

Análisis temporal de la configuración periurbana en Manizales: evaluación de la transformación espacial a través del índice de diferencia normalizada de áreas construidas como insumo para el estudio de periurbanización (2014-2024)

 Edwin Steve Grajales Delgado.

Estudiante de la Maestría en Estudios Urbanos con Mención en Políticas y Planificación del Territorio, FLACSO, Quito, Ecuador.
Correo electrónico: stevedw16594@gmail.com

Recibido: 24 de agosto de 2024. | **Aprobado:** 1 de abril de 2025. | **Publicado:** 8 de septiembre de 2025.

Cómo citar este artículo:

Grajales Delgado, E. S. (2025). Análisis temporal de la configuración periurbana en Manizales: evaluación de la transformación espacial a través del índice de diferencia normalizada de áreas construidas como insumo para el estudio de periurbanización (2014-2024). *Revista Ciudades, Estados y Política*, 12(1), 113-129. 10.15446/rcep.v12n1.116363

Resumen

Este trabajo propone el uso del índice de diferencia normalizada de áreas construidas (NDBI, por sus siglas en inglés) como complemento metodológico en las investigaciones sobre procesos de periurbanización, tomando como estudio de caso la ciudad de Manizales entre 2014 y 2024. La investigación adopta un enfoque deductivo y se fundamenta en un corpus teórico centrado en la construcción del concepto de periurbanización, el cual se articula con la aplicación del NDBI a imágenes satelitales en un intervalo de diez años. En este periodo se observa una correspondencia significativa entre los resultados obtenidos mediante marcos metodológicos y epistemológicos de las ciencias sociales —frecuentemente carentes de enfoques geoespaciales— y los patrones identificados a través del índice, que permiten una lectura panorámica de la configuración urbana y periurbana. Se concluye que el NDBI constituye una herramienta eficaz para corroborar la información generada en investigaciones previas sobre periurbanización, al tiempo que estas ofrecen insumos interpretativos para comprender los hallazgos del análisis satelital. Asimismo, se plantea el uso del NDBI como instrumento útil para la selección justificada de áreas o puntos de interés en los cuales iniciar nuevas investigaciones sobre dinámicas urbano-territoriales.

Palabras clave: Manizales, NDBI, periurbanización, rural, urbano.

Creative Commons Atribución
No comercial – Compartir igual (CC
BY-NC-SA 4.0).



El autor ha declarado que no existe conflicto de intereses.

Temporal Analysis of Peri-Urban Development in Manizales: Evaluating Spatial Transformation Using the Normalized Difference Built-up Index (NDBI) as a Tool for Understanding Peri-Urbanization (2014–2024)

Abstract

This study proposes the use of the Normalized Difference Built-up Index (NDBI) as a methodological complement in research on peri-urbanization processes, using the city of Manizales as a case study over the period 2014–2024. The research adopts a deductive approach and is grounded in a theoretical framework focused on the construction of the concept of peri-urbanization, which is integrated with the application of the NDBI to satellite imagery across a ten-year interval. During this period, a significant correspondence is observed between findings derived from methodological and epistemological frameworks in the social sciences—often lacking geospatial perspectives—and the spatial patterns identified through the index. These patterns enable a broader reading of urban and peri-urban configurations. The study concludes that the NDBI is an effective tool for validating information generated in previous peri-urbanization research, while also offering new interpretative insights for understanding satellite-based analysis results. Additionally, the NDBI is proposed as a valuable instrument for the justified selection of areas or points of interest to initiate further research on urban-territorial dynamics.

Keywords: Manizales, NDBI, peri-urbanization, rural, urban.

Análise Temporal da Configuração Periurbana em Manizales: Avaliação da Transformação Espacial através do Índice de Diferença Normalizada de Áreas Construídas como Insumo para o Estudo da Periurbanização (2014-2024)

Resumo

Este artigo propõe o uso do Índice de Área Construída por Diferença Normalizada (NDBI, sigla em inglês) como complemento metodológico em pesquisas sobre processos de periurbanização, utilizando a cidade de Manizales como estudo de caso entre 2014 e 2024. A pesquisa adota uma abordagem dedutiva e se baseia em um arcabouço teórico focado na construção do conceito de periurbanização, que se articula pela aplicação do NDBI a imagens de satélite ao longo de um período de dez anos. Nesse período, observa-se uma correspondência significativa entre os resultados obtidos por meio de referenciais metodológicos e epistemológicos das ciências sociais —frequentemente carentes de abordagens geoespaciais— e o padrões identificados por meio do índice, que permitem uma leitura panorâmica da configuração urbana e periurbana. Conclui-se que o NDBI é uma ferramenta eficaz para corroborar informações geradas em pesquisas anteriores sobre periurbanização, ao mesmo tempo em que fornece informações interpretativas para a compreensão dos resultados da análise por satélite. Da mesma forma, propõe-se a utilização do NDBI como ferramenta útil para a seleção justificada de áreas ou pontos de interesse onde se possam iniciar novas pesquisas sobre dinâmicas urbano-territoriais.

