



Distribución e indicadores de cobertura y accesibilidad del espacio público en Manizales, Colombia

Tania Giraldo-Ospina* 
Luis R. Vásquez-Varela+ 

Resumen

La cantidad de espacios públicos urbanos ha sido valorada de acuerdo con estándares internacionales establecidos como metas para las ciudades. En el contexto colombiano las investigaciones sobre indicadores de calidad del espacio público a escala de barrio no son comunes por razones que incluyen la falta de datos detallados. Este artículo presenta una valoración cuantitativa del espacio público basada en un análisis espacial intraurbano, mediante el uso de un sistema de información geográfica según cuatro variables: espacios públicos, zonas verdes, árboles urbanos y habitantes. El cumplimiento de indicadores se entorpece cuando el ordenamiento territorial municipal no utiliza instrumentos de gestión urbana para proveer, ordenar, diseñar, construir y mantener los espacios públicos. Asimismo, su gestión se dificulta cuando la planificación no corresponde con la distribución poblacional y las nuevas densidades según cambios de los parámetros de ocupación y aprovechamiento, usos o incremento de habitantes; incluso cuando hay nuevos usuarios, necesidades y actividades en el espacio público. En consecuencia, los procesos de planeación emprendidos no logran superar el déficit de espacios públicos ni mejorar la calidad de vida urbana, y persisten desigualdades ambientales en barrios con cobertura mínima o sin cobertura.

Palabras clave: desigualdades ambientales, espacios públicos, planeación urbana, políticas públicas, zonas verdes.

Ideas destacadas: los autores presentan un artículo de investigación que proporciona una valoración cuantitativa del espacio público basado en un análisis espacial intraurbano según indicadores de cobertura y accesibilidad.



RECIBIDO: 22 DE DICIEMBRE DE 2019. | EVALUADO: 13 DE MAYO DE 2020. | ACEPTADO: 20 DE JULIO DE 2020.

CÓMO CITAR ESTE ARTÍCULO

Giraldo-Ospina, Tania; Vásquez-Varela, Luis R. 2021. "Distribución e indicadores de cobertura y accesibilidad del espacio público en Manizales, Colombia." *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 30 (1): 158-177. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n1.84320>.

* Universidad Nacional de Colombia, Manizales – Colombia. ✉ tgiraldo@unal.edu.co – ORCID: 0000-0002-7643-8565
+ Universidad Nacional de Colombia, Manizales – Colombia. ✉ lrvasquezv@unal.edu.co – ORCID: 0000-0003-2293-7294
✉ Correspondencia: Tania Giraldo Ospina, Cl. 65 #23-29, Campus El Cable, Manizales, Colombia.

Indicators of Coverage and Accessibility of Public Space in Manizales, Colombia

Abstract

The amount of urban public spaces has been valued according to international standards set up as goals for cities. In the Colombian context, research on quality indicators of public space at the neighborhood level is not common for reasons including the lack of detailed data. This article presents a quantitative assessment of public space based on an intra-urban spatial analysis using a geographic information system according to four variables: public spaces, green areas, urban trees, and inhabitants. The fulfillment of indicators is hindered when public land use does not use urban management instruments to provide, order, design, build, and support public spaces. Likewise, its management is difficult when planning does not correspond to the population distribution and the new densities according to changes in the parameters of occupation and use, land use, or increase of inhabitants, even when there are new users, needs, and activities in the public space. Consequently, the planning processes undertaken cannot overcome the deficit of public spaces or improve the quality of urban life, and environmental inequalities persist in neighborhoods with minimal or no coverage.

Keywords: environmental inequalities, public spaces, urban planning, public politics, parkland.

Highlights: the authors present a research article that supplies a quantitative assessment of public space based on an intra-urban spatial analysis according to coverage and accessibility indicators.

Distribuição e indicadores de cobertura e acessibilidade do espaço público em Manizales, Colômbia

Resumo

A quantidade de espaços públicos urbanos foi avaliada de acordo com padrões internacionais estabelecidos como metas para as cidades. No contexto colombiano, a pesquisa sobre os indicadores de qualidade do espaço público no nível do bairro não é comum por razões que incluem a falta de dados detalhados. Este artigo apresenta uma avaliação quantitativa do espaço público com base em uma análise espacial intraurbana, utilizando um sistema de informações geográficas de acordo com quatro variáveis: espaços públicos, áreas verdes, árvores urbanas e habitantes. O cumprimento dos indicadores é dificultado quando a ordenação territorial municipal não utiliza instrumentos de gestão urbana para fornecer, ordenar, projetar, construir e manter espaços públicos. Da mesma forma, sua gestão é difícil quando o planejamento não corresponde à distribuição da população e às novas densidades de acordo com mudanças nos parâmetros de ocupação e utilização, uso ou aumento de habitantes; mesmo quando há novos usuários, necessidades e atividades no espaço público. Consequentemente, os processos de planejamento empreendidos não conseguem superar o déficit de espaços públicos ou melhorar a qualidade de vida urbana, e as desigualdades ambientais persistem em bairros com cobertura mínima ou inexistente.

Palavras-chave: desigualdades ambientais, espaços públicos, planejamento urbano, políticas públicas, zonas verdes.

Ideias destacadas: os autores apresentam um artigo de pesquisa que fornece uma avaliação quantitativa do espaço público com base em uma análise espacial intraurbana de acordo com indicadores de cobertura e acessibilidade.

Introducción

El concepto de espacio público es complejo porque incluye diferentes enfoques de lugar, uso, acceso, control y propiedad, de forma que se puede abordar desde distintas aproximaciones y niveles de comprensión (Mehta 2014), pues representa un espacio físico, funcional y social que implica un proceso de gestión. El espacio público cumple diferentes roles sociales y está constituido por múltiples elementos que contribuyen a definir su uso.

Lefebvre (2013) diferencia entre “los espacios de representación”, entendidos como aquellos apropiados y vividos, y “las representaciones del espacio” planificado, controlado y ordenado. En este sentido, el espacio público comienza con una representación de un espacio destinado a unas funciones específicas, pero, con el tiempo, los usuarios cambian y traen consigo otras necesidades, usos y actividades. Por lo tanto, el espacio es mutable y está sujeto a cambios regulares en su forma, materiales, uso y definición, supeditados a las necesidades, comportamientos y percepción de sus usuarios (Light y Smith 1998; Borja y Muxi 2000; Dempsey y Burton 2012).

Aunque hay múltiples definiciones sobre el espacio público, existe una noción unificada y consensuada sobre sus roles y beneficios (Madanipour 2019). Según Carmona, Magalhães y Hammond (2008) la falta de comprensión sobre la complejidad del espacio público y la valoración inadecuada de sus beneficios pueden ser parte de las causas de un deterioro generalizado en su calidad a nivel mundial.

El espacio público ha ocupado un lugar central en los estudios de urbanismo, diseño y *marketing* urbano (Madanipour 2019), pero también ha sido una preocupación política constante porque mejora la imagen urbana, fomenta el desarrollo de actividades económicas, sociales y ambientales, a la par que mejora la salud, la calidad de vida urbana, el bienestar de los habitantes fomentando la expresión comunitaria y la seguridad ciudadana (Borja y Muxi 2000). El espacio público tiene el potencial de influir en una amplia gama de beneficios (Carmona, Magalhães, y Hammond 2008), y es “[...] donde más se manifiesta la crisis de la ciudad. Pero también donde aparecen las respuestas” (Borja y Muxi 2000, 16), lo cual incide en las políticas urbanas.

El espacio público contemporáneo puede ser una fuente de ingresos económicos y facilitador de las transformaciones económicas de acuerdo con las formas de atracción e interacción que promueven la innovación, la inversión y el consumo, con implicaciones directas

en los aspectos sociales, económicos y ambientales. El espacio público también es un instrumento de valor al servicio de compradores, visitantes, turistas, promotores inmobiliarios e inversionistas. Madanipour (2019) determina que el espacio público es ahora definido en un sentido mucho más amplio que trasciende la dimensión física e involucra diferentes actores. Entre las implicaciones sociales negativas del espacio público como lugar de atracción está la gentrificación verde que genera el desplazamiento y el reemplazo de un grupo por otro (Anguelovski et ál. 2018).

Los espacios públicos cumplen un rol directo en el mercado inmobiliario porque crean condiciones atractivas de inversión. La mercantilización de los lugares genera una homogeneización de los espacios públicos (Harvey 2013). Esta aproximación ha transformado parcialmente el carácter de los espacios, privilegiando una lógica comercial de almacenes y restaurantes que considera el espacio público como un instrumento de objetivos económicos y que puede estar en desacuerdo con expectativas sociales y ambientales. Esta provisión de espacios públicos no responde a los problemas de inequidad, vulnerabilidad y exclusión social, y contribuye al desplazamiento y la fragmentación socioespacial (Carmona, Magalhães, y Hammond 2008).

Los niveles de comprensión del espacio público incluyen el estudio de relaciones y su contexto. Desde la arquitectura, es común el concepto del lugar en el cual se consideran temas como la forma del espacio físico, los elementos que lo configuran, los límites y la escala territorial; así, la mayor escala comprende espacios públicos que han tenido un papel importante como lugares de la vida pública, dado que una escala más pequeña podría ser una esquina o un lugar para descansar. Otras disciplinas como la ingeniería lo estudian en el ámbito de la infraestructura vial, la obra civil y la accesibilidad en los estudios de movilidad. Cuando se trata de investigaciones interdisciplinarias se incluyen otros enfoques que enriquecen el estudio y facilitan la gestión del espacio público, por ejemplo, los asociados con la ingeniería, las dinámicas sociales, la inclusión social, la sociedad civil y los derechos individuales y colectivos.

La complejidad del espacio público también está dada por su multiplicidad de acuerdo con sus características. En este sentido Carmona, Magalhães y Hammond (2008) plantean dos definiciones. La primera abarca todos los espacios públicos, naturales y construidos, incluyendo espacios internos como centros comerciales, estaciones de sistemas de transporte masivo, edificios públicos

administrativos, bibliotecas e iglesias que también son equipamientos urbanos. La segunda definición solo se enfoca en espacios abiertos y excluye espacios privados internos.

En resumen, es posible entender el espacio público de diferentes maneras. Para los propósitos de este documento se considera el “espacio público efectivo” definido de acuerdo con la normatividad colombiana (Presidencia de la República de Colombia 1998) y conformado por espacios abiertos destinados a parques, plazas, plazoletas y zonas verdes.

Gestión del espacio público

Dempsey y Burton (2012) plantean que la gestión del espacio público es un concepto complejo que implica la participación de diferentes actores en cuatro etapas: planificación, diseño, construcción y mantenimiento a largo plazo. Las tres primeras hacen parte de la producción del espacio público. Por tanto, la gestión no termina con su construcción, es un proceso en marcha que compromete dimensiones físicas y no físicas según el contexto, y se refiere a dimensiones interrelacionadas que agrupan técnicas de gestión urbana, actores interesados, financiación, normatividad, políticas y evaluación. Estas dimensiones pueden ser aplicadas a diferentes escalas en el territorio, incluso en las escalas barrial, comunitaria o vecinal, porque son las que mejor describen las calidades del entorno construido y permiten analizar las interacciones sociales e implementar los principios de sostenibilidad urbana (Chen y Dietrich 2019).

Este proceso de gestión requiere un diagnóstico de la cantidad y la calidad de los espacios públicos construidos. Existen indicadores que valoran las características del espacio público o analizan su relación con su entorno. Algunos inventarios valoran la cantidad y calidad de la infraestructura, otros responden a indicadores de accesibilidad y cobertura. Ambos métodos se requieren y se complementan. Gehl (2014) relaciona la calidad del espacio público con las actividades al aire libre, las cuales agrupa en tres categorías: obligatorias, opcionales y sociales. El autor concluye que a mayor calidad se observa un incremento de las actividades opcionales, que se realizan si el momento y el lugar son propicios, como caminar, tomar el sol o ver personas pasar; estas fomentan las actividades sociales porque ocurren de manera espontánea y son un indicador directo de la calidad del espacio público.

