

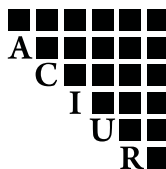


Serie *Investigación*

# SOSTENIBILIDAD URBANA, ESPACIO PÚBLICO Y MOVILIDAD COTIDIANA

---

Leonardo Garavito González  
Catalina García Barón  
*Compiladores*





**Leonardo  
Garavito González**

Doctor en Estudios Urbanos y Ambientales de El Colegio de México. Magíster en Estudios de Población y Profesional en Gobierno y Relaciones Internacionales de la Universidad Externado de Colombia. Investigador Senior reconocido por Minciencias. Docente e investigador de la Universidad Externado de Colombia en las facultades de Ciencias Sociales y Humanas, y de Administración de Empresas Turísticas y Hoteleras. Sus líneas de investigación abarcan: 1) Acción colectiva, movilizaciones y redes sociales en relación con la defensa del territorio, la naturaleza y el agua; y 2) Turismo, desarrollo, gobernanza y políticas públicas.  
leonardo.garavito@uexternado.edu.co



**Catalina  
García Barón**

Antropóloga. Magíster en Ordenamiento Urbano Regional de la Universidad Nacional de Colombia. Especialista en Mercados y Políticas de Suelo en América Latina del Instituto de Estudios Urbanos-Universidad Nacional de Colombia. Con experiencia directiva en el sector público en temas de vivienda y hábitat, gobierno y ordenamiento territorial. Experiencia directiva en el sector no gubernamental en temas ambientales, de educación popular, movimientos sociales urbanos, ciudadanías y desarrollo. Actualmente, docente investigadora de la Facultad de Ciencias Sociales y Humanas de la Universidad Externado de Colombia. Líneas de investigación: Ordenamiento territorial, gobierno y políticas públicas, dinámicas y representaciones sociales de lo urbano, patrimonio y derechos bioculturales. Vinculada al Instituto Distrital de Patrimonio Cultural de Bogotá.  
maria.garcia01@uexternado.edu.co



## SOSTENIBILIDAD URBANA, ESPACIO PÚBLICO Y MOVILIDAD COTIDIANA

Este libro se estructura en tres ejes temáticos en los que se plantean temas y debates fundamentales para las configuraciones urbano-regionales. En primer lugar, la sección sobre sostenibilidad urbana incluye cuatro capítulos los cuales abarcan temas como: la configuración de los territorios de borde urbano rural, los valores ambientales, ecosistémicos y de la ruralidad en los procesos de planificación en sus diferentes escalas, y las cuestiones asociadas con la expansión y el crecimiento urbano formal e informal de las ciudades. En segundo lugar, se estructura una sección sobre espacio público, organizada en cuatro capítulos que presentan diversas perspectivas sobre las experiencias urbanas del espacio público en ciudades como Bogotá, Barranquilla y la Ciudad de México. En general, exploran temas específicos sobre la vida cotidiana, el uso, apropiación, disfrute o la gestión del espacio público por medio de estudios de caso. Por último, en tercer lugar, la sección sobre movilidad cotidiana incluye tres capítulos con miradas disímiles pero relevantes que evidencian el carácter multidimensional y pluridisciplinar de este campo de estudio. En efecto, se abordan temas como la historia de poblamiento y ocupación, la definición de velocidades en carreteras rurales y la accesibilidad e intermodalidad para el transporte público.



**FONDO DE PUBLICACIONES**  
UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA



**UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA**

Carrera 15 No. 74-40. Tels: (571) 325 7500 ext. 2131 - 322 0538. Bogotá, D.C.

Calle 18 No. 14A-18. Tels: (575) 420 3838 - 420 2651. Santa Marta

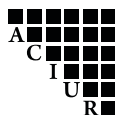
Calle 58 No. 68-91. Tel.: (575) 368 9417. Barranquilla

[www.usergioarboleda.edu.co](http://www.usergioarboleda.edu.co)

# SOSTENIBILIDAD URBANA, ESPACIO PÚBLICO Y MOVILIDAD COTIDIANA

*Compiladores*

LEONARDO GARAVITO GONZÁLEZ  
CATALINA GARCÍA BARÓN



Bogotá. Colombia  
2020



# SOSTENIBILIDAD URBANA, ESPACIO PÚBLICO Y MOVILIDAD COTIDIANA

*Compiladores*

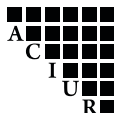
LEONARDO GARAVITO GONZÁLEZ  
CATALINA GARCÍA BARÓN

*Autores*

ALEX SMITH ARAQUE SOLANO  
MARÍA CLARA VAN DER HAMMEN MALO  
DIANA MORALES LIZARAZO  
PHILIPPE CHENUT CORREA  
SARA ELISA GUARÍN MONSALVE  
JAIME HERNÁNDEZ GARCÍA  
ÓSCAR IVÁN SALAZAR ARENAS  
ORLANDO ISAAC IPIÑA GARCÍA  
JULIÁN ALBERTO GUTIÉRREZ LÓPEZ  
YOLANDA BEATRIZ CABALLERO PÉREZ  
ALIRIO RANGEL WILCHES  
ALEXANDRA ROSAS PALOMINO  
CARLOS ANÍBAL CALERO VALENZUELA  
KATHERINE CARVAJAL MARTÍNEZ  
ERICK ABDEL FIGUEROA PEREIRA



UNIVERSIDAD  
SERGIO ARBOLEDA



Universidad  
Pontificia  
Bolivariana

Bogotá. Colombia  
2020

Sostenibilidad urbana, espacio público y movilidad cotidiana / compiladores Leonardo Garavito González, Catalina García Barón ; autores Alex Smith Araque Solano ... [et al.] – Bogotá: Universidad Sergio Arboleda ; Asociación Colombiana de Investigadores Urbano Regionales (ACIUR) ; Universidad Pontificia Bolivariana, 2020.

283 p.

ISBN: 978-958-5158-25-2 (.pdf)

1. Desarrollo urbano sostenible 2. Espacio público 3. Movilidad residencial 4. Urbanismo I. Araque Solano, Alex Smith II. Garavito González, Leonardo, comp. III. García Barón, Catalina, comp. IV. Título 711.43 ed. 22

## SOSTENIBILIDAD URBANA, ESPACIO PÚBLICO Y MOVILIDAD COTIDIANA

ISBN: 978-958-5158-25-2 (.pdf)

DOI: 10.22518/book/9789585158252

© UNIVERSIDAD SERGIO ARBOLEDA

© ACIUR - ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INVESTIGADORES URBANO REGIONALES

© UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

### *Compiladores:*

Leonardo Garavito González  
Catalina García Barón

### *Autores:*

Alex Smith Araque Solano  
María Clara van der Hammen Malo  
Diana Morales Lizarazo  
Philippe Chenut Correa  
Sara Elisa Guarín Monsalve  
Jaime Hernández García  
Óscar Iván Salazar Arenas  
Orlando Isaac Ipiña García  
Julián Alberto Gutiérrez López  
Yolanda Beatriz Caballero Pérez  
Alirio Rangel Wilches  
Alexandra Rosas Palomino  
Carlos Aníbal Calero Valenzuela  
Katherine Carvajal Martínez  
Erick Abdel Figueroa Pereira

### *Edición*

Diana Patricia Niño Muñoz  
Deisy Janeth Osorio Gómez  
*Dirección de Publicaciones Científicas*

### *Diagramación:*

Maruja Esther Flórez Jiménez

### *Corrección de estilo:*

Universidad Pontificia Bolivariana

### *Fotografía de portada:*

Dreamstime.com

Este libro tuvo un proceso de arbitraje doble ciego.

Primera Edición: 2020

Fondo de Publicaciones de la Universidad Sergio Arboleda.

El contenido del libro no representa la opinión de la Universidad Sergio Arboleda y es responsabilidad de los autores.

Calle 74 No. 14-14.

Teléfono: (571) 325 7500 ext. 2131/2260.

Bogotá, D. C.

[www.usergioarboleda.edu.co](http://www.usergioarboleda.edu.co)



CC BY-NC-ND Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada

*Licencia de uso:* esta licencia permite descargar y compartir las obras publicadas en este libro, sin modificaciones ni uso comercial.

