

Evaluación de sostenibilidad urbana en Tunja (Colombia)^[1]

Urban sustainability
assessment in Tunja
(Colombia)

Avaliação da
sustentabilidade urbana em
Tunja, Colômbia

Évaluation de la durabilité
urbaine à Tunja (Colombie)

Fuente: Autoría propia

Autores

**María Leonor Mesa-
Cordero**

Universidad de Boyacá
mlmesa@uniboyaca.edu.co
<https://orcid.org/0000-0002-7370-758X>

Adriana Hidalgo-Guerrero

Universidad de Boyacá
adrhidalgo@uniboyaca.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-2447-8423>

**Tadeo Humberto Sanabria-
Artunduga**

Fundación Universidad de América
tadeo.sanabria@investigadores.uamerica.edu.co
<https://orcid.org/0000-0003-2517-2629>

Recibido: 14/06/2023
Aprobado: 21/08/2023

Cómo citar este artículo:

Hidalgo-Guerrero, A; Sanabria-Artunduaga, T.H., y Mesa, Cordero, M.L. (2023). Evaluación de sostenibilidad urbana en Tunja (Colombia). Bitácora Urbano Territorial, 33(III): <https://doi.org/10.15446/bitacora.v33n3.109517>

[1] Investigación financiada por la Universidad de Boyacá.

Resumen

La sostenibilidad urbana es un tema urbano contemporáneo dado el impacto que genera la construcción de la ciudad para el globo. En la literatura académica, la medición de indicadores de sostenibilidad en pequeñas ciudades no es un tema que se encuentre fácilmente. Hay variedad de indicadores de sostenibilidad urbana utilizados para evaluar países y ciudades completas, y otros para hacerlo en fragmentos de ellas, muchos basados en modelos de ciudades del primer mundo. De allí la necesidad de promover estudios en distintos tipos de ciudades latinoamericanas y construir modelos más acordes con realidades locales y en la pequeña escala. La investigación realiza la medición de seis ámbitos de la sostenibilidad urbana a partir de indicadores a escala de la manzana y de sección urbana, utilizando únicamente datos censales abiertos disponibles para la ciudad de Tunja (Colombia). En los resultados se encontró que en Tunja apenas se obtiene un desempeño regular promedio y que la evaluación de indicadores mediante datos abiertos aborda un número importante de ellos, pero deja vacíos de información que deben subsanarse con otras fuentes.

Palabras clave: datos abiertos, indicadores, urbanización, zona urbana

Autora

Adriana Hidalgo-Guerrero

Arquitecta, Doctora en Urbanismo Universidad Politécnica de Madrid. Profesora Universidad de Boyacá, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo. Investigadora Junior categorizada en el Ministerio de Ciencia de Colombia. Investigadora del grupo Nodos. Trayectoria académica de 29 años en investigación, docencia y directiva.

Tadeo Humberto Sanabria-Artunduga

Arquitecto de la Universidad Nacional de Colombia, PhD en Gestión y Valoración Urbana, Magíster en Gestión y Valoración Urbana, Magíster en Ordenamiento Urbano y Regional, Especialista en Gestión y Planificación del Desarrollo Urbano y Regional y experto en sistemas de información geográfica. Consultor en la formulación de Planes de ordenamiento Departamental (Guaviare y Córdoba); Planes de Ordenamiento Territorial Municipal (Monterrey Casanare, Sopo, La Calera, Sibaté, Caparrapí, Anapoima en Cundinamarca; San José, el Retorno, Calamar y Miraflores en el Departamento del Guaviare; Uré, San Carlos y Planeta Rica en el Departamento de Córdoba y Puerto Rico en el Departamento del Caquetá.

María Leonor Mesa-Cordero

Arquitecta Universidad Piloto de Colombia, Magíster en Historia Universidad pedagógica y tecnológica de Colombia. Decana de la Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo de la Universidad de Boyacá. Investigadora del grupo en Patrimonio y Memoria PAME.

Abstract

Urban sustainability is a contemporary urban topic given the impact of the construction of the city for the globe. In the academic literature, measuring sustainability indicators in small cities is not an easily found topic. A wide range of models of urban sustainability indicators are used to measure entire cities or countries, and others to do so in fragments of them, many based on models of first-world cities. Therefore, the need to promote studies in different types of Latin American cities and build models more in line with local realities and in a small scale. The research measures six areas of urban sustainability from indicators on the scale of the block and the urban section, using only open census data available for the city of Tunja (Colombia). The results found that Tunja barely obtains a regular average performance and that the indicator's evaluation through open data addresses an important number of them but leaves gaps in information that must be corrected with other sources.

Keywords: indicators, open data, urbanization, urban areas

Résumé

La durabilité urbaine est un sujet urbain contemporain compte tenu de l'impact de la construction des villes sur la planète. Dans la littérature académique, la mesure des indicateurs de durabilité dans les petites villes n'est pas un sujet facile à trouver. Il existe une grande variété de modèles d'indicateurs de durabilité urbaine utilisés pour mesurer des villes ou des pays entiers et d'autres pour mesurer des fragments de ces villes, souvent basés sur des modèles de villes du premier monde. D'où la nécessité de promouvoir des études dans différents types de villes latino-américaines et de construire des modèles plus conformes aux réalités locales, et à petite échelle. La recherche mesure six domaines de la durabilité urbaine sur la base d'indicateurs à l'échelle de l'îlot et de la section urbaine, en utilisant uniquement des données ouvertes disponibles pour la ville de Tunja (Colombie). Les résultats montrent que Tunja obtient à peine une performance moyenne régulière et que l'évaluation des indicateurs à l'aide de données ouvertes porte sur un nombre significatif d'entre eux, mais laisse des lacunes d'information qui doivent être comblées par d'autres sources.

Resumo

A sustentabilidade urbana é um tema urbano contemporâneo, dado o impacto da construção de cidades para o mundo. Na literatura acadêmica, a mensuração de indicadores sustentáveis em cidades pequenas não é um tema fácil de ser encontrado. Há uma variedade de modelos de indicadores de sustentabilidade urbana utilizados para medir cidades ou países inteiros, e outros para medir apenas fragmentos desses. Muitos são baseados em modelos de cidades de primeiro mundo, razão pela qual é necessário promover estudos em diferentes tipos de cidades latinoamericanas construindo modelos mais condizentes às realidades locais, e em pequena escala. A pesquisa mede seis áreas de sustentabilidade urbana com base em indicadores na escala de quarteirão e seção urbana, usando apenas dados censitários abertos disponíveis para a cidade de Tunja, Colômbia. Os resultados constataram que Tunja dificilmente obtém um desempenho médio regular, e que a avaliação de indicadores por meio de dados abertos aborda um número significativo deles, mas deixa lacunas de informações que precisam ser preenchidas com outras fontes.

Palavras-chave: dados abertos, indicadores, urbanização, área urbana

Evaluación de sostenibilidad urbana en Tunja (Colombia)

Mots-clés: recensement de la population, données ouvertes, indicateurs, urbanisation, zone urbaine

Introducción

La investigación ha logrado aproximarse a una visión de Tunja bajo la mirada de la sostenibilidad con indicadores que indican aspectos problemáticos. La evaluación de ciudades a partir de indicadores de sostenibilidad puede orientar las políticas de las administraciones locales, que incluyen la sostenibilidad como una palabra clave dentro de sus modelos urbanos (Sanabria, 2017).

