

Índice integrado de priorización por manzanas (IIPM) para la ciudad de Bogotá



Secretario Distrital del Hábitat
Guillermo Herrera Castaño

Subsecretario de Planeación y Política
Armando Ojeda Acosta

Subdirector de Información Sectorial
Oscar Arcos Palma

Equipo Técnico
Cristián Torres
Maria del Pilar Camacho

Corrección de estilo
Isaac Echeverry Watcher

Bogotá, 2017

Contenido

Introducción	4
Revisión de Literatura	5
Datos y metodología	11
Resultados	16
Índice agregado de priorización.....	16
Accesibilidad	21
Estado de los predios	24
Transporte	26
Seguridad.....	29
Conclusiones y recomendaciones.....	32
Anexos.....	33
Bibliografía	34

Introducción

El desarrollo ordenado de las ciudades es uno de los retos de política pública que más impacto genera en la calidad de vida de los ciudadanos. Garantizar el acceso a los servicios sociales de la estructura urbana requiere de la planeación e implementación de instrumentos idóneos, que permitan la adecuada distribución de estos activos sociales entre el stock de viviendas existente, así como la provisión de nuevas soluciones habitacionales en zonas en las que la población pueda obtener un mínimo de acceso.

Si bien las familias buscan habitar en zonas centrales con mayor oferta de bienes y servicios urbanos (Correa Parra, 2012; Gomide, Leite, & Rebelo, 2004; Secretaría Distrital de Planeación, 2007; Secretaría Distrital de Planeación & Universidad Nacional de Colombia, 2013), esto discrepa con los altos precios de la vivienda en estos lugares, lo cual limita el acceso de la población en condiciones de vulnerabilidad.

La distribución de la población en razón a sus capacidades económicas, la configuración del espacio urbano, así como la oferta de bienes y servicios, son objeto de análisis en términos de equidad (Tsou, Hung, & Chang, 2005), pues es de esperarse que en las zonas más deprimidas y deficitarias de la ciudad conviva la población más pobre, en contraste con las posibilidades de ubicación para aquellos con mayor capacidad de pago.

Al respecto la Secretaría Distrital del Hábitat (SDHT) tiene como misión liderar la formulación e implementación de políticas que mejoren la vivienda y el urbanismo de toda la población, y en particular, garantizar el acceso de las personas de más bajos ingresos¹, es por esto que mediante instrumentos de gestión y de financiación impulsa programas para la generación de vivienda de interés social (VIS), igualmente fomenta la formalización y adecuación de barrios cuyo origen es de carácter informal con el fin de garantizar:

- La provisión de servicios domiciliarios básicos
- El espacio público
- El mejoramiento de vivienda

¹ https://www.habitatbogota.gov.co/sdht/index.php?option=com_content&view=article&id=613&Itemid=572

- La promoción de la organización y participación comunitaria
- La provisión de servicios sociales: salud, educación, guarderías, centros comunitarios, lugares de esparcimiento, etc. (UN-Habitat, 2004)

Para facilitar esta labor, se propone la construcción de una herramienta que permita ordenar las zonas de la ciudad según sus niveles de vulnerabilidad en temas como: acceso a equipamientos sociales, estado de predios, movilidad y seguridad. Esta herramienta puede apoyar los procesos de focalización necesarios en los programas de gestión y formalización de vivienda de interés social (VIS) en la ciudad de Bogotá.

En términos generales el ejercicio incluye un análisis de accesibilidad a los equipamientos de carácter público², seguridad, estado de los predios y movilidad en las manzanas de la ciudad que serían posibles beneficiarias del programa *Territorios con Oportunidades*. Estos indicadores finalmente son incluidos en un índice sintético cuya construcción está basada en la metodología de componentes principales y está estandarizado de 0 a 100, donde 100 representa la mejor condición y 0 la peor.

El documento está dividido en cuatro secciones, introducción al tema; una revisión de literatura; una descripción de la metodología y los datos utilizados; una cuarta que muestra los resultados de la aplicación del Índice Integrado de Priorización por Manzanas (IIPM), así como el correspondiente análisis que sirve como base para la elaboración de las conclusiones y recomendaciones que se presentan en la quinta sección.

Revisión de Literatura

La articulación de la vivienda con su entorno ha sido un tema de gran interés en la planeación urbana a partir de dos situaciones: 1) la generación de zonas deprimidas en las grandes ciudades del mundo y 2) las fuertes intervenciones estatales hechas para disminuir el déficit habitacional en muchos países del mundo, especialmente en los países en desarrollo³. La literatura relacionada con este tema ha crecido sustancialmente desde 1950 especialmente por estudios realizados en países desarrollados como Estados Unidos y Reino Unido. En Latinoamérica se ha desarrollado como respuesta a una necesidad de planeación y organización de los nuevos desarrollos urbanísticos, así como para la mitigación y mejoramiento de zonas históricamente consolidadas de manera informal.

² Estos incluyen equipamientos educativos, parques, bibliotecas y equipamientos de salud.

³ Los ejemplos más conocidos de este tipo de intervenciones son las realizadas en Chile con los programas (Comprar Tu Vivienda, Construir Tu Vivienda, Mejorar Tu Vivienda y Mejorar Tu Barrio) y Brasil con el programa bandera del gobierno de Lula Da Silva “Minha Casa Minha Vida” o en español (Mi Casa Mi Vida) entre otros

Esta revisión permitió identificar dos perspectivas. La primera tiene que ver con estudios que relacionan la vulnerabilidad con el grado de articulación de las zonas y los medios de transporte, y la segunda enfoca la vulnerabilidad hacia la oferta de equipamientos y servicios urbanos. Este documento trata de integrar estas dos visiones agregando algunos temas de precariedad en la vivienda y seguridad de las zonas analizadas.

Hansen (1959) fue uno de los primeros autores en medir la accesibilidad definida como el potencial de oportunidades para la interacción que las personas pueden tener alrededor de un punto o destino, tomando en cuenta ajustes por capacidad y atracción. Formalmente el índice muestra que la accesibilidad de un punto determinado a un equipamiento es directamente proporcional al tamaño de la actividad en el área de ubicación, e inversamente proporcional al costo asociado al desplazamiento, que es generalmente expresado como una función de impedancia de la distancia o el costo de viaje (Ec. 1).

$$A_{1,2} = \frac{S_2}{D_{1-2}^x} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde $A_{1,2}$ es la accesibilidad del punto 1 a la zona 2, S_2 es la medida de atracción que la zona 2 tiene, D_{1-2}^x es la distancia o tiempo que toma desplazarse desde 1 a 2 y x es un factor que denota el efecto de la distancia en el desplazamiento entre las dos zonas.

Por su parte Dalvi & Martin (1976) plantean que la selección de variables de atracción que se incorporan al índice de Hansen tiene efectos diferenciados sobre la medida de accesibilidad. En su aplicación para el interior de Londres encuentran que al usar cuatro variables de atracción (número total de empleos, empleos en comercio al por menor, hogares y población) la medida de accesibilidad resulta altamente sensible, ya que con el empleo total como variable de atracción, las áreas centrales demostraron mayor accesibilidad que las zonas de periferia del interior de Londres. En contraste, al utilizar hogares o población como variable de atracción el resultado es inverso favoreciendo las áreas periféricas, ya que estas variables dan cuenta de las oportunidades no laborales (ej. Residenciales).

Estudios más recientes encuentran diferentes efectos sobre la medida de accesibilidad de Hansen al contrastar el análisis para subgrupos de población y tipos de servicios urbanos, generalmente desde la perspectiva de accesibilidad para las personas y no caracterizando por el modo de transporte, ya que la provisión de transporte toma el carácter de servicio urbano (Halden, 2002) que satisface una demanda correlacionada principalmente con las características intrínsecas de dichas personas, así, el transporte urbano no tendrá el mismo potencial en zonas con condiciones de ingresos altos que en

aquellas donde las personas cuentan con limitaciones para acceder por ejemplo a vehículos particulares. .

La accesibilidad a equipamientos es analizada focalizandose en aquellos con menores oportunidades, en un estudio realizado en Canadá, donde el estado cuenta con una oferta de vivienda o stock público en el que habitan las personas con mayor grado de vulnerabilidad. Allí, Apparicio & Seguin (2006) destacan las dificultades de generar un stock de vivienda que cuente con condiciones óptimas de acceso, y para determinar que tan bien se encuentran las dotaciones alrededor de las viviendas públicas realizan un análisis de distancias a equipamientos culturales, educativos, parques, centros de salud, supermercados, entre otros, partiendo del supuesto de que por el grado de vulnerabilidad de los habitantes, no cuentan con acceso a vehículos, y es por esto que la provisión se debe garantizar a distancias en las que el acceso caminando sea una opción óptima.

Una vez establecidas las distancias y el número de equipamientos, Apparicio & Seguin (2006) aplican una análisis multivariado por medio de la aplicación de Componentes principales (ACP) y agrupamiento jerárquico de aglomeración (AJC) calculado con la distancia euclidiana y el número de equipamientos. La aplicación del ACP ayuda comprender la estructura y distribución de los equipamientos y además como técnica permite reducir la información que contiene hasta unos pocos factores explicativos, por su parte la agrupación jerárquica permite caracterizar las viviendas del stock público en función del grado de accesibilidad. Los resultados muestran que, en Montreal, no todos los residentes de estas viviendas tienen la misma calidad de acceso a los servicios urbanos. Algunas de ellas ofrecen un ambiente con una amplia gama de servicios e instalaciones, mientras que otras se ubican en áreas con menores recursos de ese tipo.

En cuanto a estudios aplicados en Colombia y en particular para la ciudad de Bogotá, Oviedo H & Bocarejo (2011) , definen indicadores y zonas en las que aplican un análisis de accesibilidad en términos de transporte y oportunidades de individuos ubicados en cuatro Unidades de Planeación Zonal (UPZ). El índice de accesibilidad utilizado es el de Hansen utilizando una función de impedancia exponencial del costo de viaje definido por el tiempo y costo monetario del desplazamiento. Para la definición de la función de impedancia estiman coeficientes para el costo de viaje en tiempo y el costo monetario a partir de la definición de una matriz de Origen destino derivada de la Encuesta de Movilidad para Bogotá 2011. Los resultados de la aplicación muestran que en la ciudad hay áreas que, de forma independiente a su nivel ingreso, pueden tener mayores ventajas o desventajas en materia de oferta de transporte y cercanía a los centros de empleo generando un fenómeno de inequidad en cuanto a las facilidades dadas a través de grupos socioeconómicos.

Otro estudio que incorpora medidas de accesibilidad para Bogotá es el realizado por Enríquez Sierra (2015) quién incluye la accesibilidad como medida para integrar un índice de seguimiento a la estructura socioeconómica de la ciudad. El índice utilizado resulta del cálculo de una combinación lineal de la distancia de cada una de las manzanas de la ciudad a los equipamientos más cercanos a está obteniendo las ponderaciones para cada equipamiento a partir del método de componentes principales. Los resultados muestran que la accesibilidad a equipamientos no se distribuye uniformemente en la ciudad ya que, las manzanas ubicadas a hacia los limites presentan un menor acceso al sistema de equipamientos, con excepción del borde centro oriental.