# Contenido

<b>Introducción</b> .....	9
<b>Capítulo 1</b>	
<b>Ciudades, entornos y ruralidad saludable en Colombia:</b>	
<b>Un sistema de evaluación y seguimiento</b>	
<i>Alex Smith Araque Solano</i> .....	15
Introducción .....	15
El marco general de política pública en salud.....	18
El desarrollo socioeconómico y la asociación espacial .....	21
Sistema de seguimiento y evaluación de CERS - Tablero de control.....	26
Aplicación del sistema de evaluación y resultados.....	29
Conclusiones.....	32
Referencias Bibliográficas.....	33
Anexos .....	35
Anexo 1.1.....	35
Anexo 1.2.....	36
<b>Capítulo 2</b>	
<b>El borde sur desde la visión de sus organizaciones</b>	
<b>locales: retos en la inserción de un Territorio</b>	
<b>Urbano-Rural</b>	
<i>Maria Clara Van der Hammen Malo- Diana Morales Lizavazo</i> .....	37
Introducción .....	37
Enfoques y metodología de la investigación.....	39
Configuración histórica territorial del borde sur.....	41
<i>Localización del borde sur de Bogotá</i> .....	41
<i>Algunos hitos en la configuración del borde sur</i> .....	44
<i>De selvas a campos</i> .....	44
<i>La revolución verde</i> .....	45
<i>Las guerras del agua y la extracción de agua para la ciudad</i> .....	46
<i>El borde sur como dador de materias primas para la urbanización</i> .....	47
<i>El borde sur como depositario de los residuos urbanos indeseados</i> .....	47
<i>El borde sur y la expansión urbana formal</i> .....	47
<i>El borde sur en busca del rescate de lo campesino</i> .....	47
La acción de la institucionalidad sobre el territorio del borde sur de Bogotá.....	48
La lógica urbana y los pobladores de los territorios rurales del borde.....	50
Las organizaciones productivas y ambientales .....	51
Lecturas y propuestas de las organizaciones rurales de base para la planificación y gestión del territorio del borde sur.....	52
<i>Política pública de ruralidad</i> .....	52
Reflexiones Finales .....	57
Referencias Bibliográficas.....	58
<b>Capítulo 3</b>	
<b>La articulación de la gestión del agua y la gestión del territorio</b>	
<b>en la Cuenca del Río Tunjuelo</b>	
<i>Philippe Chenut Correa</i> .....	61

Introducción.....	61
El enfoque Neo institucional.....	63
La gestión del agua y su articulación con la gestión del territorio.....	65
Breve historia del desarrollo legislativo.....	68
Las concesiones de agua: La primera norma por cumplir.....	71
El camino frustrado del POMCA del Tunjuelo.....	71
Conclusiones.....	72
Referencias Bibliográficas.....	73

#### Capítulo 4

#### **Expansión formal en la franja periurbana, modelo de ocupación y el papel de los suelos de protección ambiental en el Valle de Aburrá. Estudio de caso: Plan parcial la Macana, Sabaneta**

<i>Sara Elisa Guarín Monsalve</i> .....	77
Introducción.....	77
Metodología.....	78
Delimitación del Área de Estudio.....	78
Resultados.....	82
Expansión Urbana Municipio de Sabaneta.....	82
El fenómeno de la expansión urbana en el Municipio de Sabaneta 2001-2016.....	83
Análisis cartográfico clasificación del suelo año 2000 y año 2009.....	88
Análisis cartográfico de acciones y tratamientos del año 2000.....	90
Análisis cartográfico de acciones y tratamientos de 2009.....	92
Plan parcial La Macana.....	96
Calidad visual del paisaje de la franja periurbana y la afectación del servicio ecosistémico de regulación hídrica por los desarrollos urbanísticos en la Alta Ladera en Sabaneta.....	99
Morfología según los rangos de pendientes.....	99
Coberturas Terrestres.....	100
Cuerpos de agua.....	102
Singularidades.....	103
Calidad visual total.....	105
Conclusiones.....	108
Referencias Bibliográficas.....	111

#### Capítulo 5

#### **Espacio público, transformaciones urbanas y postconflicto**

<i>Jaime Hernández García</i> .....	113
Introducción.....	113
Paz territorial y bienestar territorial.....	115
Asentamientos populares.....	117
Espacio público.....	119
Primeros hallazgos.....	122
Migración.....	122
Estigmatización e integración.....	123
Economía y empleo.....	124
Violencia y actividades ilegales.....	124
Participación e integración política.....	125
Conclusiones.....	125
Referencias Bibliográficas.....	126

#### Capítulo 6

#### **Ritmos y experiencias urbanas. Una propuesta teórico-metodológica para la comprensión de la vida cotidiana en las ciudades**

<i>Oscar Iván Salazar Arenas</i> .....	131
Introducción.....	131

## Contenido

Experiencia y conocimiento urbano.....	133
Ritmos y espacio-temporalidad urbana.....	136
La tarde y la noche en Bogotá en torno a 1960.....	139
Comentarios finales: Implicaciones y potencialidades metodológicas.....	146
Referencias Bibliográficas.....	147

### Capítulo 7

#### **Oasis urbano: la paradoja del disfrute y la concentración de usuarios en el Bosque de Chapultepec de Ciudad de México**

<i>Orlando Isaac Ipiña García</i> .....	151
Introducción.....	151
El Bosque de Chapultepec, un espacio público histórico-recreativo.....	152
Definición del oasis urbano.....	156
Propuesta metodológica.....	158
La Búsqueda del oasis urbano en la primera sección de Chapultepec.....	160
Proyecto.....	161
Accesibilidad.....	162
Seguridad.....	163
Experiencia y tipos de oferta.....	164
La paradoja del disfrute y la concentración de usuarios.....	165
Referencias Bibliográficas.....	167

### Capítulo 8

#### **Índice de caminabilidad para la ciudad de Bogotá**

<i>Julían Alberto Gutiérrez López - Yolanda Beatriz Caballero Pérez</i> .....	169
Introducción.....	169
Marco teórico-conceptual.....	171
Beneficios de los espacios caminables.....	174
Aspectos que caracterizan un espacio caminable.....	176
Enfoque y estrategia metodológica.....	177
Subíndice de calidad ambiental.....	177
<i>Densidad de arbolado urbano</i> .....	178
<i>Proporción de área de parque por UPZ</i> .....	178
<i>Material particulado</i> .....	179
<i>Cálculo del subíndice</i> .....	179
Subíndice de densidad.....	181
<i>Densidad poblacional</i> .....	181
<i>Índice de construcción</i> .....	181
<i>Índice de ocupación</i> .....	182
<i>Cálculo del subíndice</i> .....	182
Subíndice de proximidad.....	184
Subíndice de confort.....	186
<i>Disponibilidad de andén</i> .....	186
<i>Conectividad</i> .....	186
<i>Pendiente</i> .....	188
<i>Dotación</i> .....	188
<i>Cálculo del subíndice</i> .....	189
Subíndice de entropía.....	190
<i>Mezcla de usos</i> .....	190
<i>Empleo</i> .....	190
<i>Cálculo del subíndice</i> .....	190
Resultados.....	192
Conclusiones.....	194
Referencias Bibliográficas.....	195

**Capítulo 9**

**Caracterización histórica del corredor de movilidad de la Compañía del Ferrocarril de Cúcuta (1876-1951)**

<i>Alirio Rangel Wilches</i> .....	199
Introducción.....	199
Delimitación del área de estudio.....	204
La formulación de las duraciones históricas en el proceso de <b>hispanización</b> de la Región Centro-Oriental.....	206
El aislamiento regional y el determinismo geográfico.....	207
El proceso de poblamiento y ocupación territorial.....	213
Hispanización del territorio o momento de las ciudades.....	213
Momento de los <b>Pueblos de Indios</b> .....	216
Momento de los Pueblos del Petróleo.....	225
Conclusiones.....	228
Referencias Bibliográficas.....	229

**Capítulo 10**

**Determinación de la velocidad específica de curvas horizontales en carreteras rurales sobre terreno montañoso**

<i>Alexandra Rosas Palomino - Carlos Anibal Calero Valenzuela</i> .....	231
Introducción.....	231
Revisión de Literatura.....	233
Metodología.....	235
Conclusiones y recomendaciones.....	247
Referencias bibliográficas.....	249

**Capítulo 11**

**Accesibilidad, intermodalidad y arquitectura en los sistemas integrados de transporte masivo: la terminal “Cañaveralejo” del masivo integrado de occidente (MIO) en Cali, Colombia**

<i>Katherine Carvajal Martínez - Erick Abdel Figueroa Pereira</i> .....	253
Introducción.....	253
Accesibilidad e integraciones modales: Una conceptualización.....	254
El SITM-MIO en Cali vs. Otros BRT: Esquema, cronología y desarrollo.....	257
La terminal Cañaveralejo del SITM-MIO: una integración multimodal.....	259
Accesos y accesibilidad externa.....	262
Núcleos y accesibilidad interna.....	267
Comparación modal: Una síntesis.....	269
El marco conceptual revisitado.....	275
Referencias bibliográficas.....	277
<b>Autores</b> .....	279

## Índice de caminabilidad para la ciudad de Bogotá

*Julián Alberto Gutiérrez López\**  
*Yolanda Beatriz Caballero Pérez\*\**

### Introducción

En la década de 1960, Henry Lefebvre planteó por primera vez el derecho a la ciudad, comprendido como “el derecho que tienen los habitantes de construir y definir la ciudad” (Hernández, 2019). Identifica el espacio abstracto como una producción del capitalismo siendo el espacio del urbanista que obedece las prácticas de poder y privilegia la producción; sin embargo, existe un espacio diferencial que se opone a lo establecido, permitiendo la diferencia, la multiplicidad y la reivindicación del ciudadano por medio de la reapropiación y la producción de su espacio.

La ciudad, ejecutada por el urbanismo moderno, ha generado segregación espacial que ha transformado la interacción de los ciudadanos con la ciudad a una simple cuestión de ocupación y accesibilidad: “habitar era una actividad social que les confería a los ciudadanos identidad urbana y los habilitaba para la participación política.