Palavras-chave: Manizales, NDBI, periurbanização, rural, urbano.

Introducción

La pregunta que orienta el presente trabajo es: ¿cuál es el aporte del índice de diferencia normalizada de áreas construidas (NDBI, por sus siglas en inglés) en la comprensión de la configuración socioespacial del periurbano de Manizales entre 2014 y 2024? Para responderla, es necesario, en un primer momento, realizar un acercamiento a los conceptos de periurbano y a la observación de este fenómeno en diferentes lugares y momentos.

Los paisajes periurbanos son aquellos que se configuran en las afueras de la ciudad y tienden a extenderse sobre el área rural, generando un espacio caracterizado, en general, por una baja densidad y un uso variado del suelo, como resultado de la colonización de los paisajes agrícolas. Las personas que deciden habitar estos lugares como espacios residenciales suelen ocupar áreas de mayor tamaño, lo que ha promovido que se conviertan en territorios donde confluyen procesos urbanos y rurales, haciendo cada vez menos clara la línea divisoria entre lo urbano y lo rural (La Rosa *et al.*, 2018). Esta situación se produce en el contexto del crecimiento de la mancha urbana y manifiesta una dinámica de transición constante, en la que interactúan características políticas, económicas, sociales, culturales y naturales diversas.

No obstante, el periurbano puede manifestarse como un espacio frágil, carente de equipamientos adecuados para soportar los desarrollos económicos que tienen lugar allí, y donde se presenta una diversidad de estratos sociales que evidencia formas de segregación socioespacial (Rodríguez, 2022).

Transformaciones periurbanas. Un acercamiento al desarrollo periurbano en Estados Unidos, Europa y Asia

En el contexto del desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, desde los años ochenta comenzó una transformación tanto morfológica como sociodemográfica de las áreas urbanas en Estados Unidos y Europa. En el caso de las ciudades españolas, por ejemplo, dicha transformación ha estado motivada principalmente por el uso residencial de los espacios periféricos, impulsado, además, por la inversión en el mejoramiento del mobiliario urbano, lo que los hace más atractivos para el asentamiento. Esto ha generado una desconcentración de las actividades urbanas, como consecuencia del crecimiento de la mancha urbana, más allá de los límites administrativos, y ha derivado en una segregación funcional de las zonas periurbanas. En estas zonas, la actividad industrial que predominaba en inicialmente ha sido desplazada por el auge de la actividad inmobiliaria.

Francia, por su parte, ha experimentado en los últimos años una transformación

socioespacial vinculada a su desarrollo urbano, dando lugar a lo que se ha denominado cinturón periurbano. Este espacio presenta características específicas, como los flujos de desplazamiento, la escasez de empleo, el asentamiento rural y el uso agrícola del suelo. No obstante, en estas zonas existe una competencia entre los hogares residenciales y los habitantes rurales, en particular los agricultores, quienes compiten en el mercado de tierras. Dicha competencia está motivada por los valores atribuidos por los hogares a las comodidades que ofrece el establecimiento en zonas periurbanas (Cavallhès *et al.*, 2004).

En el caso de Asia, la periurbanización —como fenómeno espacial derivado del rápido crecimiento urbano del área metropolitana de Bondung, Indonesia—, se manifiesta en el crecimiento poblacional y de las actividades socioeconómicas. Además, en dicho continente se ha observado un rápido desarrollo de la mancha urbana, que, como en los casos previamente analizados, trasciende sus límites administrativos y presenta dinámicas tanto urbanas como rurales (Budiyantini y Pratiwi, 2016).

Para el estudio del proceso de configuración periurbana en Bondung, Budiyantini y Pratiwi (2016) se retoman diversos conceptos de zona periurbana, que ofrecen diferentes marcos analíticos del fenómeno. Dichos enfoques la conciben como: una mezcla de estructuras de uso del suelo del urbano y rural; una línea que marca el término del desarrollo urbano; un suelo rural que evidencia fenómenos urbanos; un espacio conformado por presiones del crecimiento urbano y caracterizado por viviendas, industrias y una economía de servicios con vocación urbana; una zona de transición rural-urbana o intermedia entre ambos; y, finalmente, una línea de apoyo para el mobiliario de transporte urbano masivo.

Dinámicas periurbanas en América Latina. disparidades socioespaciales y efectos del crecimiento urbano

En América Latina han tenido lugar, desde mediados del siglo xx, dos procesos de conformación de espacios periurbanos en los que han interactuado sectores de élite y sectores populares. Los primeros han sido los más favorecidos en términos de ubicación, aprovechamiento del suelo urbanizable y vinculación con los centros urbanos, mientras que los segundos se han asentado en zonas menos aptas y con infraestructura de baja calidad (González *et al.*, 2018).