Finalmente un estudio reciente de la Secretaría Distrital de Planeación (Secretaría Distrital de Planeación et al., 2015) incorpora un análisis de accesibilidad a servicios y equipamientos para algunos proyectos gestionados por el distrito a través del Sector Hábitat y con apoyo del gobierno nacional. Para dicho análisis se incorporan definiciones de las distancias óptimas a las que, desde una perspectiva normativa, deberían ubicarse los diferentes equipamientos. Por ejemplo, para que un proyecto cuente con algún grado de accesibilidad a salud, debe contar con un centro de salud al menos a 1000m, así como para educación y medios de transporte. Bajo estos criterios califican los proyectos logrando un indicador que integra distintos equipamientos y servicios y permite ordenar o clasificar los proyectos según la accesibilidad observada.

Respecto a los estándares mínimos de distancia para la medición del nivel de accesibilidad, por parte de las comunidades a los equipamientos sociales, se hizo una revisión bibliográfica específica, con especial énfasis en los requerimientos legales de algunos países sobre este tema.

Uno de los países que más ha tratado este tema ha sido Chile, gracias a más de 30 años de política de vivienda social basada en el subsidio a la demanda, la cual le ha permitido superar el déficit de vivienda, pero lo ha enfrentado a nuevos retos vinculados con la mala calidad de las soluciones entregadas y sobre todo, con su localización geográfica, periférica y segregada. El gobierno chileno, dada la generación de Ghetos en las principales ciudades, propuso que los proyectos de vivienda deben estar ubicados por lo mínimo a 1.000 metros de un establecimiento de educación temprana y educación básica y/o media. Al igual que localizarse a menos de 2.000 metros de un centro asistencial de salud pública como bien lo especifica Rivera, 2012.

Por su parte, los lineamientos en la ciudad de Bogotá se encuentran estipulados en el decreto 476 de 2015. En el capítulo VI se especifican tres indicadores para tratar de medir los niveles de accesibilidad a algunos equipamientos sociales:

1. Indicador cuantitativo de espacio público efectivo = $\frac{\text{Cantidad de m}^2 \text{ de parques}}{\text{Población}}$. Este indicador mide la extensión de las zonas verdes de esparcimiento existentes con el número de habitantes, el resultado se expresa en m²/ Hab.
2. Indicador de densidad de espacio público verde = $\frac{\text{Cantidad de m}^2 \text{ de parques}}{\text{Área Total}}$. Este indicador mide la densidad de las zonas verdes de esparcimiento existentes.
3. Indicador de proximidad a espacio público verde. Su cálculo se realiza midiendo el número de habitantes que viven cerca de una zona verde de acuerdo a los rangos de cobertura proporcionales a los parques en sus diferentes escalas (bolsillo, vecinales y zonales), dividido entre el número total de habitantes de la zona de estudio. Este indicador mide el porcentaje de población que vive cerca de al menos una zona verde o área de esparcimiento. La metodología define los radios de proximidad de la población a los parques de acuerdo a las escalas de los mismos, según la siguiente relación:
 - Para parques de bolsillo con una superficie entre 501 y 1.000 m², un radio de proximidad de 150 m.
 - Para parques vecinales con una superficie entre 1.001 y 5.000 m², un radio de proximidad de 150 m.
 - Para parques vecinales con una superficie entre 5001m² y 10.000 m², un radio de proximidad de 300 m.
 - Para parques zonales con una superficie entre 10.001m² y 50.000 m², un radio de proximidad de 450 m.
 - Para parques urbanos con una superficie entre 50.001m² y 100.000 m², un radio de proximidad de 600 m.

Para efectos de definir el déficit se tendrá como base el estándar de 10 m² por habitante, de los cuales, 6 m² por habitante deberán estar representados en parques, plazas y plazoletas de todas las escalas, y los 4 m² por habitantes restantes, deberán corresponder al producto de la recuperación y la adecuación de las áreas pertenecientes a la Estructura Ecológica Principal.

En el estudio sobre la vivienda social (Artusi, 2014) se proponen algunos indicadores de sostenibilidad urbana de los cuales se analizaron los más relevantes para este estudio:

- Accesibilidad a las paradas de la red de transporte público. Se considera una red de transporte público accesible cuando los desplazamientos a pie hasta la parada más próxima no superan los cinco minutos (ámbito de influencia medio de 300 metros). Agencia de Ecología Urbana de Barcelona, 2006.
- Accesibilidad a la red de bicicletas: Se considera un nivel de acceso aceptable aquel que permite que toda la ciudadanía pueda acceder a la red de bicicletas en menos de 1 minuto en bicicleta, o de 5 minutos a pie. Este tiempo de acceso se traduce en un ámbito de influencia de 300 m desde los ejes de los tramos que conforman la red y desde el resto de elementos que complementan el propio trazado de la red: puntos de estacionamiento, servicios destinados a la bicicleta, etc.
- Cohesión social. Este indicador tiene los siguientes estándares de medición:
 - Sanitarios y asistenciales (centro de atención primaria, servicios sociales): 10 minutos (600 m)
 - Culturales recreativos (biblioteca, centro cultural): 5 minutos (300 m)
 - Docentes (guardería, centro de educación infantil, escuela primaria): 5 minutos (300 m)
 - Docentes (colegio secundario): 10 minutos (600 m)
 - Deportivo (pistas polivalentes, instalaciones deportivas elementales): 10 minutos (600 m).

Otra fuente de información sobre estándares mínimos de acceso a equipamientos especialmente a equipamientos de transporte es el estándar DOT (Desarrollo Orientado al Transporte) desarrollado por el (Institute for Transportation & Development Policy, 2014)

- Red de bicicletas, los requisitos para vías ciclistas seguras y completas son:
 - Las calles con velocidades sobre 30km/h deben tener ciclovías protegidas en ambas direcciones. Las ciclovías están espacialmente segregadas de los vehículos (por ejemplo, ciclocarriles pintados o ciclovías separadas físicamente).
 - Las calles lentas (con una velocidad de 30km/h o menos) se consideran seguras para andar en bicicleta y no requieren ciclovías protegidas o exclusivas, pero se recomienda señalamiento en el pavimento.
 - Las calles con prioridad peatonal (con una velocidad de 15km/h o menos) se consideran seguras para andar en bicicleta y no requieren ciclovías protegidas.
- Distancia a transporte publico

- La distancia máxima de caminata a una estación de transporte masivo es menor a 1 kilómetro o menor a 500 metros, en el caso de una estación de servicio directo (conecta al transporte masivo a no más de 5 km).
- La distancia máxima de caminata a una estación de transporte masivo es mayor a un kilómetro o mayor a 500 metros, en el caso de una estación directo.

Los estudios revisados tanto a nivel internacional como local permiten extraer algunas conclusiones. En primer lugar, la medida de accesibilidad gravitacional de Hansen cuenta con gran aceptación, y las aplicaciones varían o cuentan con sofisticaciones que permiten dar cuenta del acceso efectivo y analizar la accesibilidad para subgrupos de población. De igual manera, la aplicación de metodologías como el ACP permite integrar y redimensionar los análisis.

Datos y metodología

El índice fue construido para un total de 20.415 manzanas de la ciudad de Bogotá este número resulto de una depuración de la base original de 20.529 manzanas, presentada por la Subdirección de Barrios de la Secretaría Distrital de Hábitat, como posibles beneficiarios del programa *Territorios con Oportunidades*. Esta depuración se realizó teniendo en cuenta la disponibilidad y calidad de la información. Las fuentes de información utilizadas son las siguientes:

- Equipamientos de salud (Secretaría Distrital de Salud).
- Equipamientos de educación (Secretaría Distrital de Educación).
- Parques (Instituto Distrital para la Recreación y el Deporte).
- Sistema Integrado de Transporte SITP y Transmilenio (Secretaría Distrital de Movilidad).
- Bibliotecas (Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte).
- Delitos por tipo y localidad (Policía Nacional).
- Porcentaje de malla vial destinada a ciclovías (Instituto de Desarrollo Urbano).
- Porcentaje de malla vial en buen estado (Instituto de Desarrollo Urbano IDU).
- Predios informales (Catastro).
- Predios en estado de riesgo no mitigable (Instituto Distrital para la Gestión del Riesgo).

Para la dimensión de accesibilidad a equipamientos sociales se siguieron las indicaciones sobre el radio de medición citados anteriormente y posteriormente, se calcularon las distancias manhattan⁴ siguiendo las recomendaciones propuestas por (Secretaría Distrital de planeación et al., 2015). De

⁴ La distancia d_1 , entre dos vectores p y q en un espacio vectorial real n -dimensional con un sistema de Coordenadas cartesianas fijo es la suma de las longitudes de las proyecciones del segmento de línea entre los puntos sobre el sistema de ejes coordenados. Más formalmente, $d_1(p,q) = ||p - q||_1 = \sum_{i=1}^n ||p_i - q_i||$ donde $p = (p_1, p_2, \dots, p_n)$ y $q = (q_1, q_2, \dots, q_n)$

esta manera se definieron radios de acción en los que se identificaron todos los equipamientos a la redonda del proyecto. Las distancias para el caso de parques se diferenciaron para tener en cuenta parques de escala pequeña (de bolsillo, vecinales) y parques de escala grande (regionales y metropolitanos). Las distancias mínimas definidas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Distancias para cumplir con criterios mínimos de accesibilidad según equipamiento

Tipo de equipamiento	Distancia
Educación	Colegios públicos al menos a 1000m
Parques de baja escala	Parques vecinales o de bolsillo al menos a 500m
Parques de gran escala	Parques vecinales o de bolsillo al menos a 500m
Centros de salud	Centros de salud al menos a 5000m
SITP	Paraderos de SITP por lo menos a 500m
Transmilenio	Estaciones de Transmilenio por lo menos a 3000m
Bibliotecas	Bibliotecas por lo menos a 3000m

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al componente de atracción de cada tipo de equipamiento se definieron variables que dieran cuenta del potencial de servicio o capacidad de atención. En la Tabla 2 se relacionan las medidas de atracción utilizadas, en particular dichas medidas buscan dar una idea de que tan accesible efectivamente puede ser un equipamiento, así por ejemplo un proyecto puede tener un colegio cercano, pero si el mismo no cuenta con cupos para atender a la nueva población de alumnos no resultaría accesible.

Tabla 2. Tipo de equipamiento y medida de oportunidad o atracción empleada.

Tipo de equipamiento	Medida de atracción
Educación	Cupos disponibles
Parques	Área en m2
Centros de salud	Índice de atención
SITP – Transmilenio	Número de rutas
Bibliotecas	N/A
Cultura	Índice cultura

Fuente: Elaboración propia.

N/A: No se aplicó medida, se asumen igual de atractivos todos equipamientos.

Las medidas de atracción en los equipamientos de salud y cultura dada la ausencia de información sobre este tema en la ciudad fueron estimadas a través de los siguientes índices sintéticos:

- Para los equipamientos de salud se consultó información sobre la presencia o no de distintos servicios médicos (medicina general, pediatría, rayos X, prevención, toma de muestras etc.).

Esta información sirvió como insumo para la construcción de un índice sintético con base en la metodología ACM⁵.

- Para los equipamientos culturales se usó una medida de atracción para cada grupo de equipamiento cultural⁶ como se muestra en la tabla 3, donde el valor de este atractor por subcategoría de equipamiento dependió en gran medida del grado de asistencia del público a éste y la capacidad de atención de cada equipamiento.

Tabla 3. Pesos por tipo d equipamiento cultural.