La cantidad requerida de espacios públicos depende del número de habitantes de una ciudad y contribuye a mejorar su calidad de vida y salud, siempre y cuando haya una distribución espacial equitativa y se logre beneficiar a todos los habitantes con las mismas condiciones. La localización de zonas verdes a pocos metros del lugar de residencia es un aporte; se respira mejor y se estimula a que los habitantes caminen más y socialicen con sus vecinos, actividades necesarias para combatir la falta de actividad física derivada del aumento del transporte motorizado (Giles-Corti et ál. 2005). Un espacio público apropiado incrementa las interacciones sociales, contribuye a la salud mental y física de los habitantes, y mejora aspectos ambientales y estéticos de su entorno (Salih y Ismail 2017).

Las zonas verdes y los árboles urbanos también hacen parte de los indicadores de calidad del espacio público y de la calidad de vida urbana. Ambos contribuyen al bienestar de los habitantes en cuanto a los servicios ecosistémicos que aportan, como la regulación climática, y hacen parte del espacio público de las ciudades. También, ofrecen lugares favorables para la salud, la relajación y la contemplación de la naturaleza (De la Barrera, Reyes-Päecke y Banzhaf 2016). “El árbol urbano es un elemento fundamental en el paisaje de una ciudad” (Tovar Corzo 2007), que complementa los beneficios del espacio público, incluso aporta cualidades estéticas al paisaje urbano y tiene efectos reguladores del clima.

Existen diferentes lineamientos e indicadores para medir la calidad y la cantidad de espacio público. Por ejemplo, se pueden estudiar los aspectos relacionados con el interior del espacio público mediante el inventario y la evaluación de su infraestructura, incluido el estado de su mobiliario. Igualmente, se puede evaluar su relación con el exterior considerando indicadores de cobertura, accesibilidad, densidad poblacional y distribución equitativa de los espacios públicos.

El vínculo entre las zonas verdes y la actividad se puede analizar en dos ámbitos. El primero consiste en el efecto de fondo y la naturaleza cotidiana que producen los árboles urbanos, los pequeños espacios públicos, los jardines o bordes verdes con su flora y fauna asociadas. El segundo son las zonas verdes utilizadas para la recreación activa y pasiva, que animan a los habitantes que viven cerca a realizar una actividad física. Estos espacios requieren cercanía al lugar de residencia, tamaño en proporción al número de habitantes, oferta y variedad de actividades y servicios, y facilidad de acceso. Las zonas verdes se valoran más en la medida que permiten

escapar de la cotidianidad y del ruido de los entornos urbanos (WHO 2017).

Para Serrano y Jolly (2019) el uso de la escala del barrio en el proceso de planeación facilita la valoración de la calidad del espacio público destinado al peatón, como es la existencia de incentivos suficientes para promover la caminata. La escala barrial se impregna de otras escalas y de la relación con los equipamientos y los usos del suelo. La teoría de las ventanas rotas (Wilson y Kelling 1982), basada en el experimento de Philip Zimbardo, postula que el desorden de un lugar influye en el entorno; por ejemplo, un vehículo abandonado junto a un espacio público incide negativamente en la calidad de este, independientemente de un diseño atractivo, y estimula actos vandálicos en la zona.

Si bien hay autores que utilizan indicadores a escala urbana como Russo y Cirella (2018), existen otros que optan por una escala menor como base del proceso de planificación, formulación de políticas y orientación de resultados particulares (Nedovic-Budic et al. 2016). El uso de una escala menor posibilita el desarrollo de programas de mantenimiento del espacio público que inciden en la vida cotidiana de los residentes de un barrio (Dempsey 2008). Otros autores, como De la Barrera, Reyes-Päecke y Banzhaf (2016), consideran relevante el uso de indicadores en ambas escalas.

En el contexto colombiano las investigaciones sobre indicadores de calidad del espacio público a escala de barrio no son comunes, por razones que incluyen, entre otras, la falta de datos detallados. Algunas de las investigaciones consultadas se enfocan en indicadores y escalas de nivel urbano o de comuna (Garnica y Jiménez 2013; Páramo y Burbano 2013; Cárdenas O'Byrne 2017; Mayorga y Hernández 2018; Gutiérrez-López, Caballero-Pérez y Escamilla-Triana 2019).

Desigualdades ambientales

La investigación sobre indicadores cuantitativos de espacio público en Colombia no ha profundizado sobre el origen de algunos “estándares internacionales” tales como 15 m² de espacio público por habitante, 9 m² de zonas verdes por habitante o un árbol por cada tres habitantes. Estos indicadores han sido replicados en la Política Nacional de Espacio Público (DNP 2012) y en la Política de Gestión Ambiental Urbana (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible 2016), como metas para aumentar el número y el área de los espacios públicos de las ciudades. Aunque estos indicadores no son aplicables en todos los climas,

se adoptó el umbral mínimo de 15 m² de espacio público por habitante mediante el Decreto Nacional 1504 de 1998 (Presidencia de la República de Colombia 1998).

Posteriormente, el documento *Visión Colombia 2019 II Centenario sobre Construir Ciudades Amables* (DNP 2006) diagnosticó que las ciudades colombianas estaban muy alejadas de los mínimos aceptados “a nivel internacional” de entre 10 m² y 15 m² de espacio público por habitante, e indicó que, en algunos planes de ordenamiento territorial de las ciudades intermedias, se dispuso alcanzar dichos indicadores sin sustento técnico y económico sobre el déficit real de espacio público.

Tradicionalmente, los indicadores cuantitativos de espacio público se reportan para todo el territorio y dan un valor ponderado respecto al número de habitantes. Estos indicadores han servido para medir la calidad de vida de las ciudades y “se han convertido en un factor de competitividad urbana, con la aspiración implícita de alcanzar estándares internacionales” (Arteaga Rosero 2018, 30).

La Figura 1 presenta cuatro indicadores de acuerdo con diferentes definiciones: (1) área verde por habitante, (2) espacio abierto por habitante, (3) espacio público por habitante y (4) espacio verde público. En la figura se presentan los umbrales de 15 m² de espacio público y 9 m² de zona verde por habitante. Se observa que un grupo de cinco ciudades latinoamericanas (Río de Janeiro, Curitiba, Belo Horizonte, Ciudad de México y Santiago de Chile) supera el umbral de 15 m² de área verde por habitante, mientras que las ciudades colombianas se encuentran por debajo de los umbrales de espacio público por habitante. A pesar de estos bajos indicadores, la ciudad de Manizales presenta los mayores indicadores nacionales con tendencia creciente en el periodo 2001-2017.

Si bien existe una aparente claridad de estos indicadores globales, es necesario revisar su empleo en los análisis espaciales intraurbanos (Gómez y Velázquez 2018), tal como lo propusieron Cavalheiro y Del Picchia (1992), quienes, por ejemplo, consideraron que el indicador brasileño de 12 m² de espacio público por habitante solo es válido para parques de barrio cuyo carácter público ofrece posibilidades de recreación al aire libre.

Los beneficios que las zonas verdes aportan para la salud y la calidad ambiental urbana dependen de factores adicionales a su tamaño. Giles-Corti et al. (2005) postulan que las zonas verdes urbanas son adecuadas si son accesibles, seguras, aprovechables y están al alcance de la población para alentar la caminata y un uso activo. Igualmente, Reyes-Päcke y Figueroa (2010) plantean que las áreas verdes urbanas proveen servicios sociales y

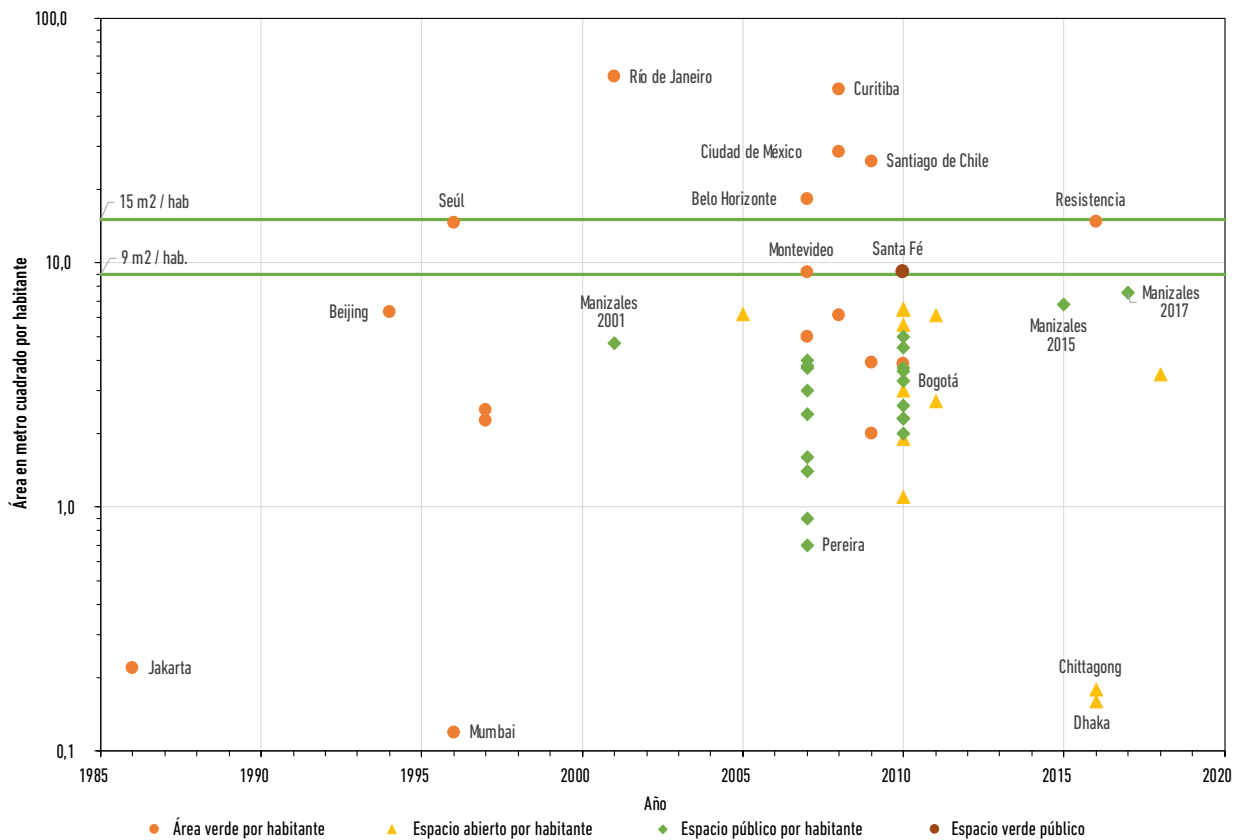


Figura 1. Indicadores de espacio público reportados en ciudades de Colombia y el mundo, 1985-2018.

Datos: Reyes-Päcke y Figueroa (2010); DNP (2012); Vera, Ramírez, y Pértile (2017); Gómez y Velázquez (2018); y Jafrin y Beza (2018).

ecológicos en función de su tamaño, accesibilidad y distribución al interior de la ciudad, y proponen métricas de paisaje para su caracterización.