De este modo, el espacio periurbano se configura como un lugar de competencia por el acceso al mercado del suelo, en el que interactúan diferentes actores, incluidos aquellos que, al resolver su necesidad de vivienda mediante la informalidad, solo logran acceder a suelos poco aptos para el uso residencial. El desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación ha permitido establecer un vínculo más estable entre los centros urbanos y las periferias, lo cual ha incentivado

el asentamiento en zonas periurbanas. Esta dinámica ha contribuido a la disminución del uso agropecuario del suelo y ha dado lugar a un crecimiento disperso de las ciudades, caracterizado por su baja densidad y por un consumo extensivo del suelo urbano. En América Latina, dicho proceso tiende a ser no planificado, y la ciudad desconcentrada, dispersa o difusa aparece como una manifestación de la manera en que se resuelven las demandas de suelo para vivienda informal, dadas las limitaciones de acceso al mercado formal del suelo (Slagter *et al.*, 2015).

Por ejemplo, en el caso de Trelew, Argentina, el periurbano es entendido como un espacio de transición urbano-rural sin planificación, que evidencia una exclusión socioespacial como resultado de la ola migratoria de trabajadores y del crecimiento poblacional. Esta situación dio lugar a la conformación de barrios informales, motivada además por los efectos de las políticas públicas, cuyas decisiones derivaron en problemáticas socioambientales (March, 2016). Así, en la medida en que se transita desde el centro hacia las periferias, la desconcentración de la pobreza se hace más evidente, revelando una correlación entre la pobreza estructural y las características de las viviendas y los hogares con necesidades básicas insatisfechas (Alegre, 2016).

Transformaciones urbanas y periurbanas en Colombia. Migración masiva y desconcentración poblacional

Los procesos de transformación urbana y periurbana en Colombia presentan varios momentos. El primero corresponde al proceso migratorio y a la descomposición social y poblacional del espacio rural hacia los centros urbanos, ocurrido entre las décadas de 1950 y 1970. El segundo se caracteriza por una creciente concentración poblacional en las ciudades, y tiene lugar entre las décadas de 1970 y 1990. El tercero, por el contrario, representa un proceso inverso: a partir de los años 2000, se evidencia una desconcentración de la población en los cascos urbanos y una migración hacia las áreas rurales, lo cual genera impactos significativos en las dinámicas socioculturales, económicas y espaciales de estos territorios (González *et al.*, 2018).

Entre las décadas de 1960 y 1990, Colombia vivió una transformación poblacional urbana y rural que derivó en una mayoría urbana, generada por la migración motivada que, a su vez, se originó por las transformaciones en el sistema productivo agropecuario, el conflicto armado y los efectos de la industrialización (Montañez, 2018). En este contexto, el espacio periurbano ha sido entendido como una configuración espacial compleja, en constante presión y conflicto, que implica una zona de transición urbano-rural. En ella interactúan diversos actores e instituciones en torno al uso del suelo, cuya transformación ha dado lugar a procesos de configuración urbana y expansión económica sobre paisajes rurales. Estos procesos se manifiestan en la consolidación de infraestructura residencial, industrial y de

servicios, generando una naturaleza difusa, en la medida en que tales espacios absorben funciones urbanas que encuentran allí condiciones más favorables para su desarrollo (Montañez, 2018; Cano, 2017).

El abordaje de estas configuraciones socioespaciales puede realizarse desde distintos enfoques, como el de las comunidades, los riesgos e impactos ambientales en zonas protegidas, los efectos de la urbanización o la acción institucional. Un ejemplo de ello es el estudio sobre la normatividad y sus efectos en la gestión del uso del suelo en Usme, donde se identificó un acelerado crecimiento de la frontera urbana impulsado por una gobernanza de mercado, caracterizada por una escasa participación ciudadana (Cano, 2017).

Transformaciones periurbanas en Manizales. Migración, segregación y configuración espacial

Las zonas periféricas de ciudades especialmente principales o capitales, en particular aquellas con dinámicas metropolitanas en el paisaje cultural cafetero, se ven fortalecidas por patrones de migración de corta distancia, debido a la fuerza de atracción que ejercen estas urbes. Dicho atractivo radica en las mayores oportunidades, comodidades y disponibilidad de recursos, entre otros factores, lo que genera transformaciones al interior del casco urbano que, a su vez, pueden influir en procesos de desconcentración hacia las periferias (Castro, 2016). No obstante, las dinámicas generales de funcionalidad de economía urbana no son las únicas que influyen en el proceso de configuración periférica urbana.

En el caso de los procesos de asentamiento y crecimiento urbano de Manizales, pueden identificarse al menos dos momentos clave, los cuales coinciden con los procesos de reconfiguración urbana a nivel nacional. El primero, ocurrido entre las décadas de 1950 y 1970, corresponde a la aparición de los primeros barrios informales —hoy integrados a la trama urbana formal de la ciudad—, resultado de procesos migratorios del campo a la ciudad motivados por factores como el conflicto armado, la tenencia desigual de la tierra, la baja inversión en el sector rural y la progresiva privatización del suelo. El segundo momento está relacionado con la apertura económica a partir de los años noventa, cuando comenzaron a establecerse conjuntos cerrados de alta renta en el periurbano de Manizales (Giraldo y Vásquez, 2020; González, 2019; Plazas, 2006).