Peso	Equipamiento Cultural
0,250	Corporación Centro Local de Desarrollo Integral de Jerusalén Celodije
0,250	Fundación Cultural Chiminigagua
0,250	Fundación Semilito
0,250	Fundación Batuta Centro Orquestal La Gaitana
0,250	Fundación Arcco Colombiano
0,250	Fundación Cultural Tea Tropical
0,250	Fundación Cultural El Contrabajo Sede Isla del Sol
0,250	Corporación Trastaller
0,250	Corporación Promotora Cívico Cultural Zuro
0,250	Asociación Cultural Teatrama
0,750	Academia de Arte y Teatrino Don Eloy
0,750	Casa Juvenil Don Bosco
0,750	CIAT Centro Integral de Artes Teatridanza
0,750	Cine Club La Chimenea
0,750	Silfos Teatro en el Viento de Palabra
0,750	Centro Cultural Asociación de Vecinos Granja de San Pablo
0,750	Centro de Expresión Cultural Fe y Alegría
0,750	Corporación grupo de Enlace Social Corpoges
0,750	Sala Cultural Kábala Teatro
1,000	Casa de la Cultura Asojuvenil
1,000	Cinemark Imperial
1,000	Museo de Artes y Tradiciones Populares
1,000	Museo de Ciencias de la Salud
1,000	Museo de Medicina Legal y Ciencias Forenses
1,000	Museos Francisco de Paula Santander
1,000	Procinal Titan Plaza
1,000	Procinal Tunal

⁵ Este índice fue construido a partir de un análisis de correspondencias, con base en una serie de variables que dan cuenta de la presencia o no de una lista de servicios médicos en cada uno de las instituciones de salud a las que se les midió distancia a las manzanas.

⁶ Este índice se construyó como un promedio ponderado por manzana de acceso a los distintos equipamientos culturales a los que se le midió la distancia revisar anexos.

Peso	Equipamiento Cultural
1,000	Teatro Mayor Julio Mario Santo Domingo
1,000	Teatro Media Torta Barrio Girardot
1,000	Teatro Taller de Colombia
1,000	Museo Gemológico
1,000	Casa Cultural Imago San Joaquín del Vaticano
1,000	Museo de Arte Contemporáneo
1,000	Archivo de Bogotá

Fuente: Elaboración propia.

Los cálculos de la accesibilidad a todos los equipamientos ya sean sociales o de movilidad siguieron la metodología propuesta por Hansen (1959), incluyendo siempre que fue posible una medida de atracción u oportunidad relacionada con el equipamiento. Además, para ajustar los índices al rango de 0 a 100 (donde cero representa mala accesibilidad y 100 el mejor resultado) se utilizó una distribución exponencial. De manera formal el índice para cualquier equipamiento se encuentra definido de la siguiente manera:

$$I(ACC_i) = 100 \int_0^{ACC_i} \frac{1}{\lambda} e^{-\left(\frac{x}{\lambda}\right)} dx \quad (Ec. 2)$$

Donde,

$$ACC_i = n * \sum_{j=1}^n x_{ij}$$

Donde $x_{ij} = \frac{O_j}{d_{ij}}$, O_j es la medida de atracción o de oportunidad del equipamiento j , d_{ij} es la distancia Manhattan de la manzana i al equipamiento j , n es el número de equipamientos j , λ es el parámetro de intensidad de la función exponencial, en este caso la media de la puntuación de accesibilidad estimada para todos los proyectos.

Para la definición de ponderaciones o pesos que cada tipo de equipamiento debía tener sobre índice de accesibilidad, se utilizó el ACP, que es un procedimiento estadístico que permite construir unas nuevas variables denominadas componentes, que resumen la información contenida en las variables que fueron observadas, reduciendo de este modo la información a un índice. Como el ACP arroja varios componentes y solo se requería obtener los pesos de cada equipamiento, se utilizó el primer componente para la definición de la ecuación, ya que es el que explica la mayor proporción de la varianza total. De esta manera el índice integrado está dado por una combinación lineal en la cual los coeficientes (v_p) asociados al primer componente de dichas combinaciones, indican el peso que cada equipamiento tiene en el índice integrado.

Con el fin de que el índice integrado también esté entre 0 y 100, los pesos asociados a cada equipamiento se construyeron con base en el vector propio (coeficiente) asociado al primer componente, así $w_p = v_p / \sum_p v_p$. La ecuación 3 describe la ecuación del índice integrado de accesibilidad una vez obtenidos los pesos.

$$IIA_i = w_E * IACCE_i + w_{Pq} * IACCP_i + w_S * IACCS_i + w_B * IACCB_i \quad (EC.3)$$

Donde IIA_i Es el Índice Integrado de Accesibilidad a equipamientos para los proyectos y w_p representa los pesos asignados a cada índice por equipamiento calculado.

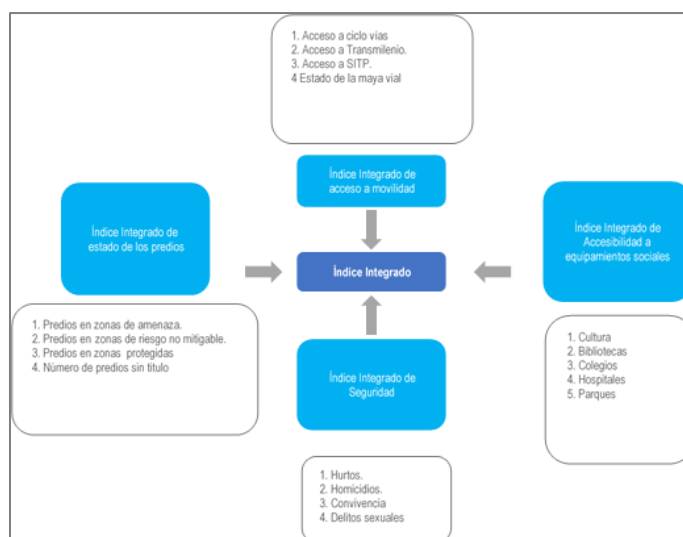
Para la dimensión de seguridad también se trabajó un ACP con base en la información de delitos proporcionada por SIEDCO Sistema de Información Estadística Delincuencial, Contravencional y Operativa de la Policía Nacional de este análisis se tomaron los dos primeros componentes, el primero de ellos relacionado con los hechos que atentan contra la convivencia, hurtos y delitos de tipo sexual y el segundo componente relacionado con los homicidios en la manzana.

En cuanto al tema de movilidad se tomó la información referente al acceso a medios de transporte como las ciclovías, Transmilenio, el estado de la malla vial de la zona y el Sistema Integrado de Transporte SITP y se le aplicó un ACP.

Para la dimensión de estado de los predios se tomaron los indicadores porcentaje de viviendas en situación de riesgo no mitigable y porcentaje de viviendas sin título por manzana y se colapsaron en un promedio simple.

La construcción del índice integrado puede ser esquematizada de la siguiente manera

Esquema de construcción índice Agregado de Priorización Fuente: Elaboración propia.



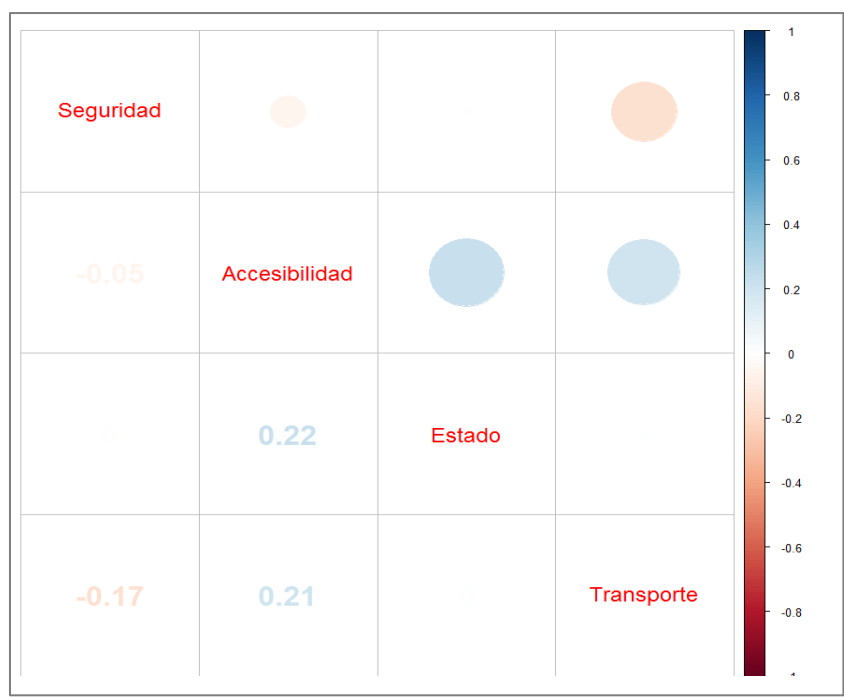
Resultados

A continuación se presentan los resultados del Índice Integrado de priorización por manzanas (IIPM) junto con los análisis para las dimensiones de Accesibilidad a equipamientos sociales, estado de los predios, Seguridad y Transporte los cuales incluyen un análisis de brechas entre las manzanas y los requerimientos mínimos de urbanismo de la ciudad; si bien la dimensión de seguridad fue retirada del indicador agregado esta dimensión también cuenta con un apartado de resultados.

Índice agregado de priorización

Para el cálculo del IIPM se decidió eliminar del análisis la dimensión de seguridad, la cual resultó tener un comportamiento inverso a las demás dimensiones como lo muestra el grafico 1. Este comportamiento podría ser explicado por problemas de inseguridad relacionados con las troncales de Transmilenio y el efecto túnel que estas generan sobre las vías por donde pasan. Debido al objetivo de la construcción del índice el cual es: tratar de medir los niveles de vulnerabilidad de algunas manzanas de Bogotá, enfatizando en los niveles de habitabilidad y la articulación de la vivienda con el entorno, para el aprovechamiento de las oportunidades que brindan todos los equipamientos sociales de la ciudad, la exclusión de esta dimensión no es algo grave para los autores, por otro lado, la información reportada por el SIEDCO de la Policía Nacional cuenta con un elevado nivel de sesgo debido a la presencia de subestimación de los datos a causa de la no denuncia por parte de las víctimas.

Gráfico 1: Correlaciones entre las tres dimensiones iniciales



Al eliminar la dimensión de seguridad y correr el análisis de componentes principales para colapsar las restantes tres dimensiones: Accesibilidad a equipamientos sociales, Estado de los predios y Transporte estos fueron los resultados:

Tabla 4. Resultados pesos de cada dimensión dentro del índice integrado de priorización.

	Valores Iniciales Coordenada	Pesos índice
Accesibilidad	0,806	41,3%
Estado Predios	0,597	30,6%
Transporte	0,547	28,1%
Total	1,950	

Los resultados muestran que la dimensión de accesibilidad a equipamientos sociales es la que mejor discrimina a las manzanas según sus niveles de vulnerabilidad. Esta tiene un peso del 41,3% dentro del índice, seguida de la dimensión de estado de los predios la cual pesa 30,6% y por último, la dimensión de Transporte la cual pesa 28,1% dentro del total del indicador.

Antes de hacer un mapeo de los resultados y las respectivas brechas entre manzanas se presenta un agrupamiento de las manzanas con base en el índice agregado a través de la metodología de k-medias, la cual puede darnos una primera visualización de los resultados.

Tabla 5. Resultados agrupamiento de las manzanas con base en el índice agregado de priorización.