La insostenibilidad urbana es un problema urbano contemporáneo presente en múltiples investigaciones y artículos en el ámbito académico y profesional debido a la generalización de un modelo de urbanización intensivo y al impacto que esto genera en la crisis ambiental que vivimos en la actualidad. De acuerdo con Montero et al. (2017), las ciudades de América Latina concentran a más del 80% de la población y el proceso de crecimiento de las metrópolis se desacelera mientras que las ciudades intermedias crecen más rápidamente. Los nuevos patrones de urbanización se entrelazan a un crecimiento demográfico desacelerado con un envejecimiento de la población. Por ende, se ha diagnosticado una doble transición urbana y demográfica, la cual significa para el continente un potencial y un desafío para planificar adecuadamente un desarrollo urbano más sostenible (Montero et al., 2017, p. 9).

En consecuencia, requerimos buscar soluciones en este sentido, aun cuando “la sostenibilidad urbana todavía es un término ambiguo que abarca un gran número de definiciones diferentes” (Contreras-Escandón, 2017, p. 29). El desarrollo sostenible implica la interrelación entre sostenibilidad social, ambiental y económica. Peralta (2020), al hablar sobre el tema, indica que:

Han existido una serie de interpretaciones sobre el urbanismo sostenible, cuyos autores tratan de que en ellas se engloben todas las características de un urbanismo racional; permitiendo así, un mejor entendimiento de los objetivos a lograr. A pesar de que cada autor utiliza distintas adjetivaciones (sostenible, ecológico, saludable, verde, resiliente, inteligente, del futuro, entre otras), al final todos coinciden en plantear un objetivo común, que garantice una mejor calidad de vida para las personas. (p. 7)

En este contexto, la medición de la sostenibilidad cobra singular importancia, por lo que es necesario hacer referencia a datos cuantificables (indicadores) que reflejen la realidad de las ciudades objeto de estudio. Para el desarrollo de la investigación, se contó con datos demográficos del Censo DANE (2018), a partir de los cuales se construyeron los indicadores, buscando encontrar equilibrio entre las condiciones de bienestar de las personas y del territorio.

La escala de detalle (manzanas y secciones urbanas) puede aportar miradas para que las administraciones locales, los agentes urbanos y los profesionales que trabajan en la construcción de la ciudad reflexionen sobre formas de actuar más sostenibles. En el marco de lo anterior trabajar con indicadores urbanos aplicados a pequeña escala resulta esclarecedor. De otra parte, es cada vez mayor la disponibilidad de datos abiertos que los investigadores podemos usar para realizar análisis y ofrecer a los municipios pequeños herramientas de consulta y de consolidación de la información que pueden ser muy útiles, puesto que las localidades más pequeñas no cuentan con equipos y presupuestos amplios para desarrollar complejos trabajos de captura de información. Con ello en mente se desarrolló un trabajo investigativo, con la utilización de la información proveniente del Censo Nacional del DANE 2018, para estudiar la posi-

bilidad de ajustar modelos de indicadores de sostenibilidad reconocidos en el medio académico con la realidad de la información al alcance de las ciudades pequeñas. Tunja se constituyó en el escenario para hacer la validación y se comprobó que los resultados son homologables a otros contextos.

El uso de indicadores es importante en la medición de la sostenibilidad urbana, el indicador es un instrumento de medición para indicar algo, como su nombre lo hace explícito. Peralta (2020) afirma que, en esa dirección, ha habido un gran avance gracias a la Cumbre de Río y las Agendas 21. El autor señala que las condiciones para indicar son la especificidad en relación con lo que se desea medir, la claridad y la facilidad de comprensión, sensibles a los cambios del objeto medido, disponibles, confiables, relevantes:

La validez de los indicadores de sostenibilidad urbana estaría dada por la posibilidad de constituirse en un instrumento del planeamiento urbano, que partiendo de la identificación de problemas a diferentes escalas territoriales (ciudad-barrio-manzana), permita medir esos problemas a fin de facilitar alternativas de solución integral a mediano y largo plazo (Peralta, 2020, p. 13)

Los indicadores propuestos por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (AEUB, 2010) fueron la base de arranque de la investigación, aun cuando sus estándares son apropiados para ciudades europeas. Una bondad identificada en el modelo de la AEUB es que se aplica a manzanas y secciones urbanas menores, lo cual permite visualizar una escala de detalle de gran valor para los planificadores y diseñadores urbanos. Un equipo de investigadores latinoamericanos ha realizado estudios comparativos en Colombia, Argentina y Brasil (Giglio et al., 2021) con la pretensión de realizar ajustes y construir un modelo con características latinoamericanas y que sirva de referencia para elaborar mediciones propias de cada ciudad del continente. Igualmente, se revisaron autores con aportes en la determinación definitiva de los indicadores Mesa (2021), Zumelzu y Espinoza (2019). En general se encuentran en la literatura latinoamericana diversos estudios que abordan el asunto a través de muestras, pero son escasos aquellos que abordan la totalidad de una ciudad a partir de mediciones en escalas detalladas.

Marco Teórico

El modelo de la AEUB (2010) es mucho más aplicable a escalas de detalle que otros modelos, razón por la cual se eligió como referente para desarrollar la investigación. Este contempla una serie de ámbitos como: cohesión social, complejidad, diversidad urbana, etc. A continuación se definen conceptualmente los que han sido considerados.

El ámbito de Cohesión Social (CS), de acuerdo con AEUB (2010), habla de las relaciones sociales en la ciudad y propone la mezcla como garante de la estabilización del sistema. Se trata de propiciar el intercambio y las relaciones evitando la segregación. A mayor mezcla social, menores son los motivos para el miedo y la marginación. Cobra importancia revisar la presencia de grupos de diversas edades y rentas en el mismo vecindario. Barba (2011) indica que los conceptos de integración y cohesión social están emparentados, pero no son iguales, pues en la cohesión social interesan los vínculos que otorgan sentido de pertenencia y confianza. Igualmente, señala las dificultades que se dan en el continente para lograr cohesión social en sociedades de alta desigualdad. Kaztman (2010) afirma las dificultades de medición de la CS: por una parte, es un concepto aún inmaduro y probar los mecanismos es complicado; por la otra, los indicadores que sugiere para medir segregación son altamente cualitativos e indagan por comportamientos, percepciones, jerarquías, símbolos, entre otros. A nivel geográfico señala la importancia de revisar índices de segregación de distinta naturaleza, e indica la importancia de contar con las escalas apropiadas para estudiar dichos fenómenos. Stockins et al. (2010) afirma que:

Cuanto mayor es la cohesión social, mayores serán las posibilidades de socializar la información y consensuar políticas y acciones orientadas a preservar el patrimonio natural y, a su vez, se contará con mejores condiciones para enfrentar los fenómenos naturales o las consecuencias de las perturbaciones a la naturaleza provocadas por acciones antrópicas. (p. 113)

Los autores resaltan el valor de la equidad entendida como igualdad de oportunidades. La exposición a riesgos establece un diferencial para la equidad en la localización residencial y que afecta a las poblaciones de menores recursos. Dentro de los indicadores propuestos están los de huella ecológica y áreas verdes per cápita, así como los indicadores de cobertura de

agua potable, en tanto pueden relacionar el patrimonio ambiental con la CS. En cualquier caso, se trata de mediciones a gran escala.