Los indicadores de área per cápita de espacio público y zonas verdes suelen atribuirse a la Organización de las Naciones Unidas (ONU), a la Organización Mundial de la Salud (OMS) e incluso a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Por ejemplo, el indicador de 9 m^2 o 10 m^2 de zona verde por habitante se ha atribuido a la OMS por autores como Saz-Salazar y Rausell-Köster (2008), Reyes-Päcke y Figueroa (2010), Khalil (2014), De la Barrera, Reyes-Päcke y Banzhaf (2016), Goro y Mwasi (2017), Vera, Ramírez y Pértile (2017), Gómez y Velázquez (2018), Jafrin y Beza (2018), Pérez Medina (2018), Russo y Cirella (2018), Lahoti, Lahoti y Saito (2019) y Pérez (2019). Sin embargo, décadas atrás Cavalheiro y Del Picchia (1992) habían concluido que la atribución de estos indicadores a dichas organizaciones carece de sustento. Posteriormente, la Sociedad Brasileña de Forestación Urbana estableció un mínimo de 15 m^2 de área verde pública para recreación

por habitante, indicador que ha sido citado por Harder, Salvador y Reis (2006), de Arruda et ál. (2013) y Nogueira, do Prado y Garcia (2013).

El manejo de indicadores de cobertura del espacio público también sirve para realizar proyecciones cuantitativas según el incremento de habitantes, la escala, la estructura y distribución poblacional en el territorio y la función de los espacios públicos. En contraste con estos, los indicadores de accesibilidad consideran la distribución de los espacios públicos a partir de la distancia o del tiempo necesarios para acceder a ellos. De hecho, autores como Mayorga y Hernández (2018) consideran que la proximidad y la accesibilidad a los espacios públicos es necesaria para garantizar su uso.

La WHO (2016), citando al Ambiente Italia Research Institute (2003), compiló múltiples indicadores europeos, incluido el de accesibilidad basado en el porcentaje de población que puede acceder a los espacios públicos en una distancia inferior a 300 metros o un tiempo de caminata menor que cinco minutos. Se consideró la separación de espacios públicos con extensión igual o mayor que media

hectárea, e incluyó parques deportivos y ornamentales, áreas privadas de uso público, áreas de uso exclusivo para peatones y ciclistas y áreas para realizar actividades de ocio al aire libre.

En el mismo sentido, la WHO (2012) propuso indicadores como la proporción de población urbana que vive a menos de 500 metros de una parada de transporte urbano, la proporción de calles urbanas con andenes y el área de espacio verde per cápita. Posteriormente, la WHO (2016) planteó otros indicadores, entre ellos, que todos los habitantes deben contar con un espacio verde accesible, de al menos 20 hectáreas, a una distancia menor a dos kilómetros de su vivienda.

Las dificultades en la planeación y gestión del espacio público requieren: (1) considerar el espacio público como una red interconectada y (2) establecer mecanismos de gestión para obtener recursos que los municipios puedan administrar (Gómez y Velázquez 2018). Existen alternativas de gestión urbana para aumentar los indicadores cuantitativos de espacios públicos y zonas verdes, por ejemplo, la transferencia de derechos de construcción basados en un sistema de reparto de cargas y beneficios, un instrumento de gestión del suelo establecido en el Decreto Único Reglamentario 1077 de 2015 (Presidencia de la República de Colombia 2015). Los recursos obtenidos pueden emplearse para ordenar, diseñar, construir y mantener los espacios públicos, e incluso para implementar medidas de mitigación de los efectos del cambio climático. Este instrumento se basa en compensaciones mediante el cumplimiento de obligaciones urbanísticas, las cuales pueden ser empleadas para fines ambientales como la cesión de suelo para espacio público o zonas verdes (De La Sala, Maldonado y Alterman 2019).

Este trabajo tiene como objetivo la valoración cuantitativa del espacio público de Manizales, basado en un análisis espacial intraurbano según estándares internacionales sustentados en indicadores de cobertura y accesibilidad. Se utilizó un sistema de información geográfica que considera cuatro variables de análisis para los barrios de la ciudad: espacios públicos, zonas verdes, árboles y habitantes. Se pretende relacionar la demanda y el déficit de espacios públicos de acuerdo con el incremento poblacional en tres momentos de la planificación urbana. Los resultados podrían orientarse hacia la reducción de desigualdades ambientales, teniendo en cuenta una organización equitativa de espacios públicos y considerando la distribución de la población como estrategia para elevar la calidad de vida de los barrios con cobertura mínima o sin cobertura. También sería posible facilitar

la planeación y gestión de los espacios públicos actuales y futuros, y orientar los proyectos de inversión y mantenimiento en unidades espaciales reducidas. Para ello se consideró la escala de barrio y se utilizó la distribución político-administrativa de los barrios de la ciudad. El uso de este tipo de escala es adecuado para orientar diferentes tipos de políticas urbanas y enfoques de planeación (Nedovic-Budic et ál. 2016).

Metodología

Área de estudio

Manizales se ubica en el centro-occidente de Colombia, en los 5° 04' latitud norte y 75° 30' latitud oeste (Figura 2), sobre la vertiente occidental de la Cordillera Central, a 2.150 metros de altitud y sobre un área de 38,15 km² (Ochoa Botero et ál. 2013). Su población en 2018 era de 375.432 habitantes (DANE 2018b) con un promedio de 1.800 habitantes nuevos por año. Debido a su topografía montañosa, la presencia de laderas y áreas de interés ambiental en el suelo urbano han restringido la expansión de la ciudad, generando un tejido urbano discontinuo.

Materiales y equipos

Para el desarrollo del estudio se recopiló la información geográfica de Manizales incluida en el Plan de Ordenamiento Territorial —en adelante, POT— de 2001 (Alcaldía de Manizales 2001) y sus revisiones de 2003 (Alcaldía de Manizales 2003) y 2007 (Alcaldía de Manizales 2007). La información incluye acuerdos municipales, diagnósticos, documentos técnicos de soporte y la cartografía oficial. Se obtuvo la información cartográfica digital en archivos *shape* (.shp) de barrios, manzanas, espacios públicos efectivos y árboles incluida en el geoportal de la ciudad (Alcaldía de Manizales 2019). El espacio público se obtuvo del documento “*Diagnóstico de espacio público*” (Alcaldía de Manizales 2012), el cual hace parte integral del POT de 2017. Para la información demográfica se consultaron los *Resultados y Censo Nacional de Población y Vivienda* de 2018 del DANE y el geoportal de la misma entidad (DANE 2018a; 2018b). Toda la información se procesó en planillas de cálculo y un sistema de información geográfica —en adelante, SIG— con el programa QGIS (Quantum GIS Development Team 2020).

Obtención de las variables de análisis por barrio

Manizales está dividida en 11 comunas y 114 barrios. La información disponible sintetiza las áreas de espacio

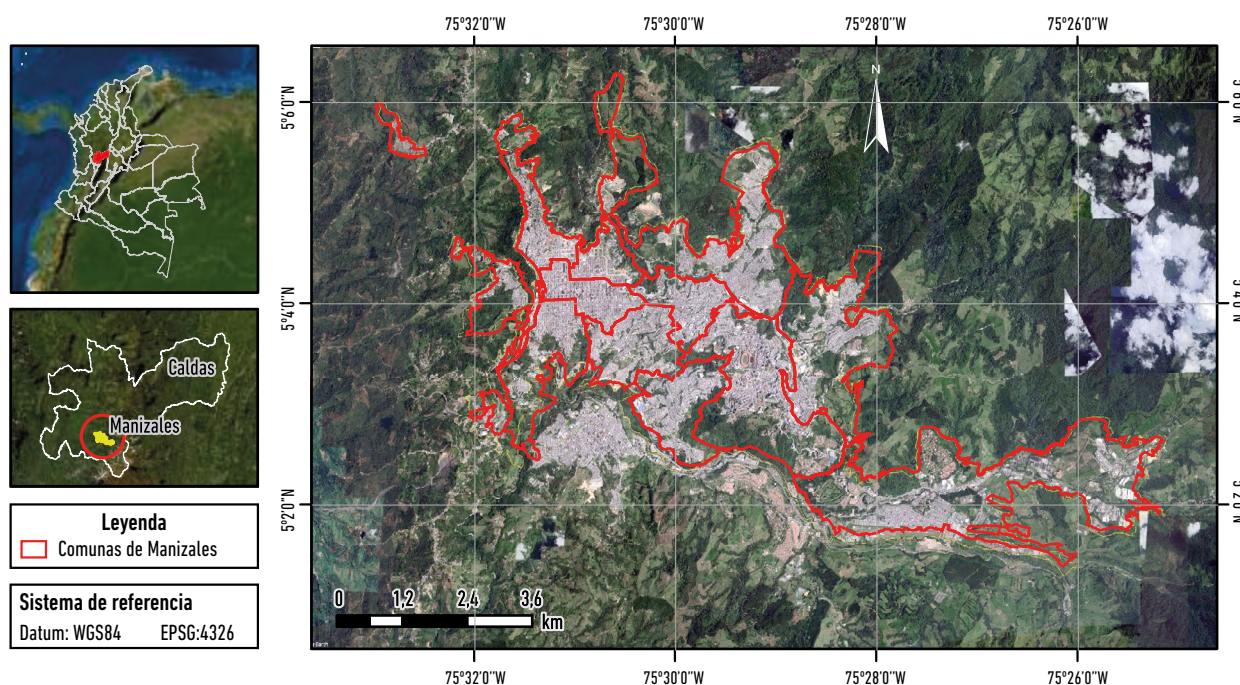


Figura 2. Localización de la ciudad de Manizales.

Datos: Alcaldía de Manizales (2019), IGAC (2020) e imagen de satélite ©2020 disponible en el complemento XYZ Tile de Google Satellite en el software QGIS 3.6 (Quantum GIS Development Team 2020).

público y zonas verdes, y el número de árboles urbanos por comuna. Mediante el sistema de información geográfica se trasladó esta información a los barrios y se corroboró el resultado con los polígonos representados en los planos normativos de los POT de 2001 y de 2017.

Se analizó el espacio público y las zonas verdes en tres horizontes de tiempo: 2001, 2015 y 2018. Debido a que solamente existe información consolidada por comunas para 2001 y 2015 fue necesario desagregarla a nivel de barrios, para lo cual se consultaron los planos normativos AU-32-4 y AU-33-4 del POT de 2001. Esta labor implicó verificar los nuevos espacios públicos efectivos construidos durante este rango de tiempo. Las áreas cuantificadas para 2001 son una aproximación que se realizó verificando los espacios públicos representados en dichos planos.

Cálculo de indicadores

Se definieron los indicadores de áreas de espacio público, zonas verdes y árboles urbanos per cápita. Estos indicadores se analizaron para toda la ciudad de acuerdo con el total de m² de espacio público y el total de habitantes urbanos en los tres momentos definidos (2001, 2015 y 2018), los cuales sirvieron para determinar la demanda y el déficit de área de espacio público y su evolución temporal. En el cálculo del área del espacio público se incluyeron las zonas verdes, las cuales también se

analizaron separadas para verificar cómo se encuentra la ciudad en relación con el indicador de 9 m² per cápita. Teniendo en cuenta que las zonas verdes hacen parte del área de espacio público efectivo, los 6 m² faltantes por habitante deben estar destinados a otros espacios públicos de carácter permanente, para obtener el total de 15 m² por habitante.

Se plantearon los mismos indicadores en escala local en los tres periodos citados y se establecieron rangos de indicadores según los parámetros normativos y los indicadores internacionales, los cuales se relacionaron con la población de cada comuna y barrio. Asimismo, se elaboró un plano con el análisis de la información de 2018, el cual permitió detectar los barrios que cumplen con los indicadores y los que carecen de espacio público, zonas verdes y árboles urbanos.