Resumen			Resultados Promedio Grupo				Brechas por Grupo			
Grupo	No de Manzanas	% de Manzanas	Accesibilidad	Estado Predios	Transporte	Índice Agregado	Accesibilidad	Estado Predios	Transporte	Índice Agregado
1	4712	23%	78,04	65,44	74,13	73,08	-18,91	-2,84	-14,19	-12,66
2	6315	31%	67,02	64,25	60,04	64,22	-7,90	-1,65	-0,11	-3,80
3	5915	29%	49,99	62,00	55,82	55,31	9,13	0,60	4,11	5,11
4	3473	17%	34,67	56,75	47,49	45,03	24,46	5,84	12,44	15,38
Total	20415	100%	59,13	62,60	59,94	60,42				

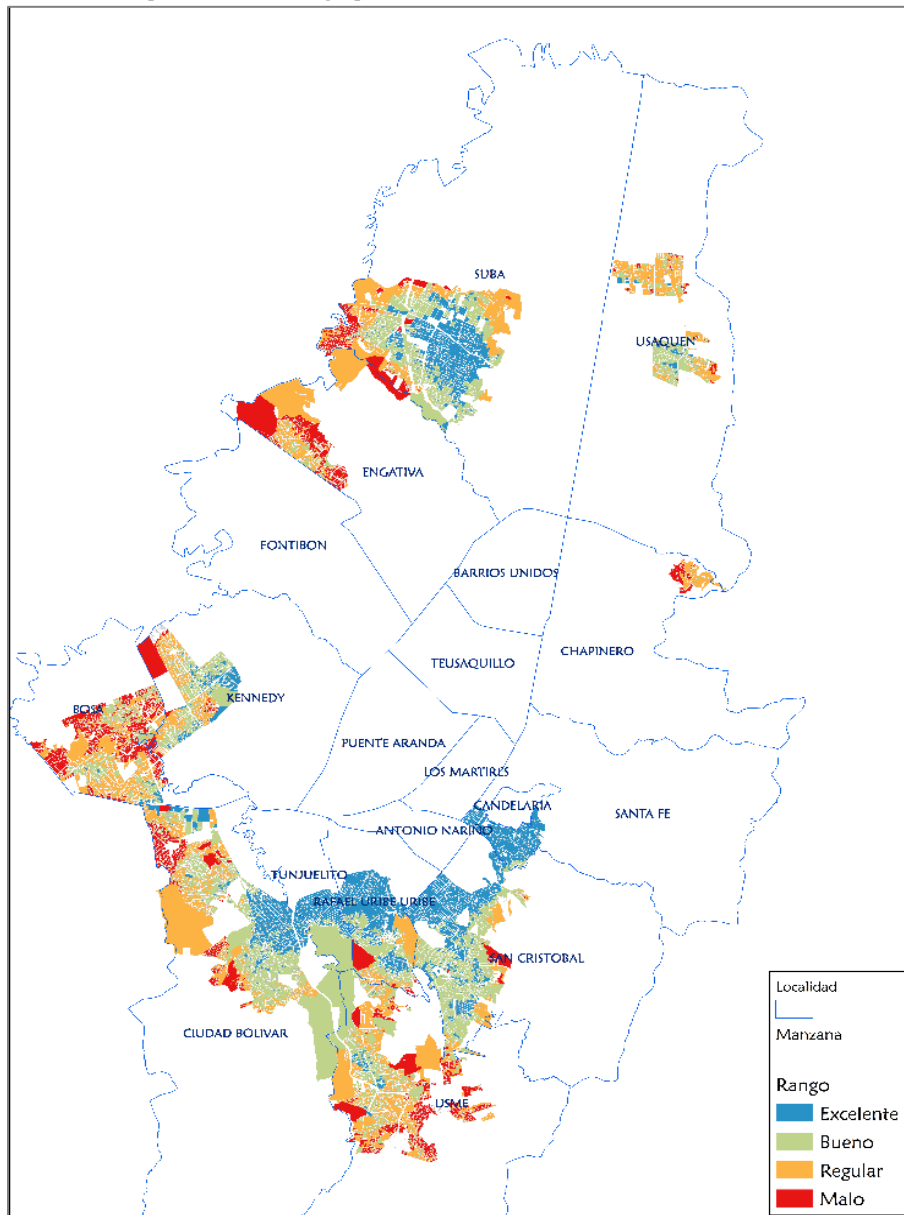
La tabla 5 muestra las características de los cuatro grupos generados por la metodología de k-medias: el grupo de peores resultados es el grupo cuatro el cual contiene el 17% del total de manzanas analizadas, éstas tuvieron los más bajos resultados en todas las dimensiones: Accesibilidad (34,6 puntos), Estado de Predios (56,75 puntos) y Transporte (47,49 puntos). La brecha más amplia entre este grupo de manzanas y el resultado promedio se presenta en los temas de accesibilidad donde la brecha alcanza los 24,4 puntos.

En cuanto a seguridad este grupo obtiene un puntaje promedio de 61,01 puntos, el segundo grupo con mejor puntaje, lo cual ratifica el comportamiento opuesto de la dimensión de seguridad. El grupo 3 contiene las manzanas con los segundos peores resultados, este, grupo al igual que el primero, tiene una amplia brecha que cerrar en temas de accesibilidad a equipamientos sociales (9.13 puntos). Destaca de este grupo la baja brecha que posee en temas de estado de los predios frente al resultado tipo 0.60.

El grupo más numeroso es el grupo 2 el cual contiene el 31% de las manzanas analizadas (6.315 manzanas) al igual que el grupo 1 tiene resultados por encima de las calificaciones promedio en todas las dimensiones.

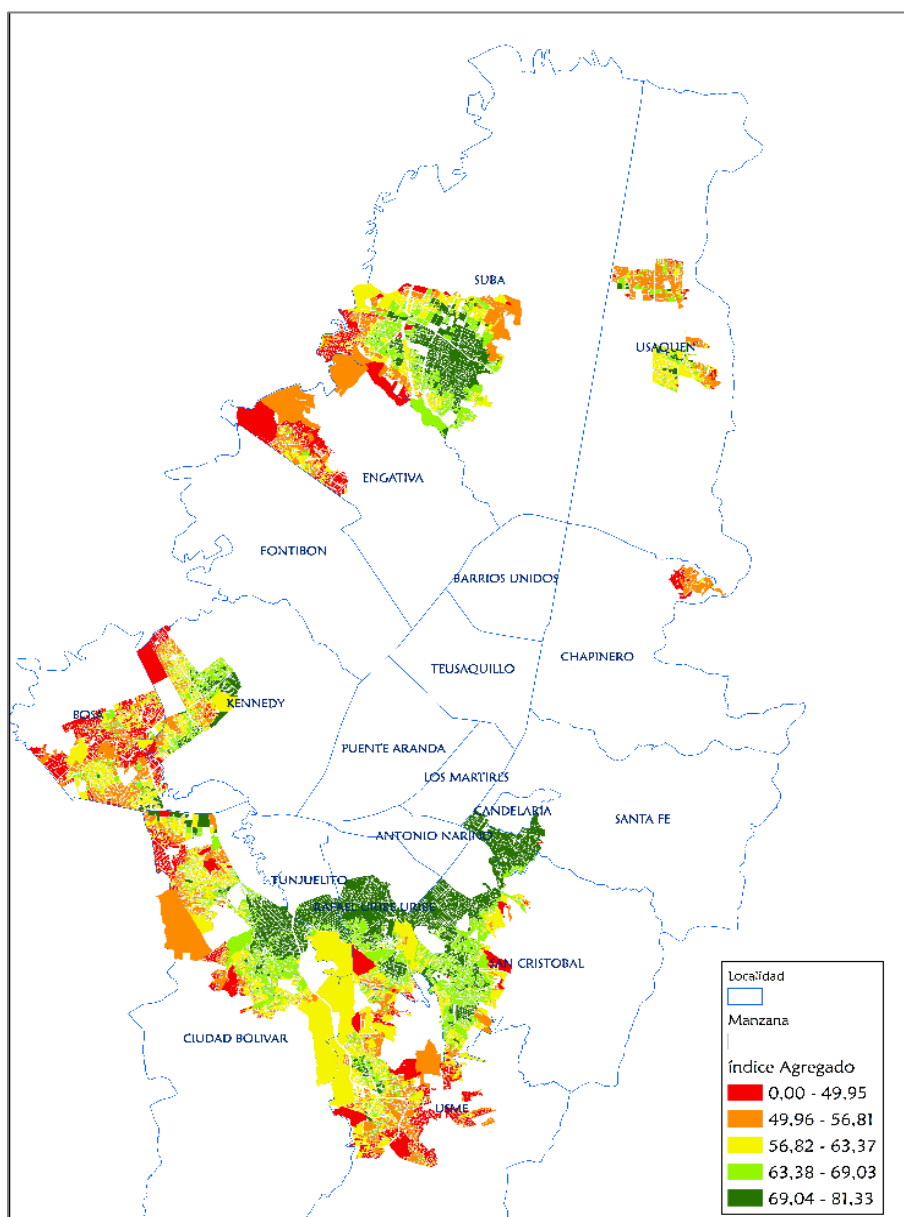
El mapa 1 muestra la distribución de los grupos de manzanas dentro de la ciudad. Las manzanas con los peores resultados están ubicadas en la periferia de la ciudad, principalmente en las localidades de Bosa y Usme.

Mapa 1. Resultados agrupamiento de las manzanas con base en el IIPM.



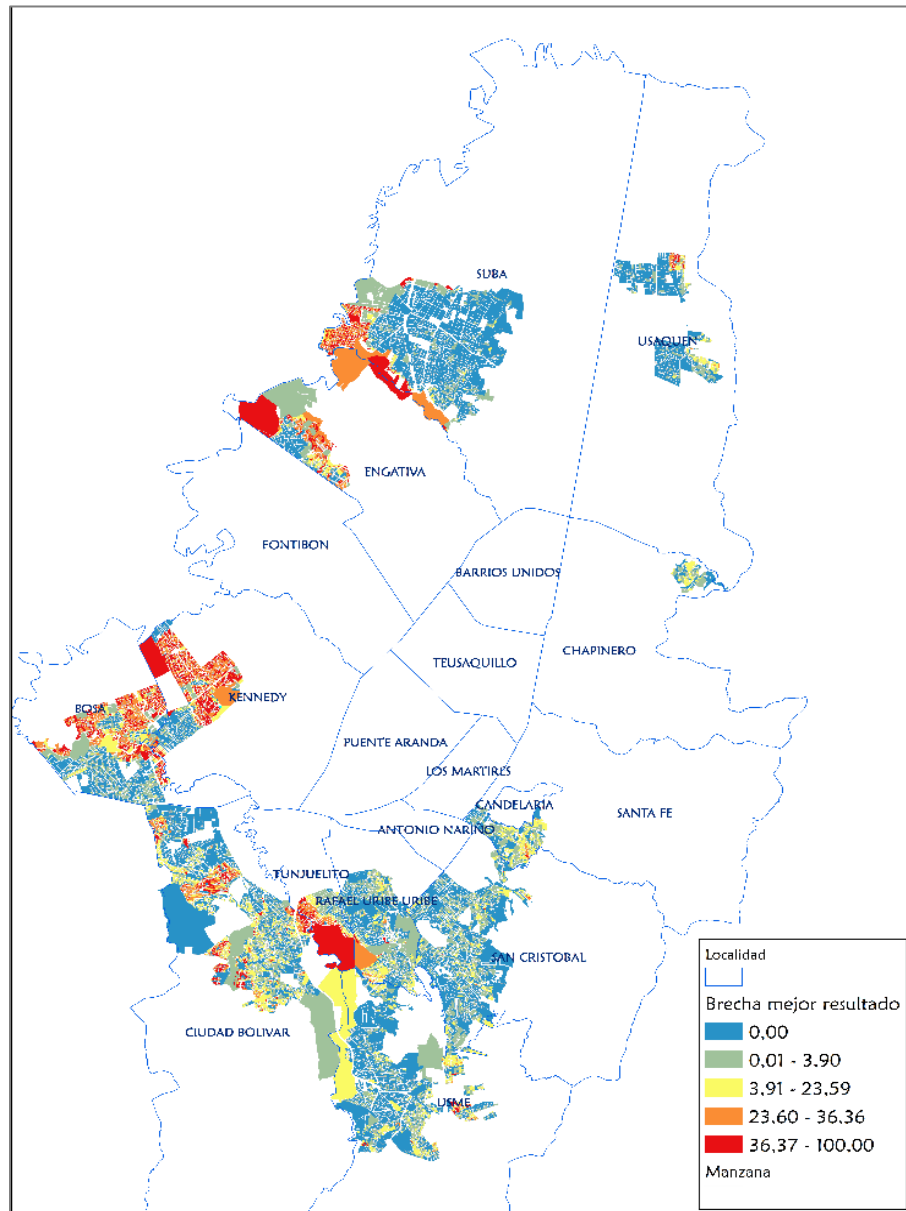
Por su parte, el mapa 2 muestra los resultados de ordenar las manzanas según sus resultados en el IIPM, a través de una distribución de quintiles. Se observa un comportamiento casi similar al registrado por el agrupamiento hecho por la metodología de k-medias, razón por la cual los análisis por dimensión solo contienen los análisis por quintiles.