En CS cobra importancia revisar la segregación, que

hace referencia a la falta de uniformidad en la distribución de los grupos o categorías sociales a través del espacio urbano (...) Mientras que la uniformidad espacial se refiere al grado en que los grupos están igualmente distribuidos en el espacio residencial, la exposición espacial se refiere a la medida en que los miembros de un grupo se encuentran con miembros de otro grupo en un entorno residencial próximo. (Linares, 2013 p. 13)

De acuerdo con la AEUB (2010), el ámbito de Complejidad y Diversidad Urbana está relacionado con un menor consumo de recursos; además, la organización de distintas actividades en el territorio lo hace más eficiente, en tanto propicia intercambios gracias a la diversidad, la compacidad y la proximidad. Se reconoce que la homogeneidad en los usos del suelo es nociva porque produce mayores necesidades de desplazamiento, muchas veces motorizado; asimismo, resta vitalidad en distintos horarios con consecuencias en la seguridad de los sectores homogéneos. Mendiola (2017) afirma que uno de los pilares del urbanismo es la diversidad urbana pero no hay consenso sobre la favorabilidad de la aplicación del principio en los estudios que lo miden. Independientemente de lo anterior, plantea preguntas como:

¿Cómo incluir en la práctica el concepto de diversidad?
 ¿Cómo debe ser evaluada o medida? ¿Cuál es la mezcla adecuada? ¿Qué sectores se benefician de la diversidad? ¿En qué medida se contribuye con el bienestar de los habitantes? ¿La diversidad fomenta la cohesión y convivencia? ¿En qué límite/umbral, se generan externalidades negativas? (p. 95)

En específico establece falta de consenso en los límites aplicables a las mediciones. Para Mendiola (2017)

la diversidad urbana favorecerá este principio siempre y cuando se establezca una adecuada mezcla de usos de suelo que permita la proximidad y accesibilidad a los centros de trabajo, lugares de abasto, centros de recreación, deporte y ocio, y otros servicios complementarios necesarios para la vida urbana y pensados en sus habitantes. (p. 101)

En el ámbito de la Ocupación del Suelo, la AEUB (2010) promueve el modelo de ocupación compacta, con lo cual se reduce el consumo de suelo y se hacen más eficientes los recursos naturales de sustento a la ciudad. Es posible disminuir el impacto de huella eco-

lógica gracias a la compacidad. La densidad es uno de los indicadores más revisados en la literatura científica del urbanismo y merece discusiones amplias que superan el alcance de este trabajo. Los procesos de densificación y compactación se justifican en la medida en que las ciudades cuenten con soportes urbanos que pueden abarcar mayores edificabilidades y así combatir la expansión.

En cuanto a la Proximidad, la AEUB (2010) determina que es considerada como una consecuencia de factores como la cercanía, que facilita mayores desplazamientos a pie. Los ciudadanos requerimos de una serie de espacios para una buena calidad de vida cotidiana que sean cercanos, propiciar mayor vida comunitaria en los barrios gracias a los encuentros que, a su vez, tienen implicaciones en la percepción de seguridad (Ciocchetto & Col lectiu Punt 6, 2014, Col lectiu Punt 6, 2017). Además, la proximidad disminuye la necesidad de desplazamiento en vehículo motorizado, con implicaciones en la calidad de vida y ambiental. Las escalas de proximidad son: de vecindario, a 300 metros que representan 5 minutos de caminata; barrial, de 600 metros o 10 minutos a pie aproximadamente, y, por último, suprabarrial a 20 minutos y distancias entre 1300 y 1500 m (Ciocchetto & Col lectiu Punt 6, 2014).

En el ámbito de Servicios públicos, estos se denominan así, porque es un deber del sector público ofertarlos. Durante varias décadas del siglo XX, en efecto, estuvieron a cargo de empresas públicas. Sin embargo, después de los años 90, a través de procesos de privatización, la mayor parte de estos servicios empezaron a prestarse a través de concesiones, como sucede en Tunja (Hidalgo, 2023) y en muchas ciudades colombianas. En cualquier caso, son fundamentales para el bienestar de la población: “El carácter público de los servicios del agua se deriva de su esencialidad; no se puede prescindir de agua potable, drenaje y saneamiento sin afectar la salud y la vida social” (Aguilar & Monforte, 2018 p. 173). En países en vías de desarrollo aún sigue siendo importante valorar estándares mínimos como el número de viviendas conectadas a los diferentes servicios, aspectos que en los modelos europeos se dan por hecho (Aguilera, 2021).

En torno al Espacio público, la literatura urbanística tiene amplias definiciones e indicadores de medición.

La expresión “espacio público” es de uso frecuente, y difícilmente hay texto que aborde la ciudad o la problemática urbana que no lo emplee de manera sistemá-

tica, de hecho, es una expresión cotidiana, un derecho constitucional, un reclamo ciudadano, una categoría arquitectónica, un elemento fundamental de la práctica urbanística. (Arteaga, 2017, p. 70)

Este un tema complejo por la diversidad de enfoques y porque, al cumplir roles sociales, está supeditado a la percepción de sus usuarios (Giraldo y Vásquez, 2021). Hay consenso en considerar múltiples beneficios gracias a la presencia del espacio público en las ciudades, tales como la mejora en la imagen y paisaje urbano, los beneficios en salud y bienestar, la valorización del entorno y el establecimiento de un lugar de encuentro y sociabilidad. De allí que la medición de indicadores ligados a este tema es abultadamente necesaria y, por tal razón, la AEUB (2010), propone indicadores tanto para el ámbito de Espacio Público y Habitabilidad, como para Espacios verdes y Biodiversidad:

El espacio público es el elemento estructural de un modelo de ciudad más sostenible. Es el espacio de convivencia ciudadana y forma, conjuntamente con la red de equipamientos y espacios verdes y de estancia, los ejes principales de la vida social y de relación. (AEUB, 2010, p. 4)

En Colombia se ha generalizado el indicador de 15 m² / hab para orientar distintos estudios, sin embargo, es bastante complicado lograrlo efectivamente, y es posible afirmar que es muy genérico. Por otro lado, es importante revisar aspectos de forma, tamaño, tipo de cobertura, distribución y accesibilidad (Giraldo y Vásquez, 2021), así como dimensionar la cercanía o proximidad a los espacios públicos y considerar inequidades que se pueden presentar en distintos sectores de la ciudad.

Metodología

El estudio se realiza para una ciudad capital departamental de pequeño tamaño, en este caso Tunja (Colombia). Su área urbana actual es de 21.51 Hectáreas, cuenta con 61,717 Viviendas y 159,542 habitantes en la cabecera municipal (DANE, 2018). La ciudad está localizada en el centro oriente de Colombia, relativamente cerca de la capital del país (Bogotá), aproximadamente a 120 km, que se cubren por una muy buena vía de comunicación en doble calzada. Tunja es la ciudad capital del departamento de Boyacá. Es considerada como ciudad estudiantil y hace parte de las llamadas ciudades universitarias por el DANE.