Con la información obtenida se elaboró una nueva base de datos, considerando como unidad espacial el barrio, a la cual se vincularon las áreas de espacio público, zonas verdes y árboles urbanos, y se asociaron algunas características como estrato socioeconómico, procesos de urbanización y gestión urbana. También se consideraron las categorías definidas en el POT de 2017 según los usos que se desarrollan en cada espacio y el público que lo frecuenta: ornamentales, lúdicos, deportivos, cívicos e infantiles. Finalmente, se determinó el porcentaje de las

áreas de los barrios que se encuentran a 300 metros de zonas verdes mayores o iguales que 0,5 hectáreas como indicador de accesibilidad.

Resultados y discusión

Indicadores de cobertura a escala urbana

En la Tabla 1 se presenta la incidencia de los indicadores internacionales en la política nacional y en la norma local de Manizales. Con estos indicadores se determina la demanda y el déficit de espacio público, durante el periodo de análisis, para toda la ciudad.

El indicador de espacio público por habitante es el único explícito en la norma local. Los indicadores de zonas verdes y árboles por habitante hacen parte de un diagnóstico de la norma local, pero no son de obligatorio cumplimiento. El indicador de un árbol por cada tres habitantes se encuentra en Sanclemente y García (2015), y otras referencias no académicas como los medios El País.com.co (2015), el Diario de Sevilla (2019), Andalucía Información (2019) y Blu Radio (2019).

El POT de 2001 (Alcaldía de Manizales 2001) planteó en su visión a 25 años que Manizales sería un municipio con amplios espacios públicos integrados al paisaje para el disfrute de todos sus habitantes. En los parámetros para las cesiones urbanísticas en nuevas urbanizaciones propuso como meta mínima el logro de 15 m² por habitante. Aunque en el POT de 2017 la cuantificación oficial de espacio público incluyó adicionalmente las categorías de ecoparques, zonas verdes, bulevares y separadores ambientales, esta apuesta no se ha cumplido como se observa en la Tabla 2.

A 2018, la ciudad ha logrado el 51 % del indicador de espacio público adoptado en sus normas. El incremento de espacio público en el periodo 2001-2018 está asociado principalmente con la incorporación de los ecoparques y zonas verdes; sin embargo, se recuerda que estas áreas solo son adecuadas si cumplen con criterios de accesibilidad, seguridad y uso (Giles-Corti et ál. 2005), lo cual requiere un proceso detallado de planeación del territorio que va más allá de la intención expresada en el POT de 2001 de construir parques y escenarios deportivos cuya localización y área nunca fue definida.

Tabla 1. Incidencia de los indicadores internacionales a nivel local

Tema	Indicador	Norma nacional	Política Nacional	Norma local
Espacio público por habitante	15 m ² /habitante	Decreto 1504 de 1998	Política Nacional de Espacio Público	Acuerdo Municipal 508 de 2001.
Zonas verdes por habitante	9 m ² /habitante	Sin norma	Política de Gestión Ambiental Urbana	Acuerdo Municipal 958 de 2017. Diagnóstico de Espacio Público (2012).
Árboles por habitante	1 árbol/3 habitantes	Sin norma	Sin política	Acuerdo Municipal 958 de 2017. Diagnóstico de Espacio Público (2012).
Accesibilidad al espacio público	Población que puede acceder a espacios públicos \geq 0,5 hectáreas a una distancia inferior a 300 metros	Sin norma	Sin política	Sin incidencia en la norma local.

Datos: Decreto Nacional 1504 (Presidencia de la República de Colombia 1998); Acuerdo Municipal 508 (Alcaldía de Manizales 2001); Diagnóstico de Espacio Público (Alcaldía de Manizales 2012); Urban Green Spaces and Health (WHO 2016).

Tabla 2. Demanda y déficit de espacio público en Manizales, 2001-2015-2018

Año	Hab.	Demanda per cápita (m ² /hab.)	Demanda total (m ²)	Oferta per cápita (m ² /hab.)	Oferta total (m ²)	Déficit per cápita (m ² /hab.)	Déficit total (m ²)
2001	343.609	15	5.154.135	4,7	1.617.296	10,3	3.536.839
2015	368.655	15	5.529.825	6,8	2.494.200	8,2	3.035.625
2018	375.432	15	5.631.480	7,5	2.816.467	7,5	2.815.013

Datos: Alcaldía de Manizales (2001), Alcaldía de Manizales (2017), y DANE (2018a).

En la revisión del POT en 2007 se planteó la provisión de laderas urbanas como espacio público no efectivo. Posteriormente, el POT de 2017 propuso integrarlas como espacio público efectivo. Esta propuesta incrementaría el indicador de espacio público efectivo de la ciudad, para lo cual es necesario realizar diseños innovadores que satisfagan criterios de accesibilidad, seguridad y uso necesarios para su disfrute por la ciudadanía, particularmente en el caso de los tratamientos geotécnicos.

En la Tabla 3 se observa que los registros de Manizales sobre espacios públicos han variado con el tiempo en cuanto a cantidad y categorías utilizadas. Se hallaron imprecisiones en las cantidades reportadas por año y comuna, principalmente en ecoparques y zonas verdes. En el POT de 2001 no se tuvo en cuenta el ecoparque Los Yarumos, lo cual explica la diferencia significativa en las áreas.

El POT de 2001 no incluyó zonas verdes, solamente plazas y parques deportivos, infantiles y ornamentales. En 2015 no se tuvieron en cuenta bulevares y separadores ambientales, en consecuencia, se decidió utilizar las cantidades de 2001 con la actualización realizada en 2012 para cada comuna (Alcaldía de Manizales 2012). En 2018 Manizales contaba con un 68 % de zonas verdes y ecoparques; el 32 % restante correspondía a los otros espacios públicos como plazas, plazoletas, bulevares, separadores ambientales y parques deportivos, infantiles y ornamentales. Según estas cifras, entre 2001 y 2018 el área de espacio público se incrementó en cerca de 9.000 m² por año.

Los ecoparques Los Yarumos y Los Alcázares son parte de las áreas de interés ambiental de la ciudad y limitan con el perímetro urbano, el cual se modificó en las revisiones del POT con la consecuente variación de la extensión de estos. Las áreas reportadas de los ecoparques presentan cambios importantes que afectan el cálculo de los indicadores. En este artículo se adoptan los registros

de 2001 y 2015, incluidos en el Diagnóstico Anexo 003 del POT de 2017 (Alcaldía de Manizales 2012) y el Documento Técnico de Soporte del Componente Urbano del POT de 2017 (Alcaldía de Manizales 2017). El área de interés ambiental del Parque Deportivo Bicentenario Bosque Popular representa un valor cultural y natural paisajístico de la ciudad que ofrece actividades recreativas y ecoturísticas (Ochoa Botero et ál. 2013).

Indicadores de cobertura a escala local

Para la escala local se tuvieron en cuenta las unidades geográficas correspondientes a once comunas y 114 barrios. La Figura 3 presenta la distribución de las comunas dentro de ocho rangos de área per cápita de espacio público. Debido al amplio rango de variación del indicador de área per cápita, se adoptó en las abscisas de las figuras 3 y 4 una escala modificada, pero no logarítmica por la presencia de valores iguales a cero. En la Figura 3 no se reportan datos para la categoría entre 100 m² y 500 m² por habitante, pero se conserva la escala de comparación con la Figura 4, en la cual sí se encuentran barrios dentro de dicho rango. Como se explica a continuación, el análisis basado en comunas oculta desigualdades importantes visibles en el análisis a nivel de barrios.

Se observa que ninguna comuna carece de espacio público por habitante. La evolución temporal marca el crecimiento del indicador en el periodo 2001-2018. El 27 % de las comunas superan el indicador de 15 m² por habitante de la norma local en el periodo 2015-2018. Esta proporción corresponde a las comunas Atardeceres, Ecoturístico Cerro de Oro y Tesorito que contienen parte de los ecoparques Los Alcázares y Los Yarumos, y el Parque Deportivo Bicentenario Bosque Popular. En contraste, la Figura 4 permite identificar la existencia de barrios que carecen de espacio público y otros que cuentan con indicadores superiores a 500 m² por habitante.

Tabla 3. Áreas de espacio público incluyendo los ecoparques, 2001-2015-2018

Año	Otros espacios públicos	Zonas verdes	Ecoparques	Espacio público total	Fuente
2001	756.781 m ² (47 %)	0 m ² (0 %)	860.515 m ² (53 %)	1.617.296 m ² (100 %)	POT 2017. Diagnóstico de 2012. Anexo 003. Espacio Público. Datos actualizados en SIG.
2015	888.494 m ² (35 %)	616.402 m ² (25 %)	989.307 m ² (40 %)	2.494.203 m ² (100 %)	POT 2017. Documento Técnico de Soporte. Componente Urbano.
2018	902.207 m ² (32 %)	608.207 m ² (22 %)	1.306.053 m ² (46 %)	2.816.467 m ² (100 %)	Cálculo realizado a partir de datos del Geoportal y el plano U-10 "Espacio Público" del POT de 2017.

Datos: Alcaldía de Manizales (2001; 2017; 2019).

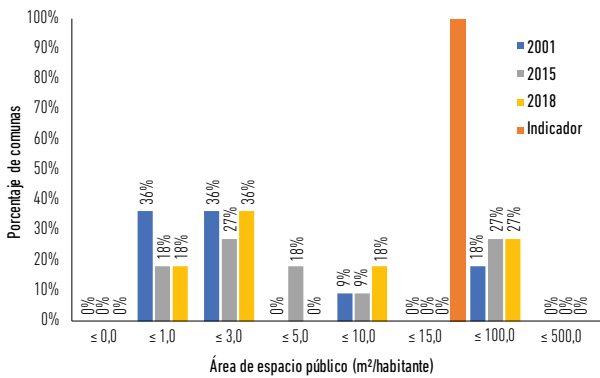


Figura 3. Porcentaje de comunas según el área de espacio público por habitante, 2001-2015-2018.
 Datos: Alcaldía de Manizales (2001; 2017; 2019) y DANE (2018a).

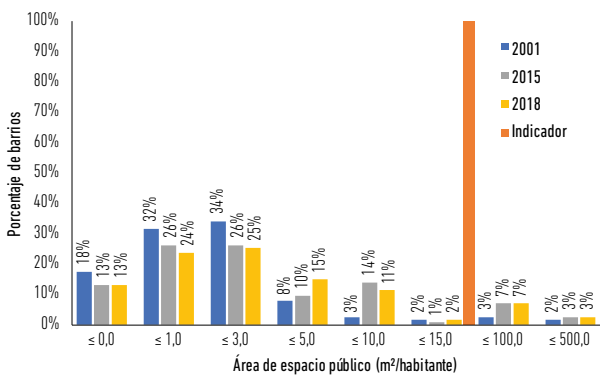


Figura 4. Porcentaje de barrios según el área de espacio público por habitante, 2001-2015-2018.
 Datos: Alcaldía de Manizales (2001, 2017, 2019); y DANE (2018a).

El porcentaje de barrios sin espacio público se ha reducido del 18 % al 13 % en el periodo 2001-2018. Asimismo, el porcentaje de barrios que satisface el umbral de 15 m² por habitante ha pasado del 7 % al 12 % en el mismo periodo. Los barrios que poseen los indicadores más elevados se encuentran localizados junto a los ecoparques; no obstante, también carecen de otros espacios como parques infantiles o deportivos que cumplen funciones urbanas y hacen parte de la vida cotidiana de sus habitantes. La existencia de barrios sin espacio público arroja información relevante para priorizar la gestión de la liberación de suelo urbano con destino a la construcción de estas infraestructuras. En ambos análisis se evidencia la existencia de desigualdades ambientales en la ciudad.

La Figura 5 presenta la información de población y área de espacio público de los 114 barrios de la ciudad durante el periodo de análisis. La pendiente de la línea roja representa el estándar de 15 m² por habitante.