Dado el interés por entender la ciudad, se han realizado diferentes tipos de investigación, entre los que se destacan los estudios sobre la tipología de barrios mediante planos esquemáticos, así como los análisis de la morfología urbana desarrollada en el espacio periurbano montañoso del municipio. Estas investigaciones permiten inferir el proceso de dispersión y las actividades urbanas que surgen de la relocalización de la vocación de los usos del suelo (Giraldo y Vás-

quez, 2020). Las periferias urbanas en Manizales se configuran, entonces, como asentamientos dispersos condicionados por la escasez de suelo urbanizable en zonas montañosas, lo cual, a su vez, genera problemáticas de segregación espacial (González, 2019).

Así, en estas periferias se encuentran asentamientos fácilmente diferenciables desde el punto de vista socioeconómico (González, 2019), lo cual evidencia una marcada heterogeneidad en su morfología de asentamientos residenciales. En ellos conviven sectores habitados por familias de bajos recursos, cuyas viviendas y espacios urbanos presentan un débil nivel de equipamiento, junto con asentamientos pertenecientes a estratos socioeconómicos altos, cuyos orígenes fueron producto de procesos de autosegregación espacial. En estos últimos, se registraron procesos migratorios asociados a la desconcentración poblacional urbana, motivadas por la búsqueda de mejores condiciones de vida y por la diferenciación de estatus culturales, económicos y sociales. Dichos procesos fueron, además, validados por las transformaciones en el uso y la vocación del suelo, derivadas de políticas de planificación territorial.

Este fenómeno tiene sus orígenes entre los años sesenta y ochenta, cuando comenzaron a desarrollarse los procesos migratorios vinculados a la gentrificación rural-urbana. Estos implicaron el desplazamiento de lo rural a lo urbano, impulsado por la compra y el aumento del valor del suelo en las zonas rurales, lo que permitió el establecimiento de barrios y asentamientos de alta renta (González, 2017; González *et al.*, 2018). Dichos espacios correspondían, en muchos casos, a territorios previamente despoblados por la migración campesina, donde el principal detonante fue la compra de tierras para la construcción de viviendas de élite o desarrollos inmobiliarios (Nates, 2008). Esto dio lugar a un progresivo incremento de la instalación de infraestructura residencial caracterizada por una evidente diferenciación, conforme a un modelo urbanístico de tipo expansionista, que resultó en una morfología urbana difusa (González, 2017).

Por tanto, el espacio periurbano de Manizales evidencia una periferia fragmentada, producto de las condiciones topográficas de la ciudad, las cuales han interferido en el desarrollo de su forma urbana. A esto se suman procesos sociales e institucionales que han dado lugar a diferentes configuraciones poblacionales periféricas con características particulares. Entre ellas se encuentran barrios de escasos recursos, asentamientos neorurales, centros poblados de origen rural, complejos industriales y asentamientos informales, todos ellos reflejo de una clara segregación socioespacial (Bernal y Montes, 2016).

En este sentido, la periferia urbana manizaleña se ha entendido como un subpaisaje o como el resultado de la relación de intersistemas ligados al espacio urbano, en el que pueden aparecer diferentes tipos de periferias: la de borde, la suburbana

y la rural-urbana. Entre ellas, las dos primeras permiten los análisis de segregación socioespacial y de movilidad (González, 2019).

Herramientas y métodos en el análisis de espacios periurbanos

Por otra parte, para analizar los procesos de configuración de los espacios urbanos y periurbanos, se han propuesto diferentes herramientas, técnicas y métodos, tanto cualitativos como cuantitativos. En el caso específico de los trabajos que emplean sistemas de información geográfica (SIG) para el análisis de configuraciones periurbanas o urbanas, se han propuesto distintas estrategias. Una de ellas es el índice de densidad de asentamientos (SDI, por sus siglas en inglés), propuesto por Vizzari (2011), que permite identificar franjas urbanas a partir de la presencia de asentamientos; el uso de técnicas de georreferenciación y el análisis SIG aplicados a los datos HRL (*High Resolution Layer*) para detectar con precisión los cambios en el uso del suelo en zonas periurbanas (García, 2018); o la producción de cartografía mediante SIG para el análisis de tramas urbanas (Giraldo y Vásquez, 2020); entre otros. No obstante, las investigaciones sobre la ciudad de Manizales han mostrado limitaciones en el uso de estas herramientas.

En este sentido, se propone abordar la siguiente pregunta: ¿cuál es el aporte del índice de diferencia normalizada de áreas construidas (NDBI) en la comprensión de la configuración socioespacial del periurbano de Manizales entre los años 2014 y 2024? Para ello, se empleará el NDBI junto con la bibliografía consultada como insumo teórico y argumentativo para el análisis e interpretación de los resultados.

Metodología

La hipótesis que orienta la presente investigación sostiene que el uso de índices de teledetección, como el NDBI, gestionados mediante sistemas de información geográfica, complementa y precisa los estudios teóricos sobre los procesos de configuración socioespacial periurbana a escala de ciudad.