---

\* Docente e investigador de la Universidad El Bosque, Facultad de Ciencias económicas y Administrativas. Correo electrónico: jagutierrezl@unbosque.edu.co

\*\* Doctoranda en Estudios Sociales de la Universidad Externado de Colombia. Correo electrónico: ybcaballerop@unal.edu.co

Con el crecimiento de las ciudades, esto se redujo a ocupar una vivienda (hábitat)” (Hernández, 2019, p. 3). La ciudad, si se comprende como una forma social, es innovadora y se encuentra en constante cambio; es el mundo creado por el hombre, pero así mismo, el ciudadano está condenado a vivir en su propia creación:

El derecho a la ciudad no es simplemente el derecho de acceso a lo que ya existe, sino el derecho a cambiarlo a partir de nuestros anhelos más profundos. Necesitamos estar seguros de que podremos vivir con nuestras creaciones (un problema para cualquier planificador, arquitecto o pensador utópico). Pero el derecho a rehacernos a nosotros mismos creando un entorno urbano cualitativamente diferente es el máspreciado de todos los derechos humanos. (Harvey, 2008, p. 1)

La manera primitiva de interacción con la ciudad es el caminar, fundamental en la apropiación y producción de los espacios urbanos; es una forma de habitar, vivir y reivindicar el derecho a la ciudad. La caminabilidad obedece a aspectos físicos, socio económicos y culturales que afectan el cómo los ciudadanos se relacionan con la ciudad y que no son constantes en el espacio. Varios autores han investigado el impacto de caminar en diversas ciudades alrededor del mundo evidenciando resultados positivos para la salud de los ciudadanos, mejoras en la economía y la movilidad. Fontán (2012) afirma lo siguiente:

La caminabilidad nos puede ayudar a establecer donde concentrar las inversiones o donde existen oportunidades para aumentar la actividad física, así como aspectos más concretos, como es el caso de la detección de aquellos lugares que tienen una buena conectividad y se caracterizan por unos niveles elevados de usos mixtos o, por el contrario, zonas que son compactas y tienen usos mixtos pero su conectividad es menor, para llevar a cabo los cambios necesarios para cada uno de los casos. (p. 6)

Esta investigación propone un índice de caminabilidad multidimensional para el área urbana de Bogotá D.C. como una herramienta de análisis de la interacción de los ciudadanos con los espacios urbanos. Dicho índice permite evaluar las condiciones de caminabilidad de las diferentes Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) de la ciudad mediante el uso de bases de datos geoespaciales y Sistemas de Información Geográfica (SIG); igualmente, permite jerarquizar las áreas que son potencialmente atractivas para los peatones, permitiendo analizar las condiciones de espacio público que con-

tribuyan a la actividad económica. Para la elaboración del índice se tomaron en cuenta variables como: características del andén, mezcla de usos, distancias a equipamientos, iluminación, seguridad, población, infraestructura de transporte, congestión y empleo.

### **Marco teórico-conceptual**

El presente capítulo se basa en el índice desarrollado en el marco del proyecto de investigación titulado “Índice de caminabilidad y precios del suelo” adelantado por el Grupo de Estudios sobre Espacio Público de la Defensoría del Espacio Público de Bogotá. El término cuenta con diversas definiciones; en el contexto de este trabajo se entenderá la caminabilidad con base en la definición de Leslie *et ál.* (2007; citado por Fontán, 2012), así:

La “caminabilidad” de una comunidad puede ser definida como la medida en que las características del entorno construido y el uso del suelo pueden o no ser propicias para movimientos de a pie para los residentes de una determinada zona, ya sea para desarrollar actividades de ocio, ejercicio o la recreación, o para acceder a los servicios, viajar o trabajar. (p. 7)

La caminabilidad es un componente primordial en el diseño de los espacios urbanos, pues la viabilidad de esta constituye una alternativa fundamental a los problemas de movilidad de las ciudades y una alternativa ambiental a los problemas de morbilidad (Greenberg y Renne, 2005); es por ello por lo que un sin número de autores han abordado el tema desde diferentes enfoques, siendo uno de ellos la salud. Entre los autores de esta óptica encontramos a Zhu (2008), el cual analiza los diferentes componentes que debe tener un espacio, con el fin de incentivar hábitos de caminar y consigo prevenir enfermedades crónicas. Por medio de un estudio desarrollado en la ciudad de Austin (Texas), el autor analiza la importancia de componentes como la seguridad barrial y de la calle, y resalta el papel fundamental que tienen estos aspectos en la toma de decisiones de los individuos al momento de realizar actividades al aire libre.

Por la misma línea, Rundle *et ál.* (2009) y Rosenberg *et ál.* (2009) analizaron en la ciudad de Nueva York las características socioeconómicas y de entorno, tales como: instalaciones recreo-deportivas, población, percepción y datos de seguridad, estética, continuidad y conectividad de las calles; siendo contrarrestadas con el índice de masa corporal de los habitantes. Por su

parte, en la ciudad de Nueva Jersey se encuentran diferentes estudios interesantes como los de Greenberg y Renne (2005), los cuales analizan la caminabilidad con la inactividad física y la morbilidad, recurriendo al apoyo de la ciudadanía con el fin de realizar una reestructuración urbana que contara con la participación ciudadana. Todos los trabajos anteriormente mencionados usan una metodología similar, que consiste en la recolección primaria de datos, junto con análisis de sectorización en términos de observación y percepción (seguridad, arbolado, mezclas de usos, etc.), analizados mediante herramientas de SIG.

Otros estudios se han enfocado en determinar cuáles son los factores fundamentales que configuran la caminabilidad de las personas por las diferentes zonas de la ciudad, los cuales serán primordiales para este trabajo puesto que, dentro del mismo no se plantea la recolección primaria de datos; es por esto que la siguiente tabla servirá de guía en la escogencia de variables que configurarán el índice por construir.

**Tabla 8.1**  
*Índice de caminabilidad y sus variables*

Autores	Lugar	Variables
Owen <i>et ál.</i> (2004)	Adelaida, Australia	*Conectividad *Mezcla de usos *Comercio puntual *Densidad de vivienda
Saelens, Sallis y Frank (2003)	Cincinnati, EE. UU.	*Proximidad *Densidad de usos *Mezcla de usos *Conectividad
Humpel <i>et ál.</i> (2004)	Adelaida (Australia)	*Estética *Tráfico *Comodidad de las instalaciones *Acceso
Leslie <i>et ál.</i> (2007)	Adelaida (Australia)	*Densidad de la vivienda *Conectividad *Usos del suelo *Zonificación *Superficie comercial

Autores	Lugar	Variables
Frank <i>et ál.</i> (2006)	Condado de King (Washington)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Mezcla de uso de la tierra</li> <li>*La conectividad de la calle</li> <li>*Densidad residencial</li> <li>*Proporciones de superficie de ventas</li> </ul>
Giles-Corti y Donovan (2002)	Australia	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Acceso a espacios abiertos</li> <li>*Acceso a la playa</li> <li>*Estética del barrio</li> <li>*Tráfico, carreteras más transitadas</li> <li>*Aceras presentes</li> <li>*Distancia caminando a tiendas</li> </ul>
Rattan, Campese y Eden (2012)	Halton, Ontario (Canadá)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Paradas de tránsito</li> <li>*Tiendas de comestibles</li> <li>*Lugares de comida</li> <li>*Tiendas de convivencia</li> <li>* Escuelas</li> </ul>
Agampatian (2014)	New York (Estados Unidos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Densidad Residencial</li> <li>*Índice de Entropía</li> <li>*Conectividad</li> <li>*Proximidad</li> <li>*Variables ambientales</li> <li>*Densidad Comercial</li> </ul>

*Nota:* Elaboración propia.

Otros documentos han sido desarrollados con relación a la generación de actividad económica, ya sea bajo su influencia en el comercio o en los precios del suelo. En esta vía encontramos planteamientos como los desarrollados por *Smart Growth America*, estos encuentran que ciudades caminables tienen un Producto Interno Bruto per cápita 38% más alto que aquellas que no lo son, atraen personas con mayor nivel educativo, debido a que son más equitativos socialmente por menores costos de transporte y mayor acceso a diversas ofertas de trabajo que compensan los costos de las viviendas. Igualmente, el estudio “Walk this way: The Economic Promise of Walkable Places in Metropolitan Washington, D.C” del Instituto Brookings concluye:

Los lugares “caminables urbanos” poseen una economía mucha más activa que los “no caminables”, los lugares o distritos caminables que se conectan entre sí tienen rentas y valores de vivienda más altos, los residentes de los lugares más caminables tienen menores costos de transporte, mayor acceso a la infraestructura de transporte, pero rentas más altas, los residentes de los lugares menos

caminables tienen menores ingresos y niveles educativos que los residentes de las zonas más caminables. (Leinberger y Alfonso, 2012, p. 1)

En lo correspondiente a la ciudad de Bogotá, caminar toma relevancia por varios aspectos fundamentales. En términos de salud, promueve la actividad física, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos y siendo una alternativa viable al transporte motorizado en desplazamientos y distancias cortas (actualmente con nuevos medios de movilidad urbana como patinetas eléctricas), contribuye a que se disminuya la congestión vehicular, la reducción de consumo de combustibles fósiles y las emisiones de gases tipo invernadero. En el segundo aspecto se configura en el estímulo a la actividad comercial, tal como se estipula en el plan de desarrollo de la ciudad:

En la ciudad de Bogotá se adelantarán acciones para la promoción de calles comerciales a cielo abierto, para mejorar el potencial de la estructura económica y comercial urbana de la ciudad, dotándola con proyectos orientados a mejorar las condiciones de competitividad mediante el mejoramiento del espacio público. Del mismo modo, las calles comerciales a cielo abierto, se constituyen en ejes de promoción turística y de conectividad económica y ambiental. (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2016, p. 179)

## **Beneficios de los espacios caminables**

Actualmente las ciudades han encontrado en la planificación urbana un reto interesante en la conformación de lo que se llama ciudad, por lo tanto, debe tener elementos consubstanciales como tierra, transporte, vivienda, espacio público, equipamientos y servicios públicos que la distinguen de lo que históricamente se entendía por villas como lo afirma Borja (2000). Es por ello que mejorar el ambiente urbano ha tomado un papel importante en la comunidad internacional porque esta labor está encaminada en generar espacios en los cuales los individuos puedan realizar aspectos de convivencia en su cotidianidad, y como sostiene el autor, cuando afirma que la convivencia configura demográfica, económica, social y políticamente la concepción de ciudad.