Mapa 2. Resultados agrupamiento por quintiles de las manzanas con base en el IIPM.



El mapa 3 muestra los resultados de medir el nivel de mejora que deben tener las manzanas para alcanzar un nivel de urbanismo estándar dentro de la ciudad de Bogotá. Las manzanas coloreadas de azul son aquellas que ya han superado o alcanzado el estándar de urbanismo requerido. Las manzanas de color rojo presentan condiciones de urbanismos muy alejadas del estándar mínimo requerido.

Mapa 3. Resultados brechas manzanas con base en el IIPM.



Accesibilidad

A continuación se presentan los resultados de la construcción del índice de accesibilidad a equipamientos sociales. Estos muestran que en la ciudad de Bogotá los altos niveles de accesibilidad a hospitales están relacionados con altos niveles de accesibilidad a equipamientos como colegios y bibliotecas, estas relaciones podrían justificar la construcción de un índice agregado de accesibilidad.

Gráfico: Correlaciones entre los niveles de accesibilidad a los distintos tipos de equipamientos sociales



Al transformar el primer componente del ACP, el cual acumula el 33% de la variabilidad total de los datos, en un promedio ponderado, se tiene los siguientes resultados para el índice agregado de accesibilidad

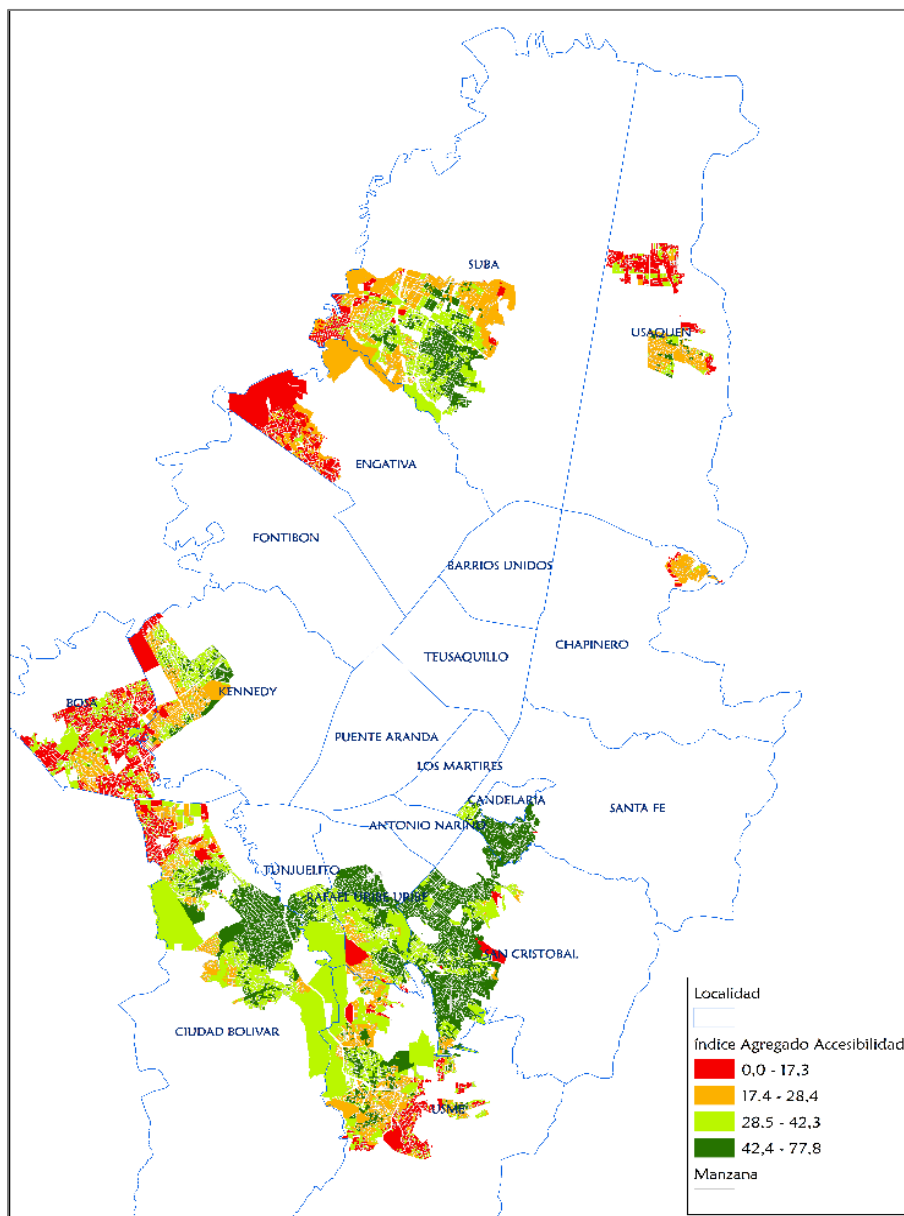
Tabla 4. Resultados pesos de cada equipamiento dentro del índice agregado de accesibilidad.

Equipamiento	Valores Iniciales	Pesos índice
Colegios	0,42	26%
Bibliotecas	0,41	25%
Hospitales	0,34	21%
Cultura	0,34	20%
Parques	0,14	9%
Total	165	

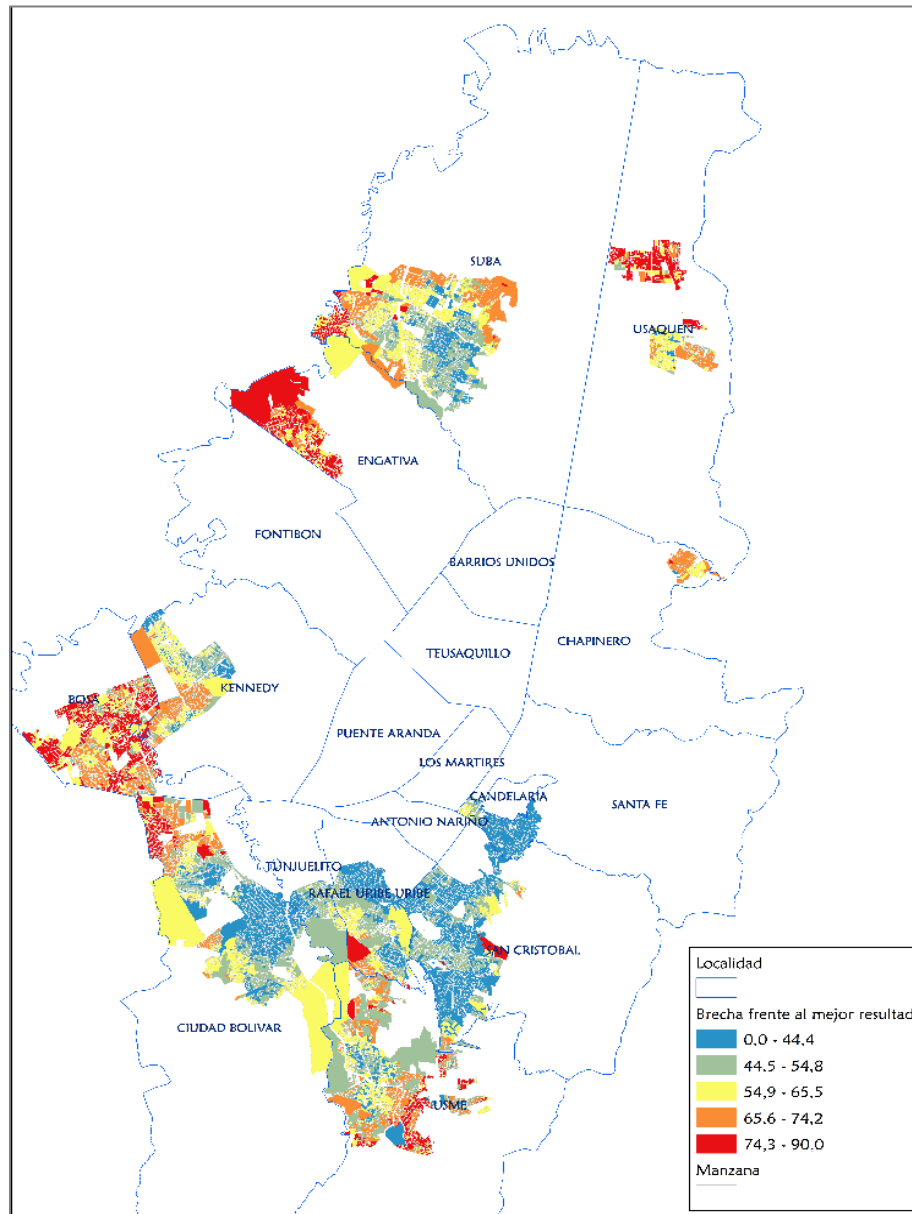
Este ejercicio también contiene un mapeo de las manzanas en cuanto a sus niveles actuales de accesibilidad y las brechas de cada manzana frente a los estándares medios de urbanismo en la ciudad. Estos resultados muestran que las peores condiciones de accesibilidad a equipamientos de tipo social se encuentran en la localidad de Bosa, la zona periférica de la localidad de Engativa cercana al humedal la Florida y la zona rural el Chanco, la subzona de Usaquén compuesta por los barrios de Verbenal, Tibabita, Canaima, Verbenal San Antonio y Codito y la zona periférica de la localidad de Usme. Es de destacar la distribución casi uniforme de la baja accesibilidad en la localidad de Bosa.

El mapa cinco muestra un fuerte proceso de consolidación en cuanto a acceso a equipamientos sociales en la zona central de Suba manteniendo ciertos problemas en la periferia; la zona central de Ciudad Bolívar, Rafael Uribe Uribe, San Cristóbal y La Candelaria.