La investigación propuesta sigue un enfoque deductivo y se enmarca dentro de un estudio de caso típico. Con esto se busca, a través de la síntesis entre fuentes secundarias que constituyen un corpus teórico robusto y la aplicación del índice de diferencia normalizada de áreas construidas (NDBI), ajustar la comprensión del fenómeno de configuración periurbana en un intervalo de tiempo de diez años.

Para ello, se emplean los sistemas de información geográfica, que son métodos, herramientas y actividades que permiten recolectar, procesar y analizar información, facilitando diversas operaciones estadísticas espaciales (March, 2016). Además, se utiliza el NDBI, un índice que varía entre -1 y 1, que se emplea para identificar y mapear áreas construidas a partir de imágenes satelitales. Este índice

ayuda a evaluar el grado de urbanización y transformación del suelo en función de la proporción de superficies construidas en cada píxel (Rosell y Vicente, 2016). Así, los valores cercanos a 1 indican una mayor presencia de áreas urbanas o edificadas, mientras que los valores negativos o cercanos a -1 suelen asociarse con vegetación o cuerpos de agua.

El NDBI se calcula de la siguiente manera:

$$NDBI = \frac{SWIR + NIR}{SWIR - NIR}$$

En la ecuación anterior, SWIR representa las bandas del infrarrojo de onda corta, y NIR representa el infrarrojo cercano.

Los rangos máximos y mínimos del NDBI en cada una de las imágenes pueden variar debido a las condiciones de adquisición de los datos satelitales. Para facilitar la comparación, se estandarizó el estiramiento (*stretch*) al 98 % en cada imagen del NDBI, lo que ajusta el rango de valores de píxeles en cada una, mejorando así la visualización y la interpretación de los datos.

En este contexto, el color azul representa los valores negativos o bajos del NDBI, indicando áreas con menor presencia de construcción o mayor vegetación. El color cian, por su parte, representa valores intermedios bajos y suele señalar una transición entre valores negativos y positivos, lo que puede mostrar áreas con una mezcla de características, como áreas de transición entre construcción y vegetación. El color amarillo corresponde a valores intermedios altos, lo que sugiere un aumento en los valores del NDBI y una mayor presencia de construcción o áreas urbanizadas. Finalmente, el color rojo representa los valores positivos o altos del NDBI, lo que indica áreas con una alta densidad de edificación.

El NDBI se calculó con la ayuda de Google Earth Engine (GEE), utilizando imágenes satelitales Landsat 8 desde el año 2014 hasta el primer semestre de 2024. El área de estudio corresponde al perímetro urbano de la ciudad de Manizales. La selección de las imágenes la realiza GEE mediante un comando que permite elegir las imágenes con las mejores condiciones, tanto en términos de resolución como de baja nubosidad, entre otros factores. Se descargaron imágenes en colorimetría natural desde Google Earth Pro para los mismos años, con excepción de 2016, que se descargó desde GEE. Este procedimiento se llevó a cabo con el objetivo de comparar y validar que los resultados del índice correspondieran con la realidad de cada momento evaluado. Las comparaciones se realizaron con la ayuda de QGIS 3.28.14, con el cual se construyeron *buffers* en los puntos en los que se identificaron transformaciones para el último año evaluado.

Aunque se dispone de información para cada uno de los diez años del intervalo propuesto, solo se presentarán cinco años intercalados, comenzando en 2014 y finalizando en 2024. Esta selección se realiza con el fin de evitar la saturación de información y porque no representa dificultades para los análisis ni para la comprensión del trabajo.

Por otro lado, la bibliografía considerada proviene de investigaciones publicadas en artículos de revistas indexadas y de reconocido rigor académico, así como de tesis de grado de maestría y doctorado. El objetivo de esta selección es obtener una visión panorámica de los procesos espaciales e históricos de configuración periurbana, tanto a nivel mundial, como en América Latina, Colombia y, finalmente, en Manizales.

Resultados

Los resultados de la aplicación del NDBI muestran una clara transformación del cinturón periférico de la zona urbana de Manizales, destacándose un patrón de mayor transformación horizontal del suelo en la zona noroccidental de la ciudad, como lo evidencian los *buffers* de radio más amplio en las imágenes de la figura 1. Estos *buffers*, diseñados con base en el NDBI de 2024, sirven como criterio de evaluación para el proceso de transformación en comparación con los otros años evaluados.