En la configuración de esa “urbe”, Fontn (2012) manifiesta que los espacios públicos son fundamentales porque no solo repercuten en los aspectos anteriormente mencionados, sino que son fundamentales en la mejora de la calidad de vida de los habitantes. Una de las ventajas fundamentales de un

territorio caminable es la facilidad que tienen los individuos de encontrar una amplia gama de bienes y servicios, sin incurrir en altos costos de transporte, permitiéndoles ver la acción de caminar como un sustituto cercano y saludable a los desplazamientos motorizados.

En términos económicos, las ventajas de la caminabilidad están más allá del entendimiento de ciudad como un conjunto de factores de producción; en esta vía, el premio nobel de economía Robert Lucas, plantea el siguiente interrogante: “Siendo el suelo mucho más barato fuera de las grandes ciudades, ¿por qué las personas o las empresas no se mudan y aprovechan los menores costos para aumentar sus beneficios?” (Lucas, 1988). Dicho interrogante devela que, en términos de preferencias, tanto los individuos como las firmas, desean u obtienen utilidad por las localizaciones con presencia de más personas o de aglomerados; en este sentido, dicha preferencia por este tipo de localizaciones implica que la caminabilidad repercute directamente en los valores de la propiedad. Como se mencionó anteriormente, la preferencia por la caminabilidad genera externalidades económicas y sociales como son los menores costos de transporte, menor contaminación, mayores interacciones sociales, entre otras.



Figura 8.1. Beneficios de la caminabilidad. Elaboración propia.

## Aspectos que caracterizan un espacio caminable

Ciertas particularidades del entorno influyen en la decisión de las personas en sus diferentes patrones de viaje y consigo en la decisión de caminar y por dónde hacerlo. Por ejemplo, en los barrios con una amplia presencia de comercio, de colegios y demás, las personas estarían dispuestas a ir de compras por artículos básicos o ir a llevar a sus hijos al colegio a pie en lugar de desplazarse en un automotor. Así mismo, barrios con niveles de densidad poblacional altos presentarán mayores niveles de dotaciones que incentiven el desplazamiento hacia este tipo de sitios; lugares con un mayor número de paradas de transporte público animará a las personas a desplazarse a estas, al igual que barrios con senderos peatonales seguros y estéticamente agradables configurarán un aspecto importante en la caminabilidad. Es por ello por lo que para analizar el impacto de las variables en la caminabilidad, es importante identificar variables que tengan características medibles y fáciles de comprender. En esta vía, la Secretaría de Planeamiento de Buenos Aires (2014) propone las siguientes características:

**Tabla 8.2**

*Características básicas de un entorno caminable.*

	VARIABLES DE CAMINABILIDAD	RECOMENDACIONES
Mixtura de usos	Mixtura de uso	Comercio minorista, oficinas, institucional. Diversidad de viviendas.
Atractores peatonales	Accesibilidad / conveniencia (proximidad a destinos)	Los destinos más importantes ubicados en proximidad entre sí y a sectores residenciales. No más de 400 metros entre origen y destino.
Densidad	Densidad	Densidad edilicia combinada con una adecuada cantidad de espacios verdes. Alta densidad de empleo.
Acceso a espacios verdes	Presencia de parques, plazas y espacios abiertos	Espacios abiertos públicos a escala barrial. Sendas peatonales y veredas conectadas con espacios abiertos. Áreas recreacionales.

	Variables de caminabilidad	Recomendaciones
Confort peatonal	Calmado de tráfico	Máxima velocidad de 30 a 50 km/h. Entorno a escuelas: 25 a 30 km/h. Medidas de calmado de tráfico: angostamientos.
	Calidad estética	Calidad arquitectónica edilicia. Tratamiento paisajístico entorno a residencias, áreas comerciales y espacios públicos. Áreas peatonales bien iluminadas.
	Servicios e infraestructuras peatonales (veredas, cruces peatonales, etc.)	Veredas de 3 a 5 m de ancho como mínimo (zonas residenciales y comerciales respectivamente). La franja de área verde debe estar presente siempre que sea posible. Cobertura debe abarcar al menos al 80 % de las casas y calles.
Calidad Ambiental	Calidad Ambiental	Arbolado urbano. Baja contaminación acústica. Baja contaminación atmosférica.

*Nota:* Tomado de Secretaría de Planeamiento de Buenos Aires (2014, p. 18).

## Enfoque y estrategia metodológica

Para la construcción del indicador de caminabilidad en las diferentes Unidades de Planeamiento Zonal (UPZ) de la ciudad, se tomaron como referencia metodologías existentes para el cálculo de índices multivariados y se realizaron revisiones de la información disponible en la ciudad, determinando las variables que mejor determinan las características del área urbana que intervienen en la decisión de caminar, agrupándolas en 5 subíndices:

1. Subíndice de calidad ambiental
2. Subíndice de densidad
3. Subíndice de proximidad
4. Subíndice de confort
5. Subíndice de entropía

### **Subíndice de calidad ambiental.**

Este subíndice agrupa variables que se relacionan con calidad ambiental del entorno de acuerdo con la UPZ. Para este caso se consideraron las variables

de densidad de arbolado urbano construido con la información suministrada por el Jardín Botánico José Celestino Mutis; el área de parque dentro de la UPZ construida con la información suministrada por el Departamento Administrativo de la Defensoría del Espacio Público y el Instituto Distrital de Recreación y Deporte; y la variable de PM10 construida con la información suministrada por la Secretaría Distrital de Ambiente.

***Densidad de arbolado urbano.***

El Jardín Botánico de Bogotá reportó para agosto de 2016 un total de 1.257.094 árboles urbanos. Para cada UPZ se define la variable aleatoria Densidad de Arbolado Urbano (AU) como el número de árboles por hectárea (2.1), la UPZ con menor cantidad de árboles (349) es la 95-Las Cruces y la que reportó mayor cantidad de árboles es la 24-Niza con un total de 87.807.

$$AU = \frac{\text{Número de árboles en la UPZ}}{\text{Área de terreno de la UPZ (ha)}} \tag{1}$$

La media obtenida de las UPZ del Distrito Capital es de 31,86 árboles por hectárea, siendo la UPZ 91-Sagrado Corazón la que presentó el valor máximo de árboles por hectárea. Definida la variable, esta se escala con el fin de que se distribuya dentro del rango [0,1]. La variable escalada AUE se calcula como:

$$AU_e = \frac{AU - AU_{min}}{AU_{max} - AU_{min}} \tag{2}$$

***Proporción de área de parque por UPZ.***

Tomando como fuente la capa de parques de la Defensoría del Espacio Público y a modo complementario la información reportada por el Instituto Distrital de Recreación y Deporte, se calcula la proporción de área de parque con respecto al área total de terreno para cada UPZ. De modo que la variable Proporción de Área de Parque (P) se define como:

$$P = \frac{\text{Área total de parque en la UPZ (m}^2\text{)}}{\text{Área de terreno de la UPZ (m}^2\text{)}} \tag{3}$$

En cuanto a los valores de resumen para la variable, se tiene que la media de P es 0,069, es decir, en promedio las UPZ tienen el 6,9 % de su área de terreno destinada para parque; se destaca la UPZ 103-Parque Salitre cuya área destinada para parque representa el 76 % del área total.