Mapa 4. Resultados agrupamiento por quintiles de las manzanas con base en el índice agregado de accesibilidad



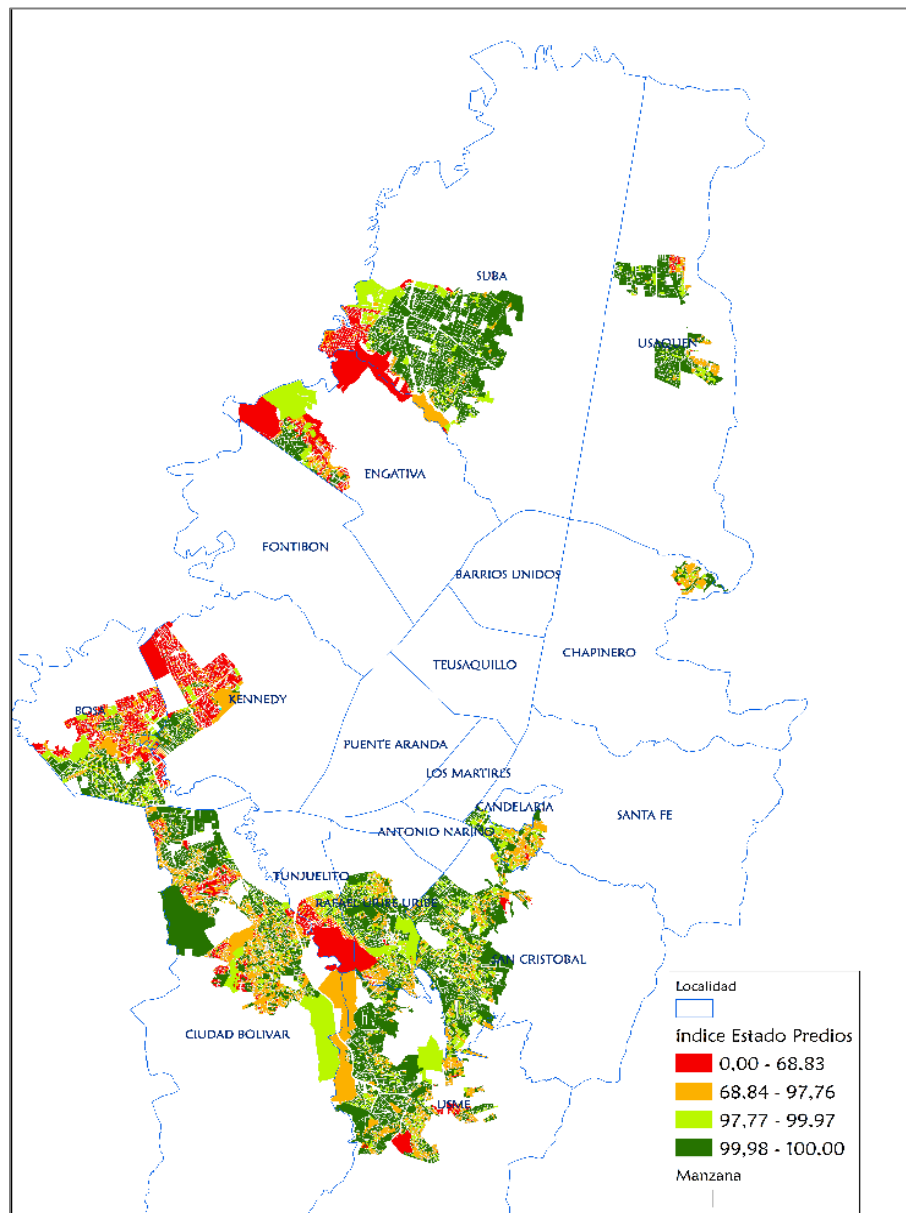
Mapa 5. Resultados brechas manzanas con base en el índice agregado de accesibilidad.



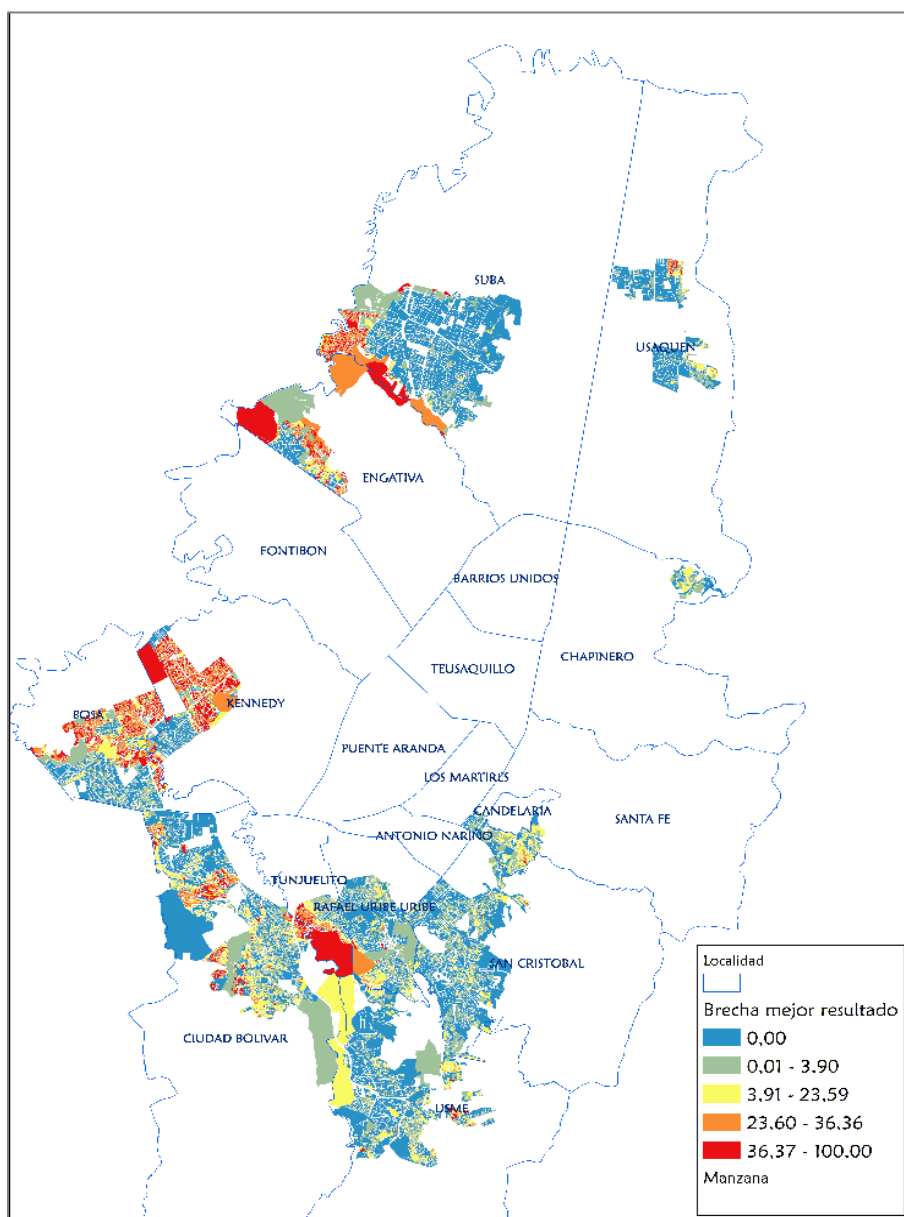
Estado de los predios

Para el estado de los predios se tomó el promedio simple del porcentaje de predios sin formalizar y el porcentaje de predios en riesgo dentro de la manzana, el cual fue estandarizado a través de la transformación dada en la ecuación 2. Estos resultados muestran que los mayores problemas en cuanto a los estados de los predios se encuentran en toda la localidad de Bosa y las zonas periféricas de Engativá y Suba. El mapa 7 muestra un fuerte proceso de consolidación en casi toda la ciudad en este tema.

Mapa 6. Resultados agrupamiento por quintiles de las manzanas con base en el índice de estado de los predios



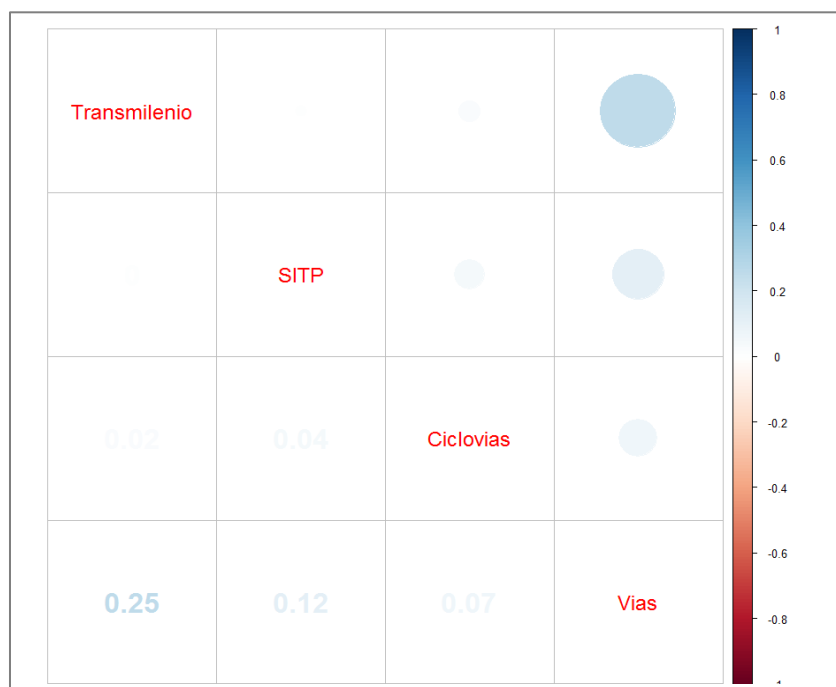
Mapa 7. Resultados brechas manzanas con base en el índice estado de los predios.



Transporte

Como era de esperarse los resultados para la dimensión de transporte muestran que existe una fuerte relación entre el estado de las vías con el acceso a Transmilenio.