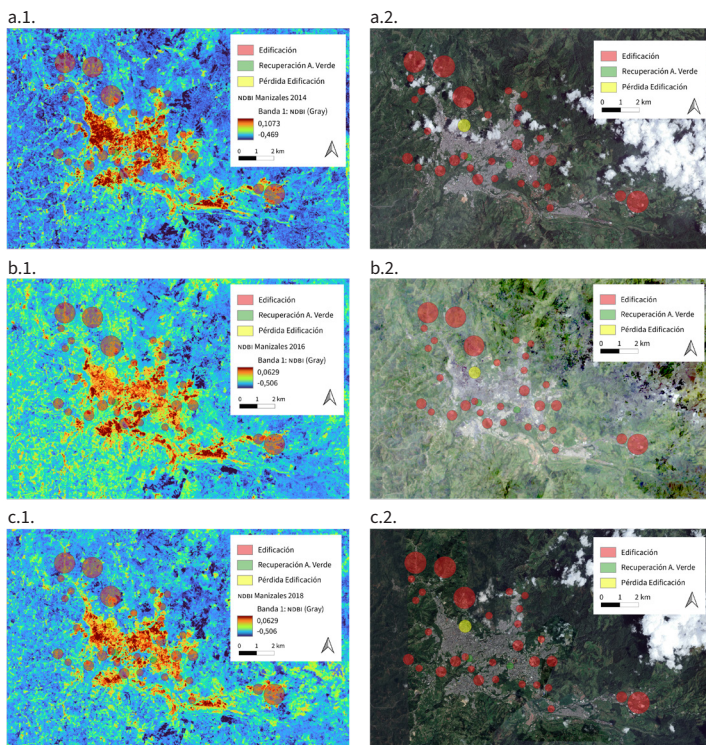
Además, se observa que en algunos lugares de la ciudad ha ocurrido una desconcentración en términos de densificación de la edificación, como lo muestra el *buffer* de color amarillo, que corresponde a los puntos de intersección entre los barrios San José, San Ignacio, La Avanzada, Colón y Asís. El primero de estos barrios es donde se ha venido construyendo el macroproyecto San José, el cual, según la literatura, ha generado procesos de gentrificación y reubicación en la zona norte de la ciudad.

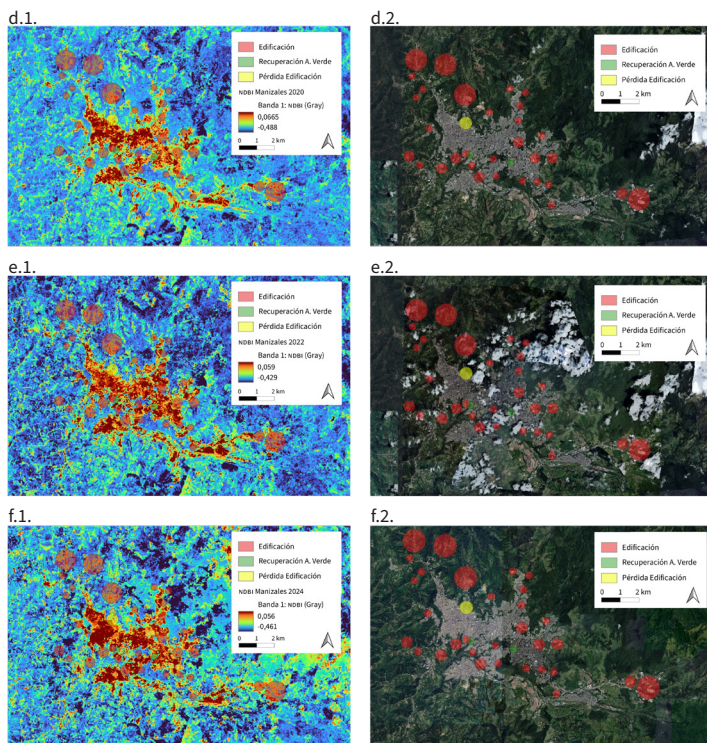
El NDBI permite identificar tanto los procesos de configuración de nuevas zonas urbanas en las periferias de la ciudad como la pérdida de otras, a la par que se observa un robustecimiento en las primeras. El NDBI de 2014 muestra una zona urbana altamente densa dentro de los límites administrativos de la ciudad. Sin embargo, el NDBI de 2018 comienza a mostrar un incremento en las zonas de transición y densificación en el noroccidente de Manizales, mientras que el NDBI de 2024 revela el proceso de urbanización actual para el primer semestre de dicho año. Se evidencian nuevos procesos de asentamiento y transformación del uso del suelo con el fin de establecer zonas residenciales.

Llama la atención que los *buffers* de radio más amplio se encuentren en la zona noroccidental, los de radio intermedio en la zona centro-oriental, y los de radio menor en la zona nororiental y en toda la periferia sur de la ciudad. Estos últimos

están acelerando el proceso de conurbación con la ciudad de Villamaría, lo que ha motivado uno de los argumentos para la consolidación del área metropolitana Centro-Sur de Caldas, refrendada popularmente en 2023.

Figura 1. Evolución NDBI en Manizales (2014-2024)





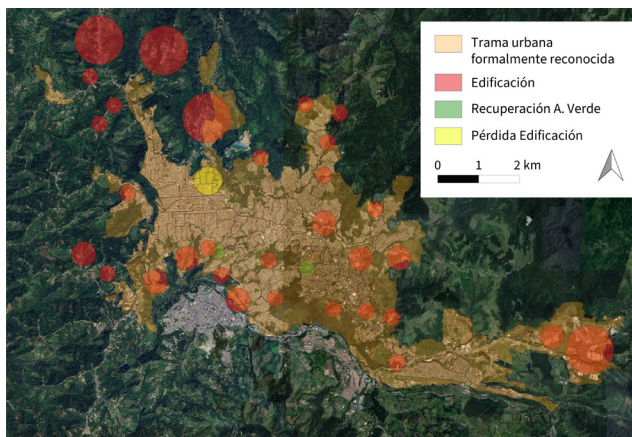
Nota. Las imágenes presentadas están etiquetadas con una letra y un número. Cada letra corresponde a un año, comenzando con la α , que representa el año 2014, hasta la f , que corresponde al año 2024. El número 1 indica la imagen con el NDBI, mientras que el número 2 señala la imagen con color natural, facilitando así la comparación. El intervalo de diez años está dividido en periodos de dos años, como se mencionó anteriormente.