### ***Material particulado.***

El valor de Material Particulado Inferior a 10m (PM10) indica la concentración de partículas menores a 10 micras en un metro cúbico de aire y se expresa en micras por metro cúbico  $\mu/m^3$  y toma valores de cero en adelante. Para su estimación por UPZ se tomó como fuente información la Secretaría Distrital de Ambiente y la variable se define como:

$$PM = E[PM10] = \sum_{K=1}^n [PM10_K] \frac{A_K}{A} \quad (4)$$

Donde  $A$  es el área de la UPZ, y  $A_k$  corresponde a la subdivisión de la UPZ en  $n$  subregiones, cada una de ellas con un valor de  $PM10_k$ . Con el fin de que la variable tome valores entre cero y uno, por lo que se escala la variable de la siguiente manera:

$$PM_e = \frac{PM - PM_{min}}{PM_{max} - PM_{min}} \quad (5)$$

### ***Cálculo del subíndice.***

La calidad ambiental para este caso se calcula como la interacción de las tres variables que componen el subíndice. Asignando el mismo peso a cada una de las tres variables consideradas para el cálculo, de modo que el subíndice de calidad ambiental para cada UPZ ( $S_1$ ) se define como:

$$s_1 = \frac{AU_E + P + (1 - PM_E)}{3} \quad (6)$$

$S_1$  se encuentra en el rango  $[0,1]$ , valores cercanos a 1 representan mayor calidad ambiental y condiciones más propicias para caminar. Los estadísticos de resumen para los valores calculados de subíndice de calidad ambiental ( $S_1$ ), en promedio las UPZ tienen 0,217 en un rango de  $[0,1]$  con una desviación estándar de 0,111, siendo el valor más bajo el obtenido por

la UPZ Corabastos (0,034) y el mayor valor que además representa un dato atípico 0,6 obtenido para la UPZ Parque el Salitre.

La Figura 8.2 muestra la distribución espacial de los valores calculados de  $S_1$ , los colores más oscuros representan mejor calidad ambiental principalmente UPZ localizadas en la zona nororiental del área urbana del Distrito Capital, localidades de Usaquén y Suba, las UPZ 103-Parque el Salitre, 99-Sagrado Corazón y 91-Chapinero. En contraste, los valores más bajos en colores claros se encuentran agrupados en 9 UPZ al occidente de las localidades de Bosa y Kennedy, la UPZ 64-Monteblanco de la localidad Ciudad Bolívar y 111-Puente Aranda, 108-Zona Industrial, 102-La Sabana, 37-Santa Isabel y 95-Las Cruces.

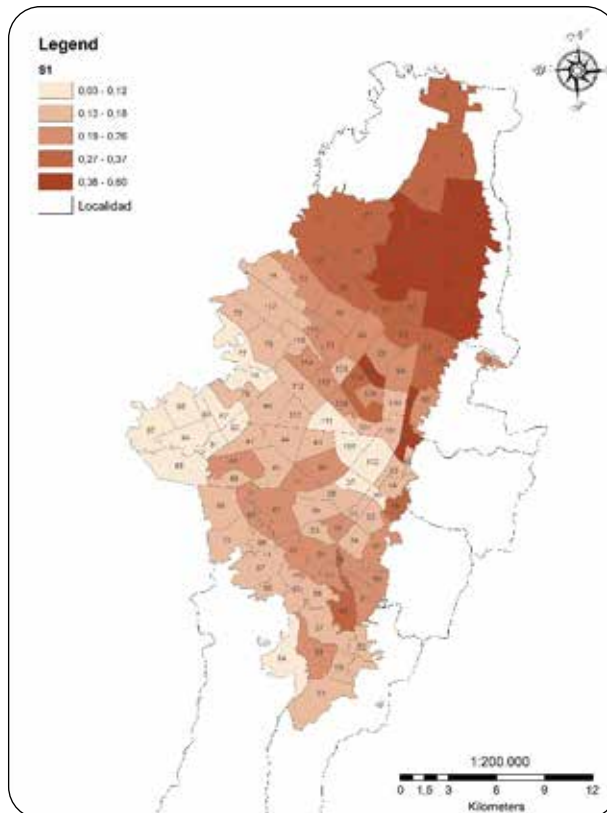


Figura 8.2. Subíndice de calidad ambiental.  
Elaboración propia.

### **Subíndice de densidad.**

Este subíndice agrupa variables relacionadas con densidad tanto poblacional como de ocupación y construcción. Se consideró la información de proyecciones de población por UPZ calculadas por la Secretaría Distrital de Planeación. Para el caso de ocupación y construcción, se toma como fuente la información proveniente de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital.

#### ***Densidad poblacional.***

La densidad poblacional se calcula en términos de habitantes por hectárea por UPZ y está definida como:

$$DP = \frac{\text{Población UPZ}}{\text{Área de terreno de la UPZ}} \quad (7)$$

La media de las UPZ es de 193,4 habitantes por hectárea, siendo la mínima densidad presentada en la UPZ 117-Aeropuerto El Dorado con 1,28 personas por hectárea y la máxima densidad en la UPZ 82-Patio Bonito con 628.1 personas por hectárea. Se realiza escalado de la variable DP para que tome valores dentro del rango [0,1], de modo que, la variable escalada  $DP_e$  se calcula como:

$$DP_e = \frac{DP - DP_{min}}{DP_{max} - DP_{min}} \quad (8)$$

#### ***Índice de construcción.***

Mediante técnicas de análisis espacial se calcula el área construida total para las UPZ (AC) como:

$$AC = C * (NP + S + SS) \quad (9)$$

Donde  $C$  representa el área de terreno ocupada por la construcción,  $NP$  el número de pisos,  $S$  y  $SS$  representan el número de sótanos y semisótanos respectivamente. Obtenida el área construida, se calcula el índice de construcción como el cociente de área construida de la UPZ sobre su área de terreno, y se define como:

$$IC = \frac{AC}{\text{Área de terreno de la UPZ}} \quad (10)$$

La UPZ que presenta mayor IC es la 93-Las Nieves con 1,96, esto significa que por cada metro cuadrado de área de terreno de la UPZ existen 1,96 metros cuadrados de área construida, valor muy por encima de la media que corresponde a 0,77 metros cuadrados de área construida por metro cuadrado de área de terreno. Se realiza escalado de la variable IC para que tome valores dentro del rango [0,1], de modo que, la variable escalada  $IC_e$  se calcula como:

$$IC_e = \frac{IC - IC_{min}}{IC_{max} - IC_{min}} \quad (11)$$

### ***Índice de ocupación.***

El área ocupada corresponde al área de terreno de una UPZ que se encuentra edificada. El índice de ocupación se define como el cociente del área ocupada sobre el área de terreno de la UPZ (11), es una proporción y por lo tanto puede tomar valores en el rango [0,1]. El cálculo de área ocupada por UPZ se realizó mediante técnicas de análisis espacial.

$$IO = \frac{\text{Área ocupada UPZ}}{\text{Área de terreno UPZ}} \quad (12)$$

En promedio, el 31 % del área de terreno de las UPZ del Distrito se encuentran ocupadas con edificaciones. Se destacan las UPZ 117 Aeropuerto El Dorado, 39 Quiroga y 108 Zona Industrial que cuentan con más del 50 % de su área de terreno ocupada por edificaciones.

### ***Cálculo del subíndice.***

El subíndice de Densidad  $S_2$  se calcula como la interacción de las tres variables que lo componen; se define como el promedio ponderado de las variables escaladas, densidad poblacional ( $DP_e$ ), índice de construcción ( $IC$ ) y la variable índice de ocupación ( $IO$ ), y se define como:

$$s_2 = \frac{DP_e + IO + IC_e}{3} \quad (13)$$

En promedio las UPZ tienen 0,412 en un rango de [0,1] con una desviación estándar de 0,174, siendo los menores valores los presentados por las UPZ 63 El Mochuelo (0,024) y 60-Parque Entre Nubes (0,025); en contraste, la UPZ Patio Bonito presenta un valor de 0,81, muy por encima de la media.

La Figura 8.3 muestra la distribución espacial de los valores calculados de  $S_2$ , las UPZ en colores más oscuros muestran alta densidad compuesta por grandes cantidades de habitantes por hectárea, altos índices de construcción y altos índices de ocupación. Las UPZ que presentan los mayores valores ( $S_2 > 0,6$ ) son en orden 82-Patio Bonito (0,81), 66-San Francisco (0,75), 84-Bosa Occidental (0,74), 81-Gran Britalia (0,72), 28-El Rincón (0,67), 80-Corabastos (0,64), 93-Las Nieves (0,62), 34-20 de Julio (0,62) y 75- Fontibón (0,62).

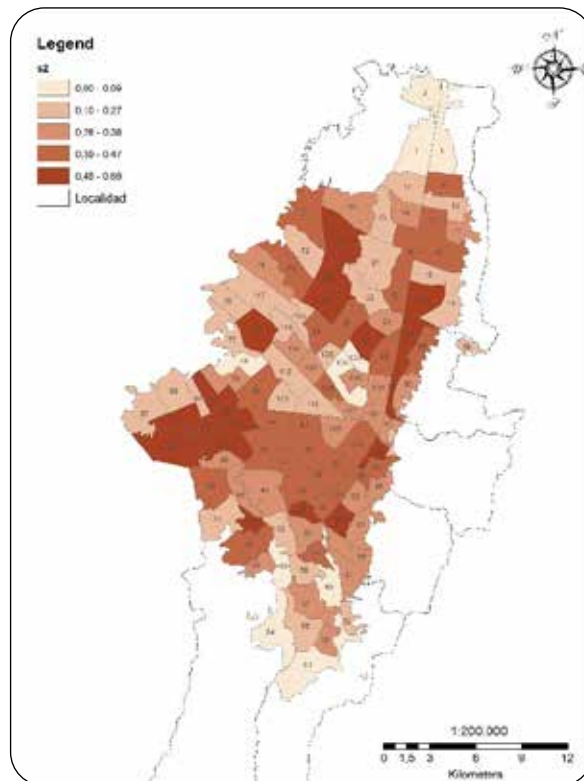


Figura 8.3. Subíndice de Densidad.  
Elaboración propia.

