidad de vida urbana, 17(2), 95–112.

Faisal, K., & Shaker, A. (2017). An Investigation of GIS Overlay and PCA Techniques for Urban Environmental Quality Assessment : A Case Study in Toronto, Ontario , Canada, 1–25. <http://doi.org/10.3390/su9030380>.

Garrocho, Carlos, Campos Juan (2006). Un indicador de accesibilidad a unidades de servicio clave para ciudades mexicanas: fundamentos, diseño y aplicación. *Economía, sociedad y territorio* Vol. VI. México.

Gertler, M.S., Florida, R., Gates, G. and Vinodrai, T. (2002). Competing on Creativity: Placing Ontario's Cities in North American Context. A report prepared for the Ontario Ministry of Enterprise, Opportunity and Innovation and the Institute for Competitiveness and Prosperity, November 2002. Consultado en:

<https://www.creativeclass.com/rfcgdb/articles/Competing%20on%20Creativity.pdf> (acceso 22 agosto 2017).

Godfrey, B. J., & Zhou, Y. (1999). Ranking world cities: Multinational corporations and the global urban hierarchy. *Urban Geography*, 20(3), 268–281.

Gómez, M. & Sabeh, E. (2007). Calidad de vida. Evolución del concepto y su influencia en la investigación y la práctica. Recuperado de <http://campus.usal.es/~inico/investigacion/invesinico/calidad.htm>

Goodall, Brian (1987). *The penguin dictionary of human geography*. Penguin books. Londres.

Greyling, T. & Tregenna, F. (2016). Construction and Analysis of a Composite Quality of Life Index for a Region of South Africa. *Social Indicators Research*, 131(3), pp.887-930.

Hernández A. (2009) Calidad de vida y medio ambiente urbano. Indicadores locales de sostenibilidad y calidad de vida urbana, Universidad de Chile, *Revista INVI*, vol. 24, núm. 65, 79-111.

Iglesias S, Irigaray C., Chacón J. (2006). Análisis del riesgo sísmico en zonas urbanas mediante sistemas de información geográfica. Aplicación a la ciudad de Granada. *Cuadernos geográficos*.

Jankowski *et al.* (2001) Map-centered exploratory approach to multiple criteria spatial decision making. *International Journal of Geographical Information Science*, 15.

Jiménez W. & González J. (2013) Calidad de vida urbana: una propuesta para su evaluación. Universidad de Los Andes. Bogotá, Colombia. *Revista de Estudios Sociales*, núm. 49, 2014, pp. 159-175

Low, C., Stimson, R., Chen, S., Cerin, E., Wong, P. and Lai, P. (2017). Personal and Neighbourhood Indicators of Quality of Urban Life: A Case Study of Hong Kong. *Social Indicators Research*.

Lotfi, S., & Koohsari, M. J., (2009). Measuring objective accessibility to neighborhood facilities in the city (A case study: Zone 6 in Tehran, Iran). *Cities*, 26(3):133–140. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275109000298>. (Acceso 22 agosto 2017).

Malczewski, J. (1999). *GIS and Multicriteria Decision Analysis*. Wiley, New York.

Martínez, V. (2009). San Ángel y Contreras, el desarrollo de sus espacios públicos en relación con la calidad de vida de sus habitantes. UNAM.

Massam, B.H. (2002). Quality of life: public planning and private living. *Progress in Planning*, 58, pp. 141–227.

Mccrea, R., Stimson, R., & Western, J. (2005). Testing a moderated model of satisfaction with urban living using data for Brisbane-South East Queensland. Australia. *Social Indicators Research*, 72(2), 121–152. doi:10.1007/s11205-004-2211-x.

Mosseley, M. (1979). *Accessibility: the rural challenge*. Methuen, Londres.

Monkkonen P. (2012). La segregación residencial en el México urbano: niveles y patrones. *Universidad de Hong Kong. Pokfulam. EURE*, 125 – 146.

Prakash Mridu, Roopam Shukla, Anusheema Chakraborty & P. K. Joshi (2016) Multi-criteria approach to geographically visualize the quality of life in India, *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 23:6, 469-481, DOI: 10.1080/13504509.2016.1141119

Múscar, E. (2008). Las necesidades básicas insatisfechas y su relación con los equipamientos: salud y educación. Disponible en <http://www.ciudad-derechos.org/español/pdf/gam.pdf>

Noguera, J. y Ferrendis, A. (2014). Accesibilidad y provisión de servicios de interés general en las áreas rurales de la unión europea: un análisis a partir del eurobarómetro. Departamento de geografía. Universitat de Valencia. España.