Gráfico: Correlaciones entre los distintos tipos de delitos reportados



Al transformar el primer componente del ejercicio en un promedio ponderado para medir el estado de las vías se tienen los siguientes resultados

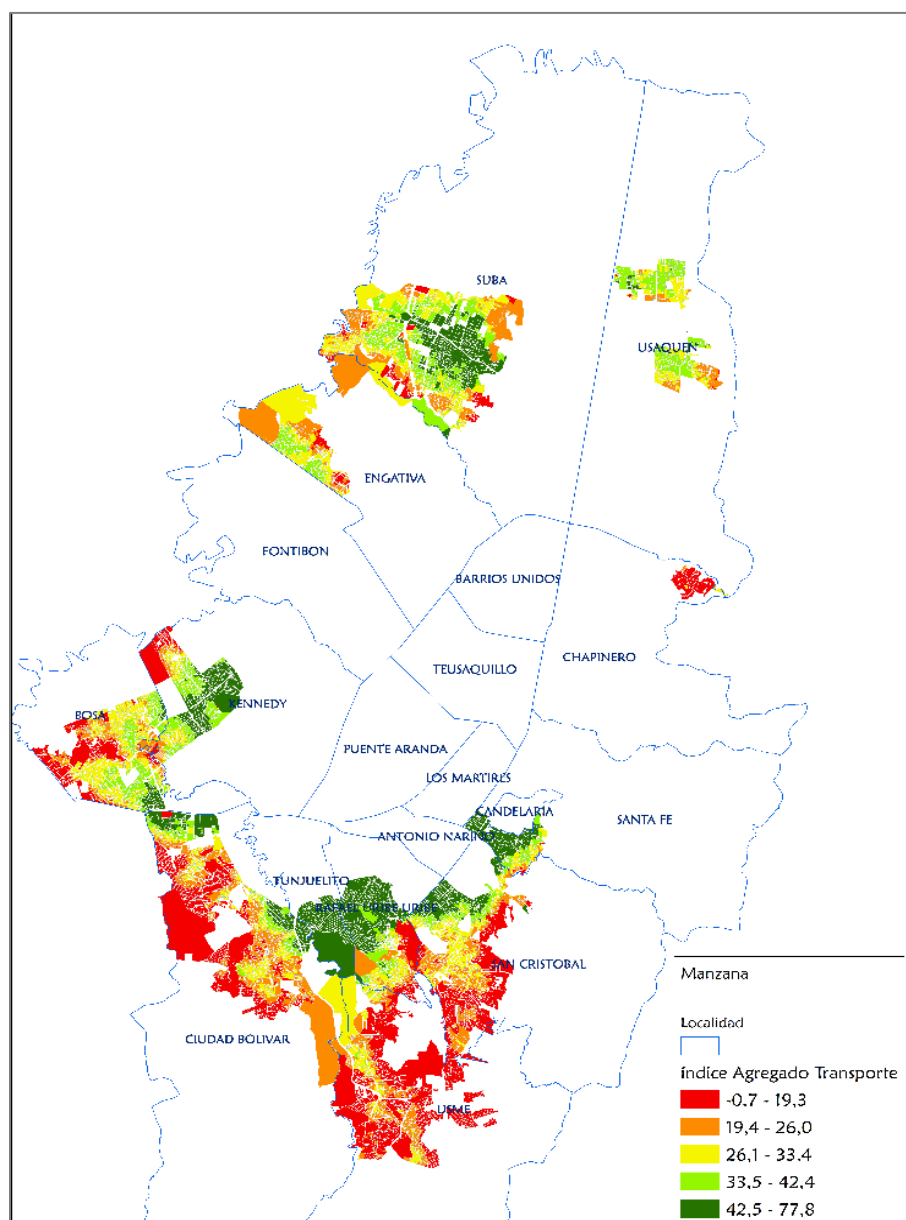
Item	Valores Iniciales	Pesos índice
Estado Vías	0,79	37,3%
Transmilenio	0,69	32,8%
SITP	0,36	16,9%
Ciclovías	0,28	13,1%
Total	2,11	

Mapa 8. Resultados agrupamiento por quintiles de las manzanas con base en el índice de Transporte.

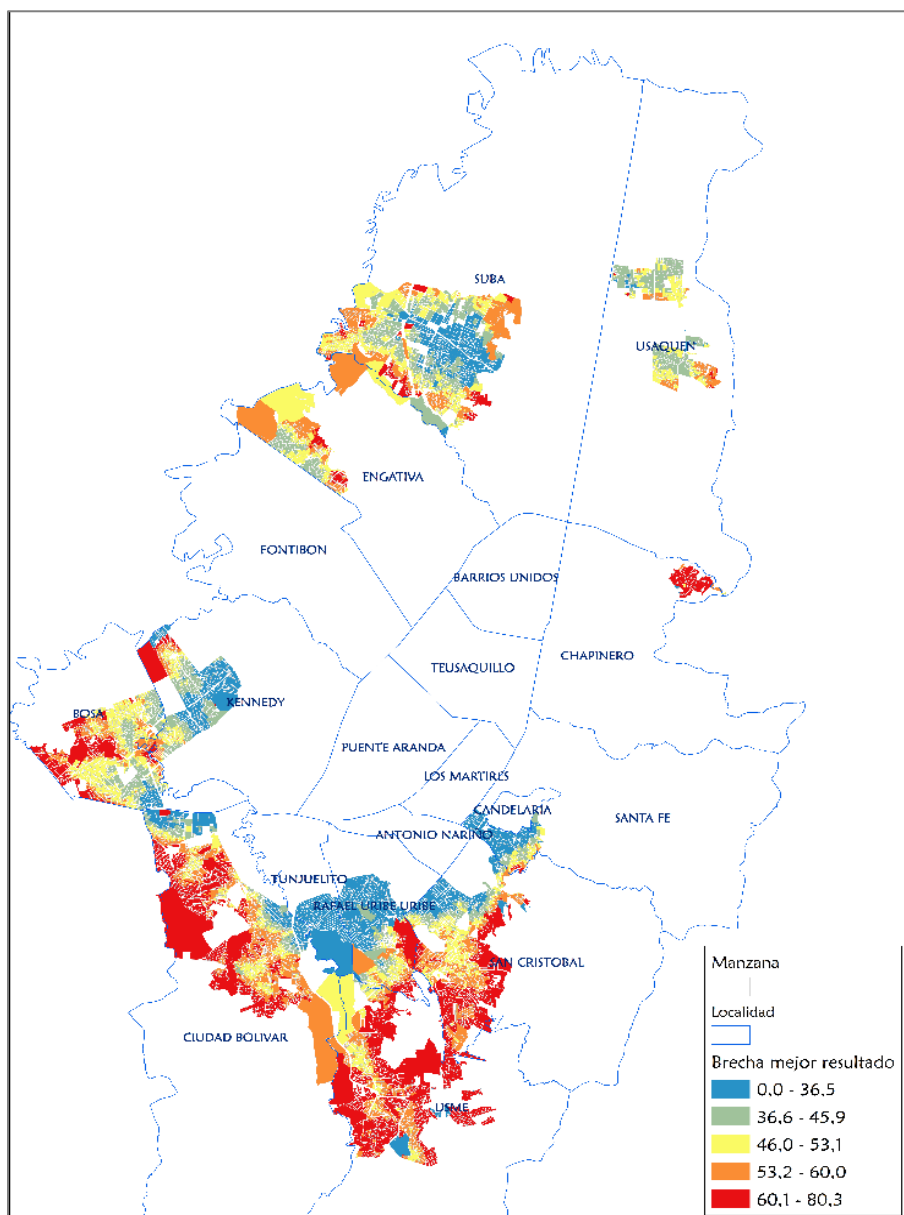
El mapeo hecho con base al índice de movilidad el cual incluye el nivel de acceso a Transmilenio, Sistema Integrado de Transporte y a ciclovías, muestra que esta es la medición que mayor segregación genera hacia la periferia, presentando unas zonas centrales altamente consolidadas⁷ y una amplia zona periférica con zonas muy por debajo de los resultados promedio en el tema. Es de destacar los bajos

⁷ A excepción de una pequeña parte de la zona Usme explicada por el gran acceso de paraderos del SITP en la zona.

niveles de acceso a temas de movilidad del barrio de origen informal San Luis en la localidad de Chapinero.



Mapa 9. Resultados brechas manzanas con base en el índice Transporte.



Seguridad

Para la dimensión de seguridad como ya se mencionó se llevó a cabo un análisis de componentes principales con el conteo de delitos por manzana proporcionado por la Policía Nacional⁸, los

⁸ Para la manzana 008535007 se registraba un total de 8.475 delitos a la convivencia dato que a consideración de los autores estaba fuera de contexto por lo cual fue remplazado por el promedio de delitos de convivencia registrados en la base 1 en este caso.

resultados para este ejercicio muestran que los hurtos, los delitos a la convivencia y los delitos de tipo sexual tienen una fuerte correlación.

Gráfico: Correlaciones entre los distintos tipos de delitos reportados



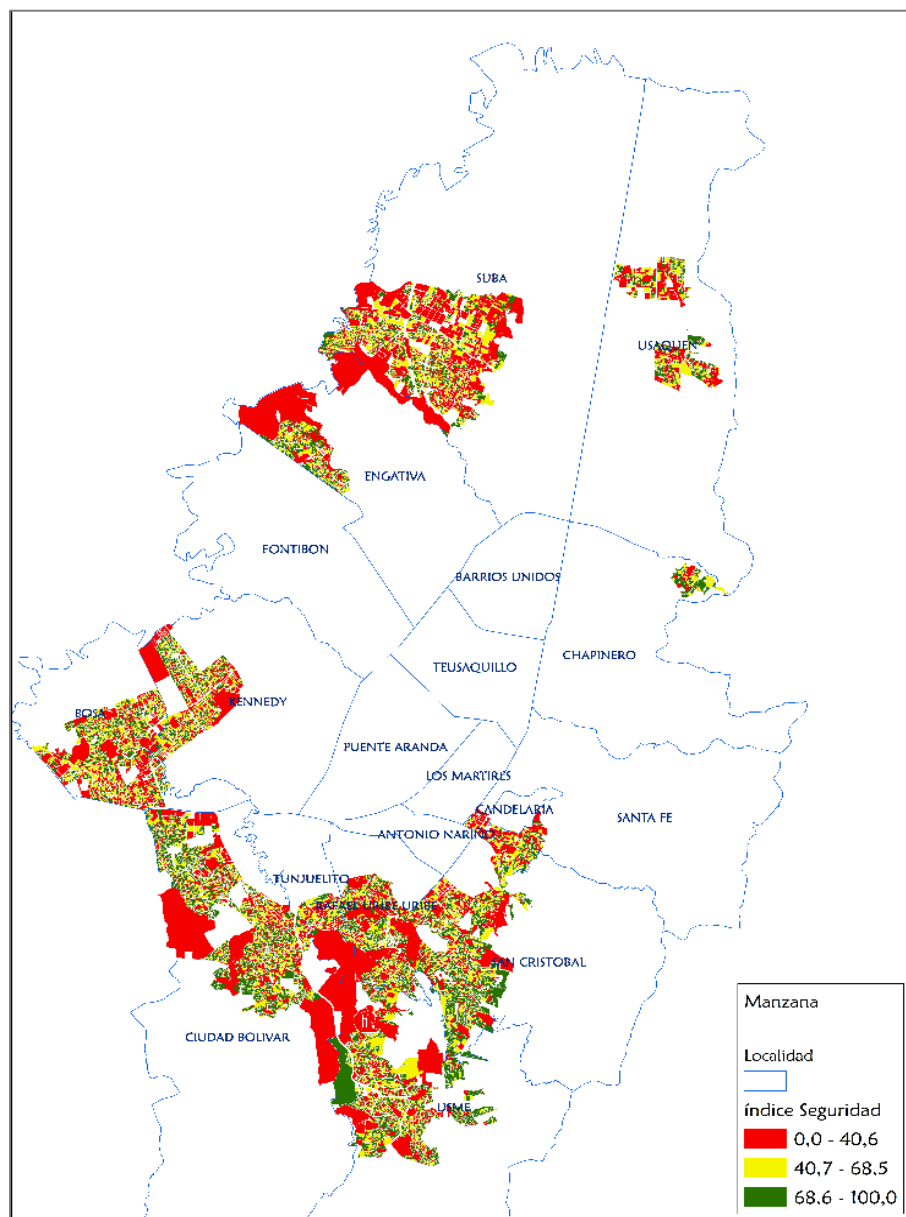
Para este caso se decidió tomar los dos primeros componentes debido a la baja representatividad presentada por los homicidios en el primer componente y su alta representatividad en el segundo. Para mantener las escalas, los dos primeros componentes fueron estandarizados de tal manera que a mayor vulnerabilidad más baja la calificación. Por ultimo estos dos indicadores fueron colapsados en uno solo a través de un promedio simple.