### **Subíndice de proximidad.**

Este subíndice agrupa variables de proximidad, entendiendo ésta como el número y la variedad de destinos dentro de un área determinada. Para su construcción se consideró la información reportada por la Secretaría Distrital de Planeación, la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital y la información de la Defensoría del Espacio Público.

El cálculo del subíndice contempla la localización de las siguientes variables en un radio de 1 km del contorno de cada manzana:

1. Estaciones de TransMilenio
2. Paraderos del SITP
3. Equipamientos de culto
4. Equipamientos de cultura
5. Equipamientos de deporte y recreación
6. Equipamientos educativos
7. Equipamientos de educación superior
8. Equipamientos de interacción social
9. Equipamientos de recintos feriados
10. Equipamientos de salud
11. Equipamientos de sedes administrativas
12. Equipamientos de seguridad
13. Equipamientos de seguridad alimentaria
14. Zonas verdes
15. Parques

Donde  $Dist_i$  corresponde a la distancia Euclidiana del contorno de la manzana a cada posible equipamiento en un radio de 1 km, y  $k$  corresponde a cada manzana contenida dentro de la UPZ.

$$S_3 = \frac{\sum_{k=1}^n \sum_{i=1}^{15} (1Km - Dist_i)}{\text{No de Manzanas}} \quad (14)$$

Se realiza escalado del subíndice para que tome valores dentro del rango [0,1], de modo que el índice escalado se calcula como:

$$S_{3e} = \frac{S_3 - S_{3 \min}}{S_{3 \max} - S_{3 \min}} \quad (15)$$

La Figura 8.4 muestra la distribución espacial de los valores calculados de  $S_3$ . En promedio, las UPZ evidenciaron un valor de 0,64, con una desviación estándar de 0,14. Las UPZ en colores más oscuros muestran un mayor puntaje en términos de proximidad y diversidad de puntos atrayentes; las UPZ que presentan los mayores valores ( $S_3 > 0,9$ ) son en orden 91-Sagrado Corazón, 92- La Macarena, 99-Chapinero, 105- Jardín Botánico, 107- Quinta paredes y 94- La Candelaria.

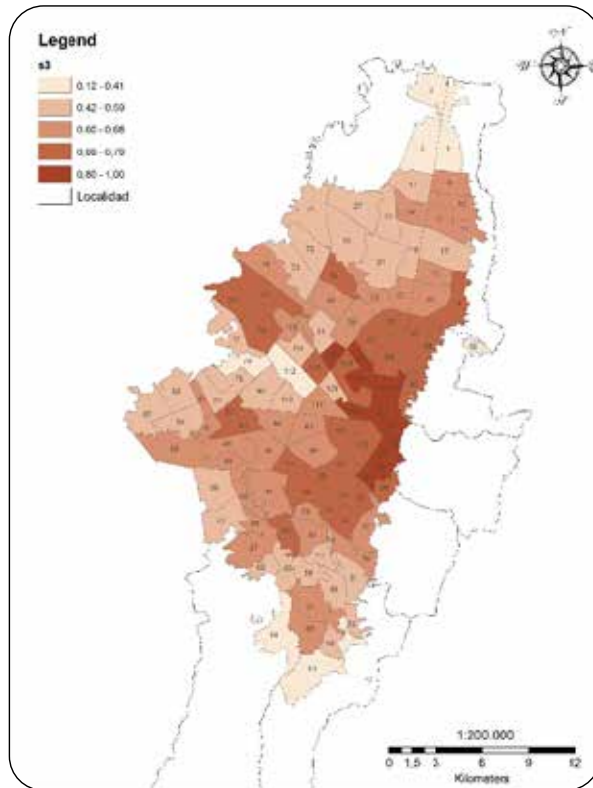


Figura 8.4. Subíndice de proximidad.  
Elaboración propia.

**Subíndice de confort.**

Este subíndice agrupa variables que se relacionan con la amabilidad del entorno con el caminante. Se tuvo en cuenta conectividad, pendiente y disponibilidad de andén; estos datos fueron obtenidos mediante cálculos propios tomando como base información del Instituto de Desarrollo Urbano.

**Disponibilidad de andén.**

Para evaluar la disponibilidad de andén (AN) en cada UPZ se tienen en cuenta la proporción de área de andén como indicador de abundancia y el ancho calculado de cada segmento como una medida de calidad. Debido a que la información espacial reportada no cuenta con datos consistentes y completos para el cálculo del ancho del andén, se realizó una estimación asumiendo los andenes de la ciudad como un rectángulo de lado  $h$  y largo  $b$ , donde el área del rectángulo está determinada por  $A = b * h$  y el perímetro está determinado por  $P = 2b + 2h$ , por lo tanto  $b = (p - 2h)/2$ . Reemplazando el  $b$  estimado en la fórmula de área, se obtiene que:

$$h = \frac{p}{4} - \sqrt{\frac{p^2}{16} - A} \quad (16)$$

Por lo tanto, la disponibilidad de andén se define en función de la abundancia de andén en el área de la UPZ y ancho de segmento; la ecuación muestra la metodología de cálculo de la variable AN.

$$AN = \frac{\sum_{i \in UPZ} A_i h_{ie}}{A} \quad (17)$$

Donde corresponde al área del segmento de andén,  $h_{ie}$  al ancho escalado del segmento  $i$  de andén y  $A$  al área de la UPZ.

**Conectividad.**

Para calcular la conectividad de cada UPZ (C), se tuvo en cuenta la densidad de nodos y el número de conexiones de cada nodo, definiendo nodo como una intersección vial. Para la zona urbana del Distrito Capital se identificó un total de 77.623 nodos. Para cada nodo respectivamente se calculó, mediante técnicas de análisis espacial, la cantidad de segmentos de vía que se

conectan. A esta variable se le llama conexión (Con) y la Figura 8.5 muestra dos ejemplos de conexiones; a la izquierda un nodo en el que se conectan siete segmentos de vía (Con = 7) y a la derecha un nodo que corresponde a una calle cerrada (Con = 1).



Figura 8.5. Ejemplos de conectividad en el área urbana de Bogotá. Elaboración propia.

Cerca del 62 % de los nodos conectan 3 segmentos viales y el 29 % conectan 4. Solamente 4 nodos viales en el Distrito Capital conectan 7 segmentos viales, siendo este el valor máximo. Se puede resaltar la frecuencia de vías cerradas siendo cerca del 8 % de los nodos. Adicionalmente, se calcula la densidad de nodos viales por hectárea para cada UPZ (DN), una mayor densidad de intersecciones se relaciona también con mejores condiciones para caminar.

**Tabla 8.3**

*Tabla de frecuencias del número de conexiones de cada nodo*

Conexiones	1	2	3	4	5	6	7
Frecuencia	6012	3	48247	22509	740	108	4
Participación	7,75 %	0,004 %	62,15 %	28,9 %	1,10 %	0,14 %	0,005 %

*Nota:* Elaboración propia.

***Pendiente.***

Para calcular la variable pendiente para cada UPZ (PEN) se tuvo en cuenta la pendiente de cada uno de los andenes y se ponderó mediante el área del andén sobre el total de andenes de la UPZ.

$$PEN = \frac{\sum \text{Pendiente del anden} * \text{area del anden}}{\text{Área del total de andenes de la UPZ}} \quad (18)$$

Para el cálculo de cada andén se tomó como referente la cobertura de la capa de curvas del nivel del Acueducto, y con ello se determinó la cota más alta y la cota más baja, y calculando el largo del andén mediante la ecuación (16) se determinó la pendiente. Se realiza escalado de la variable para que tome valores dentro del rango [0,1], de modo que la variable se calcula como:

$$PEN_e = \frac{PEN - PEN_{min}}{PEN_{max} - PEN_{min}} \quad (19)$$

***Dotación.***

Para calcular la variable de dotación se tomó la información espacial reportada por Codensa relacionada con las luminarias de la ciudad, la información del IDU con respecto a la cantidad de puentes peatonales por UPZ, la información del DADEP relacionada con el número de canecas de basura y sillas, y la información de la Secretaría de Movilidad con respecto a la cantidad de semáforos. Con dicha información se estimó la cantidad de cada atributo anteriormente mencionado, con respecto al área de la UPZ, obteniendo la variable Dotación, como se muestra a continuación.

$$DOT = \frac{Pue+lum+c\&b+sem}{4} \quad (20)$$

Donde la corresponde a la cantidad de puentes con respecto al área en hectáreas de la UPZ, corresponde a la variable escalada de la cantidad de luminarias con respecto al área en hectáreas de la UPZ, *c&b* corresponde a la variable escalada de la cantidad de cestas y bancas con relación al área en hectáreas de la UPZ, y corresponde a la cantidad de semáforos con respecto al área en hectáreas de la UPZ.