Fuente: elaboración propia.

Al noroccidente de Manizales se identifican caseríos que han ido fortaleciéndose y que se encuentran ubicados fuera de la trama urbana formalmente reconocida por la administración municipal (figura 2). Estos caseríos, que anteriormente consistían en viviendas relativamente dispersas, como lo muestran los NDBI de 2014 y 2016, ahora conforman barrios con una densidad de construcción considerable y una transformación notable en los usos del suelo. Algunos espacios de bosque han sido transformados, pasando de áreas forestales a usos turísticos o moderadamente agrícolas.

No obstante, los cambios observados al nororiente (en el barrio Samaria) y al sur de la ciudad, en el suroccidente, parecen estar sujetos al proceso histórico de consolidación espontánea de algunos barrios, como El Nevado y El Carmen, así como la parte baja del barrio Estambul. Estos barrios corresponden a *buffers* más pequeños, pero más agrupados, y representan procesos de urbanización que pueden ser espontáneos o informales. Muchos de ellos están ubicados en zonas con bajo equipamiento urbano, lo que facilita el acceso de personas con menores recursos o con acceso limitado al mercado de suelos o vivienda, tal como lo señala la teoría. Por otro lado, las manchas de urbanización en zonas de alta renta se ubican dentro de los límites administrativos del municipio, aunque en sus periferias y relativamente alejadas de las centralidades urbanas. Estas áreas presentan una densidad de construcción significativamente menor y se manifiestan predominantemente en el oriente de la ciudad.

Figura 2. Perímetro urbano de Manizales (2024)



Fuente: elaboración propia.

La herramienta NDBI ha demostrado, a nivel espacial, lo que la literatura teórica ya había señalado, consolidándose como un instrumento que complementa y robustece las investigaciones sobre los procesos de configuración urbana y periurbana. Esto se debe a que permitió identificar los procesos de transformación en un área específica durante un intervalo de tiempo, y asimismo observar cómo, en algunos lugares, los suelos se transforman simultáneamente. Sin embargo, los resultados se ven limitados por el hecho de que este trabajo propone el uso de herramientas

de teledetección, como el NDBI, para complementar los estudios teóricos sobre un objeto específico. Además, adolece de la falta de trabajo de campo necesario para obtener precisión sobre los procesos puntuales que han dado lugar a estas transformaciones, al menos entre los años 2022 y 2024, que es el período promedio en el que se agotan las investigaciones.

Conclusiones

El NDBI es una herramienta que, mediante sus facilidades de visibilidad espacial, permitió identificar los cambios en el uso del suelo, el origen de nuevas áreas urbanas y la configuración de espacios que ya venían en proceso de urbanización en las periferias de la ciudad. Además, esta herramienta facilita la evaluación temporal de los procesos evolutivos de configuración urbana y periurbana, permitiendo no solo identificar la relación interanual, sino también la del objeto consigo mismo en un momento específico. De esta manera, se convierte en un complemento claro para los estudios que parten de otros marcos epistemológicos y metodológicos dentro de las investigaciones en ciencias sociales, ya que posibilita una lectura espacial de los procesos identificados teórica y empíricamente en el campo mediante mecanismos de recolección de información, como la observación participante, las entrevistas, entre otros.

Así, aunque el NDBI facilita las lecturas visuales para las comparaciones en los análisis espacio-temporales, su naturaleza general de los datos debe complementarse con trabajo empírico, en este caso, proporcionado por los estudios sobre los procesos de periurbanización de la ciudad. Esto permite explicar cómo los contextos históricos, así como los procesos socioculturales, económicos y políticos, influyen en las dinámicas que se identifican gráficamente en el NDBI, brindando mayor precisión a los resultados.

Asimismo, se puede proponer un orden metodológico para iniciar estudios basados en el NDBI, de modo que se identifiquen los espacios puntuales, como se ha hecho en los *buffers* de este trabajo. Esto permitirá contar con herramientas para la selección e identificación de puntos o áreas de interés para futuras investigaciones y, a partir de ahí, desarrollar más estudios que ayuden a entender los procesos de reconfiguración urbana.

Finalmente, este trabajo representa un llamado y una invitación a integrar los instrumentos de análisis espacial, las estadísticas espaciales y el uso de sistemas de información geográfica en las investigaciones en ciencias sociales, especialmente en el estudio de la configuración socioespacial de las periferias urbanas, donde convergen elementos sociales, culturales, económicos, políticos e individuales que pueden ser identificados a partir de la modelación de índices que reflejan los impactos de dichos elementos.