El presente estudio se divide en varias fases. Primero, la fase de revisión de la cartografía asociada a la Modificación excepcional del Plan de Ordenamiento Territorial-MEPOT, llevada a cabo en 2015. Los planos disponibles y sus correspondientes mapas en formato SIG se localizaron en su totalidad. Segundo, la fase de revisión de fuentes de información abierta disponibles para hacer análisis: la información urbana del IGAC (2018) revisada por este trabajo fue la de los terrenos y las construcciones, en específico el número de pisos y áreas construidas, y la mayor información proviene del Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE con su base de datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Allí se ofrecen datos en la escala de la manzana en relación con la población, como cantidad de personas, edades o niveles educativos, y, en relación con los predios y edificaciones, aporta datos sobre usos, cobertura de servicios públicos y tipologías.

El estudio abordó dos escalas; por un lado, la sección urbana, que “es la división cartográfica creada por el DANE para fines estadísticos. En la mayoría de los casos, contiene o agrupa un promedio de 20 a 22 manzanas censales, contiguas y pertenecientes al mismo sector urbano” (DANE, s.f, p. 6). Esta fue utilizada para consolidar la mayor parte de datos:

Una manzana censal es un concepto creado por el DANE con fines estadísticos; se define como un área de terreno edificada o sin edificar, delimitada por vías de tránsito vehicular o peatonal de carácter público, así como por accidentes naturales o culturales, siempre y cuando estos elementos sean de carácter permanente y se identifiquen fácilmente en campo. (DANE, sf, p. 7)

Una dificultad es que las tres fuentes de archivos (MEPOT, DANE y Catastro) no coinciden completamente (en los mapas); de allí se determinó que la fuente central sería la del DANE y se adaptaron datos de las otras fuentes a dicha cartografía, a través de procesos de observación directa de los datos con algunas pocas imprecisiones que no fue posible resolver.

La tercera fase fue la de identificación de indicadores significativos aplicables a la realidad local estudiada. Como ya se mencionó, se partió de los indicadores propuestos por la Agencia de Ecología Urbana de Barcelona (AEUB, 2010), pero muchos de ellos se desecharon en el camino por sus altos requerimientos de trabajo de campo. Se revisaron autores como Mesa (2021) y Zumelzu y Espinoza (2019), con propuestas para contextos locales que resultaron de interés para hacer ajustes en los estándares de medición o en la

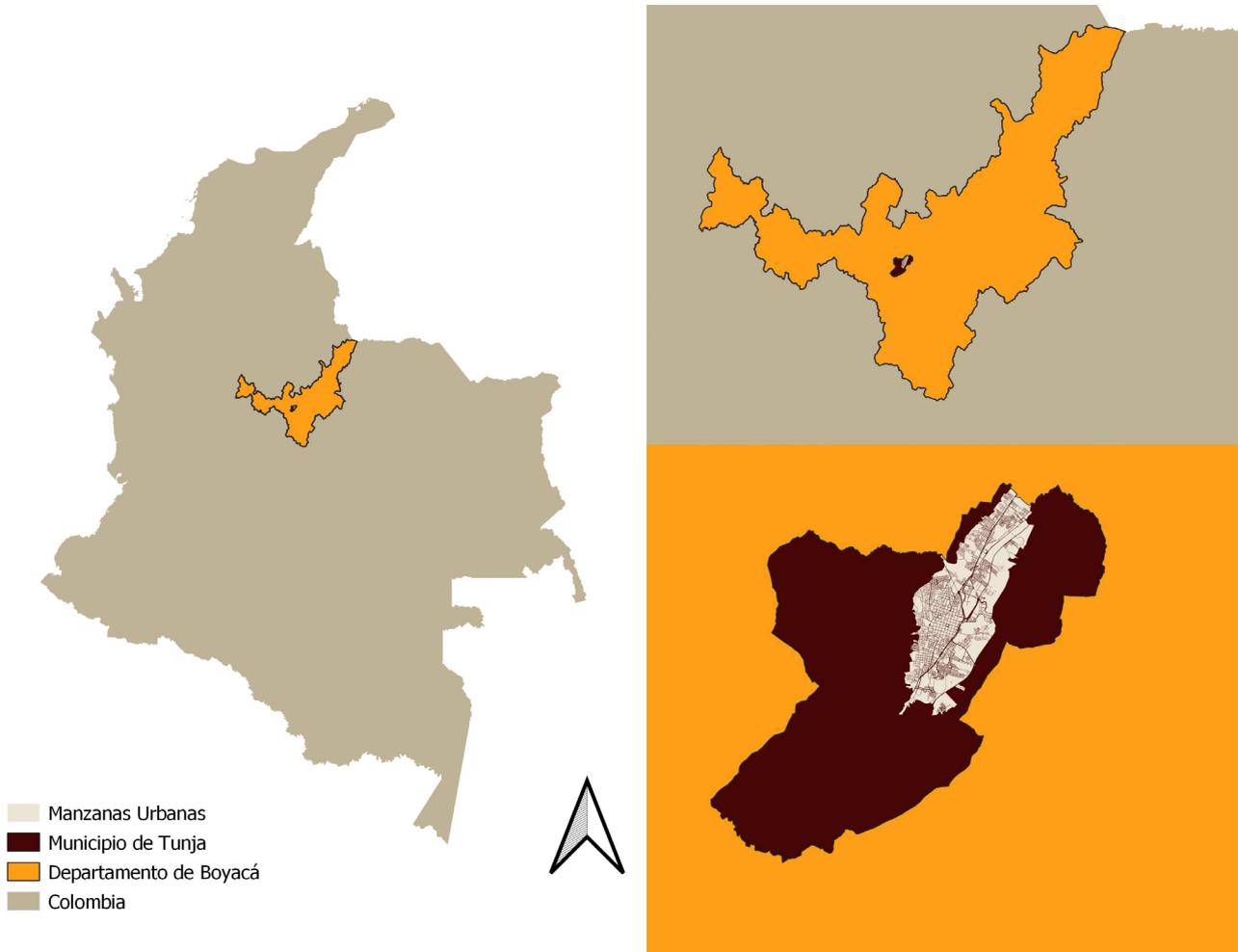


Figura 1. Localización de Tunja

Fuente: Elaboración propia.

inclusión de indicadores alternativos. Finalmente se seleccionaron aquellos que podían construirse con la información abierta disponible.

La cuarta fase fue la de mediciones correspondientes a cada indicador en las diferentes formas de crecimiento seleccionadas para tal fin. Cada ámbito cuenta con una serie de indicadores que se calcularon hasta donde fue posible con las fórmulas propuestas por la AEUB (2010)^[2] y, posteriormente, se normalizaron en una escala de 0 a 5, donde 0 representa un cumplimiento nulo y 5 un cumplimiento pleno, a fin de consolidar los datos presentados en este artículo.