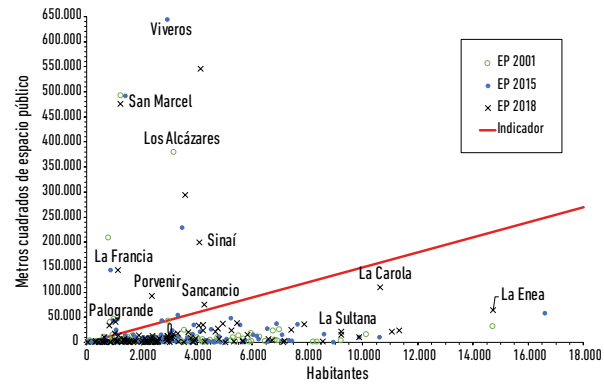


Figura 5. Área de espacio público y población por barrio, 2001-2015-2018.
 Datos: Alcaldía de Manizales (2001; 2017; 2019) y DANE (2018a).

La mayor parte de los barrios se concentra bajo la línea del estándar, es decir, que no lo satisface de acuerdo con su población y área de espacio público. Se observan casos críticos como La Enea y La Sultana con poblaciones superiores a 10.000 habitantes y un claro déficit de espacio público. Los barrios La Francia, Los Alcázares, Viveros, Sinaí, El Porvenir y La Carola superan el indicador por ser adyacentes a los ecoparques Los Alcázares y Los Yarumos. El barrio San Marcel tiene un indicador alto porque es adyacente al Parque Bicentenario. Los ecoparques y el Parque Bicentenario son espacios públicos de escala municipal; este último posee mejores condiciones de accesibilidad y ofrece diversidad de actividades, mientras que los ecoparques están localizados en la periferia con menor accesibilidad.

Los barrios Sancancio y Palogrande satisfacen el indicador porque tienen una baja densidad de habitantes. En el barrio Palogrande existen espacios públicos de nivel municipal alrededor del estadio de fútbol que lleva el mismo nombre. En la Tabla 4 se presenta la distribución de los barrios de acuerdo con el área de espacio público per cápita, considerando los ocho rangos indicados (en la Figura 6).

La distribución del espacio público no ha sido equitativa de acuerdo con los resultados de la tabla. Los barrios sin espacio público son diversos en sus procesos de urbanización y construcción, es decir, estos no son condicionantes para garantizar el cumplimiento del indicador. Algunos son de bajos ingresos con asentamientos informales, otros son de altos ingresos como Cerros de La Alhambra —con unidades residenciales provistas de zonas verdes y áreas exclusivas—, y otros están en áreas con preponderancia de uso industrial como Maltería y

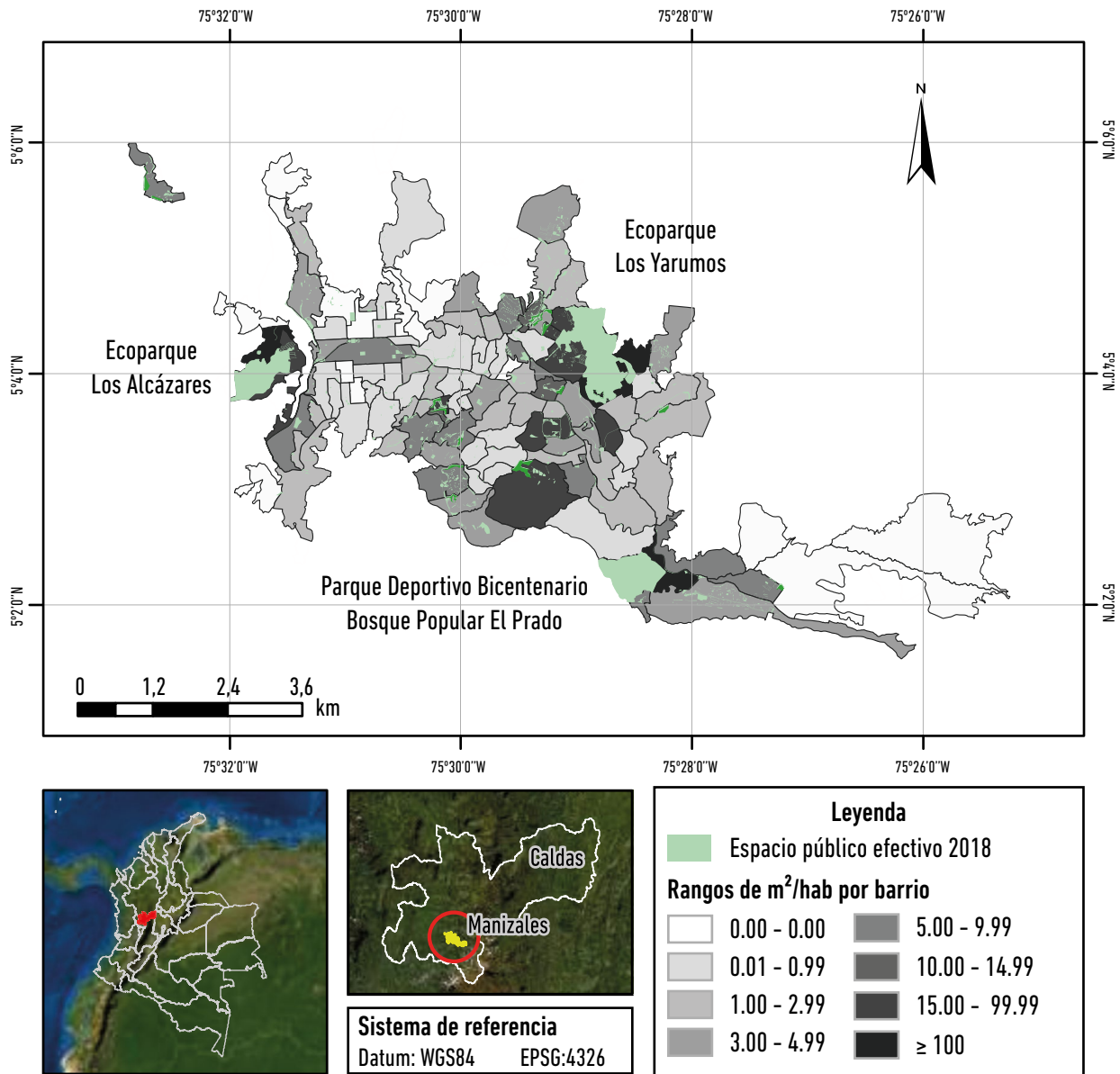


Figura 6. Manizales: Barrios según área de espacio público por habitante, 2018. Datos: Alcaldía de Manizales (2019), IGAC (2020); e imagen de satélite ©2020 disponible en el complemento XYZ Tile de Google Satellite en el software QGIS 3.6 (Quantum GIS Development Team 2020).

Zona Industrial. Los barrios en el rango de 0,01 a 0,99 m² por habitante se caracterizan principalmente por un proceso de autogestión, mientras que los barrios que poseen un indicador igual o mayor que 100 m² por habitante son de origen privado y mixto. Vale la pena anotar que en todos los rangos de espacio público per cápita se encuentran barrios de altos ingresos. Asimismo, algunos barrios están localizados sobre laderas muy pendientes como San Ignacio, Estrada y Galán, los cuales se caracterizan por

tener hogares de bajos ingresos con viviendas en condiciones precarias y vulnerables a deslizamientos.

En la Figura 7 se presenta la relación entre las zonas verdes y la población de los barrios. La pendiente de la línea roja representa el estándar de 9 m² por habitante.

Se observa que la mayor parte de los barrios se encuentran por debajo del indicador adoptado. Por encima de este se encuentran los barrios Sancancio, Palogrande, San Cayetano, El Prado y Bajo Prado que agrupan tan solo el 2,9 % de la población de la ciudad. El caso del

Tabla 4. Manizales: barrios según área de espacio público por habitante, 2018

Rangos (m ² /hab.)	Barrios	N.º de barrios	%	Población total	%
0	20 de Julio, Arenillo, Bella Montaña, Cerros de La Alhambra, Colón, Estrada, Galán, La Argentina, Maltería, Morrogacho, Sacatín, San Antonio, San Ignacio, Sierra Morena, Zona Industrial.	15	13 %	21.453	7 %
0,01-0,99	Cervantes, San Joaquín, Puerta del Sol, Buena Esperanza, Residencias Manizales, Vivienda Popular, Las Américas, Kennedy, El Bosque, Los Cedros, Fátima, Minitas, El Carmen, Colombia, El Trébol, El Sol, Pio XII, Campoamor, Colseguros, Vélez, Marmato, Delicias, Betania, Nevado, El Campin, Avanzada, Villapilar.	27	26 %	101.683	34 %
1,00-2,99	Fanny González, Villahermosa, San Jorge, Lleras, Estambul, Peralonso, Arrayanes, San José, Palermo, Villa Julia, Nogales, Solferino, Panorama, Alta Suiza, Altos de Capri, Belén, Bosques del Norte, Arboleda, Bosques de Niza, San Sebastián, La Sultana, Uribe, Milán, Guayacanes, Campohermoso, La Toscana, Villacarmenza, González, El Paraíso, Laureles.	30	24 %	109.302	23 %
3,00-4,99	Leonora, Versalles, Alhambra, Fundadores, El Caribe, Camilo Torres, Los Agustinos, Asís, La Estrella, Santa Helena, Caserío La Enea, La Enea, Guamal, Chipre, La Cumbre, Comuneros.	16	12 %	65.678	17 %
5,00-9,99	Camelia, Centenario, La Asunción, Castellana, Aranjuez, Persia, Malhabar, Las Colinas, La Rambla, San Cayetano, Centro, Ciudadela La Linda, Baja Suiza.	13	12 %	41.066	11 %
10,00-14,99	La Carola, Los Rosales, Bajo Prado.	3	3 %	12.470	1 %
15,00-99,99	Prado, Sancancio, Lusitania, Porvenir, Palogrande, Sinaí, Los Alcázares.	7	7 %	17.263	5 %
≥ 100	La Francia, Viveros, San Marcel.	3	3 %	6.517	1 %
Total		114	100 %	375.432	100 %

Datos: Alcaldía de Manizales (2019) y DANE (2018a).

barrio El Prado, por ejemplo, es significativo, pues tiene un indicador de 16 m² de zona verde por habitante y no contiene espacios públicos de nivel municipal (Figura 8).

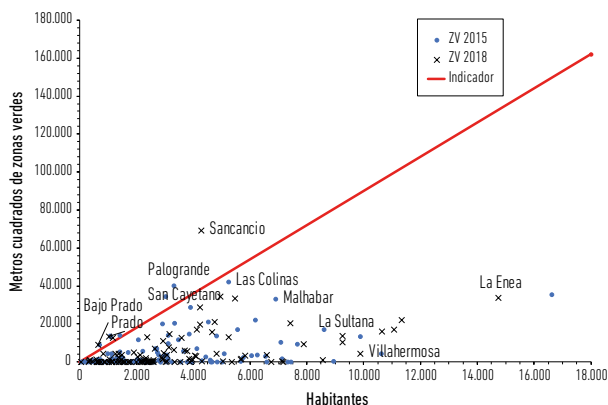


Figura 7. Área de zonas verdes y población por barrio 2015-2018.
Datos: Alcaldía de Manizales (2017, 2019); y DANE (2018a).

El barrio El Prado está conformado por viviendas de dos pisos, esto quiere decir que dejaría de cumplir el

indicador si se construyeran edificios de apartamentos con el consecuente incremento de la población.

En la Figura 9 se presenta la relación entre los árboles por cápita y la población de los barrios. La línea roja representa el estándar de 1 árbol por cada tres habitantes, es decir, 0,33 árboles por habitante.