**Cálculo del subíndice.**

El subíndice de confort se calcula como la interacción de las cuatro variables que lo componen; se define como el promedio ponderado de las variables disponibilidad de andén (*AN*), dotación (*DOT*), pendiente (*PEN*) y conectividad (*CON*).

$$S_4 = \frac{AN + DOT + PEN + CON}{4} \tag{21}$$

En promedio, las UPZ tienen 0,35 en un rango de [0,1] con una desviación estándar de 0,09, siendo el menor valor 0,04 y el mayor 0,5.

La Figura 8.6 muestra la distribución espacial de los valores calculados de  $S_4$ ; las UPZ en colores más oscuros manifiestan mayor nivel de confort compuesto por buena disponibilidad de andén, una baja pendiente, buena conectividad y dotación. Las UPZ que presentan los mayores valores ( $S_4 > 0,47$ ) son en orden 93-Las Nieves (0,509), 97-Chicó Lago (0,49), 37-Santa Isabel (0,48) y 82-Patio Bonito (0,47).

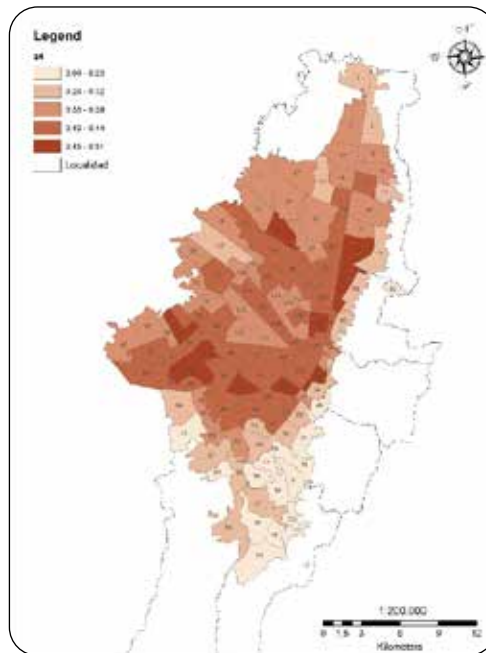


Figura 8.6. Subíndice de Confort. Elaboración propia.

### **Subíndice de entropía.**

Este subíndice agrupa variables relacionadas a la diversidad de los usos del suelo y como datos del empleo se consideró la información de personal ocupado de la Cámara de Comercio de Bogotá a nivel UPZ calculadas por la Secretaría Distrital de Planeación y la información de los usos del suelo tomando como fuente la información proveniente de la Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital.

#### ***Mezcla de usos.***

Para calcular la mezcla de usos suelo se utilizará la siguiente fórmula de entropía, con la finalidad de evidenciar si existe homogeneidad o heterogeneidad en los atributos de los usos del suelo.

$$MU = \frac{-\sum_k p_k \cdot \ln(p_k)}{\ln N} \quad (22)$$

Donde  $k$  corresponde a la categoría del uso del suelo,  $p$  corresponde al porcentaje de la superficie de cada uso específico del suelo, y  $N$  corresponde al número de categorías del uso del suelo. Los datos obtenidos se encuentran en una escala de 0 a 1, siendo 0 una UPZ homogénea; es decir, que los usos del suelo son del mismo tipo, que no hay variedad, y 1 que existen usos diferentes en la UPZ.

#### ***Empleo.***

Para calcular la variable empleo, se tomaron como referencia los datos reportados a la Cámara de Comercio de Bogotá sobre el personal ocupado en 2016; dicho dato se reporta por sector catastral y se realiza la agregación a UPZ. En continuidad con lo anterior, determinado el empleo, se divide en términos del área de la UPZ así:

$$EM = \frac{\text{Total del empleo de la UPZ}}{\text{Área de terreno UPZ}} \quad (23)$$

#### ***Cálculo del subíndice.***

El subíndice de entropía  $S_5$  se calcula como la interacción de las dos variables que lo componen; se define como el promedio ponderado de las variables Empleo ( $EM$ ) y Mezcla de usos ( $MU$ ).

$$S_5 = \frac{EM + MU}{2} \quad (24)$$

En promedio las UPZ tienen 0,26 en un rango de [0,1] con una desviación estándar de 0,15, siendo el menor valor 0,06 y el valor más alto 0,79. La Figura 8.7 muestra la distribución espacial de los valores calculados de donde las UPZ en colores más oscuros evidencian diversidad en los usos del suelo y altos niveles de empleo. Las UPZ que presentan los mayores valores ( $S_5 > 0,6$ ) son en el siguiente orden: 91-Sagrado Corazón (0,79), 93-Las Nieves (0,72), 84-Bosa Occidental (0,74), 81-Gran Britalia (0,72), 99-Chapinero (0,69), 28-El Rincón (0,67), 101-Teusaquillo (0,65) y 97- Chicó Lago (0,63).

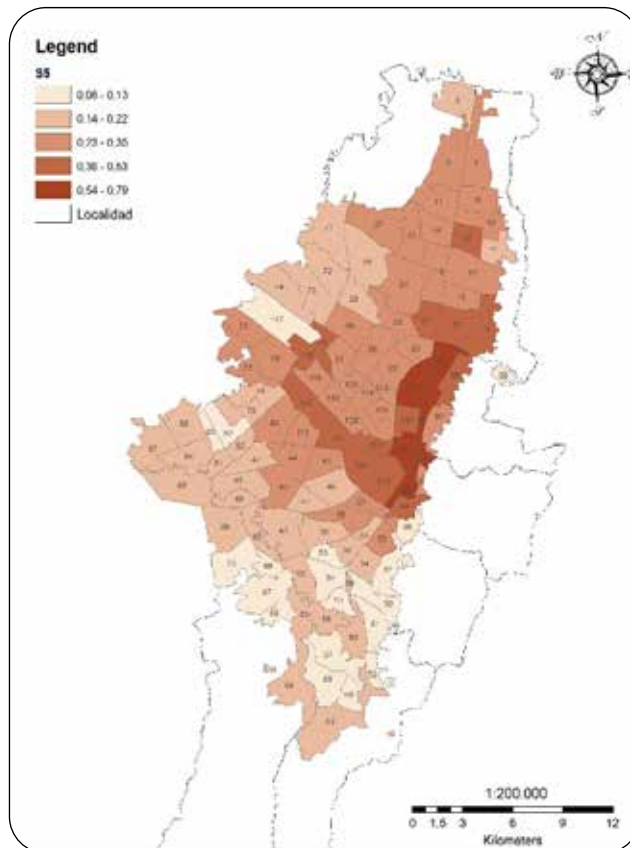


Figura 8.7. Subíndice de Entropía.  
Elaboración propia.

## Resultados

El cálculo del índice de caminabilidad se realizó mediante la interacción de los 5 subíndices que lo componen. Se define como el promedio ponderado del subíndice de calidad ambiental, subíndice de densidad, subíndice de proximidad, subíndice de confort y el subíndice de entropía, así:

$$\text{Caminabilidad} = \frac{s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + s_5}{5}, \quad (25)$$

obteniendo los siguientes resultados:

En promedio las UPZ tienen un índice de caminabilidad de 0,36 en un rango de [0,1] con una desviación estándar de 0,08. La Figura 8.8 muestra el histograma de los valores obtenidos para el índice calculado por UPZ:

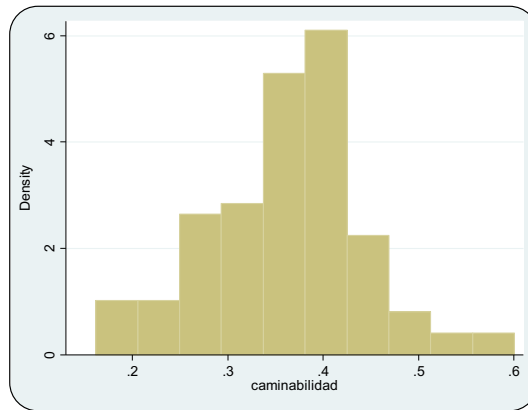


Figura 8.8. Histograma del índice de caminabilidad para las UPZ del Distrito Capital. Elaboración propia.

La Figura 8.9 muestra la distribución espacial de los valores calculados del índice de caminabilidad donde las UPZ en colores más oscuros evidencian los mayores puntajes en el índice, señalando mejores condiciones para la caminabilidad. El top 5 de las UPZ con mayores valores se presentan en el siguiente orden: 97- Chicó Lago (0,634), 91-Sagrado Corazón (0,6), 99-Chapinero (0,582), 93-Las Nieves (0,551) y Teusaquillo (0,498).

Los resultados obtenidos tanto en cada uno de los subíndices como en el índice de caminabilidad brindan información valiosa para evaluar las relacio-

nes de la ciudad con sus habitantes. En primer lugar, el subíndice de calidad ambiental muestra resultados precarios en las UPZ ubicadas en el centro y sur de la ciudad, siendo un indicador de mejores condiciones de calidad de vida en la zona norte. Por su parte, los resultados de los subíndices de proximidad y entropía evidencian la aglomeración en el centro de la ciudad de la oferta y diversidad de bienes y servicios. Finalmente, la distribución espacial de los subíndices de confort y densidad es heterogénea con tendencia a agrupaciones de UPZ en áreas noroccidental, suroccidental y nororiental que cuentan con altas densidades tanto de edificaciones como de ocupación y habitantes.