Los ámbitos e indicadores que finalmente se evaluaron fueron, primero, la cohesión social, que pretende medir posibilidades de mezclar en el territorio a personas de distintas edades, y atiende la revisión de la proporción de personas mayores en relación con los más jóvenes, así como la morfología urbana con mayor cantidad de esquinas para el encuentro. Se consideraron los siguientes indicadores: diversidad de edades, índice de envejecimiento ajustado, proporción de población mayor a 65 años, proporción población estratos bajos, proporción población estratos altos y conectividad (cantidad de manzanas por hectárea). En segundo lugar, se analizaron la complejidad y la diversidad urbana, a partir de los indicadores de equilibrio entre la actividad y la residencia, nivel educativo (NE) alto, diversidad educativa, diversidad sociocultural, porcentaje de cobertura de internet, diversidad tipológica de la vivienda y vitalidad económica. En tercer lugar, se atendió a la ocupación del suelo, esto

[2] La limitación en el número de palabras del artículo no permite detallar las fórmulas aplicadas a cada indicador.

es, a la densidad de viviendas, de personas y a la compacidad absoluta. Como cuarto ámbito se tomó en cuenta la proximidad a espacios abiertos, equipamientos socioculturales, de bienestar social, educativos (primaria y bachillerato), recreo-deportivos y de salud y población, con cobertura simultánea a los seis tipos de equipamientos. El quinto ámbito, relacionado con los servicios públicos, midió la cobertura porcentual de los servicios de acueducto, alcantarillado, energía eléctrica, gas domiciliario y recolección de basuras. El sexto ámbito evaluó el espacio público con los indicadores de variedad de tipo de espacios abiertos, porcentaje de personas beneficiadas por cercanía a parques, espacio público por habitante, porcentaje de parques/área total y cobertura arbórea.

En la cuarta fase de la investigación se elaboró la cartografía o mapas temáticos que identificaron espacialmente la medición comparada de cada indicador. La escala de las mediciones y los formatos de presentación de resultados son otros aspectos que merecen discusión. El modelo de la AEUB (2010) propone la malla de 200mx200m como herramienta para comparar resultados, lo cual resulta muy útil para cierta homogeneidad espacial con la cual se pueden determinar valoraciones comparativas, pero que tiene imprecisiones en el caso de las mediciones por manzanas, debido a que las corta de manera arbitraria. Otros modelos (Mesa, 2021; Zumelzu y Espinoza, 2019) acuden a la escala de sectores o barrios para aportar una mirada morfológica más relacionada con la realidad de la construcción de la ciudad, pero que, por la diversidad de dimensiones, produce datos que es necesario proporcionar a través de relaciones con el área ocupada. En este estudio se optó por hacer la mayor parte de mediciones en las manzanas y luego consolidar por secciones urbanas (por la facilidad de agrupar los datos y por las inconsistencias que presentaban los mapas provenientes de diversas fuentes). Es necesario señalar la limitación que supone que las secciones censales no cuenten con una agrupación morfológica, sino simplemente de vecindad. Lo anterior limita la posibilidad de establecer relaciones más contundentes con la morfología barrial que tiene mayor sentido en la realidad local.

La última fase fue la de análisis de la información, con el propósito de consolidar los hallazgos, relaciones y comparaciones posibles en los casos de estudio, que podrían aplicarse tanto en Tunja como en otros contextos homologables.

Resultados

Los resultados se consolidan por ámbitos y secciones urbanas y se presentan de forma sintética en los siguientes apartados.

Al revisar la cantidad de secciones urbanas (109) que clasifican en rangos evaluativos, se encuentran los datos presentados en la Tabla 2.

En la Tabla 2 es posible observar que la mayor parte de secciones urbanas están calificadas en un rango regular (74.3% de los casos), seguidas de bajas calificaciones con el 18.3%. En estos dos rangos están la mayoría de las secciones urbanas, lo cual no es un dato alentador.

Al observar el mapa con las calificaciones consolidadas para las secciones urbanas (Figura 2), es posible identificar una condición desfavorable para la mayor parte del oriente de la ciudad, que corresponde a ocupaciones más recientes en el crecimiento urbano de la ciudad, donde hacen presencia barrios marginales y, en contraste, barrios cerrados exclusivos de baja densidad. La comparación de resultados permite establecer una correlación entre bajas densidades y menores calificaciones.

Al observar los mapas de calificaciones consolidadas por ámbitos (ver Figura 3) se establece que el ámbito 1, Cohesión Social, fue el que menos calificación general tuvo (2.3) y ello se corrobora con las apreciaciones en el territorio donde hay sectores con muy baja nota en el sur y centro oriente. Allí predominan viviendas de interés social y barrios de carácter marginal, lo que de alguna manera revela condiciones de segregación de estratos más bajos. De otra parte, se observa que las manzanas de gran tamaño tienen menos posibilidades de encuentro, esto coincide con sectores en desarrollo. En segunda instancia la mayor parte del territorio (evaluado con bajas calificaciones entre 1.5 y 2.5) indica una situación problemática que debe atender la ciudad en casi todas partes.

En el ámbito 2, Complejidad y diversidad urbana, con una calificación general de 2.7, se evidencia un cumplimiento regular con tendencia a ser bajo. Las situaciones más desfavorables se ubican en el sur de la ciudad en donde hay homogeneidad en tipos de vivienda de 'interés social', al igual que al oriente de la ciudad, lo cual demuestra desequilibrio con actividades diversas capaces de otorgar complejidad y,

ID	Ponderación	Indicador	Nota promedio	Nota ámbito
1	Cohesión Social			
1.1	25%	Diversidad de Edades	3.2	2.3
1.2	10%	Índice de envejecimiento	3.0	
1.3	15%	%mayor65	3.4	
1.4	25%	Conectividad	2.6	
1.5	15%	%Concentr. Viv. EE 1 y 2	2.3	
1.6	10%	%Concentr. Viv. EE 5 y 6	2.7	
2	Complejidad Y Diversidad Urbana			
2.1	20%	Equilibrio entre la actividad y la residencia	2.0	2.7
2.2	10%	NE alto	2.4	
2.3	10%	Diversidad Educativa	4.4	
2.4	20%	Diversidad Sociocultural	2.6	
2.5	20%	% cobertura Internet	2.5	
2.6	10%	Diversidad tipológica	4.5	
2.7	10%	Vitalidad Económica	1.7	
3	Ocupación de suelo			
3.1	30%	Densidad Viviendas	3.4	2.5
3.2	30%	Densidad Personas	3.3	
3.3	40%	Compacidad Absoluta	1.2	
4	Proximidad			
4.1	10%	Proximidad a espacios abiertos	4.6	3.0
4.2	10%	Proximidad EQ Cultural	1.8	
4.3	10%	Proximidad Bienestar Social	1.1	
4.4	10%	Proximidad EQ Educativo	4.1	
4.5	10%	Proximidad EQ Deportivo	2.2	
4.6	10%	Proximidad EQ Salud	3.1	
4.7	40%	Población con cobertura simultánea a los 6 tipos de equipamientos	3.2	
5	Servicios Públicos			
5.1	20%	% cobertura Acueducto	4.2	4.2
5.2	20%	% cobertura Alcantarillado	4.2	
5.3	20%	% cobertura Energía Eléctrica	4.3	
5.4	20%	% cobertura Gas domiciliario	3.9	
5.5	20%	% cobertura recolección de Basuras	4.2	

6	Espacio público			
6.1	20%	Variedad Tipo Espacios Abiertos	4.1	2.8
6.2	25%	% personas beneficiadas por cercanía a parques	4.3	
6.3	25%	Espacio Público Por habitante	1.4	
6.4	15%	% parques/Área Manzanas	1.0	
6.5	15%	Cobertura arbórea	2.9	

Tabla 1. Calificaciones por ámbitos e indicadores

Fuente: Elaboración propia.