Es evidente el déficit de árboles urbanos en la ciudad. Solo el barrio Palogrande se encuentra por encima del indicador, mientras que el barrio La Enea es, de nuevo, el de peor condición en tal sentido. La demanda para el 2018 es de 122.531 árboles y los registros oficiales reportan solamente 7.219 árboles georreferenciados, correspondientes a 112 especies (Gallego et ál. 2014), cantidad que fue corroborada con el archivo “Infraestructura verde urbana árboles” disponible en el Geoportal Alcaldía de Manizales (2019) e información presentada en el plano U-10 “Espacio público” del POT de 2017. Debe anotarse que el inventario no incluye los árboles localizados en los ecoparques ni en los parques deportivos.

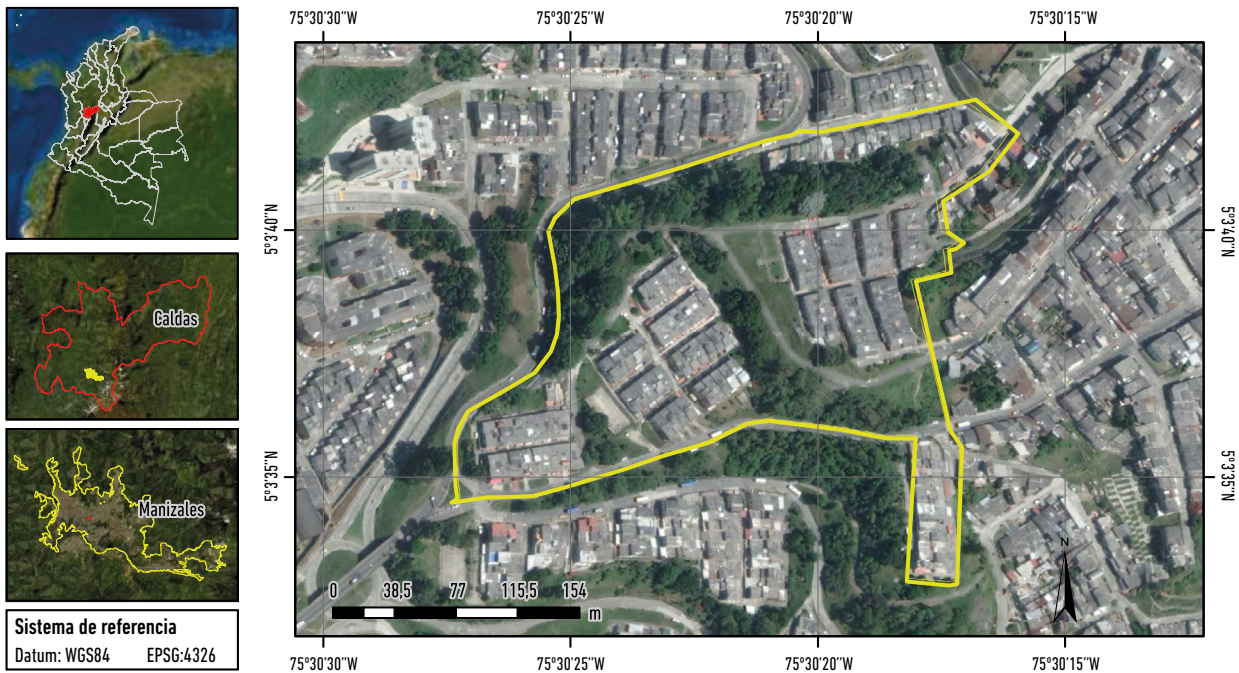


Figura 8. Espacios públicos del barrio El Prado, Manizales. Datos: Alcaldía de Manizales (2019), IGAC (2020) e imagen de satélite ©2020 disponible en el complemento XYZ Tile de Google Satellite en el software QGIS 3.6 (Quantum GIS Development Team 2020).

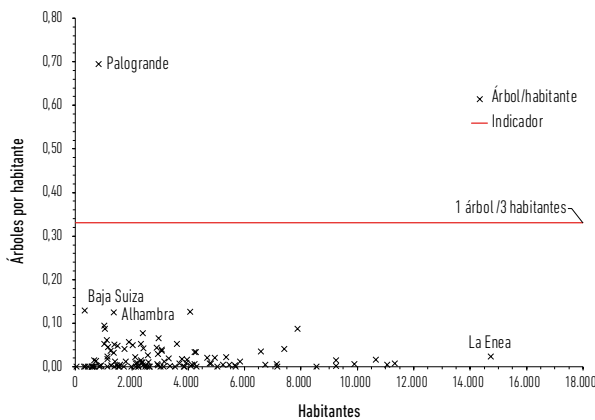


Figura 9. Manizales: árboles según número de habitantes por barrio, 2018. Datos: Alcaldía de Manizales (2017; 2019) y DANE (2018a).

Después de analizar los indicadores de espacio público, zonas verdes y arborización per cápita por barrio se concluye que este tipo de indicadores son una guía y un punto de partida para mejorar la eficiencia en los procesos de planificación y gestión urbana, y sirven de referente cuando las densidades poblacionales aumentan en los barrios consolidados y en los nuevos desarrollos urbanísticos en suelo urbano o de expansión, ya que la demanda se incrementa.

Son evidentes las desigualdades ambientales en cuanto a zonas verdes y árboles por habitante: mientras que unos pocos barrios superan los indicadores, otros ni siquiera poseen espacios públicos. Los beneficios de los espacios públicos solamente son para unos habitantes.

Indicadores de accesibilidad

En la Figura 10 se presenta el mapa de cobertura de los espacios públicos con zonas verdes iguales o mayores que media hectárea sobre los barrios de la ciudad. Se observa que las zonas verdes iguales o mayores que 5.000 m² no están localizadas en una red articulada que responda a la distribución de la población y a la interconexión ambiental, situación que produce grandes sectores sin cobertura.

En la ciudad se ha consolidado un corredor generado por la agrupación de seis zonas verdes en sentido centro-sur, el cual genera cobertura continua sobre 22 barrios. Este corredor no está próximo a los ecoparques Los Alcázares y Los Yarumos, ni al Parque Deportivo Bicentenario que generan sus propias áreas de cobertura.

En la Figura 11 se observa que hay 39 barrios que no están dentro de la franja de 300 metros alrededor de una zona verde mayor o igual a media hectárea; esto implica

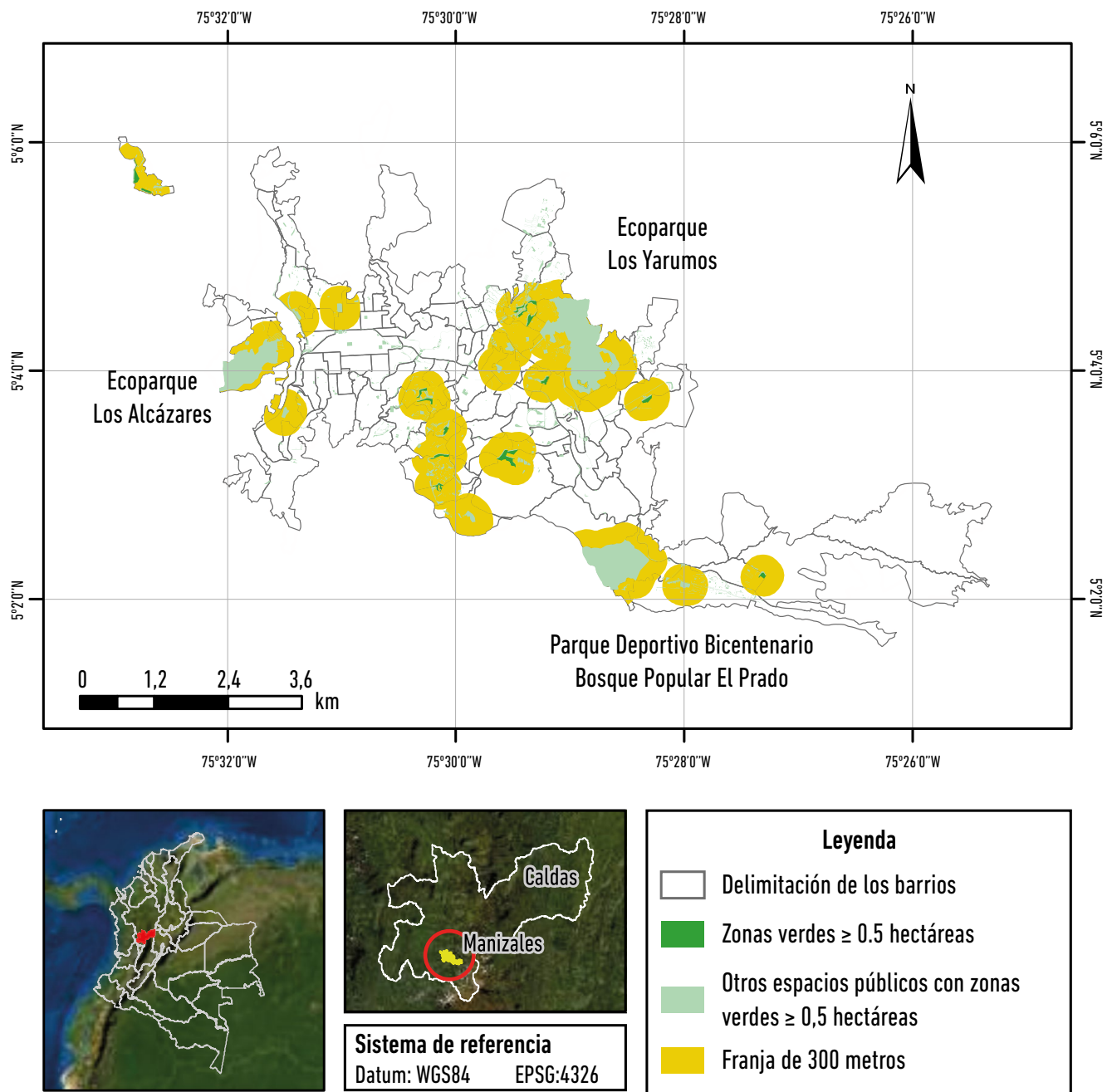


Figura 10. Área de los barrios en la franja de 300 metros desde una zona verde mayor o igual que media hectárea, 2018. Datos: Alcaldía de Manizales (2019), IGAC (2020) e imagen de satélite ©2020 disponible en el complemento XYZ Tile de Google Satellite en el software QGIS 3.6 (Quantum GIS Development Team 2020).

que sus habitantes necesitan recorrer mayores distancias para acceder a un espacio público de estas características. En contraste, existen 26 barrios cuya extensión se encuentra dentro de la franja de 300 metros desde una zona verde, o la conjunción de varias de ellas, con las características indicadas.

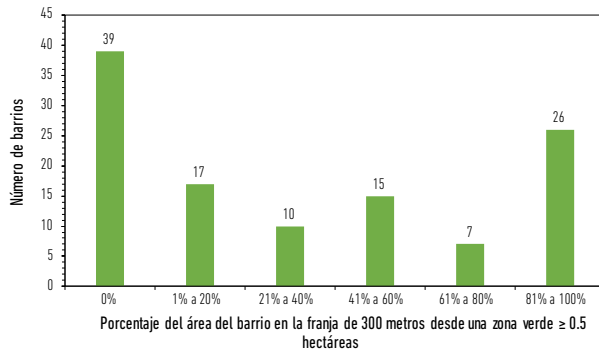


Figura 11. Porcentaje del área del barrio en la franja de 300 metros desde una zona verde mayor o igual que media hectárea, 2018. Datos: Alcaldía de Manizales (2017; 2019).