Referencias

- Alegre, S. (2016). Configuraciones territoriales en el periurbano del partido de Florencio Varela. *Mundo Agrario*, 17(34), 1-23. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84545851007>
- Bernal Vera, H. F. y Montes Giraldo, P. E. (2016). *Análisis multitemporal de la dinámica en el cambio de uso de la tierra en Manizales durante el período 1969-2015 estudio de caso: Comuna Ciudadela del Norte, Manizales*. [tesis de maestría, Universidad Católica de Manizales]. Repositorio Institucional ucm. <https://repositorio.ucm.edu.co/entities/publication/45c415b5-8c27-41ac-8cd5-05b7ab64ac74>
- Budiyantini, Y. y Pratiwi, V. (2016). Peri-urban Typology of Bandung Metropolitan Area. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 227, 833-837. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.06.152>
- Cano Malaver, D. P. (2017). *El paisaje periurbano: Transformaciones, complejidad, percepciones e imaginarios en la localidad de Usme* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62045>
- Castro Escobar, E. (2016). Configuración de la migración interna en la región del Paisaje Cultural Cafetero de Colombia. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 14(2), 1563-1585. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-715X2016000200047
- Cavailhès, J., Peeters, D., Sékeris, E. y Thisse, J. F. (2004). The periurban city: Why to live between the suburbs and the countryside. *Regional Science and Urban Economics*, 34(6), 681-703. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0166046204000171>
- Cordero García, R. I. (2012). La configuración del espacio periurbano como escenario de competencia creciente entre diversos usos y actividades: El caso de Arroyo de la Encomienda en Valladolid. *Polígonos. Revista de Geografía*,

- 15, 7-35. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3026661>
- García Ayllón, S. (2018). Predictive Diagnosis of Agricultural Periurban Areas Based on Territorial Indicators: Comparative Landscape Trends of the So-Called “Orchard of Europe”. *Sustainability*, 10(6) 1-22. <https://repositorio.upct.es/entities/publication/03fb465a-f502-4a0e-811d-ded3dbe420a8>
- Giraldo Ospina, T. y Vásquez Varela, L. R. (2017). Caracterización de las tramas urbanas de la ciudad de Manizales, Colombia (1849-2017). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22, 30-43. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/2669>
- González González, M. (2017). *Migración por amenidad y auto-segregación en la periferia de Manizales* [tesis de maestría, Universidad de Manizales]. Repositorio Institucional Digital UM. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/4231>
- La Rosa, D., Geneletti, D., Spyra, M., Albert, C. y Fürst, C. (2018). Sustainable Planning for Peri-urban Landscapes. En A. Perera, U. Peterson, G. Martínez y L. Iversen (eds.), *Ecosystem Services from Forest Landscapes: Broadscale Considerations* (pp. 89-126). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-74515-2_5
- March, M. A. (2016). *Transformaciones y problemáticas socioambientales del periurbano oriental trelewense* [tesis de doctorado, Universidad Nacional del Sur]. Repositorio Institucional Digital UNS. <https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/3917>
- Montañez Parra, M. I. (2018). *Las transformaciones en los espacios periurbanos y el rol de la planificación territorial en su configuración el caso del municipio de Galapa, Atlántico*. Universidad del Atlántico. <https://hdl.handle.net/20.500.12834/1079>

- Nates Cruz, B. (2008). Procesos de gentrificación en lugares rururbanos: Presupuestos conceptuales para su estudio en Colombia. *Revista de Antropología y Sociología: Virajes*, 10, 253-269. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/virajes/article/view/810>
- Plazas, J. L. G. (2006). Caracterización socioespacial actual del hábitat en la periferia urbana de Manizales. *Revista de Arquitectura El Cable*, 5, 8-25. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/elcable/article/view/1246>
- Rodríguez Alarcón, M. N. (2022). La ciudad Jojutla de Juárez, Morelos-México: proceso histórico de configuración de un contexto periurbano. *Anuario de Historia Regional y de las Fronteras*, 27(2), 27-59. <https://doi.org/10.18273/revanu.v27n2-2022002>
- Rosell, P. A. y Vicente, M. (2016, 8 de abril). *Análisis del crecimiento demográfico y la relación entre espacios verdes y edificados en Darregueira con QGIS* [sesión de conferencia]. Conferencia de Geomática Libre, Buenos Aires, Argentina. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2863.7687>
- Slagter, M., Rocca, M. J. y Sgroi, A. (2015, 17 de septiembre). *Periurbano platense. Usos del suelo y dinámicas en curso sobre el área noroeste* [ponencia]. xxxiv Encuentro Arquicur 2015 y xix Congreso de Escuelas y Facultades Públicas de Arquitectura de los países de América del Sur, La Plata, Argentina. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/51689>
- Vizzari, M. (2011). Peri-Urban Transformations in Agricultural Landscapes of Perugia, Italy. *J. Geographic Information System*, 3, 145-152. <https://doi.org/10.4236/jgis.2011.32011>