		Secciones Urbanas				
		Mayor a 4.5	De 3.6 a 4.5	De 2.6 a 3.5	De 1.6 a 2.5	Menor a 1.6
ÁMBITO	Nota promedio	Muy Alto	Alto	Regular	Bajo	Muy bajo
1	2.3	0	0	36	63	10
2	2.7	0	16	48	39	6
3	2.5	0	5	59	27	18
4	3.0	7	36	24	33	9
5	4.2	26	75	7	1	0
6	2.8	8	14	44	39	4
Promedio	2.9	0	7	81	20	1
1		0.0%	0.0%	33.0%	57.8%	9.2%
2		0.0%	14.7%	44.0%	35.8%	5.5%
3		0.0%	4.6%	54.1%	24.8%	16.5%
4		6.4%	33.0%	22.0%	30.3%	8.3%
5		23.9%	68.8%	6.4%	0.9%	0.0%
6		7.3%	12.8%	40.4%	35.8%	3.7%
		0.0%	6.4%	74.3%	18.3%	0.9%

Tabla 2. Secciones urbanas por rango de calificación

Fuente: Elaboración propia.

por ende, vitalidad al territorio. El ámbito 3, Ocupación del suelo, con una calificación general de 2.5, se ve afectado principalmente por la escasa compacidad absoluta que se observa crítica en la entrada sur de la ciudad, donde hay amplias parcelas y pocas viviendas en una condición rururbana. También ocurre lo mismo en el valle nororiental, una zona en desarrollo donde coexisten urbanizaciones cerradas de vivienda de lujo y grandes parcelas vacantes en espera de oportunidades inmobiliarias, y en el centro oriente, que corresponde a barrios marginales. Otras tipolo-

gías urbanas de baja ocupación, como el Batallón, la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) o las bodegas de almacenaje, afectan la calificación tanto en la compacidad como en la baja densidad de viviendas y/o personas.

En el ámbito 4, Proximidad, se obtuvo una calificación general de 3, o sea, regular. Se observan altas calificaciones en el centro de la ciudad y que descienden paulatinamente hacia los sectores periféricos, lo cual corrobora una ciudad sin centralidades complementarias y donde

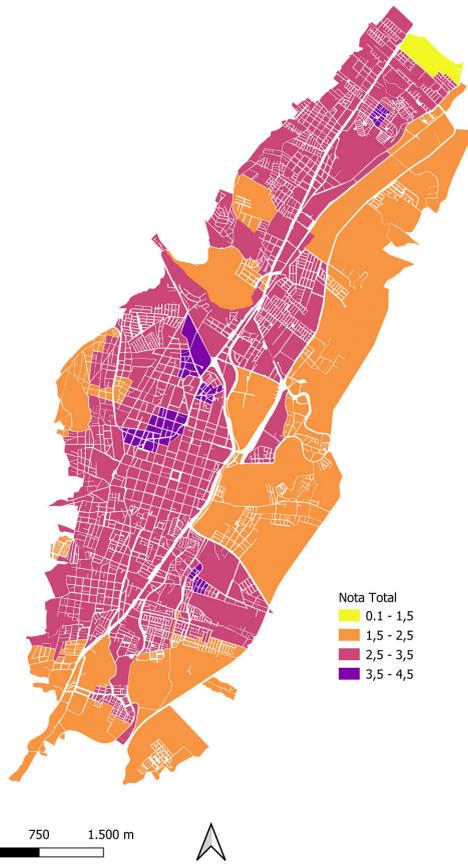


Figura 2. Mapa evaluación consolidada
Fuente: Elaboración propia.

los equipamientos no están adecuadamente distribuidos en el territorio. Una excepción a la regla se encuentra en el norte, en el sector del barrio Los Muiscas.

El ámbito 5, Servicios públicos, fue el mejor evaluado con una nota promedio de 4.2. Aun así hay sectores de la ciudad con calificación regular (entre 2.5 y 3.5) que la condición actual de la ciudad no debería permitir, ya que la disponibilidad de servicios públicos es esencial para la habitabilidad. En cuanto al ámbito 6, de Espacio público, este fue calificado con 2.8, una nota regular, determinada por la poca cantidad de metros cuadrados disponibles para parques. Con todo, se resalta positivamente la distribución espacial de los mismos por la ciudad y la diversidad de tamaños. Al observar los sectores con las mejores calificaciones se corrobora que la presencia de parques amplios determina mejor calidad de vida para los habitantes de su vecindario. La mayor parte del territorio está calificado entre regular y bajo, situación que puede subsanarse a través de mayor disponibilidad de espacios

públicos, en especial en zonas en desarrollo donde resultaría más fácil promoverlos. Una meta podría ser que ningún sector de la ciudad quede sin cobertura de proximidad a un parque.

Discusión

En el Modelo de la AEUB (2010) se identificaron estándares de evaluación muy altos para las realidades locales, lo que obligó a revisarlos y ajustarlos a condiciones locales más apropiadas. De otra parte, valores de cumplimiento del modelo no abordan matices entre lo que es un cumplimiento apropiado, alto o bajo. Algunos indicadores no revisan ni califican lo que sucede cuando se superan ciertos umbrales, y los mayores valores podrían demostrar situaciones tan indeseables como los valores bajos (ej. en densidad y compacidad). La metodología aplicada en este estudio revisó e intentó superar dichas deficiencias.

La gradación de resultados por escalas de cumplimiento es otro aporte que demanda reflexión y análisis comparados. A partir de los datos, y con la utilización de herramientas propias de la visualización de resultados en SIG, se construyeron rubricas de evaluación cuyo fin era el de valorar diferencias entre unos sectores y otros. En el modelo de la AEUB (2010) los cumplimientos de varios indicadores están en el sí o en el no, lo que resta posibilidad de comparaciones en diversidad de situaciones. El ámbito de servicios públicos no es considerado en modelos como el de la AEUB (2010), mientras que en algunos modelos latinoamericanos se revisan las coberturas de agua y alcantarillado. En esta investigación se consideró importante valorar la información para todos los servicios, por una parte, porque los datos están disponibles y son de fácil calificación, por otra, porque permiten observar las manzanas sobre las cuales es necesario corregir las falencias detectadas, en este caso, la escala de detalle cobra relevancia y se contrapone a las mediciones por sectores.