Tabla 5. Resultados ACP Seguridad coordinada y cosenos cuadrados de cada tipo de delito.

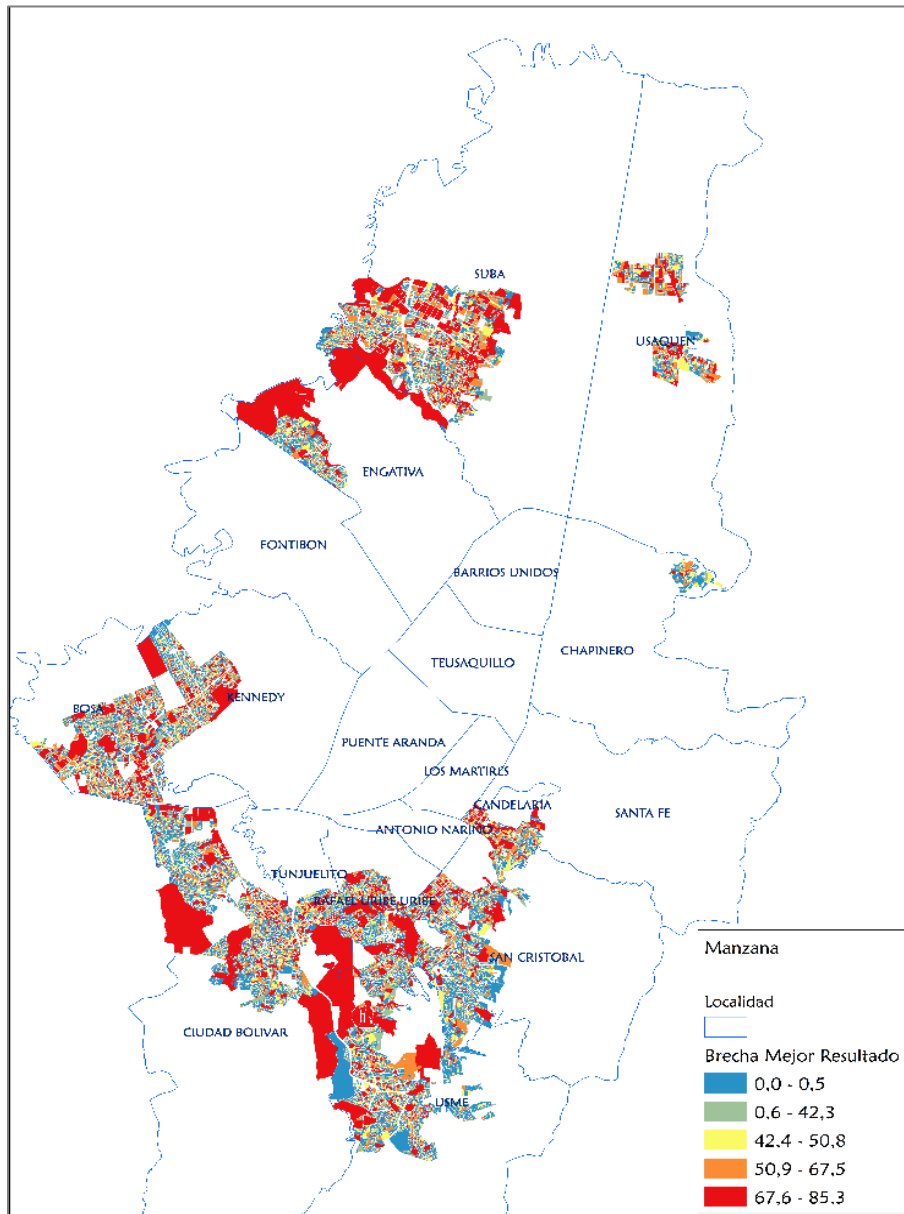
Coordenadas			Cosenos cuadrados		
Tipo de delito	Comp 1	Comp 2	Tipo de delito	Comp 1	Comp 2
Delitos Sexuales	0,67	-0,39	Delitos Sexuales	0,45	0,15
Homicidios	0,19	0,87	Homicidios	0,04	0,75
Hurtos	0,82	-0,16	Hurtos	0,68	0,02
Convivencia	0,65	0,35	Convivencia	0,42	0,12

Para la dimensión de seguridad el mapeo muestra una concentración de los actos delictivos en las zonas centrales analizadas, es decir, dentro de las manzanas analizadas aquellas cuyos procesos de consolidación en temas de accesibilidad, transporte y estado de predios ya han iniciado o están bien avanzados es donde más incidencia de la inseguridad se presenta. El mapa 11 muestra que en su gran mayoría las zonas periféricas son las que registran las brechas más pequeñas entre sus resultados en seguridad y el mejor resultado encontrado.

Mapa 10. Resultados agrupamiento por quintiles de las manzanas con base en el índice de Seguridad.



Mapa 11. Resultados brechas manzanas con base en el índice Seguridad.



Conclusiones y recomendaciones

Los resultados de este trabajo dan indicios que el proceso de segmentación espacial por temas de ingreso en la ciudad se reproduce y acentúa dentro de los segmentos de población vulnerable. Los resultados muestran que las condiciones de accesibilidad van empeorando a medida que la manzana se aleja del centro de la ciudad, y aún más si se aleja del centro de actividad de la localidad. Lo anterior permite concluir que los hogares más vulnerables (entre los vulnerables), que son quienes viven en estas zonas periféricas, no solo tienen problemas de generación de ingreso sino de acceso a servicios sociales, éste último es de hecho es casi nulo. Lo anterior hace necesario un proceso de

integración de estas poblaciones segregadas y la instauración de medidas que frenen estos procesos en la ciudad, los cuales a largo plazo hacen más costosa la provisión de servicios sociales al total de la población en un futuro.

Anexos

Anexo 1. Resultados Análisis de Correspondencias atracción equipamientos hospitalares.

Categoría	Pesos
AtenciónInicialUrgencias,No	-0,63864314
General,No	-0,37732416
Vacunación,No	-0,34741322
Odontología,No	-0,32111806
SalaRespiratoriasAgudas,No	-0,31300248
Promoción,No	-0,31061982
Urgencias,No	-0,30735975
Prevención,No	-0,30441414
Muestras,No	-0,28624934
ServicioFarmaceutico,No	-0,28420746
Obstetrica,No	-0,28399302
Hospitalizaciónpediatria,No	-0,26445177
Enfermeria,No	-0,25864901
Pediatria,No	-0,25624157
TomaCitologias,No	-0,2559233
LaboratorioClinico,No	-0,25547188
Controlprenatal,No	-0,25525169
Nutrición,No	-0,25032424
Hospitalizaciónbajacomplejidad,No	-0,24557263
Fonoaudiologia,No	-0,24551582
UrgenciasOdontologicas,No	-0,24225822
Saladepartos,No	-0,24048465
Hospitalización,No	-0,22777404
PlanificaciónFamiliar,No	-0,22222769
DeteccióntempranaCuellouterino,No	-0,2064449
AtenciónInicialUrgencias,Si	0,04022949
TomaCitologias,Si	0,08279872
Vacunación,Si	0,10355586
Odontología,Si	0,14006213
General,Si	0,14245912
PlanificaciónFamiliar,Si	0,18318769
Promoción,Si	0,29711461
Enfermeria,Si	0,34337886
Nutrición,Si	0,399556
DeteccióntempranaCuellouterino,Si	0,58984257
Prevención,Si	0,65130466
Controlprenatal,Si	0,82159139
LaboratorioClinico,Si	1,02188753
Fonoaudiologia,Si	1,02927784
Muestras,Si	1,09388141
ServicioFarmaceutico,Si	1,8473485
Pediatria,Si	1,90579664

Categoría	Pesos
Urgencias,Si	2,28598814
SalaRespiratoriasAgudas,Si	2,5040198
Obstetrica,Si	2,91092849
Hospitalizaciónpediátrica,Si	2,98109269
UrgenciasOdontológicas,Si	3,02822779
Hospitalización,Si	3,18883657
Saladepartos,Si	3,36678511
Hospitalizaciónbaja complejidad,Si	3,43801688

Bibliografía

Artusi, G. F. (2014). *Aplicación de indicadores de sostenibilidad*. Santiago de Chile.

- Apparicio, P., & Seguin, A.-M, (2006), Measuring the Accessibility of Services and Facilities for Residents of Public Housing in Montreal, *Urban Studies*, 43(1), 187–211, <http://doi.org/10.1080/00420980500409334>
- Correa Parra, J, G, (2012), *Metodología para determinar la accesibilidad de campamentos a equipamientos de educación, salud y seguridad en la Región Metropolitana*, (Informe de metodología), Santiago, Chile: Techo, Un techo para Chile,
- Dalvi, M, Q., & Martin, K, M, (1976), The measurement of accessibility: Some preliminary results, *Transportation*, 5(1), 17–42, <http://doi.org/10.1007/BF00165245>
- Enriquez Sierra, H, D, (2015), Construcción de un índice de Seguimiento de la Estructura Socioeconómica de Bogotá, *Análisis de la dinámica urbana, Medición, gestión y financiación del desarrollo urbano*, 13–62,
- Gomide, A., Leite, S., & Rebelo, J, (2004), *Public transport and urban poverty: A synthetic Index of adequate service*, Halden, D, (2002), Using accessibility measures to integrate land use and transport policy in Edinburgh and the Lothians, *Transport Policy*, 9(4), 313–324, [http://doi.org/10.1016/S0967-070X\(02\)00017-3](http://doi.org/10.1016/S0967-070X(02)00017-3)
- Hansen, W, G, (1959), How Accessibility Shapes Land Use, *Journal of the American Institute of Planners*, 25(2), 73–76, <http://doi.org/10.1080/01944365908978307>
- Institute for Transportation & Development Policy, (2014), TOD Standard,
- Morris, J, M., Dumble, P, L., & Wigan, M, R, (1979), Accessibility indicators for transport planning, *Transportation Research Part A: General*, 13(2), 91–109, [http://doi.org/10.1016/0191-2607\(79\)90012-8](http://doi.org/10.1016/0191-2607(79)90012-8)
- Oviedo H, D., & Bocarejo, J, P, (2011), Development of an Accessibility Estimation Method as a Transport Policy a Assessment Tool in Developing Countries: Case Study of Bogotá, *Revista de Ingeniería*, (35), 27–33,
- Secretaría de Cultura, Recreación y Deporte, (2012), *Información estadística del sector cultura, recreación y deporte en Bogotá*, Bogotá D.C,
- Secretaría Distrital de Planeación, (2007), *Segregación socioeconómica en el espacio urbano de Bogotá*, D.C, Bogotá, Colombia: Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., Secretaría Distrital de Planeación,
- Secretaría Distrital de planeación, Silva, J, M., Ramírez, T., López, J, N., Sánchez, M., & Rodríguez, D, (2015), *Subsidios, segregación, accesibilidad en Bogotá, Un análisis con enfoque de género a partir de la Ley de vivienda 1537*, Bogotá D.C,
- Secretaría Distrital de Planeación, & Universidad Nacional de Colombia, (2013), *Segregación socioeconómica en el espacio urbano de Bogotá*, D.C, Bogotá, Colombia,
- Tsou, K,-W., Hung, Y,-T., & Chang, Y,-L, (2005), An accessibility-based integrated measure of relative spatial equity in urban public facilities, *Cities*, 22(6), 424–435, <http://doi.org/10.1016/j.cities.2005.07.004>