La distribución del índice de caminabilidad no tiene una distribución espacial equitativa, siendo las UPZ centrales de la ciudad las que cuentan con mayores índices explicados en gran parte por mayor oferta, diversidad y densidad, y una tendencia a menores índices en la periferia de la ciudad asociados a una menor oferta de bienes y servicios, infraestructura menos adecuada y menor densidad global.

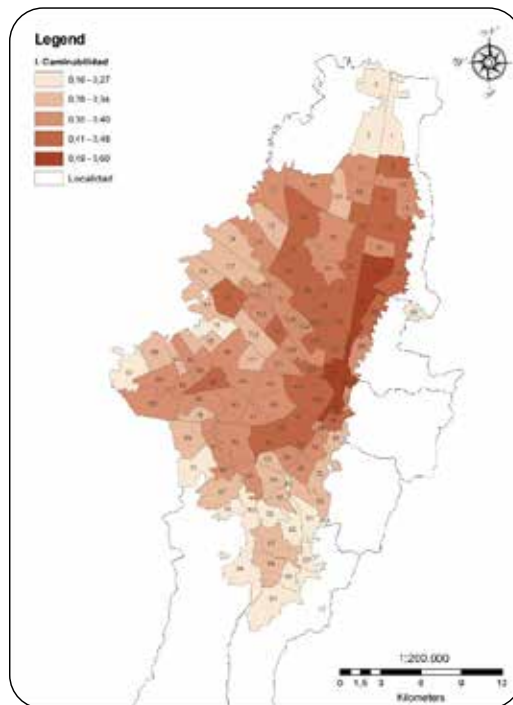


Figura 8.9. Índice de caminabilidad. Elaboración propia.

## Conclusiones

Una de las más valiosas interacciones de los ciudadanos con su entorno urbano se da al caminar, pues es allí donde los habitantes se relacionan de manera directa con la ciudad. Caminar, además de ser una alternativa sostenible de movilidad, representa también una práctica importante en términos de salud pública. Sin embargo, algunas áreas urbanas son más caminables que otras, sea por mayor oferta y diversidad de bienes y servicios, comodidades que facilitan la caminata o características del entorno. El índice de caminabilidad que se propone es en sí mismo una medida de la interacción de las personas con la ciudad. Cada una de sus dimensiones mide el estado de un sector urbano en un componente específico. El índice no mide los mejores sectores de la ciudad para caminar, ni la comodidad o belleza de los espacios, sino que brinda información pertinente con respecto a las relaciones espaciales, sociales y económicas entre las personas y su entorno. Así, sectores con infraestructura pobre y percepciones de inseguridad pueden llegar a obtener altos puntajes de caminabilidad, pues el ciudadano es obligado a transitar a pie por la necesidad de acceder a la oferta de bienes y servicios que allí se encuentran.

El índice de caminabilidad se compone por cinco subíndices, cada uno de ellos mide de manera individual una dimensión del área urbana:

1. Subíndice de calidad ambiental: Agrupa variables que miden el estado ambiental de cada UPZ.
2. Subíndice de densidad: Es una medida global de densidad de la UPZ compuesta por densidad poblacional, índice de ocupación e índice de construcción.
3. Subíndice de proximidad: Mide la oferta y cercanía de bienes y servicios atractivos en la zona.
4. Subíndice de confort: Mide variables que brindan comodidad y que facilitan el desplazamiento a pie.
5. Subíndice de entropía: Es una medida de diversidad en usos del suelo.

Cabe resaltar que los resultados y hallazgos obtenidos coinciden con los resultados de estudios previos. Sin embargo, la comparación es simple

debido a la falta de datos basados en patrones fácilmente observables. Se reconoce una serie de limitaciones, seguidas de sugerencias para futuras investigaciones. Las limitaciones particulares de este estudio son:

- Generalización y ponderación ante la diversidad de la unidad de análisis seleccionada.
- Falta de datos de percepción, asignación subjetiva de una serie de factores (pesos y distancias) y análisis de red simple en el cálculo del parámetro de proximidad.
- Limitaciones en el resultado final debido al uso de las unidades espaciales predefinidas de las UPZ.
- Pesos iguales para los componentes del índice.

Aun, ante las limitantes expuestas previamente, los resultados obtenidos son útiles en la generación de política pública que comprenda el carácter dinámico de la ciudad y la importancia de la reapropiación de los espacios urbanos por y para los ciudadanos, reivindicando el habitar y los espacios de diferencia y multiplicidad.

Sería de interés determinar la interacción de los subíndices como del índice propuesto con variables sociales, económicas y culturales de los habitantes, lo que puede arrojar resultados para comprender mejor la forma de interactuar de los ciudadanos con los espacios urbanos, en busca de lograr una mayor equidad en términos sociales y espaciales por medio de los estudios urbanos.

## **Referencias Bibliográficas**

- Agampatian, R. (2014). Using GIS to measure walkability: A Case study in New York City.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2016). *Proyecto plan de desarrollo 2016-2020, Bogotá mejor para todos.*
- Borja, J. (2000). Ciudadanía y espacio público. *Revista Foro*, (40), 67-80.
- Fontán, S. (2012). *Índice de caminabilidad aplicado en la Almendra Central de Madrid* [Tesis de Maestría]. Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Frank, L. D., Sallis, J. F., Conway, T. L., Chapman, J. E., Saelens, B. E., y Bachman, W. (2006). Many pathways from land use to health: associations

- between neighborhood walkability and active transportation, body mass index, and air quality. *Journal of the American Planning Association*, 72(1), 75-87. doi: 10.1080/01944360608976725
- Giles-Corti, B., y Donovan, R. J. (2002). Socioeconomic status differences in recreational physical activity levels and real and perceived access to a supportive physical environment. *Preventive medicine*, 35(6), 601-611. doi: 10.1006/pmed.2002.1115
- Greenberg, M. R., y Renne, M. J. (2005). Where does walkability matter the most? An environmental justice interpretation of New Jersey data. *Journal of urban health*, 82(1), 90-100. doi: 10.1093/jurban/jti011
- Harvey, D. (2008). El derecho a la ciudad. *Sin permiso*. Recuperado de <https://www.sinpermiso.info/printpdf/textos/el-derecho-a-la-ciudad>
- Hernández, A. C. (2019). El derecho a la ciudad en la época del 'urbanismo neoliberal'. *Tareas*, (161), 5-14.
- Humpel, N., Owen, N., Leslie, E., Marshall, A. L., Bauman, A. E., y Sallis, J. F. (2004). Associations of location and perceived environmental attributes with walking in neighborhoods. *American Journal of Health Promotion*, 18(3), 239-242. doi: 10.4278/0890-1171-18.3.239
- Leinberger, C. y Alfonzo, M. (2012). Walk this way: The Economic Promise of Walkable Places in Metropolitan Washington, D.C. *The Brookings Institution*. Recuperado de <https://www.brookings.edu/research/walk-this-waythe-economic-promise-of-walkable-places-in-metropolitan-washington-d-c/>
- Leslie, E., Coffee, N., Frank, L., Owen, N., Bauman, A., y Hugo, G. (2007). Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes. *Health & Place*, 13(1), 111-122. doi: 10.1016/j.healthplace.2005.11.001
- Lucas, R. E. (1988). En la mecánica del desarrollo económico. *Journal of Monetary Economics*, 22(1), 3-42.
- Owen, N., Humpel, N., Leslie, E., Bauman, A., y Sallis, J. F. (2004). Understanding environmental influences on walking: review and research agenda. *American journal of preventive medicine*, 27(1), 67-76. doi: 10.1016/j.amepre.2004.03.006
- Rattan, A., Campese, A., y Eden, C. (2012). *Modeling Walkability. Automating analysis so it easily repeated*. Recuperado de <https://www.esri.com/news/arcuser/0112/modeling-walkability.html>
- Rosenberg, D., Ding, D., Sallis, J. F., Kerr, J., Norman, G. J., Durant, N., ... y Saelens, B. E. (2009). Neighborhood Environment Walkability Scale for Youth

(NEWS-Y): reliability and relationship with physical activity. *Preventive medicine*, 49(2), 213-218. doi: 10.1016/j.ypmed.2009.07.011

Rundle, A., Neckerman, K. M., Freeman, L., Lovasi, G. S., Purciel, M., Quinn, J., ... y Weiss, C. (2009). Neighborhood food environment and walkability predict obesity in New York City. *Environmental health perspectives*, 117(3), 442-447. doi: 10.1289/ehp.11590

Saelens, B. E., Sallis, J. F., y Frank, L. D. (2003). Environmental correlates of walking and cycling: findings from the transportation, urban design, and planning literatures. *Annals of behavioral medicine*, 25(2), 80-91. doi: 10.1207/S15324796ABM2502\_03.

Secretaría de Planeamiento de Buenos Aires. (2014). *Índice Sintético de Caminabilidad*. Recuperado de [https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/caminabilidad\\_0.pdf](https://www.buenosaires.gob.ar/sites/gcaba/files/caminabilidad_0.pdf)

Zhu, X. (2008). Walkability and safety around elementary schools: Economic and Ethnic disparities. *American Journal of Preventive Medicine*, 34, 282-290.