En cuanto al ámbito de los servicios públicos, los datos disponibles miden cobertura mas no calidad, esto hace que la información sea incompleta. En Tunja, se encontraron valores altos en cobertura en la mayor parte de servicios y, si se trata de comparar esta información con otras poblaciones, los datos serían suficientes. En ámbitos como la cohesión social, los indicadores cualitativos son fundamentales y se reconoce debilidad en modelos cuantitativos. Por ejemplo, la

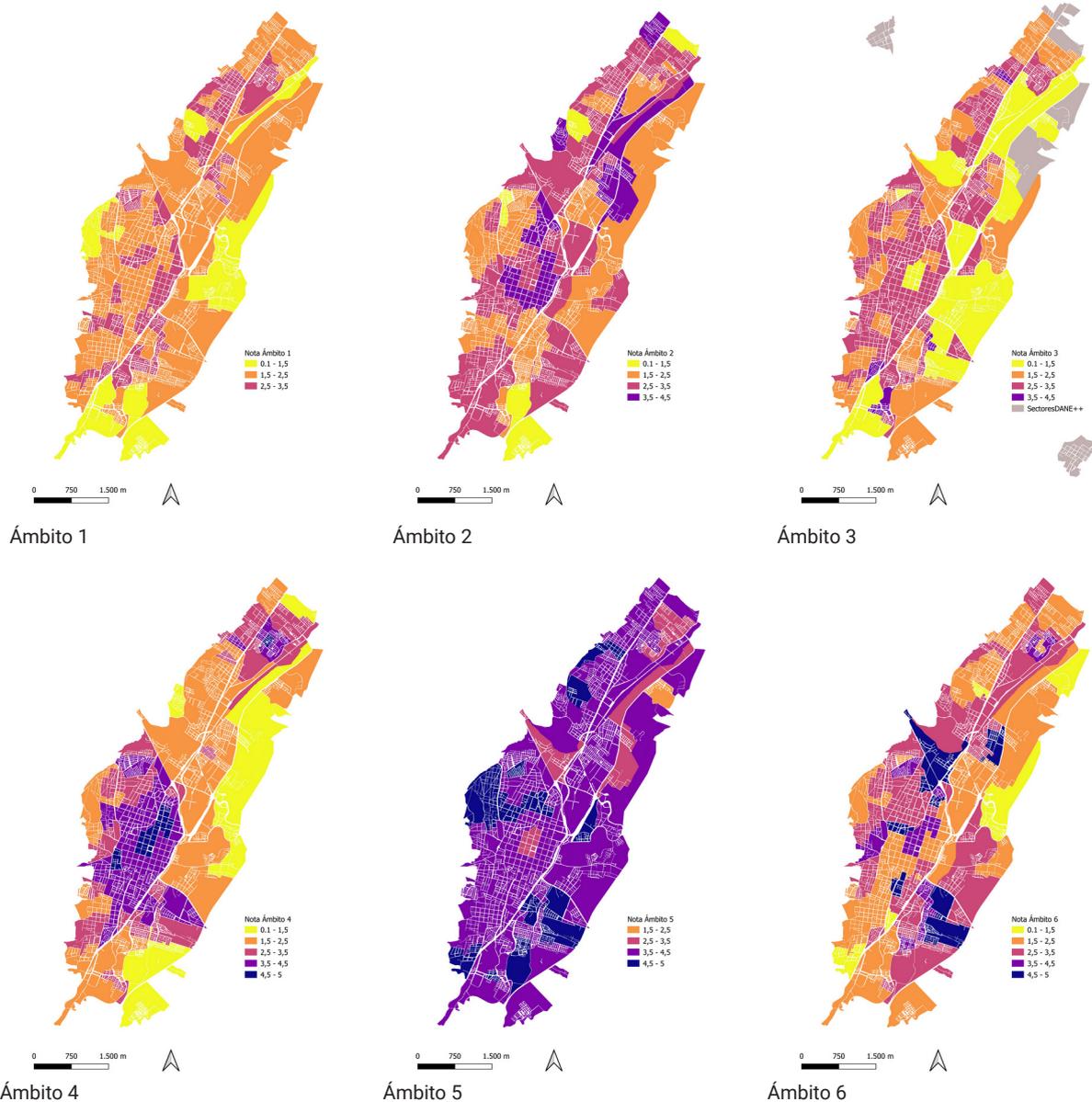


Figura 3. Mapas de calificaciones por ámbitos
Fuente: Elaboración propia.

presencia de diversidad de edades, estratos socioeconómicos o una adecuada proporción en indicadores de envejecimiento, son insuficientes para determinar que existan relaciones entre ellos. Lo que sí es posible establecer es que la segregación y la carencia de diversidad si hace improbable la cohesión social.

Coincidimos con Mendiola (2017), quien reconoce que poco se ha profundizado en estudios que relacionen forma urbana y sostenibilidad social; tampoco se ahonda en la forma como la mezcla de usos beneficia la diversidad social, en particular, y, por ende, la sos-

tenibilidad urbana, en general. En la elaboración de las rúbricas de cumplimiento sobre los rangos óptimos para considerar favorables temas como la vitalidad económica, fue necesario revisar que la tercerización no fuera en detrimento de la presencia de usos residenciales, aspecto que se constata en el indicador de equilibrio entre las actividades terciarias y la residencia. Asimismo, no es sencillo encontrar referentes apropiados para dimensionar en qué medida es adecuada la presencia de personas con altos niveles educativos. Se consideraron como apropiadas para la mezcla social la presencia simultánea de viviendas

de diferentes estratos en un mismo territorio, la presencia de personas con diferentes niveles educativos y formas diversas de residir en casas, apartamentos o habitaciones. Aun así, los rangos evaluativos favorables o desfavorables necesitan ser contrastados con otros estudios y referentes metodológicos.

Conclusiones y Recomendaciones

Una de las principales motivaciones del estudio era la de corroborar hasta qué punto los datos abiertos disponibles para Colombia podrían dar cuenta del grado de sostenibilidad en las mismas a partir del modelo de la AEUB (2010). Los resultados demuestran que se puede lograr de forma parcial y que en todos los casos se requieren estudios complementarios para abordar diferentes tópicos muy importantes para la sostenibilidad, como lo son los de metabolismo urbano, biodiversidad e impacto sobre la naturaleza. Sin embargo, los datos abiertos, en especial los que ofrece el DANE (2018), sí propician un acercamiento a dicha evaluación, que fácilmente puede aplicarse en la mayor parte de las poblaciones colombianas donde acceder a estudios complejos y de alto costo es una realidad fuera del alcance de las administraciones municipales.

Un aporte valioso del estudio es la posibilidad de evaluar el detalle de manzana y visualizar los datos geo-referenciados, lo cual permite a los tomadores de decisiones enfocar las acciones a los puntos más débiles, no solo para tomar decisiones inmediatistas, sino para reformular políticas públicas a partir de estos estudios. Para la utilización de resultados en la toma de decisiones de planificación urbana resulta importante contar con miradas de toda la ciudad, con indicadores más generales y con diversidad de formatos de presentación de resultados. Para la escala de diseño urbano se recomienda hacer mediciones mucho más detalladas y con un significativo número de indicadores que requieren trabajo de campo.

La comparación de resultados con otras ciudades es necesaria para avanzar en los estándares de calificación apropiados a realidades como la colombiana, dado que los estándares internacionales, en especial los formulados para ciudades del primer mundo resultan excesivos. La escala de las mediciones y de la presentación de resultados es otro aspecto que merece reflexión. La limitación de los artículos científicos para dar cuenta de los resultados no permite

visualizar la riqueza cartográfica y de números que subyacen las calificaciones sintéticas aquí presentadas, es por ello por lo que se requieren diversos formatos para presentar a la comunidad científica los resultados de este tipo de investigaciones. La escala de la manzana ofrece una diversidad de información geo-referenciada que difícilmente es apropiada para los sectores mayores.