Conclusiones

Aunque el indicador de 15 m² de espacio público per cápita es atribuido de forma discutible a la OMS, ha servido para orientar las políticas de espacio público en el país. Sin embargo, el caso de Manizales evidencia la dificultad para lograr este umbral a pesar de los esfuerzos institucionales para llevar un registro de las áreas de espacio público. De otro lado, este indicador no estableció las áreas con destino a las diferentes categorías de espacios públicos según los usos del suelo predominantes.

Se deben precisar los criterios para valorar la cantidad de espacios públicos de una ciudad, esto es debido a la diversidad de categorías al momento de definir estos espacios, en especial con la incorporación de las áreas de interés ambiental y las zonas verdes, las cuales permiten ser discriminadas en áreas públicas y privadas. El propósito de lograr los índices mínimos de espacio público efectivo, zonas verdes y árboles urbanos por habitante requiere priorizar políticas públicas para mejorar la calidad de vida urbana, vinculando la ejecución de proyectos para incrementar la cantidad de espacios públicos en los sectores deficitarios y cualificar los existentes.

Este trabajo analizó datos numéricos y se enfocó en el espacio público construido, utilizando indicadores de cobertura y accesibilidad con una aproximación a las particularidades de cada barrio de la ciudad de Manizales. Esta investigación es evaluativa porque analizó los sistemas

de cuantificación del espacio público en la ciudad, y es comparativa pues se confrontaron dos momentos de planificación de la ciudad representados por el POT de 2001 y el POT de 2017. Algunos de los barrios estudiados cumplen con los indicadores; sin embargo, estos podrían variar si la densidad poblacional aumenta. De hecho, si la administración municipal propone un aumento de densidades también se deben revisar los indicadores y priorizar la gestión para liberar suelo urbano con destino a espacios públicos.

Existe inequidad en la distribución de los espacios públicos por barrios en la ciudad de Manizales. En lugares con alta densidad y espacios limitados de recreación se impone un alto grado de presión sobre los parques en términos de uso y se dificulta su gestión.

Los espacios públicos no están organizados en una red articulada que responda a la distribución de la población, situación que se deriva en barrios con cobertura mínima o sin cobertura. En consecuencia, los procesos de planeación emprendidos no logran superar el déficit de espacios públicos ni mejorar la calidad de vida urbana de sus habitantes, y persisten las desigualdades ambientales.

Es importante que las administraciones municipales consideren unidades de planificación menores que las comunas, porque al aumentar el nivel de detalle se obtiene un panorama más aproximado a la realidad de la ciudad. El manejo de una escala urbana sirve para comparar ciudades, la escala barrial es útil para revelar las desigualdades a nivel intraurbano que no son evidentes a nivel urbano y ayudar a detectar áreas que requieren acciones gubernamentales. Se recomienda, como ejercicio útil para la planificación urbana, vincular la distribución espacial del espacio público según la población para tener claridad sobre donde hacer las futuras inversiones para la provisión de espacios públicos. La calidad de vida urbana mejora cuando el derecho a la ciudad y a la naturaleza se materializa para todos sus habitantes de manera equitativa permitiendo que estos puedan acceder y disfrutar de los espacios públicos y las zonas verdes.

Para futuras investigaciones es importante considerar la variable normativa en cuanto a las áreas exigidas como cesiones urbanísticas en contraprestación al derecho de construcción. Los resultados obtenidos sugieren la necesidad de registrar el incremento de espacio público por habitante conforme con las licencias de construcción obtenidas, vincular los suelos vacantes a la red de espacios públicos, incluir los cambios de usos del suelo, la densidad máxima permitida y los porcentajes de cesión de suelo para espacio público definidos en la normatividad.

La complejidad de la gestión del espacio público implica no solo el proceso de planeación de una red interconectada que agrupa unidades espaciales, sino hacer uso de los mecanismos de gestión que ofrece la normatividad nacional y que en algunos casos han sido incluidos en el ordenamiento territorial municipal pero que no se emplean por falta de reglamentación.

De igual manera, la transferencia de derechos de construcción como instrumento de gestión del suelo podría contribuir a mejorar la calidad de vida de los habitantes, atender la demanda de espacio público desde una perspectiva de cambio climático y mitigar sus efectos negativos. Este último tiene potencial de aplicabilidad porque permite captar recursos para que las administraciones municipales puedan incrementar la cantidad y calidad de los espacios públicos y así implementar acciones de manera planificada.

La calidad de los espacios públicos y sus zonas verdes se puede analizar según forma, tamaño, cobertura vegetal, accesibilidad y distribución espacial, lo cual requiere el uso de estándares de calidad para las diferentes categorías de espacios públicos, considerando el entorno natural de las ciudades. Hasta donde los autores tienen conocimiento, existen pocas investigaciones que permitan comparar estos resultados y encontrar algunas tendencias comunes en ciudades de la región andina colombiana.

Es posible que, a través de estudios particulares basados en la distribución espacial del espacio público y la calidad de vida urbana, se puedan vislumbrar formas y metodologías de entender el espacio público de la ciudad. Este artículo proporciona herramientas para evaluar y planificar mejor la ubicación y gestionar la red de espacios públicos, y abre la posibilidad de estudiar los atributos de los espacios públicos de ciudades localizadas en pendientes y con escasez de suelo urbanizable, las cuales quedan supeditadas a las particularidades del paisaje. Así mismo, para próximas investigaciones, este inventario de espacios públicos por barrio permite vincular variables como seguridad, densidad urbana, convivencia, mantenimiento, habitabilidad y otras medidas de accesibilidad, fundamentales para la cualificación de los espacios públicos y, por ende, lograr un mejor uso y apropiación.

Agradecimientos

Este trabajo se deriva del proyecto de investigación titulado “Indicadores de la calidad del espacio público efectivo”, adelantado por el Grupo de Investigación de Arquitectura,

Medios de Expresión y Comunicación en la Línea Ciudad y Territorio; asimismo, contó con la colaboración de los estudiantes del Semillero de Investigación URBI-SIG de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Los autores también expresan su agradecimiento a su empleador actual, la Universidad Nacional de Colombia.

Referencias

- Alcaldía de Manizales. 2001. *Acuerdo Municipal 508 de 2001. Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Manizales*. Alcaldía de Manizales.
- Alcaldía de Manizales. 2003. *Acuerdo Municipal 573 de 2003. Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Manizales*. Alcaldía de Manizales.
- Alcaldía de Manizales. 2007. *Acuerdo Municipal 663 de 2007. Plan de Ordenamiento Territorial (POT) del municipio de Manizales*. Alcaldía de Manizales.
- Alcaldía de Manizales. 2012. *Revisión General del Plan de Ordenamiento Territorial del municipio de Manizales. Componente Temático: Espacio Público. Diagnóstico del Acuerdo Municipal 958 de 2017. Anexo 003*. Alcaldía de Manizales.
- Alcaldía de Manizales. 2017. *Documento Técnico de Soporte (DTS). Componente Urbano del Acuerdo Municipal 958 de 2017. Plan de Ordenamiento Territorial*. Alcaldía de Manizales.
- Alcaldía de Manizales. 2019. “Geoportal.” Gestión de Información Geográfica–Planeación Municipal. 2019. <http://geodata-manizales-sigalcmzl.opendata.arcgis.com>.
- Ambiente Italia Research Institute. 2003. *European Common Indicators (ECI). Towards a Local Sustainability Profile*. Italia: Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, European Commission, Agenzia per la protezione dell’ambiente e per i servizi tecnici. Consultado el 10 de octubre de 2019. https://www.gdrc.org/uem/footprints/eci_final_report.pdf.
- Andalucía Información. 2019. “El PP: Sevilla no cumple la ratio un árbol por cada 3 habitantes.” *Andaluciainformacion.es*. Consultado el 25 de noviembre, 2019. <https://andaluciainformacion.es/andalucia/849372/el-pp-sevilla-no-cumple-la-ratio-un-arbol-por-cada-3-habitantes/>.
- Anguelovski, Isabelle, James J. T. Connolly, Laia Masip, y Hamil Pearsall. 2018. “Assessing Green Gentrification in Historically Disenfranchised Neighborhoods: A Longitudinal and Spatial Analysis of Barcelona.” *Urban Geography* 39 (3): 458–91. <https://doi.org/10.1080/02723638.2017.1349987>.
- Arruda, Luiz E. V. de, Paulo R. de S. Silveira, Hudson S. M. Vale, y Paulo C. M. da Silva. 2013. “Índice de área verde e de cobertura vegetal no perímetro urbano central do município de Mossoró-RN.” *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Nota Técnica Científica* 8 (2): 13–17.

- Arteaga Rosero, Armando. 2018. *Espacio público: una aproximación conceptual*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- BLU Radio. 2019. "En Bogotá hay un árbol por cada siete habitantes, dice experto ambiental." Consultado el 31 de mayo, 2019. <https://www.bluradio.com/blu360/bogota/en-bogota-hay-un-arbol-por-cada-siete-habitantes-dice-experto-ambiental>.
- Borja, Jordi, y Zaida Muxi. 2000. *El espacio público, ciudad y ciudadanía*. Barcelona: Diputación de Barcelona.
- Cárdenas O'Byrne, Sabina. 2017. "Medir el uso del espacio público urbano seguro." *Sociedad y Economía*, no. 33. <https://doi.org/10.25100/sye.voi33.5620>.
- Carmona, Matthew, Claudio de Magalhães, y Leo Hammond. 2008. *Public Space: The Management Dimension*. London y New York: Routledge.
- Cavalheiro, Felisberto, y Paulo Celso Dornelles Del Picchia. 1992. "Áreas verdes: conceitos, objetivos, diretrizes para o planejamento." Publicado en los *Anais do 1.º Congresso Brasileiro Sobre Arborização Urbana* y ele 4. ° *Encontro Nacional Sobre Arborização Urbana*. Vitória-Brasil, del 13 al 18 de septiembre.
- Chen, H-H, y U Dietrich. 2019. "Measuring Livability at the Neighborhood Scale – Development of Indicators and Methods for the Comparison between Neighborhoods and Best Practice within the Chosen City." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 290 (junio): 1-8. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/290/1/012121>
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). 2018a. "Geoportal DANE." Consultado el 12 de diciembre de 2019. <https://geoportal.dane.gov.co/geovisores/sociedad/cnpv-2018/?lt=5.075882793318443&lg=-75.49203411340672&z=18>.
- DANE. 2018b. "Resultados y Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Manizales, Caldas." Consultado el 12 de diciembre de 2019. <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/191019-CNPV-presentacion-Caldas-Manizales.pdf>.
- De la Barrera, Francisco, Sonia Reyes-Päcke, y Ellen Banzhaf. 2016. "Indicators for Green Spaces in Contrasting Urban Settings." *Ecological Indicators* 62: 212-219. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.027>.
- De La Sala, Safira, Melinda Maldonado, y Rachele Alterman. 2019. "Políticas de Suelo, Derecho Urbanístico y Cambio Climático: Instrumentos urbanísticos-tributarios como medidas para enfrentar al Cambio Climático." *Working Paper, Lincoln Institute of Land Policy*. <https://www.lincolnst.edu/publications/working-papers/politicas-suelo-derecho-urbanistico-cambio-climatico>.
- Dempsey, Nicola. 2008. "Quality of the Built Environment in Urban Neighbourhoods." *Planning Practice & Research* 23 (2): 249-264. <https://doi.org/10.1080/02697450802327198>.
- Dempsey, Nicola, y Mel Burton. 2012. "Defining Place-Keeping: The Long-Term Management of Public Spaces." *Urban Forestry & Urban Greening* 11 (1): 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2011.09.005>.
- Diario de Sevilla. 2019. "La capital tiene un árbol por cada tres habitantes." *Diario de Sevilla*. Consultado el 18 de agosto, 2019. https://www.diariodesevilla.es/sevilla/Sevilla-arbol-habitantes-plan-director-arbolado-urbano_o_1409859613.html.
- DNP (Departamento Nacional de Planeación). 2006. *Visión Colombia II Centenario 2019: Construir Ciudades Amables*. Consultado el 21 de octubre de 2019. <https://www.dnp.gov.co/politicas-de-estado/vision-colombia-2019/Paginas/programa-vision-colombia-2019.aspx>.
- DNP (Departamento Nacional de Planeación). 2012. *Política Nacional de Espacio Público*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Consejo Nacional de Política Económica y Social-Compes 3718. Consultado el 30 de octubre de 2019. https://www.dadep.gov.co/sites/default/files/marco-legal/1_politica_nacional_ep_1.pdf.
- El País.com.co*. 2015. "Personería alerta por déficit de árboles en Cali." Consultado el 23 de julio de 2019. <https://www.elpais.com.co/cali/personeria-alerta-por-deficit-de-arboles-en.html>.
- Forero Sanclemente, Esperanza, y Luis Hernando Bueno García. 2015. "El Parque Lineal de Palmira, un espacio dinamizador del desarrollo de la ciudad." *Urbano* 18 (31): 64-73.
- Gallego, José Humberto, Julio Andrés Sierra-Giraldo, Ángela Adriana Tabares Tabares, Luis Enrique Hernández, Silvana Gallego González, y Juan Sebastián López Ramírez. 2014. "Plan de Manejo de la silvicultura urbana para la ciudad de Manizales." CHEC, Alcaldía de Manizales, Corpocaldas y Universidad de Caldas. Consultado el 11 de agosto de 2019. https://www.researchgate.net/publication/281275309_Manual_de_Silvicultura_Urbana_para_Manizales.
- Garnica, Rosana, y Juan Eduardo Jiménez Caldera. 2013. "La calidad de vida urbana y la dimensión físico-espacial del espacio público: aportes metodológicos para el ordenamiento territorial de Montería." *Perspectiva Geográfica* 18 (2): 257-80. <https://doi.org/10.19053/01233769.2678>.
- Gehl, Jan. 2014. *Ciudades para la gente*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.
- Giles-Corti, Billie, Melissa H. Broomhall, Matthew Knuiaman, Catherine Collins, Kate Douglas, Kevin Ng, Andrea Lange, y Robert J. Donovan. 2005. "Increasing Walking." *Ameri-*