OCDE (1998): *Towards Sustainable Development, Environmental Indicators*. OCDE, Página 18 de 19. Paris, France.

OCDE (2011). Índice para una Vida Mejor Enfoque en los países de habla hispana de la OCDE Chile, España, Estados Unidos y México. Consultado en: http://www.oecd.org/centrodemexico/%C3%8Dndice%20para%20una%20Vida%20Mejor%20resumen_130529.pdf (Acceso 21 agosto 2017).

Orellana, A. (2017). Índice de Calidad de Vida Urbana Comunas y Ciudades de Chile. Consultado en http://estudiosurbanos.uc.cl/images/noticias-actividades/2017/Mayo-2017/20170509_Presentacion_ICVU_2017_.pdf. Acceso 20 Agosto 2017.

Osorio J. *et al.* (2008). El proceso de análisis jerárquico (AHP) y la toma de decisiones multicriterio. Ejemplo de aplicación. *Scientia et technica*, vol XIV. Universidad tecnológica de Pereira. Pereira, Colombia.

Plaza, I. N. (2013). La calidad de vida de la sociedad urbana, el método como instrumento. UNAM.

Queraltó, P. (2008). Aportación metodológica de la tecnología SIG en el cálculo de indicadores a escala urbana. Máster oficial en gestión y valoración urbana. Universidad Politécnica de Cataluña.

Quirós, M. (2011). Tecnologías de la información geográfica (TIG): Cartografía, fotointerpretación, teledetección y SIG, Universidad de Salamanca, España, 2011

Rawls, J. (2006). Teoría de la Justicia, Trad. M. D. González, Fondo de Cultura Económica, México, 2006.

Rinner, C. (2007). A geographic visualization approach to multi-criteria evaluation of urban quality of life, *International Journal of Geographical Information Science*, 21:8, 907-919, DOI: 10.1080/13658810701349060

Rinner, C. & Taranu, J. (2006). Map-based exploratory evaluation of non-medical determinants of population health. *Transactions in GIS*, 10, pp. 633–649.

Rodríguez, M.J. (2002). Modelos socio-demográficos. Atlas social de la ciudad de Alicante. Tesis doctoral del Departamento de Sociología I y Teoría de la Educación en el Programa de Licenciatura y Doctorado en Sociología. Universidad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Alicante, Alicante.

Rodríguez M. & Gómez M. (2008). Propuesta metodológica para la elaboración de un índice de calidad de vida urbana mediante SIG. Departamento de Geografía. Universidad de Alcalá. Serie geográfica Número 14, 207-221.

Rogerson, R. J. (1999). Quality of life and city competitiveness. *Urban Studies*, 36(5–6), 969–985.

Romero C. (1996). Análisis de las decisiones multicriterio. Ingeniería de sistemas para la defensa de España. España.

Rubio L., Azuara O., Jaime O., Hernandez C. (2006). México 2025. El futuro se construye hoy. Centro de investigaciones para el desarrollo. México.

Rosenblueth E., García V., Rojas T., Nuñez F., Orozco J. (1992). Macro sismos. Aspectos físicos, sociales, económicos y políticos. México.

Saaty, T. (1980). The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resources allocation. New York: McGraw.

Saaty (1989). Conflict resolutions: The analytic hierarchy approach. Praeger Publishers. New York.

Saaty T. (2001). The seven pillars of the analytic hierarchy process-an exposition. Operation research. Vol 49, No 4, pp-469-486.

Sánchez. G. (2003). Técnicas participativas para la planeación procesos breves de intervención. Fundación ICA. México.

Sarkar, A. y Ghos, D. (2000). Meeting the accessibility needs of rural por. IASSI Quarterly. Vol 18.

Setién, M. L. (1993). Indicadores sociales de calidad de vida. Un sistema de medición aplicado al país Vasco. Centro de investigaciones sociológicas siglo XXI. Madrid.

Sirgy, M. J., & Cornwell, T. (2002). How neighborhood features affect quality of life. Social Indicators Research, 59(1), 79–114.doi:10.1023/A%3A1016021108513.

Star, J. & Estes, J. (1990). Geographic information systems. An introduction. Englewood Cliffs, Nueva Jersey.

Subramaniam V. (2000). Dynamic selection of dispatching rules for job shop scheduling. Production planning and control. Vol 11, no 1 pp.73-81.

Ulengin, B., Ulengin, F., & Guvenc, U. (2001). A multidimensional approach to urban quality of life: The case of Istanbul. European Journal of Operational Research, 130, 361–374.

Vinson, T. (2004). Community adversity and resilience the distribution of social disadvantage in Victoria and New South Wales and the mediating role of social cohesion. Jesuit Social Services. Richmond.