La investigación ha logrado aproximarse a una visión de Tunja bajo la mirada de la sostenibilidad con indicadores que indican aspectos problemáticos. La evaluación de ciudades a partir de indicadores de sostenibilidad puede orientar las políticas de las administraciones locales, que incluyen la sostenibilidad como una palabra clave dentro de sus modelos urbanos (Sanabria, 2017). Se trata, pues, de un tema que interesa a diversos estamentos, sean académicos, del sector público o de la ciudadanía, y cada cual debe tomar acciones para contribuir a crear mejores relaciones con el territorio. Los indicadores obtenidos son una base para la realización de planes acordes a la realidad estudiada. Los resultados pueden señalar tendencias hacia desequilibrios entre población y territorio y, dado que la sostenibilidad y el bienestar individual y colectivo están relacionados, es importante avanzar en minimizar factores negativos.

Estos resultados propician una mejor comprensión de la sostenibilidad urbana en una escala del vecindario. Su divulgación puede fomentar la participación ciudadana y constituirse en un mecanismo de control ciudadano para que, en los instrumentos de planeación urbana, se consideren cambios en el modelo territorial y se sugieran ajustes en donde se han conseguido calificaciones bajas para mejorar los desempeños urbanos. Para ello es necesario superar las limitaciones de estos indicadores, aquí esbozadas, así como considerar unos mecanismos de observación sistemática y comparada de estas mediciones. De esta manera, Tunja podrá avanzar en ser una ciudad sostenible con mejoras en oportunidades de cohesión social, complejidad urbana, más eficiencia en la ocupación del suelo y mayor disponibilidad y cercanía a espacios públicos y equipamientos.

Referencias

- AEUB: AGENCIA DE ECOLOGÍA URBANA DE BARCELONA. (2010).** *Sistema de Indicadores y Condicionantes Para Ciudades Grandes y Medianas*. https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/3093A86A-128B-4F4D-8800-BE9A76D1D264/111504/INDI_CIU_G_Y_M_tcm7177731.pdf
- AGUILAR BENÍTEZ, I. & MONFORTE, G. (2018).** Servicios públicos del agua, valor público y sostenibilidad: El caso del área metropolitana de Monterrey. *Gestión y política pública*, 27(1), 149-179. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792018000100149
- AGUILERA RODRÍGUEZ, A. R. (2021).** La sostenibilidad urbana y el derecho a la ciudad: ¿nexo ineludible? *Revista Palabra, Palabra Que Obra*, 21(1), 186-204. <https://doi.org/10.32997/2346-2884-vol.21-num.1-2021-3495>
- ARTEAGA, A. (2017).** Espacio público, una aproximación conceptual. *Módulo Arquitectura CUC*, 19(1), 69-78. <https://doi.org/10.17981/moducuc.19.1.2017.04>
- BARBA SOLANO, C. (2011).** Revisión teórica del concepto de cohesión social: hacia una perspectiva normativa para América Latina. En *Perspectivas críticas sobre la cohesión social: Desigualdad y tentativas fallidas de integración social en América Latina*. (pp. 67-86). Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO) (Ed.). <https://core.ac.uk/download/pdf/35175134.pdf>
- CIOCOLETTI, A., & COL·LECTIU PUNT 6. (2014).** *Espacios para la vida cotidiana: Auditoria de Calidad Urbana con perspectiva de Género*. Comanegra. <https://www.punt6.org/es/books/espacios-para-la-vida-cotidiana/>
- COL·LECTIU PUNT 6. (2017).** *Entornos Habitables. Auditoria de Seguridad Urbana Con Perspectiva de Género en la Vivienda y el Entorno*. Col·lectiu Punt 6 <https://www.punt6.org/es/books/entornos-habitables/>
- CONTRERAS-ESCANDÓN, C. (2017).** Superar la sostenibilidad urbana. *Revista Bitácora Urbano Territorial*, 27(2), 27-34. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v27n2.62483>
- DANE - DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (S.F).** *Ficha técnica Marco geoestadístico Nacional*. https://geoportal.dane.gov.co/descargas/descarga_mgn/fichatecnicamgn2017.pdf
- DANE - DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (2018).** *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivienda-2018/herramientas>
- GIGLIO, M., HIDALGO, A, HOLZER, W, PUENTES_RAMÍREZ, E.B., & VALITUTTO, I. (2021)** Aproximación metodológica para la coproducción de conocimiento sobre indicadores de sostenibilidad en los nuevos escenarios latinoamericanos. *Revista Latinoamericana De Ambiente Construido & Sustentabilidad*, 2(8), 56-72. <https://doi.org/10.17271/rlass.v2i8.3085>
- GIRALDO_OSPINA, T., VÁSQUEZ_VARELA, L. (2021).** Distribución e indicadores de cobertura y accesibilidad del espacio público en Manizales, Colombia. *Cuad. Geogr. Rev. Colomb. Geogr.* 30(1), 158-177. <https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n1.84320>
- IGAC: INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (S, F).** *Datos Abiertos Catastro*. <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-catastro>
- HIDALGO, A (2023).** *Tunja (1990-2005): crecimiento urbano en tiempos de neoliberalismo*. Ediciones Universidad de Boyacá.
- KAZTMAN, R. (2010).** La dimensión espacial de la cohesión social en América Latina. En *Cohesión social en América Latina: una revisión de conceptos, marcos de referencia e indicadores* (pp. 39-84). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) (Ed.).
- MENDIOLA, N. (2017).** El concepto de la diversidad urbana. En J. Tamayo (Ed). *Densidad, Diversidad y Policentrismo: ¿Planeando ciudades más sustentables?* (pp. 85-106). Centro de Investigación en Geografía y Geomática.
- MESA GARCIA, S.C. (2021).** Medición y evaluación de seis criterios de sostenibilidad urbana (aspecto físico), en Bucaramanga, Colombia. *Revista Ciudades, Estados y Política*, 8(3), 15-36. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2462-91032021000300015
- MONTERO, L., GARCÍA, J., & FRANCESA, C. R. (2017).** *Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- PERALTA ARIAS, J.J. (2020).** Sostenibilidad urbana en el contexto latinoamericano y en el europeo. *Cuadernos de investigación urbanística*, 131, 1-128. <https://doi.org/10.20868/ciur.2020.131.4465>
- SANABRIA ARTUNDUAGA, T. (2017).** *Modelo de evaluación del pleno aprovechamiento en distintos tipos de zonas urbanísticas. Un análisis de la eficiencia tipológica en Colombia*. [Tesis Doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya]. Archivo digital <http://hdl.handle.net/2117/114226>
- STOCKINS, P., CANAL ALBÁN, F, QUIROGA MARTÍNEZ, R., RODRÍGUEZ ALDABE, Y., Y NÁJERA, M. (2010).** Tendiendo puentes entre el desarrollo sostenible y la cohesión social. En *Cohesión social en América Latina: una revisión de conceptos, marcos de referencia e indicadores* (pp. 109-142). Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- ZUMELZU, A.; ESPINOZA, D. (2019).** Elaboración de una metodología para evaluar sostenibilidad en barrios de ciudades intermedias en Chile. *Revista*, 180(44), 80-94. <https://www.scielo.cl/pdf/revista180/n44/0718-669X-revista180-44-80.pdf>