- can Journal of Preventive Medicine* 28 (2): 169-76. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.10.018>.
- Gómez, Néstor Javier, y Guillermo A. Velázquez. 2018. "Asociación entre los espacios verdes públicos y la calidad de vida en el municipio de Santa Fe, Argentina." *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 27 (1): 164-179. <http://dx.doi.org/10.15446/rcdg.v27n1.58740>.
- Goro, Beatriz A., y Benjamin Mwasi. 2017. "Determining Per Capita Value of Urban Green Spaces Provision: A Case of Eldoret Town, Kenya." *Africa Environmental Review Journal* 2 (2): 12-21.
- Gutiérrez-López, Julián Alberto, Yolanda Beatriz Caballero-Pérez, y Rubén Alejandro Escamilla-Triana. 2019. "Índice de caminabilidad para la ciudad de Bogotá." *Revista de Arquitectura* 21(1), 8-20. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.1.1884>.
- Harder, Isabel Cristina Fialho, Roberval de Cássia Salvador Ribeiro, y Armando Reis Tavares. 2006. "Índices de área verde e cobertura vegetal para as praças do Município de Vinhedo, SP." *Revista Árvore* 30 (2): 277-82. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622006000200015>.
- Harvey, David. 2013. *Ciudades rebeldes. Del derecho de la ciudad a la revolución urbana*. Traducción de Juanmari Madariaga. Salamanca: AKAL S.A.
- IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 2020. "Datos Abiertos Cartografía y Geografía." *Geoportal IGAC-Instituto Geográfico Agustín Codazzi*. Consultado el 10 de mayo de 2020. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>.
- Jafrin, Maharina, y Beau Beza. 2018. "Developing an Open Space Standard in a Densely Populated City: A Case Study of Chittagong City." *Infrastructures* 3 (3): 40. <https://doi.org/10.3390/infrastructures3030040>.
- Khalil, Ragab. 2014. "Quantitative Evaluation of Distribution and Accessibility of Urban Green Spaces (Case Study: City of Jeddah)." *International Journal of Geomatics and Geosciences* 4 (3): 10.
- Lahoti, Shruti, Ashish Lahoti, y Osamu Saito. 2019. "Benchmark Assessment of Recreational Public Urban Green Space Provisions: A Case of Typical Urbanizing Indian City, Nagpur." *Urban Forestry & Urban Greening* 44 (agosto). <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126424>.
- Lefebvre, Henri. 2013. *La producción del espacio público*. Madrid: Capitán Swing Libros, S. L.
- Light, Andrew, y Jonathan M. Smith, eds. 1998. *Philosophy and Geography II: The Production of Public Space*. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Madanipour, Ali. 2019. "Rethinking Public Space: Between Rhetoric and Reality." *Urban Design International* 24: 38-46. <https://doi.org/10.1057/s41289-019-00087-5>.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2016. *Política de Gestión Ambiental Urbana. Índice de Calidad Ambiental Urbana* (ICAU). Consultado el 14 de agosto de 2019. <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/2051-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-85>.
- Mayorga, José Mario, y Laura Hernández. 2018. "Medición de la cobertura y la accesibilidad del espacio público en Bogotá, Medellín y Cali." *Cuadernos de Vivienda y Urbanismo* 11 (22). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cvu11-22.mcae>.
- Mehta, Vikas. 2014. "Evaluating Public Space." *Journal of Urban Design* 19 (1): 53-88. <https://doi.org/10.1080/13574809.2013.854698>.
- Nedovic-Budic, Zorica, Gerrit Jan Knaap, Harutyun Shahumyan, Brendan Williams, y Aleksander Slaev. 2016. "Measuring Urban Form at Community Scale: Case Study of Dublin, Ireland." *Cities* 55 (junio): 148-164. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2016.02.014>.
- Nogueira Lucon, Thiago, José Francisco do Prado Filho, y Frederico Garcia Sobreira. 2013. "Índice e percentual de áreas verdes para o perímetro urbano de Ouro Preto-MG." *Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*. REVSBAU 8 (3): 63-78. <http://dx.doi.org/10.5380/revsbau.v8i3.66430>.
- Ochoa Botero, María Isabel, Juan Camilo Patiño Zabala, Luisa Fernanda López, Rivera, Sergio Arroyave Arrubla, Jorge Luis Vásquez Muñoz, y Oscar Alonso Rueda Franco. 2013. "Estructura Ecológica Principal de Manizales. Insumo para el ajuste al Plan de Ordenamiento territorial (POT)." Grupo HTM, Alcaldía de Manizales, Corpocaldas. Consultado el 11 de agosto de 2019. <https://es.scribd.com/document/464382021/EEPManizales-infofinal-HTM>.
- Páramo, Pablo, y Andrea Milena Burbano Arroyo. 2013. "Valoración de las condiciones que hacen habitable el espacio público en Colombia." *Territorios*, no. 28, 187-206.
- Pérez Medina, Susana. 2018. "Legislación urbana y oferta de áreas verdes de recreación en Mérida, Yucatán." *Estudios Demográficos y Urbanos* 33 (3): 671-698. <http://dx.doi.org/10.24201/edu.v33i3.1813>.
- Perez, Marina. 2019. "Urban Public Space Axis Rector of Green Infrastructure in the Current City of Ecuador." *International Journal of Environmental Science & Sustainable Development*, no. 4-2 (Junio): 107-112. <http://dx.doi.org/10.21625/essd.v4i2.560>.

- Presidencia de la República de Colombia. 1998. "Decreto 1504 de 1998." *Diario Oficial* n.º 43357, agosto 6 de 1998. Bogotá. Consultado el 11 de septiembre de 2019. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=1259>.
- Presidencia de la República de Colombia. 2015. "Decreto 1077 de 2015." Consultado el 21 de septiembre de 2019. <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=62512>.
- Quantum GIS Development Team. 2020. *Quantum GIS Geographic Information System. QGIS 3.6 Noosa*. Open Source Geospatial Foundation Project. <https://qgis.org/es/site/>.
- Reyes-Päcke, Sonia, e Isabel Margarita Figueroa. 2010. "Distribución, superficie y accesibilidad de las áreas verdes en Santiago de Chile." *EURE (Santiago)* 36 (109): 89-110. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612010000300004>.
- Russo, Alessio, y Giuseppe Cirella. 2018. "Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need?" *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15 (10) 2180. <https://doi.org/10.3390/ijerph15102180>.
- Salih, S. A., y S. Ismail. 2017. "Criteria for Public Open Space Enhancement to Achieve Social Interaction: A Review Paper." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 291 (diciembre) 012001. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/291/1/012001>.
- Saz-Salazar, Salvador del, y Pau Rausell-Köster. 2008. "A Double-Hurdle Model of Urban Green Areas Valuation: Dealing with Zero Responses." *Landscape and Urban Planning* 84 (3-4, marzo): 241-51. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2007.08.008>.
- Serrano, Ronal Orlando, y Jean Francois Jolly. 2019. "El programa funcional. Una herramienta para la gestión y ordenación del espacio público en la promoción del caminar en la ciudad." En *Movilidad urbana y espacio público*, compilado por Ronal Orlando Serrano Romero, 151-175. Bogotá: Universidad Piloto de Colombia.
- Tovar Corzo, Germán. 2007. "Manejo del arbolado urbano en Bogotá". *Territorios*, no. 16-17 (mayo): 149-73.
- Vera, Leandro, Liliana Ramírez, y Viviana Claudia Pértile. 2017. "Disponibilidad de espacios verdes en la ciudad de Resistencia: estudio mediante la aplicación de sistemas de información geográfica (SIG)." Presentado en *VII Seminario de Políticas Urbanas, Gestión Territorial y Ambiental para el Desarrollo Local*, Universidad Nacional del Nordeste. Resistencia, Argentina. Del 8 al 9 de junio.
- WHO (World Health Organization). 2012. "Health Indicators of Sustainable Cities." En *el contexto de Conferencia sobre Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas Rio+20*. Del 20 al 22 de junio.
- WHO (World Health Organization). 2016. *Urban Green Spaces and Health. A Review of Evidence*. World Health Organization. Regional Office for Europe. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0005/321971/Urban-green-spaces-and-health-review-evidence.pdf.
- WHO (World Health Organization). 2017. *Urban Green Spaces: A Brief for Action*. World Health Organization. Regional Office for Europe. https://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/342289/Urban-Green-Spaces_EN_WHO_web3.pdf
- Wilson, James, y George Kelling. 1982. *Broken Windows. The Police and Neighborhood Safety*. Belmont: Wadsworth Publishing Co.

Tania Giraldo-Ospina

Arquitecta (1999) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales, Especialista en Planeación Urbano Regional (2001) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo (2007) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Integrante del Grupo de Investigación en Medios de Expresión y Comunicación y del Grupo de Investigación en Gestión de la Infraestructura de Transporte y del Espacio Público. Líneas de investigación: espacio público y análisis espaciales. Investigación actual: indicadores de la calidad del espacio público efectivo.

Luis Ricardo Vásquez-Varela

Ingeniero Civil (1999) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Especialista en Vías y Transporte (2001) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Magíster en Ingeniería-Geotecnia (2008) de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. Candidato a Doctor en Ingeniería – Línea Automática de la Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales. Director del Grupo de Investigación en Gestión de la Infraestructura de Transporte y del Espacio Público. Línea de investigación: gestión de la infraestructura. Investigación actual: optimización metaheurística de diseño de infraestructura.